

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
CURSO DE DOUTORADO**

**MÉTODOS DE PROPAGAÇÃO, ASPECTOS
MORFOFISIOLÓGICOS E ANATÔMICOS DE MUDAS DE
PASSIFLORA SPP. SOB ESTRESSE SALINO**

Regiana dos Santos Moura

CRUZ DAS ALMAS – BA, 2018.

MÉTODOS DE PROPAGAÇÃO, ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS E ANATÔMICOS DE MUDAS DE *PASSIFLORA* SPP. SOB ESTRESSE SALINO

Regiana dos Santos Moura
Engenheira Agrônoma
Universidade Federal do Piauí, 2012

Tese apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Título de Doutora em Engenharia Agrícola (Área de Concentração: Agricultura Irrigada e Recursos Hídricos)

Orientador: Prof. Dr. Hans Raj Gheyi
Coorientador: Prof. Dr. Mauricio Antônio Coelho Filho
Coorientador: Prof. Dr. Onildo Nunes de Jesus

CRUZ DAS ALMAS – BA, 2018.

FICHA CATALOGRÁFICA

M929m Moura, Regiana dos Santos.
Métodos de propagação, aspectos morfofisiológicos e anatômicos de mudas de passiflora spp. sob estresse salino / Regiana dos Santos Moura._ Cruz das Almas, BA, 2018.
142f.; il.

Orientador: Hans Raj Gheyi.
Coorientador: Mauricio Antônio Coelho Filho.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas.

1.Maracujá – Propaga ção vegetativa. 2.Maracujá – Água de irrigação – Salinidade. 3.Crescimento (Plantas) – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Jesus, Onildo Nunes de. III.Título.

CDD: 634.425

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**MÉTODOS DE PROPAGAÇÃO, ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS E
ANATÔMICOS DE MUDAS DE *PASSIFLORA* SPP. SOB ESTRESSE
SALINO**

**Comissão examinadora da Defesa de Tese de
Regiana dos Santos Moura**

Aprovada em: 21/11/2018

Orientador – Prof. Dr. Hans Raj Gueyi
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB

Membro interno – Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB

Membro interno – Dra. Alide Mitsue Watanabe Cova
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - PNPB/UFRB

Membro externo – Prof. Dr. Everaldo Moreira da Silva
Universidade Federal do Piauí - UFPI

Membro externo – Prof. Dr. Júlio Cesar Azevedo Nóbrega
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB

DEDICATÓRIA

Aos meus pais **Raimundo de Moura Cavalcante** “*in memoriam*” e **Anita Joaquina do E. Santos** e, a todos os meus familiares e amigos por serem a minha base.

“Porque a terra que embebe a chuva, que muitas vezes cai sobre ela, e produz erva proveitosa para aqueles por quem é lavrada, recebe a benção de Deus.”
(Hebreus 6:7)

OFEREÇO

Com todo amor e carinho a meu filho **Henzo de Moura Medeiros** e, esposo **Gilberto Gilson M. de Sousa**.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sua presença constante em minha vida nos momentos felizes, tristes e difíceis. Aos meus pais e familiares pelo apoio, incentivo, conversas e amor concedido.

A meu esposo Gilberto Gilberto Gilson Medeiros de Sousa pelo carinho, amor e compreensão.

Ao professor e orientador Dr. Hans Raj Gheyi pelos ensinamentos, compreensão, atenção, paciência, conhecimentos repassados e oportunidades dadas. Muito obrigada!

Aos meus coorientadores Mauricio Antônio Coelho Filho e Onildo Nunes de Jesus pelo conhecimento repassado e contribuição para o desenvolvimento da pesquisa.

A todos os meus amigos e colegas do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFRB em especial a Thais Nascimento Meneses, Allan Radax Freitas Campos, Monikuely Mourato Pereira, Luciano Sobral Fraga Júnior, Paula Carneiro Viana, João Guilherme Araújo Lima, Lucylia Suzart Alves, Neilon Duarte da Silva, Francisco Airdesson Lima do Nascimento e Jamille Ferreira dos Santos.

Aos colegas da Embrapa Lucas Kennedy S. Lima, Taliane Leila Soares, Sidinara R. Sampaio e Idália, S. Santos.

Aos estagiários do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) e voluntários Elisson de Araújo Dias, Caliane Silva da Cruz, Filipe da Silva Ramos, Luana Lais de Oliveira dos Santos, Amanda Lima Cruz, Bruna da Silva Nascimento e Emanuela Pinto de Menezes.

Aos professores Tales Miler Soares, Eugênio Ferreira Coelho, José Fernandes Melo Filho, Lucas Melo Vellame, Maurício Antônio Coelho, Vital Pedro da Silva Paz, Jucicléia Soares da Silva, Willian Fernandes Almeida, Áureo Silva de Oliveira e Jorge Luiz Rabelo.

Aos funcionários do Núcleo de Engenharia de Água e Solo (NEAS) Edilson Bastos (Boi) e Mairi Santiago pelo auxílio no desenvolvimento da tese.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro através da concessão da bolsa de Doutorado e à Embrapa Mandioca e Fruticultura de Cruz das Almas-BA, pelo espaço, laboratórios, equipamentos e estagiários concedido para realização dos experimentos e análise dos dados.

A todos que contribuíram de forma direta ou indiretamente para esta conquista

MÉTODOS DE PROPAGAÇÃO, ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS E ANATÔMICOS DE MUDAS DE *PASSIFLORA* SPP. SOB ESTRESSE SALINO.

Autor: Regiana dos Santos Moura

Orientador: Prof. Dr. Hans Raj Gheyi

Coorientador: Prof. Dr. Mauricio Antônio Coelho Filho

Coorientador: Prof. Dr. Onildo Nunes de Jesus

RESUMO: A salinidade da água de irrigação afeta negativamente o crescimento inicial e o desenvolvimento do maracujazeiro. Objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito da salinidade da água de irrigação (CEa) sobre a produção de diferentes tipos de mudas e espécies de maracujazeiro, procurando-se entender os efeitos da CEa no desenvolvimento da cultura em fase inicial e as alterações morfofisiológicas e anatômicas, bem como, avaliar a viabilidade técnica da produção de mudas quando se faz uso exclusivo de água salina. O estudo foi realizado sob condições de casa de vegetação da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas-BA. O trabalho foi desenvolvido com produção de mudas de maracujazeiro em quatro etapas: Etapa 1 (Capítulo 2), refere-se à formação de mudas e à tolerância das espécies *P. gibertii*, *P. cincinnata* e *P. edulis* submetidas a cinco níveis de salinidade da água (CEa) 0,3; 1,4; 2,5; 3,6 e 4,7 dS m⁻¹ por um período de 60 dias. Foram analisados variáveis biométricas, fisiológicas, índice de qualidade de Dickson, taxa de crescimento absoluto e relativo das diferentes partes das plantas e, índice de tolerância à salinidade. Etapa 2 (Capítulo 3), refere-se ao efeito da CEa 0,3; 1,8; 3,3; 4,8; e 6,3 dS m⁻¹ na produção de mudas de *P. edulis* por estacas, enxertia e sementes. A coleta de dados foi realizada após 50 dias da aplicação do estresse salino. Foram analisadas variáveis biométricas e fisiológicas. Etapa 3 (Capítulo 4), refere-se ao efeito CEa 0,3; 1,8; 3,3; 4,8; e 6,3 dS m⁻¹ nos caracteres morfofisiológicos e anatômicos da folha e raiz em mudas propagadas por sementes e estacas de *P. gibertii*, *P. cincinnata* e *P. edulis*. A coleta de dados foi realizada após 50 dias da aplicação do estresse salino. Foram analisados caracteres morfofisiológicos e anatômicos da folha e raiz. Etapa 4 (Capítulo 5) refere-se as alterações morfofisiológicas e anatômicas de mudas da espécie *P. edulis* propagadas por sementes, estacas e enxertia, sob efeito da CEa 0,3 (controle) e 6,3 dS m⁻¹. Foram analisadas as mesmas variáveis do capítulo 4 após 50 dias de estresse salino. A CEa inibiu o crescimento e desenvolvimento na formação das mudas de *Passiflora*; A interação entre CEa e as espécies de *Passiflora* interferiu negativamente nas variáveis de crescimento e Índice de qualidade de Dickson. A espécie *P. cincinnata* é moderadamente tolerante à salinidade e as espécies *P. gibertii* e *P. edulis* são consideradas tolerantes. A produção de mudas de *P. edulis* propagada por enxertia foi menos afetado pelo estresse salino e as mudas provenientes de sementes foram mais sensíveis; a interação entre os fatores propagação versus salinidade inibiu os caracteres biométricos, com maior intensidade para as mudas propagadas por estacas e sementes, já as mudas propagadas por enxertia apresentaram melhor desenvolvimento. As espécies *P. cincinnata* e *P. gibertii*, foram mais tolerantes ao estresse salino, com menores alterações biométricas, fisiológicas e anatômicas.

Palavras Chave: Anatomia; fisiologia; maracujazeiro; morfologia; propagação vegetativa; salinidade

METHODS OF PROPAGATION, ASPECTS MORPHOPHYSIOLOGICAL AND ANATOMICAL OF SEEDLINGS OF *PASSIFLORA* SPP. UNDER SALINE STRESS

ABSTRACT: Water salinity negatively affects the initial growth and development of passion fruit. The objective of this study was to evaluate the effects of different irrigation water salinity levels on the production of different types of seedlings of three species of passion fruit, with the aim of understanding the effects of water salinity on initial crop development and morphophysiological and anatomical changes, as well as to evaluate the technical feasibility of seedling production using exclusively saline water. The study was conducted under greenhouse conditions at the Federal University of Recôncavo of Bahia and Embrapa Mandioca and Fruticultura. The study was conducted on the production of passion fruit seedlings in four stages: Stage 1 (Chapter 2), refers to the formation of seedlings and tolerance of the species *P. gibertii*, *P. cincinnata* and *P. edulis* submitted to five levels of irrigation water salinity (ECw) of 0.3; 1.4; 2.5; 3.6 and 4.7 dS m⁻¹. The plants remained in these conditions for a period of 60 days. Biometric variables, physiological, Dickson quality index, absolute growth rate and relative growth rate of the different parts of the plants and, salinity tolerance Index were analysed. Stage 2 (Chapter 3) refers to the effect of the ECw 0.3; 1.8; 3.3; 4.8; and 6.3 dS m⁻¹ in the production of *P. edulis* seedlings for cuttings, grafting and seeds. Data collection was performed after 50 days of saline stress application. Biometrics and physiologic variables were analysed. Stage 3 (Chapter 4) refers to the effect of ECw (0.3; 1.8; 3.3; 4.8; and 6.3 dS m⁻¹) on morphophysiological traits and leaf and root anatomy in seedlings propagated by seeds and cuttings of three species of passion fruit, *P. gibertii*, *P. cincinnata* and *P. edulis*. Data collection was performed after 50 days of saline stress application. Morphophysiological traits and leaf and root anatomy variables were analysed. Stage 4 (Chapter 5), refers to morphophysiological and anatomical changes of *P. edulis* seedlings in three types of propagation (seeds, cuttings and grafting) under the effect of ECw 0.3 - control and 6.3 dS m⁻¹. The same variables of chapter 4 were analyzed, in the samples collected after 50 days of saline stress. The salinity of the irrigation water inhibits growth and development in the formation of seedlings of the studied species of *Passiflora*. The interaction between ECw and *Passiflora* species significantly interfered with growth and Dickson quality index. The species *P. cincinnata* is moderately tolerant to salinity, and species *P. gibertii* and *P. edulis* are considered tolerant. The production of *P. edulis* seedlings propagated by grafting was less affected by saline stress and the seedlings from seeds were more sensitive. The interaction between the factors propagation versus salinity inhibited the biometric characters, with higher intensity for seedlings propagated by cuttings and seeds, the seedlings propagated by grafting showed better development. The species *P. cincinnata* and *P. gibertii* were more tolerant to saline stress, with smaller biometric, physiological and anatomical alterations.

Keywords: Anatomy; physiology; passion; morphology; vegetative propagation; salinity

LISTA DE ABREVIATURAS

AFT	Área foliar total
APA	Área de proteção ambiental
AP	Altura de planta
Ca ²⁺	Cálcio
CEa	Condutividade elétrica da água
CE	Condutividade elétrica
CO	Colênquima
COR	Córtex
CO ₃ ²⁻	Carbonato
CHT	Consumo hídrico total
Cl ⁻	Cloreto
CR	Comprimento de raiz
CT	Clorofila total
DAT	Dias após o transplântio
DC	Diâmetro de caule
DR	Drusas
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EEl	Espessura da epiderme inferior
EED	Espessura da epiderme superior
EF	Espessura do limbo foliar
EPE	Espessura do parênquima esponjoso
EPP	Espessura do parênquima paliçádico
EP	Epiderme
EU	Epiderme superior
FAA	Formalina, ácido acético
gs	Condutância estomática
HCO ₃ ⁻	Bicarbonato
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ID	Idioblasto
IQD	Índice de qualidade de Dickson
ITS	Índice de tolerância á salinidade
K ⁺	Potássio
LE	Epiderme inferior
Mg ²⁺	Magnésio
MSPA	Massa seca da parte aérea
MSR	Massa seca da raiz
MSR/MSPA	Razão da massa seca da raiz/ massa seca da parte aérea
MST	Massa seca total
MX	Metaxilema
Na ⁺	Sódio
NaCl	Cloreto de sódio
NEAS	Núcleo de Engenharia de Água e Solo
NF	Número de folha
PET	Politereftalato de etileno
PP	Parênquima paliçádico
PH	Floema

PX	Protoxilema
RP	Primórdio radicular
SO ₄ ²⁻	Sulfato
SP	Parênquima esponjoso
ST	Estômato
TCA	Taxa de crescimento absoluto
TCR	Taxa de crescimento relativo
TR	Tricoma
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UFRB	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
UR	Umidade relativa do ar
VB	Feixe vascular
VR	Volume de raiz
XY	Xilema

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2

- Figura 1.** Estrutura metálica com recipientes confeccionados de garrafa PET, contendo substratos e mudas de *Passiflora*.47
- Figura 2.** (A) Desdobramento do fator espécies dentro do fator salinidade da água de irrigação (CEa) e (B) fator salinidade (CEa) dentro do fator espécies de maracujazeiro para a altura de plantas, aos 70 dias após transplântio sob diferentes níveis de salidade da água de irrigação.50
- Figura 3.** (A) Diâmetro de caule - DC e (B) consumo hídrico total - CHT de mudas de maracujazeiro aos 70 dias após transplântio sob níveis crescentes de salinidade da água de irrigação.51
- Figura 4.** (A) Desdobramento do fator espécies de maracujazeiro dentro do fator salinidade - CEa e (B) fator salinidade (CEa) dentro do fator espécies de maracujazeiro para a massa seca da parte aérea (MSPA), aos 70 dias após transplântio.53
- Figura 5.** (A) Interação entre os fatores espécies x níveis de salinidade para massa seca da raiz - MSR e (B) razão da raiz por parte aérea - MSR/MSPA em maracujazeiro aos 70 dias após transplântio.53
- Figura 6.** (A) Interação entre os fatores espécies x níveis de salinidade para massa seca total - MST e, (B) Índice de qualidade de Dickson – IQD de mudas de maracujazeiro aos 70 dias após transplântio. 54
- Figura 7.** (A) Taxa de crescimento absoluto - TCA e (B) Taxa de crescimento relativo - TCR das variáveis altura de planta de mudas de maracujazeiro no período entre 30 e 60 dias após início da irrigação com diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.55
- Figura 8.** (A) Taxa de crescimento absoluto - TCA e (B) Taxa de crescimento relativo – TCR do diâmetro do caule de mudas de maracujazeiro no período entre 30 e 60 dias após início da irrigação com diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.56
- Figura 9.** (A) Taxa de crescimento absoluto - TCA e (B) Taxa de crescimento relativo – TCR da massa seca da raiz de mudas de maracujazeiro no período entre 30 e 60 dias após início da irrigação com diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.57
- Figura 10.** (A) Taxa de crescimento absoluto - TCA e (B) Taxa de crescimento relativo - TCR da massa seca da parte aérea de mudas de maracujazeiro no período entre 30 e 60 dias após início da irrigação com diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.58
- Figura 11.** (A) Taxa de crescimento absoluto - TCA e (B) Taxa de crescimento relativo – TCR da massa seca total de mudas de maracujazeiro no período entre 30 e 60 dias após início da irrigação com diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.59
- Figura 12.** (A) Razão de taxa de crescimento absoluto da massa seca da raiz por massa seca da parte aérea – TCA MSR/TCA MSPA e (B) Razão de taxa de crescimento relativo da massa seca da raiz por massa seca da parte aérea – TCR MSR/TCA MSPA de mudas de maracujazeiro no período entre 30 e 60 dias após início da irrigação com diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.60

Figura 13. Índice de tolerância a salinidade (ITS) aos 60 dias após início das irrigações com diferentes níveis de salinidade da água de irrigação em mudas de maracujazeiro.61

Capítulo 3

Figura 1. Influência da salinidade da água sobre as características biométricas do maracujazeiro amarelo: altura de planta - AP (A) e número de folha - NF, aos 60 dias após transplantio.75

Figura 2. Influência da salinidade de água sobre as características fisiológicas do maracujazeiro amarelo: condutância estomática gs - (A) e interação entre salinidade da água x método de propagação no consumo hídrico total CHT - (B), aos 60 dias após transplantio..76

Figura 3. Influência da salinidade de água sobre a massa seca da raiz MSR - (A) e massa seca da parte aérea MSPA - (B) de mudas de maracujazeiro, aos 60 dias após transplantio.78

Figura 4. Influência da salinidade de água sobre a massa seca total MST - (A), razão massa seca da raiz por massa seca da parte aérea MSR/MSPA - (B) e volume de raiz VR - (C) de mudas de maracujazeiro, aos 60 dias após transplantio.79

Capítulo 4

Figura 1. (A) Altura de planta (AP) e (B) número de folhas (NF) das três espécies de *Passiflora* sob diferentes níveis de salinidade. (C) Interação das espécies de *Passiflora* x tipos de propagação para o diâmetro de caule (DC), aos 60 dias após transplantio.94

Figura 2. (A) Massa seca da raiz (MSR) das três espécies de *Passiflora* sob diferentes níveis de salinidade e (B) sob influência do método de propagação testados. (C) Interação das espécies de *Passiflora* x tipos de propagação para massa seca da parte aérea (MSPA) e (D) massa seca total (MST), aos 60 dias após transplantio.95

Figura 3. (A) Razão entre massa seca da raiz por massa seca da parte aérea (MSR/MSPA), (B) comprimento de raiz (CR) e (C) volume de raiz (VR) das *Passifloras* em diferentes formas de propagação e (D) níveis de salinidade, aos 60 dias após transplantio.97

Figura 4. (A) Clorofila total (CT) das três espécies de *Passiflora* sob diferentes níveis de salinidade. (B) Interação espécies de *Passiflora* x tipos de propagação em relação à CT. (C) Interação espécies de *Passiflora* x tipos de propagação em função da condutância estomática (gs) e (D) consumo hídrico total (CHT) das *Passifloras* submetidas a diferentes níveis de NaCl, aos 60 dias após transplantio.98

Figura 5. (A-J) Fotomicrografia de folha e raiz de *Passiflora edulis*, (K-T) *P. cincinnata* e (U-AD) *P. gibertii*, propagada por sementes, com ausência e presença do estresse salino. (A-E) folha e raiz de *P. edulis* controle; (F-J) folha e raiz de *P. edulis* irrigada com água salina 6,3 dS m⁻¹; (K-O) folha e raiz de *P. cincinnata* controle; (P-T) folha e raiz de *P. cincinnata* irrigada com água salina 6,3 dS m⁻¹; (U-Y) folhas e raiz de *P. gibertii* controle; (Z-AD) *P. gibertii* irrigada com água salina 6,3 dS m⁻¹, aos 60 dias após transplantio.100

Figura 6. (A-J) Fotomicrografia de folha e raiz de *Passiflora edulis*, (K-T) *P. cincinnata* e (U-AD) *P. gibertii*, propagada por estacas, com ausência e presença do estresse salino. (A-E) folha e raiz de *P. edulis* controle; (F-J) folha e raiz de *P. edulis* irrigada com água salina $6,3 \text{ dS m}^{-1}$; (K-O) folha e raiz de *P. cincinnata* controle; (P-T) folha e raiz de *P. cincinnata* irrigada com água salina $6,3 \text{ dS m}^{-1}$; (U-Y) folhas e raiz de *P. gibertii* controle; (Z-AD) *P. gibertii* irrigada com água salina $6,3 \text{ dS m}^{-1}$ aos 60 dias após transplantio. 102

Figura 7. Interação espécies x salinidade de caracteres anatômicos quantitativos da região internervural da folha de *Passiflora cincinnata*, *gibertii* e *edulis* submetidas a dois níveis de CEa ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$ - controle e $6,3 \text{ dS m}^{-1}$), aos 60 dias após transplantio. (A) ELF: espessura do limbo foliar; (B) EEI: espessura da epiderme inferior; (C) EPP: espessura do parênquima paliçádico; (D) EPE: espessura do parênquima esponjoso. 104

Figura 8. Interação espécies x propagação de caracteres anatômicos quantitativos da região internervural da folha de *P. cincinnata*, *P.gibertii* e *P. edulis* propagadas por dois métodos de propagação (Sementes e Estacas), aos 60 dias após transplantio (A) EES: espessura da epiderme superior; (B) EEI: espessura da epiderme inferior; (C) EPE: espessura do parênquima esponjoso..... 106

Figura 9. Interação salinidade x propagação de caracteres anatômicos quantitativos da região internervural das folhas de *Passiflora* submetidas a dois níveis de CEa ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$ - controle e $6,3 \text{ dS m}^{-1}$) e dois métodos de propagação (Sementes e Estacas), aos 60 dias após transplantio (A) EES: espessura da epiderme superior; (B) EEI: espessura da epiderme inferior. 107

Capítulo 5

Figura 1. Enxertia pelo método hipocotiledonar por garfagem do tipo topo em fenda cheia (A); muda após 20 dias da realização da enxertia (B). 122

Figura 2. Caracteres biométricos de *Passiflora edulis* propagadas por sementes, estacas e enxertia submetidas a dois níveis de CEa ($0,3$ - controle e $6,3 \text{ dS m}^{-1}$), aos 60 dias após transplantio. Altura de planta - AP (A-C), número de folha - NF (D-F) e diâmetro de caule - DC (G-I)..... 124

Figura 3. Caracteres fisiológicos de *Passiflora edulis* propagadas por sementes, estacas e enxertia submetidas a dois níveis de CEa ($0,3$ - controle e $6,3 \text{ dS m}^{-1}$), aos 60 dias após transplantio. Condutância estomática - gs (A-C), clorofila total - CT (D-F) e consumo hídrico total - CHT (G-I), aos 60 dias após transplantio. 126

Figura 4. Caracteres de *Passiflora edulis* propagadas por sementes, estacas e enxertia submetidas a dois níveis de CEa ($0,3$ - controle e $6,3 \text{ dS m}^{-1}$), aos 60 dias após transplantio. Massa seca da raiz - MSR (A-C); massa seca da parte aérea – MSPA (D-F); massa seca total – MST (G-I) e volume de raiz - VR (J-M)..... 128

Figura 5. Caracteres anatômicos quantitativos da região internervural da folha de *Passiflora edulis* propagadas por enxertia, estacas e sementes submetidas a dois níveis de CEa ($0,3$ - controle e $6,3 \text{ dS}$

m^{-1}), aos 60 dias após transplântio. espessura do limbo foliar - ELF (A-C); espessura da epiderme superior - EES (D-F); espessura da epiderme inferior - EEI: (G-I). 129

Figura 6. Caracteres anatômicos quantitativos da região internervural da folha de *Passiflora edulis* propagadas por enxertia, estacas e sementes submetidas a dois níveis de CEa (0,3 - controle e 6,3 $dS m^{-1}$), aos 60 dias após transplântio. espessura do parênquima paliçádico - EPP (A-C) e espessura do parênquima esojoso - EPE (D-F). 130

Figura 7. Fotomicrografia de folha e raiz de plantas de *Passiflora edulis* provenientes de mudas propagadas por sementes, estacas e enxertia submetidas à salinidade hídrica 0,3 controle e 6,3 ($dS m^{-1}$), aos 60 dias após transplântio. a-e) Sementes - controle; f-j) Sementes irrigado com água salina 6,3 $dS m^{-1}$; k-o) Estacas controle; p-t) Estacas irrigado com água salina 6,3 $dS m^{-1}$; u-y) Enxertia controle; z-ad) Enxertia irrigado com água salina 6,3 $dS m^{-1}$ 131

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

Tabela 1. Resumo da análise de variância para altura (AP), número de folhas (NF), área foliar total (AFT), diâmetro caulinar (DC) e consumo hídrico total (CHT) em espécies de maracujazeiro sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, aos 70 dias após transplântio.....49

Tabela 2. Resumo da análise de variância para massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), razão massa seca da raiz por massa seca da parte aérea (MSR/MSPA), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em espécies de maracujazeiro sob diferentes níveis de salinidade d água de irrigação, aos 70 dias após transplântio.....52

Capítulo 3

Tabela 1. Resumo da análise de variância para altura (AP), número de folhas (NF), diâmetro caulinar (DC), condutância estomática (gs), clorofila total (CT) e consumo hídrico total (CHT) em espécies de *Passiflora edulis* propagadas por sementes, estacas e enxertia, sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água, aos 60 dias após transplântio 74

Tabela 2. Resumo da análise de variância para massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), razão: massa seca da raiz por parte aérea (MSR/MSPA), comprimento de raiz (CR) e volume de raiz (VR) em espécies de *Passiflora edulis* propagadas por sementes, estacas e enxertia, sob diferentes níveis de CEa, aos 60 dias após transplântio 77

Capítulo 4

Tabela 1. Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), número de folha (NF), diâmetro de caule (DC), clorofila total (CT), condutância estomática (gs) e consumo hídrico total (CHT) em mudas de *Passiflora* sob salinidade da água de irrigação, aos 60 dias após transplântio.....92

Tabela 2. Resumo da análise de variância para massa seca de raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), razão massa seca da raiz por massa seca da parte aérea (MSR/MSPA), comprimento de raiz (CR) e volume de raiz (VR) em mudas de *Passiflora* submetidas ao estresse salino, aos 60 dias após transplântio 93

Tabela 3. Resumo da análise de variância para caracteres anatômicos quantitativos da região internervural da folha de três espécies de *Passiflora* propagadas por estacas e sementes: espessura do limbo foliar (ELF), espessura da epiderme superior (EES), espessura da epiderme inferior (EEI), parênquima paliádico (EPP) e parênquima esponjoso (EPE) submetidas a dois níveis de CEa (0,3 dS m⁻¹- controle e 6,3 dS m⁻¹), aos 60 dias após transplântio 103

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE ABREVIATURAS	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xv
CAPÍTULO 1	18
1.1. INTRODUÇÃO GERAL.....	18
1.2. REVISÃO DE LITERATURA.....	21
1.2.1. Considerações gerais sobre a cultura do maracujazeiro.....	21
1.2.2. Produção de mudas de frutíferas.....	23
1.2.3. Produção de mudas de maracujazeiro sob estresse salino e qualidade de água para irrigação.....	26
1.2.4. Efeito da salinidade na planta	28
1.2.5. Tolerância das plantas à salinidade.....	31
1.2.6. Aspectos fisiológicos e anatômicos do estresse salino	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
CAPÍTULO 2	43
FORMAÇÃO DE MUDAS E TOLERÂNCIA DE ESPÉCIES DO GÊNERO <i>PASSIFLORA</i> SOB ESTRESSE SALINO	43
RESUMO	43
ABSTRACT:.....	44
2.1. INTRODUÇÃO	45
2.2. MATERIAL E MÉTODOS	46
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
2.4. CONCLUSÕES.....	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
CAPÍTULO 3	69
PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>PASSIFLORA EDULIS</i> SIMS. POR ESTACAS, ENXERTIA E SEMENTES SOB ESTRESSE SALINO	69
RESUMO	69
ABSTRACT:.....	70
3.1. INTRODUÇÃO	71
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	72
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	74
3.4. CONCLUSÕES	80
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
CAPÍTULO 4	86
ESTRESSE SALINO AFETA O CRESCIMENTO, ASPECTOS FISIOLÓGICOS E ANATÔMICOS DE ESPÉCIES DE <i>PASSIFLORA</i> L. PROPAGADAS POR SEMENTES E ESTACAS	86
RESUMO.....	86
ABSTRACT.....	87
4.1. INTRODUÇÃO	88
4.2. MATERIAL E MÉTODOS	89
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	91
4.4. CONCLUSÕES	108
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109

CAPÍTULO 5	116
ALTERAÇÕES INDUZIDAS POR SALINIDADE EM PARÂMETROS BIOMÉTRICOS, FISIOLÓGICOS E ANATÔMICOS EM PLANTAS DE <i>PASSIFLORA EDULIS</i> SIMS PROPAGADAS POR DIFERENTES MÉTODOS	116
RESUMO	116
ABSTRACT	117
5.1. INTRODUÇÃO	118
5.2. MATERIAL E MÉTODOS	120
5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	123
5.4. CONCLUSÕES	133
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	134
CAPÍTULO 6	141
CONSIDERAÇÕES FINAIS	141

CAPÍTULO 1

1.1. INTRODUÇÃO GERAL

O uso da irrigação na agricultura tem contribuído para o aumento da produtividade agrícola mundial. Nos últimos 50, anos a irrigação garantiu 40% dos alimentos produzidos em todo o mundo em apenas 17% das áreas cultivadas (CAVALCANTE *et al.*, 2012). No entanto, a ampliação das áreas irrigadas tem ocasionado alguns problemas, principalmente a salinização do solo. Isso acontece devido a água utilizada na irrigação possuir sais dissolvidos que, mesmo em baixa concentração são adicionados ao solo, o qual pode se tornar salino em poucos anos (MEDEIROS, 2001).

Assim, é necessário adotar medidas tecnológicas e científicas diferenciadas para cada região e condição de cultivo agrícola. Diante da escassez de água de boa qualidade, há a necessidade de exploração de água na agricultura de salinidade moderada a alta, implicando em novas práticas de manejo do solo e da água, uma vez que o estresse salino compromete o crescimento e o desenvolvimento da maioria das culturas de diversas maneiras (CAVALCANTE *et al.*, 2012).

No Brasil, os solos salinizados são encontrados no estado do Rio Grande do Sul, no Pantanal Mato-grossense e na região Nordeste. Com base no Mapa de Solos do Brasil, as áreas afetadas por sais ocupam aproximadamente 160.000 km² do território nacional, desse total, mais de 50% encontram-se no Nordeste. Na região Nordeste os estados mais afetados pelos sais são especialmente a Bahia com 44% e o Ceará com 25,5% (SOARES FILHO *et al.*, 2016).

O Brasil tem se destacado no cenário mundial na produção de frutíferas e atualmente é o maior produtor e consumidor mundial de maracujá. Em 2016 a produção foi de 704 mil toneladas, sendo que o Nordeste e o estado da Bahia são responsáveis por 70 e 48,73% da produção nacional, respectivamente (IBGE, 2018). Por outro lado, a produção de maracujá no estado da Bahia enfrenta problemas com a alta incidência de doenças que tem causado perdas expressivas na produtividade e qualidade dos frutos, como a reduzida vida útil dos pomares comerciais em campo e a salinização das áreas irrigadas.

A cultura do maracujazeiro é de grande importância para o pequeno produtor, apresentando viabilidade técnica e econômica, é cultivada em pequenas propriedades a maioria com pomares de 3 a 5 hectares e a cada ano essa área vem sendo expandida. Os pomares contribuem com a oferta de emprego e melhoria na renda familiar. Especialistas relatam que cada hectare de maracujá gera de 3 a 4 empregos diretos e ocupa 7 a 8 pessoas, nos diversos elos da cadeia produtiva. Assim, essa cultura representa para os agricultores mais uma possibilidade entre as frutíferas, por oferecer fonte de renda

mais rápida, tendo períodos extensos de safras e proporcionando comercialização contínua da fruta (MELETTI, 2012). Além destes benefícios o maracujá, como outras frutíferas, requer insumos cuja produção e comercialização contribui para o fortalecimento do ciclo da economia como um todo beneficiando assim, outros segmentos agrícolas e movimentando a cadeia produtiva, especialmente no estado da Bahia que é o maior produtor dessa frutífera (BUAINAIN e BATALHA, 2007; EMBRAPA, 2016).

Pesquisas têm mostrado que as espécies comerciais de maracujazeiro apresentam sensibilidade à salinidade, entretanto, a maioria das espécies silvestres tem se mostrado mais resistente a pragas, doenças, déficit hídrico e tolerância à salinidade (CAVICHOLI *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2013; MOURA *et al.*, 2016 e MOURA *et al.*, 2017; ANDRADE *et al.*, 2018; SÁ *et al.*, 2018). Diante da escassez de água de boa qualidade adequada para irrigação, surge a necessidade da adoção de práticas adequadas de manejo em conjunto com a água e o solo, introdução de plantas que possibilitem o uso de águas de qualidade inferior na agricultura, bem como, a produção de mudas tolerantes à salinidade.

Algumas pesquisas têm colaborado com informações acerca da salinidade no maracujazeiro amarelo (CRUZ *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2015; BEZERRA *et al.*, 2016; MOURA *et al.*, 2017; NASCIMENTO *et al.*, 2017; ANDRADE *et al.*, 2018; GOMES *et al.*, 2018). Entretanto, muitos destes estudos têm investigado apenas as respostas fisiológicas de mudas provenientes de sementes e irrigadas com água salina e pouco se sabe sobre o comportamento de plantas de maracujazeiro obtidas a partir da propagação assexuada (enxertia e estacas) quando submetidas à salinidade e às alterações morfofisiológicas e anatômicas provocadas por esse estresse abiótico.

Vários estudos têm mostrado que a técnica da propagação vegetativa utilizando espécies silvestres como porta-enxertos é viável no controle de doenças, essas espécies apresentam potencial para uso na enxertia de maracujá amarelo devido a resistência dessas espécies à fusariose, entre elas o *P. gibertii*, *P. alata*, *P. cincinnata*, *P. capsularis*, *P. nitida*, *P. laurifolia*, *P. morifolia* e *P. foetida* (RONCATTO *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2013). Lima *et al.* (2017) observaram que o *P. gibertii* se destacou entre as espécies silvestres para uso como porta-enxerto por causa do aumento do vigor do enxerto de *P. edulis*, dessa forma, acredita-se que essas espécies silvestres possuem mecanismos de tolerância à salinidades, pois, a maioria são nativas de regiões semiáridas, ou seja, tolerantes ao estresse hídrico. Hurtado-Salazar *et al.* (2018) constataram que a *P. tarminiana* possui tolerância moderada à salinidade e déficit hídrico, utiliza mecanismos de adaptação como escurecimento de sais na superfície adaxial da folha, tricomas e papilas.

Junqueira *et al.* (2006) avaliando plantas de *P. edulis* propagadas por estacas, sementes e enxertadas sob o *P. nitida*, observaram que as plantas propagadas por estacas e enxertadas foram

menos afetadas por doenças e a produtividade das plantas propagadas por estacas foi duas vezes maior ($42.885,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) comparadas às enxertadas ($21.159,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) e às sementes ($21.385,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Todavia, não se conhece o comportamento dessas plantas obtidas por propagação vegetativa sob estresse salino, assim, há necessidade de novos estudos relacionados à propagação vegetativa envolvendo espécies silvestres e salinidade, pois é sabido que a maioria dessas espécies silvestres são nativas de regiões áridas e semiáridas, onde estão localizadas as áreas afetadas por sais.

Já existem estudos na literatura relacionados à propagação vegetativa e salinidade com outras culturas, como porta-enxerto de citros (BRITO *et al.*, 2014), em que os autores indicam o limoeiro ‘*Volkameriano*’ e o HTR – 069 para formação de mudas, devido à sua menor sensibilidade à salinidade. No caso da goiabeira, Silva *et al.* (2017) avaliaram estacas de cv. *Paluma* e constataram que esta espécie é sensível ao estresse salino. Araújo *et al.* (2018) constataram que a CEa de até $2,62 \text{ dS m}^{-1}$ promove redução aceitável na fitomassa de porta-enxerto de cajueiro comum. Plantas submetidas à salinidade desenvolvem características adaptativas (alterações anatômicas) a essa condição (YOUNIS *et al.*, 2013). Já foram encontradas alterações anatômicas associadas ao efeito da salinidade em plantas de mostarda (*Salvadora persica* L.) (PARIDA *et al.*, 2016), cevada (*Hordeum vulgare* L.) (ATABAYEVA *et al.*, 2013), menta (*Mentha aquatica* L.) (HADDADI *et al.*, 2016), *Passiflora tarminiana* (HURTADO-SALAZAR *et al.*, 2018), mostarda (*Salvadora persica* L.) (WANI *et al.*, 2019).

O estado da Bahia é o maior produtor nacional de maracujazeiro, no entanto, ainda apresenta baixa produtividade. Assim, esta pesquisa torna-se de suma importância para determinar o nível de tolerância à salinidade dos diferentes tipos de propagação de mudas dessa frutífera, haja vista que os solos do Nordeste possuem alto potencial para salinização, devido aos cultivos sucessivos irrigados caracterizados pelo aumento da concentração de sais e uso de fertilizantes, que contribuem com o aumento da concentração de sais no solo.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação sobre a produção de diferentes tipos de mudas de três espécies de maracujazeiro, procurando-se entender os efeitos da salinidade da água no desenvolvimento da cultura em fase inicial e as alterações morfofisiológicas e anatômicas, bem como avaliar a viabilidade técnica da produção de mudas quando se faz uso exclusivo de águas salinas.

1.2. REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1. Considerações gerais sobre a cultura do maracujazeiro

O maracujazeiro pertence à ordem Passiflorales e à família Passifloraceae, possui 18 gêneros e 630 espécies, das quais 465 pertencem ao gênero *Passiflora*, sendo 150 originárias do Brasil. De maneira geral, os frutos de maracujá são ricos em sais minerais e vitaminas, sobretudo A, C e do complexo B; também, apresentam propriedades farmacológicas e alto valor ornamental (LORENZI e MATOS, 2002). No entanto, a maioria das *Passifloras* são pouco exploradas no comércio e indústria, sendo o *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. (maracujazeiro amarelo), *P. alata* Curtis (maracujazeiro doce) e *P. edulis* f. *edulis* Sims. (maracujazeiro roxo) as espécies mais cultivadas.

O maracujazeiro tem origem na América Tropical e está entre as frutíferas de maior expressão econômica mundial, sendo largamente cultivado em países de clima tropical e subtropical. O Brasil é o principal produtor mundial e consumidor de maracujá amarelo (IBGE, 2018). As espécies silvestres *P. gibertii* N. E. Br. e *P. cincinnata* Mast., são reportadas na literatura como importantes aos programas de melhoramento genético, por apresentarem resistência aos estresses bióticos, abióticos e outras doenças, como também apresentam outros atributos para serem utilizados como porta-enxertos (CAVICHIOLI *et al.*, 2011; MELLETTI *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2013, ANDRADE *et al.*, 2018).

O maracujazeiro amarelo é sensível a altos níveis de salinidade, conforme Araújo *et al.* (2013) que avaliando a produção de mudas de *P. edulis*, averiguaram que o crescimento foi afetado a partir da condutividade elétrica da água (CEa) de 2,1 dS m⁻¹. Casierra-Posada *et al.* (2011) afirmam que o maracujazeiro amarelo é “tolerante” à salinidade na germinação e “moderadamente tolerante” à salinidade nas fases de crescimento e desenvolvimento. Os efeitos mais acentuados da salinidade sobre os vegetais são refletidos em modificações devido ao desequilíbrio de absorção dos nutrientes, na toxicidade iônica e no potencial osmótico, afetando negativamente o crescimento, com sérios prejuízos à atividade agrícola (SOUSA *et al.*, 2008; AHMED e MONTANI, 2010; ANDRADE *et al.*, 2018; SÁ *et al.*, 2018).

Há necessidade de adoção de técnicas que diminuam os efeitos negativos da salinidade sobre a cultura do maracujazeiro, de modo a reduzir os efeitos deletérios no crescimento e na produção da espécie, haja vista, que as espécies comerciais de maracujá são sensíveis à salinidade, por outro lado, várias espécies silvestres possuem mais resistência a pragas, doenças e déficit hídrico (MELLETTI *et al.*, 2012; AGRIANUAL, 2014). Nesse sentido, nos últimos 10 anos, pesquisas têm levado à produção

de híbridos e espécies com maior capacidade de produção, devido à baixa produtividade nacional, inferior a 15 t ha^{-1} (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2004; IBGE, 2018).

O maracujazeiro amarelo (*P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg) é originário da América Tropical, sendo geralmente cultivado nos países de clima tropical e subtropical (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2010). Por ser cultivado na maioria dos estados brasileiros, a espécie assumiu grande importância no agronegócio de frutíferas tropicais (KISHORE et al., 2010).

Para um cultivo bem sucedido é necessário um plantio adequado, em temperaturas que variem de 21 a 23 °C; umidade relativa do ar (UR) próxima a 60%, pois em regiões com UR superior a 60% agregada a período chuvoso, beneficiam a manifestação de doenças na parte aérea do maracujazeiro. Em relação à exigência hídrica, chuvas intensas no período de pico de floração, atrapalham a polinização, em virtude do grão de pólen estourar quando entra em contato com a umidade, além de reduzir a atividade dos insetos responsáveis pela polinização. Em períodos secos as plantas perdem folhas exigindo manejo com irrigação complementar (MELO, 2013). É uma cultura semi-perene e alógama, essa alogamia é assegurada, principalmente, por ser uma espécie auto-incompatível, necessitando de polinização cruzada (PEREIRA et al., 2004), possui copa muito densa de forma que as folhas localizadas no topo podem sombrear as localizadas na parte inferior e este sombreamento pode alterar as características fisiológicas e morfológicas da folha (PASSOS et al., 2018).

Estudos realizados com essa espécie comprovam a sensibilidade da mesma a altos níveis de salinidade da água de irrigação. Araújo et al. (2013) constataram que a água salina a partir da concentração $2,1 \text{ dS m}^{-1}$, interfere na emergência e no crescimento das plantas de maracujazeiro na fase de formação de mudas. Ribeiro et al. (2014) observaram que o *P. edulis* mostrou sensibilidade aos sais, sendo que, o crescimento e desenvolvimento inicial da espécie foram altamente afetados pelo CEA a partir de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$.

A espécie *Passiflora cincinnata* Mast. é silvestre, da qual existem poucas informações na literatura, no entanto é conhecida popularmente como maracujá do mato e maracujá tubarão. Essa espécie pode ser aproveitada como fruto comestível, planta ornamental ou planta medicinal, sendo muito utilizada em programas de melhoramento genético uma vez que as mesmas são vigorosas e apresentam genes de resistência aos estresses bióticos e abióticos (BERNACCI et al., 2003; APONTE e JAUREGUI, 2004; COELHO, 2009). Na região Nordeste, o fruto é comercializado na entressafra do *P. edulis*, representando uma opção de renda extra para os pequenos agricultores, uma vez que é às adaptada as condições locais de cultivo, por ser nativa da região (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2010).

A espécie possui alto potencial para uso como porta-enxerto, por ser resistente a bactérias (*Epicauta atomaria* e *Xanthomonas campestris*) nematóides (*Meloidogyne sp*) e apresenta tolerância a

seca (MELETTI *et al.*, 2002; COELHO, 2009). Segundo Durigan *et al.* (2004), a *P. cincinnata* também é bem distribuída no Estado de São Paulo, principalmente no Cerrado.

Não há estudos avaliando a tolerância dessa espécie quanto a salinidade, entretanto, Almeida Jr. *et al.* (2016) pesquisando espécies florísticas de uma área de vegetação sob influência marinha no litoral sul de Alagoas, registraram nas dunas da praia da Barra de São Miguel a presença do *P. cincinnata*, enquanto Cantarelli *et al.* (2012) estudando tipos fitofisionômicos e a florística da restinga da APA (Área de proteção ambiental) de Guadalupe em Pernambuco encontraram a espécie na Praia de Guadalupe, desta forma, constata-se que a mesma espécie possui características de tolerância à salinidade, por ser encontradas em áreas costeiras.

A espécie *Passiflora gibertii* N.E. Brow é nativa do Brasil Central e Nordeste da Argentina (MELETTI *et al.*, 2012). É conhecida popularmente como maracujá do mato, maracujazinho e maracujá-bravo. Produz praticamente em todos os períodos do ano, principalmente, no período das chuvas. As principais características do fruto são a excelente fonte de pigmentos carotenoides pró- vitamina A, em especial, o beta-caroteno, podendo ser consumido ao natural. Pode ser aproveitada como fruto comestível, planta ornamental ou medicinal, sendo também muito utilizada em programas de melhoramento genético uma vez que as mesmas são vigorosas e apresentam genes de resistência aos estresses bióticos e abióticos (JUNQUEIRA *et al.*, 2006).

Na literatura não se encontra estudos relacionados à salinidade, entretanto, existem muitas pesquisas dessa espécie como porta-enxerto. Plantas de *P. edulis* enxertadas em *P. gibertii*, cultivadas em área com histórico de ocorrência de morte precoce, apresentaram uma sobrevivência de mais de 93% sendo bastante superiores às plantas oriundas de sementes com menos de 5% (CAVICHOLI *et al.*, 2009). Junqueira *et al.* (2006) e Melletti *et al.* (2012) relataram que a espécie possui potencial de utilização como porta-enxerto e também no melhoramento genético, pela sua resistência à morte prematura, à cladosporiose, à bacteriose e à antracnose. No entanto, tem se mostrado susceptível a broca do maracujá (*Philonis passiflorae*) e a podridão do colo causado pelo *Fusarium solani*.

1.2.2. Produção de mudas de frutíferas

A formação de mudas de frutíferas, em geral, constitui uma das fases mais limitantes da implantação das lavouras. Entre as limitações do cultivo do maracujá destaca-se o emprego de materiais biológicos com elevada qualidade fisiológica (sementes/estacas). No geral as mudas oriundas de enxertia ou estaquia (com alta qualidade fisiológica) promovem mudas homogêneas, de rápida formação e com produção precoce (LENZA *et al.*, 2009).

Na produção de mudas deve-se almejar um padrão de qualidade que possibilite o melhor crescimento, desenvolvimento e maior sobrevivência no campo. Para isso, várias práticas culturais são necessárias, desde a fase de viveiro até o transplante para o campo, como o manejo da irrigação, adubação, sombreamento, podas, aclimação, seleção do material biológico, tipo de recipiente, densidade de cultivo, transporte e armazenamento, dentre outros (VARGAS *et al.*, 2011).

Para classificação da qualidade de mudas, muitos pesquisadores consideram o IQD (índice de qualidade de Dickson) um bom indicador uma vez que leva em consideração a relação altura/diâmetro ou robustez e a relação da produção da matéria seca. Outros consideram a produção de biomassa seca e área foliar como o melhor parâmetro morfológico para se avaliar a qualidade de mudas (VARGAS *et al.*, 2011; PRADO *et al.*, 2016; ALVES *et al.*, 2017).

A propagação do maracujazeiro, no geral, tem sido realizada via sementes/pé franco e por causa da variabilidade genética intrínseca ao método, a maior parte dos pomares apresentam desuniformidade no crescimento, produção e qualidade dos frutos, resultando em baixo rendimento. Nos últimos anos tem ocorrido aumento da produção do maracujá através da expansão de áreas agrícolas, entretanto, isto não significa incremento na produtividade e qualidade dos frutos (CAVALCANTE *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2011).

Com a expansão dos pomares aumentaram também os problemas com patógenos de solo, que causam danos e/ou inviabilizam o cultivo, como solução para esses problemas diversos autores apontam o método de propagação vegetativa (enxertia e estaquia) em espécie de maracujá resistente/tolerante como porta-enxerto (COSTA *et al.*, 2005; ZUCARELI *et al.*, 2014). Em estudos relacionados à salinidade, diversos autores constataram redução do crescimento, desenvolvimento e produção de espécies de maracujazeiro sob níveis de salinidade da água de irrigação (FREIRE *et al.*, 2012; MESQUITA *et al.*, 2012; VIANA *et al.*, 2012; ARAUJO *et al.*, 2013; RIBEIRO *et al.*, 2014; BEZERRA *et al.*, 2016; MOURA *et al.*, 2016; MOURA *et al.*, 2017; ANDRADE *et al.*, 2018).

A enxertia é um método de propagação vegetativa que contribui para formação de pomares de qualidade superior, quando comparado aos pomares formados por sementes, pois as espécies usadas como porta-enxerto apresentam resistência a pragas e doenças, além de proporcionarem plantas altamente produtivas (LEÃO, 2011). A base da enxertia é a união do enxerto, que se dá pelo entrelaçamento do tecido caloso, originado dos câmbios vasculares da parte inferior (porta-enxerto) e superior (enxerto). As células calosas, que apresentam parênquimas, são diferenciadas em novo tecido cambial, o qual continua essa diferenciação dando origem a nova conexão viva entre o sistema radicial (porta-enxerto) e a copa (enxerto) (JANICK, 1966).

A enxertia é muito recomendada por ter a garantia de sanidade das plantas por meio do uso de material (porta-enxertos) tolerantes e/ou resistentes a pragas, doenças, déficit hídrico e salinidade. Esse

método de propagação vegetativa prolonga a vida útil dos pomares, além de preservar a qualidade do material genético (LIMA, 2004). Na seleção dos materiais de porta-enxertos precisam-se levar em consideração os patógenos do solo que agridem a espécie, as culturas resistentes a tais patógenos, o método de propagação, a compatibilidade entre os materiais vegetais e o rendimento da cultura. No Brasil já foram constatados em algumas áreas de produção comercial da espécie *P. edulis* problemas com patógenos de solo, resultando em sérios prejuízos e, até mesmo, inviabilizado o cultivo dessa frutífera (BRAGA *et al.*, 2006).

Resultados observados por Nogueira Filho *et al.* (2010) em estudo com aspectos histológicos da união da enxertia hipocotiledonar do maracujazeiro comercial, não constataram alterações anatômicas na concepção da união entre sete porta-enxertos e a enxertia. No entanto, verificaram aos 30 dias após a realização da enxertia que a união entre os tecidos já estava completamente cicatrizada. Estudos realizados por Zucareli (2011) sobre aspectos anatômicos da enxertia de maracujá comercial sobre o porta-enxerto *P. cincinnata*, constataram que o método de propagação de enxertia hipocotiledonar pode ser estabelecido de modo satisfatório nas espécies: *P. alata* e *P. edulis* Sims f. *flavicarpa*, havendo compatibilização entre os genótipos.

Segundo Zucareli *et al.* (2014) a enxertia é uma opção com viabilidade técnica para a produção de maracujazeiro e que diversas espécies de maracujá já estão sendo utilizadas como porta-enxerto das espécies comerciais, No entanto, há ausência de estudos de enxertia de maracujazeiro sob salinidade. Todavia, em estudo de enxertia com acerola (*Malpighia emarginata* D.C) clones BV1 no porta-enxerto e BV7 no enxerto, não foram comprometidas pela CEa até 5,5 dS m⁻¹ (GURGEL *et al.*, 2007), enquanto que em porta enxerto de citros o limoeiro ‘Volkameriano’ foi a espécie menos sensível ao estresse iônico e o híbrido LCR x TR-001 o mais sensível (FERNANDES *et al.*, 2011). A estaquia constitui uma das técnicas de propagação vegetativa do maracujazeiro a qual apresenta como principal vantagem a clonagem de plantas altamente produtivas. Além disso permite o alcance de cultivos uniformes, assim como a formação de porta-enxertos com alto vigor e resistência a doenças e pragas (SALOMÃO, 2002).

Estudos têm mostrado que as mudas por estaquia possuem maior precocidade e resistência à antracnose, à bacteriose e à cladosporiose, até mesmo após implantação no campo, quando estas são comparadas com mudas oriundas de sementes colhidas pela mesma planta matriz. A principal desvantagem de mudas propagadas por estaquia é a possibilidade de ser contaminada por vírus e bacteriose, caso a planta matriz esteja infectada (EMBRAPA, 2001).

Em estudo realizado por Junqueira *et al.* (2006) os autores avaliaram a reação de doenças, produtividade e características físicas de frutos de clone de maracujazeiro amarelo propagado por estaquia e por enxertia sob estacas herbáceas enraizadas de *P. nitida* e por sementes. Os autores

constatarem que a propagação de *P. edulis* com uso de enxertia sob estacas enraizadas de *P. nitida* e por meio de estaquia apresentaram viabilidade técnica, sendo as mesmas menos infectadas por doenças, enquanto as mudas propagadas por estaquia obtiveram maior produtividade. Entretanto, há ausência na literatura de estudos relacionados à estaquia sob salinidade da água de irrigação.

1.2.3. Produção de mudas de maracujazeiro sob estresse salino e qualidade de água para irrigação

O maracujazeiro é sensível a altos níveis de salinidade e moderadamente tolerante a níveis médios de salinidade. Araujo *et al.* (2013) avaliando a produção de mudas de *P. edulis* irrigadas com água salina, observaram que a emergência das sementes foi afetada, a partir da CEa de 2,1 dS m⁻¹, tendo o crescimento das mudas afetados significativamente com o acréscimo da CEa. Mesquita *et al.* (2012) estudando o efeito de níveis salinos da água de irrigação e biofertilizante bovino, observaram que o aumento da CEa aumentou o caráter salino do solo prejudicando o crescimento e o desenvolvimento das mudas de maracujazeiro amarelo. Soares *et al.* (2002) observaram que as mudas de maracujazeiro amarelo mostraram-se com tolerância média à salinidade de água de irrigação (CEa de 4 dS m⁻¹).

Dantas *et al.* (2015) avaliaram a qualidade fisiológica de mudas de maracujazeiro submetida a água salobra com adição de biofertilizante e fertilizante mineral, observaram que, em ambas, as águas salobra e não salobra com fertilizante e biofertilizante ocorreram incremento na qualidade das mudas. Soares *et al.* (2002) e Casierra-Posada *et al.* (2011), consideram o maracujazeiro amarelo “tolerante” à salinidade na germinação e “moderadamente tolerante” à salinidade nas demais fases.

Portanto, o maracujazeiro apresenta “tolerância” à salinidade diferenciada nas diferentes fases, tendendo a ser mais sensível a partir dos 60 dias após transplante. Essa sensibilidade à salinidade é variável entre genótipos e espécies, como foi registrado por Montaña *et al.* (2014) que observaram um efeito significativo do NaCl sobre a germinação e a porcentagem de germinação de maracujá roxo, especialmente em níveis mais elevados da CEa 9,0 e 12,2 dS m⁻¹, respectivamente.

Neste sentido, considerando que as espécies de maracujazeiro apresentam tolerância diferenciada ao estresse salino, a qualidade da água passa a ser um fator essencial para a eficiência na utilização de sistemas de irrigação, entretanto, a análise da qualidade dela é, muitas vezes, desconsiderada no momento da elaboração dos projetos de irrigação. Como resultado, a irrigação poderá produzir efeitos deletérios na condução de uma cultura comercial ou servir como veículo para contaminação dos consumidores, no momento em que ocorre a ingestão dos alimentos que receberam a água contaminada (MANTOVANI *et al.*, 2006).

A água usada na irrigação deve ser analisada com base nos perigos de salinidade, sodicidade e toxicidade, pois estes parâmetros são extremamente prejudiciais aos solos e as plantas (RICHARDS, 1954; RHOADES *et al.*, 2000; BLANCO, 2008). A salinidade expressa a ação da mistura dos sais dissolvidos na água sobre a perda de germinação das sementes, inibição do crescimento das plantas, decréscimo de produtividade e da qualidade dos frutos colhidos (DIAS *et al.*, 2016). A sodicidade representa os riscos do sódio da água sobre o depauperamento físico do solo. Águas com elevadas concentrações de sódio podem dispersar as argilas que serão carregadas para as partes mais profundas do perfil do solo, formando camadas de impedimento ao movimento de ar, água e nutrientes (CAVALCANTE *et al.*, 2012).

A toxicidade representa o efeito depressivo específico que alguns íons como boro, cloreto, sódio, nitrato e sulfato provocam às plantas. As injúrias resultantes de águas com elevadas concentrações desses íons são observados com maior frequência por necrose (queima) das folhas, inibição do crescimento dos ramos, dos frutos e perdas da qualidade e da produção (CAVALCANTE *et al.*, 2012).

Para Richards (1954), Ayres e Westcot (1999) e Holanda e Amorim (2016) água salina ou de qualidade inferior é aquela que possui CEa superior a 3 dS m^{-1} . Potencialmente oferece riscos de degradação física e química do solo, toxicidade e desbalanço nutricional das plantas, queda na produtividade e qualidade da produção obtida. Apesar dos riscos mencionados, é possível o uso dessas águas na agricultura adotando manejo adequado e técnicas científicas para cada situação em particular.

A utilização de água salina, oriunda de mananciais e de reutilização de água de drenagem já são usadas em vários países do mundo, com obtenção promissora da produção agrícola. Rhoades *et al.* (2000) apresentam dados obtidos nos Estados Unidos da América do Norte onde se cultivam alfafa, algodão, plantas forrageiras, milho e sorgo com água de salinidade entre $5,0$ e $8,0 \text{ dS m}^{-1}$. Na América do Sul produzem alfafa com água entre $3,0$ e $9,0 \text{ dS m}^{-1}$. No Egito produzem abobrinha, algodão, arroz, cebola, cevada, milho, pimentão e tomate com água de salinidade variando de $2,8$ a $4,5 \text{ dS m}^{-1}$. Na Índia irriga-se algodão, milho, mostarda e trigo com água de $2,0$ a $8,0 \text{ dS m}^{-1}$. Em Israel solos de textura argilosa são irrigados com água de $3,5$ a $5,5 \text{ dS m}^{-1}$, e de textura média a arenosa o limite salino é a tolerância permitida pela cultura. Na Síria produz tomate com água de $6,5$ a $8,0 \text{ dS m}^{-1}$, e na Tunísia utilizam água variando de $2,8$ a $9,2 \text{ dS m}^{-1}$ para produção de alcachofra, cevada, centeio e sorgo.

No Brasil, as áreas com problemas de salinização dos solos estão concentradas principalmente na região semiárida do Nordeste. Nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte, mais de 35% das áreas irrigadas apresentam decréscimo na produtividade das culturas, promovido pela salinidade de origem da água de irrigação (CAVALCANTE *et al.*, 2012).

Em estudo sobre qualidade da água para irrigação nos estados do Nordeste foram considerados como de boa qualidade (níveis de salinidade entre baixo e médio): 74,3% das fontes de água na Paraíba; 64% em Pernambuco; 71,9 a 75% no Rio Grande do Norte; 75% nas pequenas propriedades irrigadas do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba (HOLANDA *et al.*, 2016). Andrade Jr. *et al.* (2006) avaliaram a água de 225 poços em 29 municípios do Estado do Piauí e constataram que os focos situados na formação Serra Grande são de baixa concentração de sais, já os situados no embasamento cristalino em Simões apresentam alta salinidade.

Assim, verifica-se que, em média 70% das fontes de água avaliadas no Nordeste são consideradas de boa qualidade para irrigação. No entanto, cerca de 25 a 30% dos perímetros irrigados do Nordeste são salinizados. Este problema se deve basicamente ao manejo inadequado da irrigação adotado, sob condição de alta evaporação e drenagem ineficiente, resultando em acumulação gradativa de sais no solo (HOLANDA *et al.*, 2016), fato que afeta o desenvolvimento e a produtividade das culturas.

1.2.4. Efeito da salinidade na planta

O efeito da salinidade sobre as plantas vem sendo discutido em vários países do mundo, especialmente, nas regiões áridas e semiáridas (CAVALCANTE *et al.*, 2012). No Brasil, a região de maior destaque em relação a esse assunto é encontrada no Nordeste, devido à evapotranspiração superar a precipitação que, conseqüentemente, inviabiliza a infiltração da água através do perfil impossibilitando a lixiviação dos sais do solo (DIAS *et al.*, 2016). Nessas áreas, existe tendência de acumular sais liberados dos minerais plagioclásios (material de origem), onde predominam os cátions Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ e os ânions Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- e CO_3^{2-} (DIAS *et al.*, 2016).

Os efeitos da salinização sobre as plantas podem ser ocasionados pelos problemas na absorção de água, toxicidade de íons específicos e pela interferência dos sais nos processos fisiológicos (efeitos indiretos) reduzindo o crescimento e o desenvolvimento das plantas (RHOADES *et al.*, 2000; WANI *et al.*, 2019).

Com isso a utilização de água salobra (baixa qualidade) na irrigação tem-se tornado um fator limitante para a agricultura, notoriamente os íons inibem o crescimento e desenvolvimento das plantas, através dos efeitos osmóticos e tóxicos dos mesmos (MUNNS, 2002). Os íons afetam de forma negativa a absorção de água pelas raízes e, a presença de sais na solução do solo ocasiona uma redução do potencial hídrico externo (EPSTEIN e BLOOM, 2006).

Quando os sais estão presentes na solução do solo, faz com que as forças de retenção do efeito osmótico sejam aumentadas e, deste modo, o problema de escassez de água na planta é intensificado.

Os vegetais absorvem a água do solo quando as forças de embebição dos tecidos das raízes são superiores às forças com que a água é retida no solo. A crescente pressão osmótica causada pelo excesso de sais solúveis poderá atingir um nível em que os vegetais não terão forças de sucção satisfatória para superar essa pressão osmótica e, conseqüentemente, a planta sofrerá a seca fisiológica em que esse processo ocorre quando a mesma não absorve água, mesmo em um solo úmido (DIAS *et al.*, 2016).

Segundo Dias *et al.* (2016), espécies sensíveis à salinidade, na maioria das vezes, tentam eliminar os sais na absorção da solução do solo, contudo, são incapazes de realizar o ajustamento osmótico necessário. No entanto, existem plantas denominadas de halófitas, que são capazes de estabelecer esse equilíbrio osmótico mesmo em condições de baixos potenciais de água no solo (EPSTEIN e BLOOM, 2006). Segundo Silva *et al.* (2000), são plantas que possuem capacidade de acumular íons salinos no vacúolo das células foliares, para manter a concentração de sais no interior da célula em níveis desprezíveis e, de tal modo, que o excesso de sais não intervenha na hidratação das proteínas e nos mecanismos enzimáticos e metabólicos dos vegetais.

Efeitos tóxicos são observados quando os vegetais absorvem os sais da solução do solo em excesso. Desta forma, ocorre um desbalanceamento e lesões no citoplasma, resultando em danos na bordadura e no ápice das folhas, a partir de onde a planta perde líquido, pelo processo de transpiração, havendo nessas áreas, acúmulo do sal translocado do solo para a planta promovendo a toxidez pelo excesso de sal (DIAS *et al.*, 2016; WANI *et al.*, 2019).

Conforme Sousa *et al.* (2011) e Dias *et al.* (2016) a dimensão dos danos ocasionados pelos sais depende do tempo de exposição às condições salinas, da concentração dos sais, da tolerância da cultura/espécie, do volume de água transpirado e do estágio vegetativo da planta. Dos sintomas de toxidez observados nas plantas os principais são: redução no crescimento, desenvolvimento, baixa produtividade, redução da área foliar, inibição no crescimento do sistema radicular, adiamento no desenvolvimento de gemas apicais, redução do número de folhas, manchas avermelhadas com posterior amarelecimento das folhas mais velhas, queima das bordas e ápice do limbo e queda das folhas em estágios mais avançados. Devido às modificações no balanço hormonal e nutricional, ocorre também redução geral da atividade metabólica dos vegetais e da perda da turgescência das células guarda (FERREIRA *et al.*, 2001; DANTAS, 2003; NASCIMENTO *et al.*, 2011; DIAS *et al.*, 2016).

Nesse sentido, vários pesquisadores constataram redução no crescimento e desenvolvimento na formação de mudas de maracujazeiro submetidas a diferentes níveis de salinidade (LIMA *et al.*, 2006; MESQUITA *et al.*, 2012; SOUSA *et al.*, 2013; OLIVEIRA *et al.*, 2015; MOURA *et al.*, 2016; MOURA *et al.*, 2017; ANDRADE *et al.*, 2018; SÁ *et al.*, 2018). Os efeitos dos sais sobre o desenvolvimento das culturas podem ser de forma direta ou indireta, lenta ou brusca, total ou parcial.

O excesso de sais solúveis na solução do solo, especialmente o Na^+ e o Cl^- , afetam o desenvolvimento vegetal, principalmente nas espécies mais susceptíveis, promovendo distúrbios fisiológicos, desequilíbrios nutricionais, reduz a atividade dos íons em solução e altera os processos de absorção, transporte e assimilação de nutrientes na planta (FARIAS *et al.*, 2009).

A baixa concentração de K^+ em ambientes salinos é uma complicação adicional para o desenvolvimento vegetal, uma vez que em algumas situações, o K^+ é o principal nutriente responsável por reduzir o potencial osmótico entre a solução do solo e a raiz, sendo uma estratégia fundamental à absorção de água nessas circunstâncias (FARIAS *et al.*, 2009). O fato desse antagonismo entre K^+ e Na^+ sugere uma competição entre esses íons pelos sítios de absorção no plasmalema, ou um possível aumento do efluxo de K^+ das raízes no meio de desenvolvimento, em função de distúrbios na integridade das membranas (FERNANDES *et al.*, 2002).

Em relação ao Ca^{2+} , pesquisas têm demonstrado que a alta salinidade pode induzir deficiência desse nutriente (FARIAS, 2009). Ferreira *et al.* (2001), observaram decréscimos nos teores de Ca^{2+} nas folhas e caules de goiabeira em função da aplicação de níveis crescentes de salinidade. O cálcio é um elemento essencial para a integridade da membrana plasmática das células vegetais e sua deficiência pode levar a perda da integridade da mesma, afetando desta forma a absorção de íons, principalmente o K^+ (EPSTEIN e BLOOM, 2006). Segundo Farias *et al.* (2009) a baixa absorção de Ca^{2+} devido aos efeitos dos sais acarreta em maior incorporação de sódio na estrutura da membrana plasmática, o que reduz sua seletividade e, permite o efluxo de íons, como o K^+ .

Vários estudos evidenciaram aumentos nos teores de Cl^- em diversos tecidos das plantas com a aplicação de NaCl . Neves *et al.* (2004) encontraram teores bem superiores de Cl^- em relação Na^+ , em umbuzeiro; Ferreira *et al.* (2001) observaram maiores concentrações de Cl^- nas folhas de goiabeira submetidas salinidade, enquanto que as menores concentrações foram verificadas no caule. Segundo esses pesquisadores, um dos mecanismos das plantas para reduzir o efeito tóxico desse elemento é a retranslocação de Cl^- para as folhas mais jovens. Do mesmo modo, Marschner (1995) afirma que a presença de Cl^- na solução do solo pode reduzir a absorção de nitrogênio, principalmente quando este nutriente é fornecido na forma nítrica.

Da mesma forma Miranda *et al.* (2002), afirmam que a absorção de Cl^- inibe a absorção de NO_3^- , e justificam afirmando o efeito depressivo do Cl^- . Já Fernandes *et al.* (2002) verificaram em pupunheira, decréscimos nos teores de fósforo nas raízes após a aplicação de NaCl , e atribuíram a baixa atividade do nutriente na solução com o aumento do NaCl , elevando a força iônica, ou promovendo um desbalanço nutricional induzido pelos elevados teores de Cl^- nos tecidos da planta e, assim inibindo a absorção de fósforo.

1.2.5. Tolerância das plantas à salinidade

Existem espécies vegetais que possuem mecanismos que permitem a sobrevivência em ambientes com altos teores de sais. Esses mecanismos adquiridos pelas plantas podem ser resultado de processos adaptativos envolvendo, absorção, transporte e redistribuição dos sais em vários órgãos da planta (FARIAS *et al.*, 2009).

De acordo com Munns (2002) as plantas criam estratégias para excluir o Na^+ de alguns tecidos (xilema) para a solução do solo, isto é, para evitar o acúmulo do Na^+ no limbo das folhas, reduzindo as implicações negativas da salinidade sobre o metabolismo das mesmas, como o processo de fotossíntese. Santos *et al.* (2011), relatam outra forma de estratégia que é a adaptação das plantas a altos níveis de salinidade, as plantas halófitas são capazes de acumular conteúdos elevados de sais nos seus tecidos.

Do mesmo modo, também existem genótipos que são capazes de acumular íons no vacúolo e solutos orgânicos de baixo peso molecular no citoplasma, permitindo um ajuste osmótico a esse tipo de situação (FARIAS, 2009). Entretanto, Miranda *et al.* (2002) relatam que os genótipos tolerantes exibem baixos teores de Na^+ no floema e no citoplasma e elevados no vacúolo, em função da baixa seletividade do tonoplasto ao sódio. Já Epstein e Bloom (2006), asseguram que os genótipos tolerantes possuem mecanismos altamente eficientes no transporte de Na^+ no tonoplasto.

Em geral, pesquisas mostram que há perdas de crescimento inicial em plantas de maracujazeiro irrigados com águas de elevado teor salino. Em estudos com *P. edulis* Cavalcante *et al.* (2002) observaram reduções no crescimento a partir de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$. Entretanto, existe variabilidade quanto a tolerância dentro da mesma espécie. Alguns autores consideram o *P. edulis* "tolerante" à salinidade na fase inicial de germinação e "moderadamente tolerante" à salinidade nos outros estágios de crescimento (CASIERRA POSADA *et al.*, 2013).

1.2.6. Aspectos fisiológicos e anatômicos do estresse salino

A salinidade induz desequilíbrio iônico e osmótico a nível celular que resulta em íon tóxico e estresse osmótico (KHAN *et al.*, 2000). O estresse salino representa o estado de desequilíbrio osmótico exercido sobre as plantas em fase de crescimento e desenvolvimento em condições de alta salinidade. Em caso de glicófitas, o sódio é um elemento não essencial que afeta o crescimento e vários processos metabólicos das plantas que eventualmente causam alterações morfológicas, fisiológicas, bioquímicas e anatômicas em doses mais elevadas de salinidade (PARIDA e JHA, 2013). A salinidade afeta

principalmente as plantas, reduzindo o potencial de água no solo que conduz à deficiência da disponibilidade da água para as plantas (HASEGAWA, 2013).

Esta diminuição da disponibilidade de água reduz a taxa fotossintética e, conseqüentemente, o crescimento geral das plantas. A fim de sobreviver em solos com alta salinidade, as plantas desenvolvem vários mecanismos fisiológicos e bioquímicos que incluem a compartimentação iônica (SHABALA e MACKAY, 2011), biossíntese de osmo-protetores ou solutos compatíveis, aminoácidos, açúcares, compostos de amônio quaternário, etc. (SLAMA *et al.*, 2015).

Entre as alterações anatômicas observam-se estratégias como aumento da lignificação das paredes celulares, que provocam alterações na espessura dos tecidos, presença de estrias de Caspary, que atuam reduzindo o transporte de íons Na^+ pela via apoplástica, armazenamento de cristais de oxalato de cálcio nas células e redução no número de células dos feixes vasculares, além de uma desorganização na acomodação dessas células (CASTRO *et al.*, 2009; HUNSCHE *et al.*, 2010). Estas modificações levam ao ajuste osmótico e iônico das células em condições de alta salinidade. O ajuste osmótico da célula também pode ser alcançado pela compartimentação intracelular do sal entre o citoplasma e vacúolo (PARIDA *et al.*, 2016).

Existem vários trabalhos na literatura que mostram alterações fisiológicas e anatômicas em plantas submetidas à salinidade, a exemplo da redução do consumo hídrico observado por Moura *et al.* (2017) em espécies de *Passiflora*, Nobre *et al.* (2014) em mamoneira e Montaña *et al.* (2014) em *P. eduli.*, Freire *et al.* (2014) observaram redução na condutância estomática em *P. edulis*, Parida *et al.* (2016), aumento na espessura da epiderme inferior das folhas de *Salvadora persica* L., Xu *et al.* (2014), aumento na espessura do parênquima paliçádico em plantas de *Myoporum bontioides* A. Gray. Já Acosta-Motos *et al.* (2015a; 2015b) observaram alterações anatômicas na folha em plantas de *Myrtus communis* e *Eugenia myrtifolia* submetidas a solução de NaCl de 8 dS m^{-1} . Segundo os autores, em *Myrtus communis* houve diminuição no parênquima esponjoso e aumento no espaço intercelular já em *Eugenia myrtifolia* observaram aumento expressivo no parênquima paliçádico. Hurtado-Salazar *et al.* (2018) observaram escreeção de sais na superfície adaxial da folha de *P. tarminiana* e outras estruturas, como tricomas e papilas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA-MOTOS, J. R.; DÍAZ-VIVANCOS, P.; ÁLVAREZ, S.; FERNÁNDEZ-GARCÍA, N.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J.; HERNÁNDEZ, J. A. NaCl-induced physiological and biochemical adaptative mechanism in the ornamental *Myrtus cummunis* L. plants. **Journal of Plant Physiology**, v.183, n.1, p. 41–51, 2015a.
- ACOSTA-MOTOS, J. R.; DÍAZ-VIVANCOS, P.; ÁLVAREZ, S.; FERNÁNDEZ-GARCÍA, N.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J.; HERNÁNDEZ, J. A. Physiological and biochemical mechanisms of the ornamental *Eugenia myrtifolia* L. plants for coping with NaCl stress and recovery. **Planta**, v.242, n.4, p.829–846, 2015b.
- AGRIANUAL. **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. 19. ed. São Paulo, FNP, 2014, 136 p.
- AHMED, B. A. E.; MORITANI, I. S. Effect of saline water irrigation and manure application on the available water. **Agricultural Water Management**, v. 97, n. 1, p. 165-170, 2010.
- ALVES, F. J. B.; FREIRE, A. L. O. Crescimento inicial e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos) produzidas em diferentes substratos, **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.13, n.3, p.195-202, 2017.
- ANDRADE, J. R.; MEDEIROS, A. S.; MAIA JÚNIOR, S. O.; REZENDE, L. P.; ARAÚJO NETO, J. C. Germination and morphophysiology of passion fruit seedlings under salt water irrigation, **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n.3, p. 229-236, 2018.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; SILVA, E. F. F.; BASTOS, E. A.; MELO, F. B.; LEAL, C. M. Uso e qualidade da água subterrânea para irrigação no Semi-Árido piauiense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.4, p.873-880, 2006.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Gazeta: Santa Cruz do Sul, RS. 2009. 136p.
- APONTE, Y.; JAUREGUI, D. Algunos aspectos de la biología floral de *Passiflora cincinnata* Mast. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v.21, n.3, p.211- 219, 2004.
- ARAÚJO, S. C. A.; NOBRE, R. G.; SOUZA, L. P.; ALMEIDA, L. L. S.; PINHEIRO, F. W. A.; ELIAS, J. J. Produção de porta-enxerto de cajueiro irrigado com águas salinizadas e adubação potássica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.12, n.2, p. 2519 - 2528, 2018.
- ARAÚJO, W. L.; SOUSA, J. R. M.; SOUSA JUNIOR, J. R.; SILVA, S. S.; ALEIXO, D. L.; PEREIRA, E. B. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo irrigadas com água salina **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.9, n.4, p.15-19, 2013.
- ATABAYEVA, S.; NURMAHANNOVA, A.; MINOCHA, S.; AHMETOVA, A.; KENZHEBAYEVA, S.; AIDOSOVA, S.; NURZHANOVA, A.; ZHARDAMALIEVA, A.; ASRANDINA, S.;

- ALYBAYEVA, R.; LI, T. The effect of salinity on growth and anatomical attributes of barley seedling (*Hordeum vulgare* L.). **African Journal of Biotechnology**, v.12, n.1, p.2366 - 2377, 2013.
- BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. **Cadeia produtiva de frutas**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura; Brasília: IICA: MAPA/SPA, 2007. 102 p.
- AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. 1999. 153p.
- BERNACCI, L. C.; VITTA, F. A.; BAKKER, Y. V. Passiflora L. In: WANDERLEY, M. G. L.; SHEPHERD, G. J.; GIULIETTI, A. M.; MELHEM, T. S. **Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo**. Sao Paulo: RiMa/FAPESP, 2003. v.3, p.248-274.
- BEZERRA, J. D.; PEREIRA, W. E.; SILVA, J. M.; RAPOSO, R. W. C. Crescimento de dois genótipos de maracujazeiro-amarelo sob condições de salinidade. **Revista Ceres**, v.63, n.4, p.502-508, 2016.
- BLANCO, F. F. **Água salina na produção de frutas**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Frutas, 2008, p.41-43.
- BRAGA, M. F.; SANTOS, E. C.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SAUSA, A. A. T. C.; FALEIRO, F. G.; REZENDE, L. N.; JUNQUEIRA, K. P. Enraizamento de três espécies silvestres de Passiflora. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.2, p.284-288, 2006.
- BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; MELO, A. S.; SOARES FILHO, W. S.; SANTOS, R. T. Sensibilidade à salinidade de híbridos trifoliados e outros porta-enxertos de citros. **Revista Caatinga**, v.27, n.1, p.17-27, 2014.
- BUAINAIN, A. M., BATALHA, M. O. Cadeia produtiva de frutas. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura; Brasília: IICA: MAPA/SPA, 2007. 102 p.
- CANTARELLI, J. R. R., ALMEIDA JR., E. B.; SANTOS-FILHO, F. S.; ZICKEL, C. S. Tipos fitofisionômicos e florística da restinga da APA de Guadalupe, Pernambuco, Brasil. **Revista de Botânica**, v.1, n. 41, p.95-117, 2012.
- CASIERRA-POSADA, F.; PEÑA-OLMOS, J, E. TEJEDOR, E. Growth of banana passion fruit seedlings (*Passiflora tripartitavar. Mollissima* (Kunth) L.H. Bailey) under saline stress. **Revista Actualidad e Divulgación Científica**, v.14, n.1. p.31-38, 2011.
- CASIERRA-POSADA, F.; PEÑA-OLMOS, J. E.; VAUGHAN, G. Photochemical efficiency of photosystem II and growth in banana Passion fruit plants (*Passiflora tripartite* (Juss.) var. mollissima (Kunt) L.H. Bailey) under salt stress, **ActaAgronómica**, v. 62, n.1, p. 21-26, 2013.

- CASTRO, E. M.; PEREIRA, F. J.; PAIVA, R. **Histologia vegetal: estrutura e função de órgãos vegetativos**. Lavras: Ed. UFLA, 2009. 234p
- CAVALCANTE, L. F.; SILVA, G. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, T. J.; ALVES, J. do C.; COSTA, A. P. M. Crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado, **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n.4, p. 414-420, 2009.
- CAVALCANTE, L. F.; LIMA, R. de L. S. de; SANTIAGO, R. D.; CAVALCANTE, I. H. L.; ARAUJO, F. A. R. de. Melhoria química e física de um solo salino sodico tratado com matéria orgânica e cultivado com leguminosas forrageiras. **Ciência Agrícola**, v.6, n.1, p.27-35, 2002
- CAVALCANTE, L. F. A água para agricultura: Irrigação com água de boa qualidade e água salina. In: CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, F. A.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, I. H. L.; SANTOS, P. D. **O maracujazeiro amarelo e a salinidade**, João Pessoa, 2012. p. 17-67.
- CAVICHIOLO, J. C.; CORREA, L. de S.; BOLIANI, A. C.; OLIVEIRA, J. C. Uso de câmara úmida em enxertia hipocotiledonar de maracujazeiro-amarelo sobre três porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n.2, p. 523-538, 2009.
- CAVICHIOLO, J. C.; CORRÊA, L. de S.; BOLIANI, A. C.; SANTOS, P. C. Desenvolvimento e produtividade do maracujazeiro-amarelo enxertado em três porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.2, p.558-566, 2011.
- COELHO, M. S. E. **Caracterização citogenética de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg., *P. cincinnata* Mast. e seu híbrido interespecífico**. 2009. 80f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.
- COSTA, A. F. S.; ALVES, F. L.; COSTA, A. N. Plantio, formação e manejo da cultura do maracujá. In: COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N. (eds.). **Tecnologias para a produção de maracujá**. Vitória-ES: INCAPER, 2005. p. 23-53.
- CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; COELHO, E. F.; CALDAS, R. C.; ALMEIDA, A. Q.; QUEIROZ, J. R. Influência da salinidade sobre o crescimento, absorção e distribuição de sódio, cloro e macronutrientes em plântulas de maracujazeiro-amarelo. **Bragantia**, v.65, n.2, p. 275-284, 2006.
- DANTAS, J. P.; FERREIRA, M. M. M.; MARINHO, F. J. L. Efeito do estresse salino sobre a germinação e produção de sementes de caupi. **Agropecuária Técnica**, v.24, n.2, p.119-130, 2003.
- DANTAS, S. A. G.; CAVALCANTE, L. F.; ALVES, E. U.; NASCIMENTO, J. A. M.; SILVA, S. A.; DANTAS, T. A. G. Physiological quality of yellow passion fruit seed produced under saline water, NPK and bovine biofertilizer. **African Journal of Agricultural Research** v.10, n.30, p. 2948-2954, 2015.
- DIAS, N. S.; BLANCO, F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. F. S.; SOUSA NETO, O. N.; QUEIROZ, Í. S. R. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA,

- C. F., GOMES FILHO, E. (ed.). **Manejo da salinidade e na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal. 2016, p.151-161.
- DURIGAN, G.; FRANCO, G. A. D. C.; SIQUEIRA, M. F. A vegetação dos remanescentes de cerrado no Estado de São Paulo. In: BITENCOURT, M. D.; MENDONÇA, R. R. (org.). **Viabilidade de conservação dos remanescentes de cerrado no Estado de São Paulo**, São Paulo: Fapesp, 2004, p.29-56.
- EMBRAPA CERRADOS – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Recomendação técnica: produção de mudas de Maracujá-azedo por estaquia em bandejas**, Planaltina, n.42, p1-3, 2001.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde** / Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T. V. Embrapa: Brasília-DF, 2016. 341 p.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006, 403p.
- FARIAS, S. G. G.; SANTOS, D. R.; FREIRE, A. L. O.; SILVA, R. B. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunt ex Steud) em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n.1, p. 1499-1505, 2009.
- FERNANDES, A. R.; CARVALHO, J. G.; CURTI, N.; PINTO, J. E. B. P.; GUIMARÃES, P. T. G. Nutrição mineral de mudas de pupunheira sob diferentes níveis de salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n.11, p. 1613-1619, 2002.
- FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; GHEYI, H. R.; SOARES FILHO, W. S.; MELO, A. S.; CARNEIRO, P. T. Crescimento de híbridos e variedades porta-enxerto de citros sob salinidade. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.33, n.2, p.259-267, 2011.
- FERREIRA, R. G.; TÁVORA, F. J.A. F; HEMANDEZ, F. F. F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.1, p.79-88, 2001.
- 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, **Revista Holos**, v.4 n.28, p.55-68, 2012.
- FREIRE, J. L. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J.; Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.1, p.82-91, 2014.
- GOMES, C. D. L.; SÁ, J. M.; LEITÃO, E. T. C.; RODRIGUES, M. H. B. S.; SOUSA, V. F. O.; MELO, R. A. P.; NOBRE, R. G.; PAIVA, F. J. S.; SANTOS, A. S.; FARIAS, J. A.; BRILHANTE, C. L. Production of seedlings of yellow passion fruit plant in different substrates and saline levels, **Journal of Agricultural Science**, v.10, n.9, p. 244-251, 2018.

- GURGEL, M. T.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SANTOS, F. J. DE S.; BEZERRA, I. L. Uso de águas salinas na produção de mudas enxertadas de aceroleira. **Revista Caatinga**, v.20, n.1, p.16-23, 2007.
- HADDADI, B. S.; HASSANPOUR, H.; NIKNAM, V. Effect of salinity and waterlogging on growth, anatomical and antioxidative responses in *Mentha aquatica* L. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.38, n.1, p.1-11, 2016.
- HASEGAWA, P. M. Sodium (Na^+) homeostasis and salt tolerance of plants. **Environmental Experimental Botany**. v.92, n.1, p.19-31, 2013.
- HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; NETO, M. F.; HOLANDA, A. C.; SILVA SÁ, F.V. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F., GOMES FILHO, E. (ed.). **Manejo da salinidade e na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal. 2016, p.35-47.
- HUNSCHE, M.; BÜRLING, K.; SAIED, A. S.; SCHMITZ-EIBERGER, M.; SOHAIL, M.; GEBAUER, J.; NOGA, G.; BUERKERT, A. Effects of NaCl on surface properties, chlorophyll fluorescence and light remission, and cellular compounds of *Grewia tenax* (Forssk.) Fiori and *Tamarindus indica* L. leaves. **Plant Growth Regulation**, v. 61, n. 03, p. 253-263, 2010.
- HURTADO-SALAZAR, A.; SILVA, D. P.; OCAMPO, J.; CEBALLOS-AGUIRRE, N.; BRUCKNER, C. H. Salinity tolerance of *Passiflora tarminiana* Coppens & Barney. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v.12, n.1, p. 11-19, 2018.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola em 2016. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=4&z=t&o=11&u1=1&u2=27&u3=1&u4=27&u5=1&u6=1>>. Acesso em: 03 de abril de 2018.
- JANICK, J. **A ciência da horticultura**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1966. p.485.
- JUNQUEIRA, N. T. V.; LAGE, D. A. C.; BRAGA, M. F.; PEIXOTO, J. R.; BORGES, T. A.; ANDRADE, S. R. M. Reação a doenças e produtividade de um clone de maracujazeiro-azedo propagado por estaquia e enxertia em estacas herbáceas de *Passiflora silvestre*, **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.1, p.97-100, 2006.
- KANG, Y.; CHEN,; WAN, S. Effects of drip irrigation with saline water on waxy maize (*Zea mays* L. var. ceratina Kulesh) in North China Plain. **Agricultural Water Management**, v. 97, n.9, p.1303-1309, 2010.
- KISHORE, K.; PATHAK, K. A.; SHUKLA, R.; BHARALI, R. Studies on floral biology of passion fruit (*Passiflora* spp.). **Pakistan Journal of Botany**, v.42, n.1, p.21-29, 2010.

- LEÃO, A. J. P. **Formação de mudas de maracujazeiro por enxertia em espécies silvestres e em híbridos inter e intraespecíficos**. 2011. 88f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação e Agronomia, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária.
- LENZA, J. B.; VALENTE, J. P.; RONCATTO, G.; ABREU, J. A. Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro propagadas por enxertia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.4, p.1135-1140, 2009.
- LIMA, A. A. Aspectos fitotécnicos: desafios da pesquisa. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. p.295-313.
- LIMA, A. A.; CALDAS, R. C.; SANTOS, V. S. Germinação e crescimento de espécies de maracujá. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n.1, p.125-127, 2006.
- LIMA, L. K. S.; SOARES, T. L.; SOUZA, E. H.; JESUS, O. N.; GIRARDI, E. A. Initial vegetative growth and graft region anatomy of yellow passion fruit on *Passiflora* spp. rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v.215, n.1, p.134–141, 2017.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarium, 2002. 511p.
- MARSCHNER, H. M. **Mineral nutrition of higher plants**, 2.ed., London: Academic Press, 1995. 889p.
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARTTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. Viçosa: UFV, 2006. 328 p.
- MEDEIROS, J. F. de. Salinização em áreas irrigadas: manejo e controle. In: Folegatti, M.V.; Casarini, E.; Blanco, F. F. (ed.) **Fertirrigação: flores, frutas e hortícolas**. Guaíba: Agropecuária, 2001. Cap.2, p. 201-240.
- MELLETTI, L. M. M.; CAVICHOIOLI, L.; PACHECO, C. A. Cultivares e produção de mudas (maracujá). **Informe Agropecuário**, v.33, n.269, p.35-43, 2012.
- MELLETTI, L. M. M.; FURLANI, P. R.; ALVAREZ, V.; SOARES-SCOTT, M. D.; BERNACCI, L. C.; AZEVEDO-FILHO, J. A. Novas tecnologias melhoram a produção de mudas de maracujá. **O Agrônomo**, v.54, p.30-33, 2002.
- MELO, D. F. A. **Reação de progênies de maracujazeiro-azedo à *Septoria passiflorae***. 2013. 36p. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação) - Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária.
- MESQUITA, F. O.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; REBEQUI, A. M.; LIMA NETO, A. J.; NUNES, J. C. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo submetidas à salinidade em solo com biofertilizante bovino. **Ciencia del Suelo**, v.30, n.1, p.31-41, 2012 .

- MIRANDA, J. R. P.; CARVALHO, J. G.; SANTOS, D. R.; FREIRE, A. L. O.; BERTONI, J. C.; MELO, J. R. M.; CALDAS, A. L. Silício e cloreto de sódio na nutrição mineral e produção de matéria seca de plantas de Moringa (*Moringa oleifera* Lam.). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, n.4, p.957-965. 2002.
- MONTAÑA, L. A.; FISCHER, G.; MAGNITSKIY, S.; ZULUAGA, G. Effect of NaCl salinity on seed germination and seedling emergence of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) **Agronomía Colombiana**, v.32, n.2, p.188-195, 2014.
- MOURA, R. S.; GHEYI, H. R.; COELHO FILHO, M. A.; JESUS, O. N.; LIMA, L. K. S.; CRUZ, C. S. Formation of seedlings of species from the genus *Passiflora* under saline stress, **Bioscience Journal**, v.33, n.5, p.1197-1207. 2017.
- MOURA, R. S.; GHEYI, H. R.; COELHO FILHO, M. A.; JESUS, O. N.; SÁ, F. V. S.; LIMA, L. K. S. Tolerance of passion fruit species under salt stress. **International Journal Current Research**, v.8, n.9, p. 37689-37695, 2016.
- MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, v.25, p. 239-250, 2002.
- NASCIMENTO, E. S.; CAVALCANTE, L. F.; GONDIM, S. C.; SOUZA, J. T. A.; BEZERRA, F. T. C.; BEZERRA, M. A. F. Formação de mudas de maracujazeiro amarelo irrigadas com águas salinas e biofertilizantes de esterco bovino. **Revista Agropecuária Técnica**, v.38, n.1, p.1-8. 2017.
- NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, P. D. dos; SILVA, S. A. da; VIEIRA, M. da S.; OLIVEIRA, A. P. Efeito da utilização de biofertilizante bovino na produção de mudas de pimentão irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.2, p.258-264, 2011.
- NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G.; RODRIGUES, C. R. Crescimento e nutrição mineral de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) submetidas a níveis de salinidade em solução nutritiva. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 5, p. 997-1006, 2004.
- NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; ANJOS SOARES, L. A.; SILVA, A. O. Crescimento, consumo e eficiência do uso da água pela mamoneira sob estresse salino e nitrogênio. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p. 148-158, 2014.
- NOGUEIRA FILHO, G. C.; RONCATTO, G.; RUGGIERO, C.; OLIVEIRA, J.C. de; MALHEIROS, E.B.; DAMIÃO FILHO, C. F. Aspectos histológicos da união da enxertia hipocotiledonar do maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.2, p.515-521, 2010.
- OLIVEIRA, E. J.; SOARES, T. L.; BARBOSA, C. J., SANTOS-FILHO, H. P.; JESUS, O. N. Severidade de doenças em maracujazeiro para identificação de fontes de resistência em condições de campo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.2, p.485-492, 2013.

- OLIVEIRA, F. A.; LOPES, M. A. C.; SÁ, F. V. S.; NOBRE, R. G.; MOREIRA, R. C. L.; SILVA, L. A.; PAIVA, E. P. Interação salinidade da água de irrigação e substratos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. **Comunicata Scientiae**, v.6, n.4, p.471-478. 2015.
- OLIVEIRA JÚNIOR, M. X.; SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; MORAIS, O. M.; DOURADO, F. W. N. Superação de dormência de maracujá-do-mato (*Passiflora cincinnata* Mast.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.2, p.584-590, 2010.
- PARIDA, A. K.; JHA, B. Inductive responses of some organic metabolites for osmotic homeostasis in peanut (*Arachis hypogaea* L.) seedlings during salt stress. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.35, n.1, p.2821-2832, 2013.
- PARIDA, A. K.; VEERABATHINI, S. K.; KUMARI, A.; AGARWAL, P. K. Physiological, anatomical and metabolic implications of salt tolerance in the halophyte *Salvadora persica* under hydroponic culture condition. **Frontiers in Plant Science**, v.7, n.1, p.1-18, 2016.
- PASSOS, L. C.; SILVA, J. R.; RODRIGUES, W. P.; REIS, F. O.; VASCONCELLOS, M. A. S.; MACHADO FILHO, J. A.; CAMPOSTRINI, E. Leaf photosynthetic responses of passion fruit genotypes to varying sunlight exposure within the canopies. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v.30, n.2, p. 103-112, 2018.
- PEREIRA, M. G.; PEREIRA, T. N. S.; VIANA, A. P. Marcadores moleculares aplicados ao melhoramento genético do maracujá. In: FALEIRO, F. V.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (eds.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. p.276-292.
- PRADO, J. C. L.; COSTA, E.; CARDOSO, E. D.; BINOTTI, F. F. S. Proporções de húmus para a formação de mudas de pimenteira. **Revista Ciencia Agrarias**, v.59, n.4, p.339-344, 2016.
- RIBEIRO, A. A.; SEABRA FILHO, M.; MOREIRA, F. J. C.; MENEZES, A. S.; BARBOSA, M. C. Efeito da salinidade no crescimento inicial do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. F. Flavicarpa deg.). **Revista Agrogeoambiental**, v.6, n.3, p.37-43, 2014.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB. Estudos FAO Irrigação e Drenagem. 2000. 117p.
- RICHARDS, L. A. **Diagnostico y recuperación de suelos salinos y sódicos**. México, 1954. 172p. (Manual de Agricultura, 60).
- RONCATTO, G.; OLIVEIRA, J. C.; RUGIERO, C.; NOGUEIRA FILHO, G. C.; CENTURION, M. A. P.; FERREIRA, F. R. Comportamento de maracujazeiros (*Passiflora* spp.) quanto à morte prematura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n.1, p.552-554, 2004.
- SÁ, J. M.; LEITÃO, E. T. C.; GOMES, C. D. L.; RODRIGUES, M. H. B. S.; SOUSA, V. F. O.; SANTOS, G. L.; MELO, R. A. P.; MENDONÇA JÚNIOR, A. F.; LACERDA, J. S. P. SANTOS, A. 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. 357-363, 2018.
- SALOMÃO, L. C. C.; PEREIRA, W. E.; DUARTE, R. C. C.; SIQUEIRA, D. L. Propagação por estaquia dos maracujazeiros doce (*Passiflora alata* Dryand.) e amarelo (*P. edulis* f. *flavicarpa* O. Deg.) **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.1, p.163-167, 2002.
- SANTOS, K. C. F.; SILVA, M. S. L.; SILVA, L. E.; MIRANDA, M. A.; FREIRE, M. B. G. S. Atividade biológica em solo salino sódico saturado por água sob cultivo de *Atriplex nummularia*. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.3, p.619- 627, 2011.
- SHABALA, S. N., AND MACKAY, A. S. Ion transport in halophytes. **Advances in Botanical Research**, v. 57, n.1, p.151-187, 2011.
- SILVA, A. S.; OLIVEIRA, E. J.; HADDAD, F.; LARANJEIRA, F. F.; JESUS, O. N.; OLIVEIRA, S. A. S.; COSTA, M. A. P. C.; FREITAS, J. P. X. Identification of passion fruit genotypes resistant to *Fusarium oxysporum* f sp. *passiflorae*. Trop. **Plant Pathology**, v.38, n.1, p.236–242, 2013.
- SILVA, E. M.; NOBRE, R. G.; SOUZA, L. P.; ARAÚJO, R. H. C. R.; PINHEIRO, F. W. A.; ALMEIDA, L. L. S. Morfofisiologia de porta-enxerto de goiabeira irrigado com águas salinizadas sob doses de nitrogênio. **Comunicata Scientiae**, v.8, n.1, p.32-42, 2017.
- SILVA, F. A. M.; MELONI, R.; MIRANDA, J. R. P.; CARVALHO, J. G. Efeito de estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) cultivadas em solução nutritiva. **Revista Cerne**, v.6, n.1, p.52-59, 2000.
- SILVA, Í. N.; FONTES, L. de O.; TAVELLA, L. B.; OLIVEIRA, J. B.; OLIVEIRA, A. C. Qualidade de água na irrigação, **ACSA - Agropecuária Científica no Semiárido**, v.7, n.3, p. 01 – 15, 2011.
- SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; VIANA, S. B. A.; UYEDA, C. A.; FERNANDES, P. D. Water salinity and initial development of yellow passion fruit. **Scientia Agricola**, v.59, n.3, p.491-497, 2002.
- SOARES FILHO, W. S.; GHEYI, H. R.; BRITO, M. E. B.; NOBRE, R. G.; FERNANDES, P. D.; MIRANDA, R. S. Melhoramento genético e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F., GOMES FILHO, E. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal. 2016, p.259-271.
- SOUSA, A. B. O.; BEZERRA, M. A.; FARIAS, F. C. Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro comum sob irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.4, p.390-394, 2011.
- SOUSA, G. B.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; CAVALCANTE, M. Z. B.; NASCIMENTO, J. A. Salinidade do substrato contendo biofertilizante para formação de mudas de maracujazeiro irrigado com água salina. **Revista Caatinga**, v.21, n.2, p.172-180, 2008.

- SOUSA, L. B.; HEITOR, L. C.; SANTOS, P. C.; FREITAS, J. A. A.; FREITAS, M. S. M.; FREITAS, S. J.; CARVALHO, A. J. C. Crescimento, composição mineral e fenóis totais de espécies de *Passiflora* em função de fontes nitrogenadas. **Bragantia**, v.72, n.3, p.247-254, 2013.
- SLAMA, I., ABDELLEY, C., BOUCHEREAU, A., FLOWERS, T., AND SAVOURE, A. Diversity, distribution and roles of osmoprotective compounds accumulated in halophytes under abiotic stress. **Annals of Botany**, v.115, n.1, p.1-15, 2015.
- VARGAS, F. S.; REBECHI, R. J.; SCHORN, L. A.; FENILLI, T. A. B. Efeitos da mudança de recipiente em viveiro na qualidade de mudas de *Cassia leptophylla* Vogel, *Eugenia involucrata* DC. e de *Cedrela fî ssilis* Vell. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 9, n. 2, p. 169-177, 2011.
- VIANA, P. C.; LIMA, J. G. A.; ALVINO, F. C. G.; SOUSA JUNIOR, J. R.; GOMES, É. C.; VIANA, K. C. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção de maracujazeiro-amarelo. **ACSA - Agropecuária Científica no Semiárido**, v.8, n.1, p.45-50, 2012.
- WANI, A. S.; AHMAD, A.; HAYAT, S.; TAHIR, I. Epibrassinolide and proline alleviate the photosynthetic and yield inhibition under salt stress by acting on antioxidant system in mustard. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.135, n.1, p. 385-394, 2019.
- XU, H. M.; TAM, N. F. Y.; ZAN, Q. J.; BAI, M.; SHIN, P. K. S.; VRIJMOED, L. L. P.; CHEUNG, S. G.; LIAO, W. B.; Effects of salinity on anatomical features and physiology of a semi-mangrove plant *Myoporum bontioides*. **Marine Pollution Bulletin**. v.85, n.2, p.738–746. 2014.
- YOUNIS, A.; RIAZ, A.; IKRAM, S.; NAWAZ, T.; HAMEED, M.; Salinity-induced structural and functional changes in 3 cultivars of *Alternanthera bettzickiana* (Regel) G. Nicholson. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v.37, n.1, p.674-687, 2013.
- ZUCARELI, V. **Aspectos anatômicos, fisiológicos e bioquímicos da enxertia de maracujazeiros sobre *Passiflora cincinnata* Mast.** 2011. 112f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Botânica: Fisiologia Vegetal, Universidade Estadual Paulista.
- ZUCARELI, V.; ORIKA ONO, E.; KROHN, N. G. A enxertia na cultura do maracujazeiro: aspectos anatômicos, bioquímicos e fisiológicos. **Journal of Agronomic Sciences**, v.3, n. especial, p.86-97, 2014.

CAPÍTULO 2

FORMAÇÃO DE MUDAS E TOLERÂNCIA DE ESPÉCIES DO GÊNERO *PASSIFLORA* SOB ESTRESSE SALINO

Tolerance of passion fruit species under salt stress

(Trabalho publicado na revista International Journal of Current Research, v.8, n, 9, p. 37689-37695, 2016.)

*Regiana dos Santos Moura*¹; *Hans Raj Gheyi*¹; *Mauricio Antônio Coelho Filho*²; *Onildo Nunes de Jesus*²; *Francisco Vanies da Silva Sá*³; *Lucas Kennedy Silva Lima*¹

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

³Universidade Federal de Campina Grande (UFPB), Campina Grande, PB, Brasil

Formation of seedlings of species from the genus *Passiflora* under saline stress

(Trabalho publicado na revista Bioscience Journal, v.33, n.5, p. 1197-1207, 2017.)

*Regiana dos Santos Moura*¹; *Hans Raj Gueyi*¹; *Mauricio Antonio Coelho Filho*²; *Onildo Nunes de Jesus*²; *Lucas Kennedy Silva Lima*¹; *Caliane Silva da Cruz*¹

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

RESUMO: O gênero *Passiflora* da cultura do maracujazeiro é o mais importante do ponto de vista econômico. No entanto, seu cultivo na região semiárida apresenta risco, devido aos problemas de salinidade, sendo necessária a identificação de espécies tolerantes, que se desenvolvam em ambientes com problemas de salinidade. Com isso, objetivou-se avaliar o efeito da salinidade da água na formação de mudas e tolerância de três espécies do gênero *Passiflora*. O estudo foi realizado em ambiente protegido na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, usando arranjo fatorial 5 x 3, com cinco níveis de salinidade da água de irrigação (CEa) de 0,3; 1,4; 2,5; 3,6 e 4,7 dS m⁻¹ e três espécies de *Passiflora*: *gibertii*; *cincinnata* e *edulis*, com quatro repetições. Dentre as espécies, *P. edulis* superou as demais em área foliar, matéria seca da parte aérea, massa seca de raiz e total e índice de qualidade de Dickson. A salinidade da água de irrigação inibe a formação de mudas avaliadas pelo crescimento em altura, diâmetro do caule, massa seca das partes aérea, raiz e total, das espécies estudadas. A interação entre CEa e as espécies de *Passiflora* interfere significativamente na altura, massa seca das raízes, parte aérea, total e índice de qualidade de Dickson das mudas. As taxas de crescimento absoluto e relativo das espécies de maracujá são afetadas pela salinidade da água de irrigação. O diâmetro do caule é a variável mais sensível ao aumento da salinidade da água de irrigação. Entre as espécies estudadas, *Passiflora cincinnata* é considerada moderadamente tolerante à salinidade, enquanto a *Passiflora gibertii* e *Passiflora edulis* são tolerantes à salinidade.

Palavras Chave: Análise de crescimento, estresse salino, *Passiflora* spp., tolerância à salinidade.

FORMATION OF SEEDLINGS AND TOLERANCE OF *PASSIFLORA* SPECIES UNDER SALT STRESS

ABSTRACT: The genus *Passiflora* of the passion fruit crop is the most important from economic point of view. However, its cultivation in the semi-arid region is at risk due to salinity problems, requiring the identification of tolerant species, which develop better in environments with salinity problems. The objective of this study was to evaluate the effects of water salinity on growth and formation of seedlings of three species from the genus *Passiflora*. The study was carried out in a protected environment at the Federal University of Recôncavo of Bahia. The treatments were distributed in a completely randomized design, adopting a 5 x 3 factorial arrangement, with five levels of irrigation water salinity (EC_w) of 0.3; 1.4; 2.5; 3.6 and 4.7 dS m⁻¹ and three species of *Passiflora*: *gibertii*; *cincinnata* and *edulis* 'BRS Gigante Amarelo', with four replicates. *P. edulis* surpassed the others in leaf area, shoot, root and total dry matter and Dickson index of seedling quality. Irrigation water salinity inhibits the formation of seedlings evaluated by growth in height, stem diameter and shoot, root and total dry matter of the studied species of *Passiflora*. The absolute and relative growth rates of passion fruit species are affected by irrigation water salinity. Stem diameter is the variable most sensitive to the increase in irrigation water salinity. Among the studied species, *Passiflora cincinnata* is considered as moderately tolerant to salinity while the *Passiflora gibertii* and *Passiflora edulis* are tolerant to salinity.

Keywords: Growth analysis, salt stress, *Passiflora* spp., salinity tolerance.

2.1. INTRODUÇÃO

O maracujazeiro é originário da América Tropical e está entre as frutíferas de maior expressão econômica mundial, sendo intensamente cultivado em países de clima tropical e subtropical. O Brasil é o principal produtor e consumidor mundial de maracujá amarelo (*P. edulis* Sims), produziu em 2015, 695 mil toneladas em 57 mil hectares com rendimento médio de 13,66 t ha⁻¹, sendo o Nordeste e o estado da Bahia responsáveis por 65 e 43% da produção nacional, respectivamente (IBGE, 2018).

As espécies silvestres *P. gibertii* N. E. Br. e *P. cincinnata* Mast. são reportadas na literatura como importantes aos programas de melhoramento genético, por apresentarem, resistência à fusariose e outras doenças, como também outros atributos para serem utilizados como porta-enxertos (CAVICHOLI *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Apesar de a região Nordeste apresentar expressiva produção do maracujazeiro amarelo, enfrenta problemas por excesso de sais no solo e água que comprometem a formação das mudas, o estabelecimento da cultura no campo e a produção da cultura. Este cenário é decorrente do manejo, às vezes, irrigação inadequada, associado aos problemas de drenagem do solo e elevada evapotranspiração da região (CAVALCANTE *et al.*, 2012). Esses autores relatam que qualquer água independente de ser oriunda de mananciais de superfície, subterrâneos ou de aquíferos de alta profundidade, contêm sais em proporções variadas que representam riscos à agricultura irrigada.

A propagação do maracujazeiro pode ser feita através de sementes, estacas e enxertia, porém no Brasil o método predominante ainda é a produção de mudas por via sexuada ou seminífera, a maneira mais simples e econômica para formação de mudas (WAGNER JUNIOR *et al.*, 2007). Nessa direção a qualidade da água juntamente com o substrato e o vigor fisiológico das sementes são determinantes para o êxito na formação de mudas.

As plântulas de maracujazeiro amarelo são mais sensíveis à salinidade durante o crescimento inicial que na fase de germinação. Os danos provocados pela salinidade da água às plântulas durante a formação das mudas são decorrentes de efeitos diretos e indiretos, lentos ou bruscos dos sais da água sobre o desenvolvimento das mesmas (NASCIMENTO *et al.*, 2011).

A tolerância das culturas à salinidade, embora varie entre espécies, genótipos, fases de desenvolvimento, tipo de sais, natureza e intensidade do estresse (SÁ *et al.*, 2013; OLIVEIRA *et al.*, 2015; DIAS *et al.*, 2016) pode ser avaliada pela capacidade da planta tolerar níveis de sais sem perdas do crescimento e produção. Nesse sentido, vários estudos vêm avaliando o comportamento de cultivares de maracujazeiro em busca de alternativas viáveis para o convívio com a salinidade em regiões semiáridas (LIMA *et al.*, 2006; CASIERRA-POSADA *et al.*, 2011; MESQUITA *et al.*, 2012; BEZERRA *et al.*, 2014; LEITE *et al.*, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2015; SOUZA *et al.*, 2016; MOURA *et*

al., 2016; MOURA *et al.*, 2017; ANDRADE *et al.*, 2018; GOMES *et al.*, 2018; SÁ *et al.*; 2018). Casierra-Posada *et al.* (2013) consideram o *P. edulis* como "tolerante" à salinidade na fase de germinação e "moderadamente tolerante" nos demais estágios de crescimento.

O maracujazeiro amarelo é sensível a altos níveis de salinidade, conforme resultados encontrados na literatura por Araújo *et al.* (2013) que avaliando a produção de mudas constataram que o crescimento foi afetado a partir da CEa de 2,1 dS m⁻¹. Os efeitos mais marcantes da salinidade sobre as plantas são refletidos em alterações no potencial osmótico, na toxicidade iônica e no desequilíbrio da absorção dos nutrientes, provocando redução generalizada no crescimento, com sérios prejuízos à atividade agrícola (SOUSA *et al.*, 2008; AHMED e MONTANI, 2010). Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da salinidade da água na formação de mudas e tolerância de três espécies do gênero *Passiflora*.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de outubro a dezembro de 2015 em ambiente protegido do Núcleo de Engenharia de Água e Solo (NEAS) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas - BA, localizado pelos pontos das coordenadas geográficas 12°40'19" de latitude Sul, 39°06'23" de longitude Oeste e altitude média de 220 m. Os valores médios de umidade relativa e a temperatura no período de execução do experimento variaram de 50,3 a 76,5% e de 19,3 a 34,6 °C, respectivamente, considerados adequados para cultivo de maracujá (INMET, 2017).

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 5 x 3, correspondentes aos níveis de salinidade da água de irrigação (CEa) de 0,3 - controle; 1,4; 2,5; 3,6 e 4,7 dS m⁻¹ e três espécies de *Passiflora*: *gibertii*; *cincinnata* e *edulis* (BRS Gigante Amarelo), com quatro repetições e quatro plantas por parcela. As águas com diferentes salinidades foram preparadas mediante dissolução de NaCl na água de abastecimento local, conforme Equação 1 citada por Richards (1954).

$$\text{mg L}^{-1} (\text{NaCl}) = 640 \times (\text{CE desejada} - \text{CE atual}) \quad \text{Eq. 01}$$

Em que: CE – Condutividade elétrica da água.

O substrato foi acondicionado em recipientes plásticos com capacidade de 2,0 dm³, retirando-se a parte inferior (fundo) e colocadas em estrutura metálica de forma invertida com o orifício voltado para baixo exercendo função de dreno (Figura 1). Os recipientes foram preenchidos até três centímetros com cascalho na parte inferior e depois com a mistura de solo e esterco bovino curtido, na proporção de 10:1 (a base de massa), respectivamente.

O solo utilizado na composição do substrato foi proveniente da área experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e coletado a 0 - 100 cm de profundidade, sendo classificado como Latossolo Amarelo, com textura franco argilosa. As análises de fertilidade do substrato (solo + adubo + esterco bovino) foram realizadas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da Embrapa: pH = 7,0; P = 139,00 mg dm⁻³; K⁺; Ca²⁺; Mg²⁺ e Na⁺ com 3,08; 1,65; 0,87 e 0,87 cmol_c dm⁻³ respectivamente. Já a matéria orgânica = 7,00 g kg⁻¹ foi determinada conforme metodologia recomendada pela Embrapa (2011).



Figura 1. Estrutura metálica com recipientes confeccionados de garrafa PET, contendo substratos e mudas de *Passiflora*.

Inicialmente, realizou-se a sementeira das espécies em bandejas de polietileno contendo substrato comercial Vivatto[®] composto de casca de pinus bioestabilizada, vermiculita, moimha de carvão vegetal, água e espuma fenólica, (TECHNES AGRÍCOLA, 2018) e irrigadas com água do abastecimento do município (CEa = 0,30). Após 20 dias da sementeira, com a total emergência das plântulas (com duas folhas definitivas), estas foram transplantadas para os recipientes. Aos dez dias após o transplântio (DAT) iniciaram-se as irrigações com solução salina, (as plantas foram avaliadas aos 70 DAT com 60 dias sob estresse salino) conforme os tratamentos. As irrigações foram realizadas no horário de 6:00 às 7:00 em dias alternados sendo o volume de água aplicado conforme Eq 02:

$$VI = (VA - VD) / 0,9 \text{ (ml)} \quad \text{Eq. 02}$$

Em que: VI – volume da água a ser aplicado na irrigação em ml; VA - volume de água aplicado na irrigação anterior; e VD volume drenado. O “0,9”, é o fator para se obter a fração de lixiviação de 0,10. O controle da drenagem foi realizado a cada irrigação, sendo acoplado um recipiente coletor na base de cada vaso. Antes de iniciar cada irrigação a CEa era aferida com condutivímetro portátil.

Durante a execução do estudo foram realizadas duas fertirrigações, com 20 e 40 DAT com FORTH solúveis® (Nitrogênio 19%; Fósforo 19%; Cloreto de potássio 19%; Boro 0,02%; Magnésio 0,6%), sendo aplicado por evento 400 ml planta⁻¹ da solução contendo 4 g L⁻¹).

Aos 30 e 60 dias após início das irrigações com soluções salinas, as plantas de maracujazeiro foram avaliadas quanto ao crescimento e acúmulo de fitomassa seca (com análise destrutiva), determinado através das taxa de crescimento absoluto e relativo (TCA e TCR) em altura de plantas (AP) em cm, mensurada através da distância do colo até a inserção do mesistema apical; diâmetro de caule (DC) em mm, medido através de paquímetro digital a 5 cm do solo, massa seca da raiz (MSR), da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST) em g, após secagem em estufa a 60°C e razão: MSR/MSPA. As taxas de crescimento absoluto e relativo (TCA e TCR) foram obtidas conforme equações 03 e 04 descritas por Benincasa (2003):

$$TCA = (V2-V1)/(T2-T1) \quad \text{Eq. 03}$$

$$TCR = [\ln(V2)-\ln(V1)/(T2-T1)] \quad \text{Eq. 04}$$

Em que: V1 significa a variável em tempo T1(30 dias) e V2 mesma variável em tempo T2 (60 dias).

Aos 60 dias após início das irrigações com águas salinas, as plantas de maracujazeiro foram avaliadas quanto ao crescimento e acúmulo de fitomassa, AP, número de folhas (NF) por contagem manual, área foliar total (AFT) em cm², estimada em base de área, peso de disco foliar e massa seca total das folhas, DC, MSR, MSPA, MST, razão MSR/MSPA; consumo hídrico total (CHT) em L planta⁻¹, estimado através do volume de água aplicado e drenado de cada vaso; e índice de qualidade de Dickson (IQD), determinado pela Eq 05, conforme Dickson *et al.* (1960):

$$IQD = [(MST/(AP/DC)+(MSPA/MSR))] \quad \text{Eq. 05}$$

Em que: IQD - índice de qualidade de Dickson; MST – massa seca total; AP – altura de planta; DC – diâmetro de caule; MSPA – massa seca da parte aérea; MSR – massa seca da raiz.

Os dados de MST foram utilizados para calcular o índice de tolerância a salinidade (ITS), comparando os tratamentos salinos com o controle (CEa = 0,3 dS m⁻¹), de acordo com a equação 06 sugerida por Fageria *et al.* (2010):

$$ITS (\%) = ((MST) \text{ do tratamento salino}) / ((MST) \text{ do tratamento controle}) \times 100 \quad \text{Eq. 06}$$

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, comparando-se por meio de análise de regressão os níveis de salinidade da água (fatores quantitativos) e por meio de teste de médias (Tukey) as diferentes espécies de maracujazeiro (fatores qualitativos) a nível de 0,05 de probabilidade, utilizando-se software estatístico SISVAR versão 5,6 (FERREIRA, 2011).

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo resumo das análises de variância (Tabela 1) a interação entre salinidade da água e espécies não exerceu efeitos significativos nas variáveis avaliadas com exceção da AP. No entanto, efeito isolado das espécies foi verificado para crescimento em AP, NF, AFT e DC ($p \leq 0,01$) e da salinidade da água ($p \leq 0,01$) na AP, DC e CHT das mudas.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para altura (AP), número de folhas (NF), área foliar total (AFT), diâmetro caulinar (DC) e consumo hídrico total (CHT) em espécies de maracujazeiro sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, aos 70 dias após transplântio

CV	Quadrado médio				
	AP	NF	AFT	DC	CHT
Espécies (E)	61386,00**	700,8**	396750,92**	3,53**	0,09 ^{ns}
Salinidade(S)	2131,80**	10,85 ^{ns}	6536,21 ^{ns}	0,50**	0,69**
E x S	824,10**	8,52 ^{ns}	9513,09 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,10 ^{ns}
Média (espécies)	cm	-	cm ²	mm	L planta ⁻¹
<i>P. gibertii</i>	168,75a	22,50a	284,81b	3,86b	2,59a
<i>P. cincinnata</i>	161,55a	14,85b	171,06c	3,60b	2,48a
<i>P. edulis</i>	69,39b	10,85c	451,11a	4,41a	2,60a
M. geral	133,23	16,06	302,33	3,96	2,56
CV (%)	12,31	16,83	24,56	8,22	9,77

ns = não significativo, * significativo ($p \leq 0,05$) e ** significativo ($p \leq 0,01$) pelo teste F da análise de variância. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O *P. edulis* cresceu menos em AP que as demais espécies (Figura 2). O aumento do teor salino das águas até a CEa máxima estimada de 2,17 dS m⁻¹ estimulou o crescimento em AP atingindo o maior valor de 91,32 cm. Quanto as espécies *P. cincinnata* e *P. gibertii*, apesar dos maiores valores de 161,55 e 168,75 cm, respectivamente não foram afetados pela CEa. As diferenças de AP entre as espécies podem estar relacionadas ao caráter genético (BERNSTEIN, 1974), embora Lima *et al.* (2006) ao estudar teste de germinação, observaram a mesma tendência aos 14 dias após emergência, em que a espécie *P. gibertii* apresentou maior AP (40,4 cm), expressando superioridade sobre as espécies (*P. edulis* e *P. alata*), com média de 22,18 e 17,53 cm, respectivamente.

Mesquita *et al.* (2012) ao avaliarem a AP de *P. edulis* submetidas à salinidade em solo com e sem biofertilizante bovino verificaram que o tratamento sem biofertilizante aos 65 dias após transplântio obtiveram maior AP 58,3 cm sob CEa de 0,5 dS m⁻¹, valor este, inferior ao obtido no presente estudo (61,07 cm) na CEa de 0,3 dS m⁻¹. Esse comportamento deve-se às altas concentrações de sódio nas águas de maior CEa interagindo negativamente na fisiologia das plantas promovendo reações iônicas, osmóticas e nutricionais deletérias as quais prejudicaram o crescimento e acúmulo de biomassa das plantas (MUNNS e TESTER, 2008; SÁ *et al.*, 2013; ANDRADE *et al.*, 2018; GOMES

et al., 2018; WANI *et al.*, 2019), enquanto Souza *et al.* (2016) observaram que a CEa de 4,00 dS m⁻¹ não afetou o crescimento de *P. edulis* em solo arenoso.

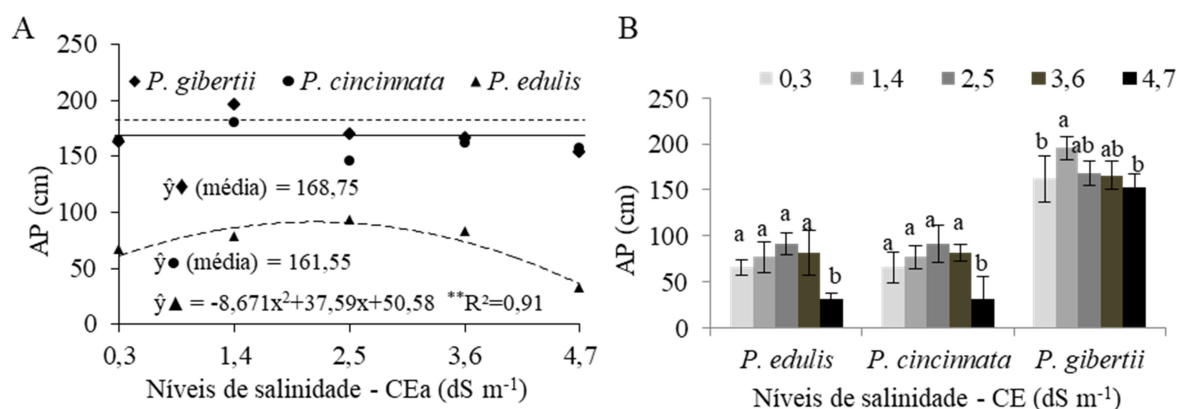


Figura 2. (A) Desdobramento do fator espécies dentro do fator salinidade da água de irrigação (CEa) e (B) fator salinidade (CEa) dentro do fator espécies de maracujazeiro para a altura de plantas, aos 70 dias após transplântio sob diferentes níveis de salidade da água de irrigação.

Para o desdobramento do fator salinidade dentro das espécies (Figura 2B) verificou-se efeito positivo da CEa sobre o comportamento da AP com maior crescimento para as espécies *P. gibertii* e *P. cincinnata* na CEa de 1,4 dS m⁻¹. A espécie *P. edulis* só foi afetada significativamente no maior nível de salinidade (4,7 dS m⁻¹). A resposta das espécies *P. gibertii* e *P. cincinnata* estão relacionadas às características genéticas, pois segundo Farias *et al.* (2009), algumas espécies apresentam capacidade de acumular íons no vacúolo e solutos orgânicos de baixo peso molecular no citoplasma, o que lhes permitem um ajustamento osmótico a esse tipo de condição.

Em relação às médias do NF observadas para as diferentes espécies, constata-se maior valor ($p \leq 0,01$) para o *P. gibertii* com 51,51 e 107,37% superior às espécies *P. cincinnata* e *P. edulis*, respectivamente (Tabela 1). Todavia, o maior NF apresentado por *P. gibertii* não resultou em maior AFT por planta. Dentre as espécies estudadas, o *P. cincinnata* possui as menores médias de AFT, sendo característica morfológica da espécie (folhas estreitas de tamanho pequeno) e *P. edulis* apesar de ter menor NF apresentou maior AFT com 163,71 e 58,38% superior, enquanto às espécies *P. cincinnata* e *P. gibertii*, respectivamente (Tabela 1).

Os resultados obtidos diferem dos obtidos por Sousa *et al.* (2013) nas espécies *Passiflora* (*P. edulis*, *P. alata* e *P. ligularis*), em que os autores não observaram diferença significativa para o NF entre as espécies aos 70 dias após transplântio. Vale ressaltar a ordem dos valores obtidos nas variáveis de AP e NF que foram: *P. gibertii* > *P. cincinnata* > *P. edulis* e para AFT *P. edulis* > *P. gibertii* > *P. cincinnata*, pois o *P. edulis* apresentou maior área/folha e mesmo com menos folhas por planta a AFT foi superior à *P. gibertii* e *P. cincinnata*.

Para o DC constatou-se maior valor de 4,41 mm para *P. edulis*, sendo 14,24 e 22,50% superior ($p \leq 0,01$) às espécies *P. gibertii* e *P. cincinnata*, respectivamente (Tabela 1). Essa superioridade, como registrada para a AFT correspondendo com as respostas das características morfológicas específicas de cada espécie e à ação da CEa.

Na Figura 3A, percebe-se redução de 2,64% no DC para cada aumento unitário da salinidade da água, o que corresponde a uma redução de 11,66% entre as plantas irrigadas com água de maior e menor nível salino. Esse comportamento é devido à redução na absorção de água e nutrientes pelas raízes em virtude da redução do potencial osmótico do substrato, retardando o desenvolvimento e acúmulo de fotoassimilados no caule das mudas de maracujazeiro. Os resultados observados corroboram com os de Oliveira *et al.* (2015) que observaram reduções de 11,08% do DC de *P. edulis* em função do incremento da CEa de 0,3 para 3,5 dS m^{-1} .

Na Figura 3B, observa-se redução linear de 4,48% do CHT por aumento unitário da CEa. Comportamento semelhante foi observado em outras culturas como na mamoneira por Nobre *et al.* (2014) na ordem de 11,31% por aumento unitário da CEa. A redução no CHT contribui para diminuir a capacidade de produção de assimilados orgânicos e resulta no menor crescimento (AP e DC) das plantas, como registrado também em *P. edulis* por Ariel Montaña *et al.* (2014).

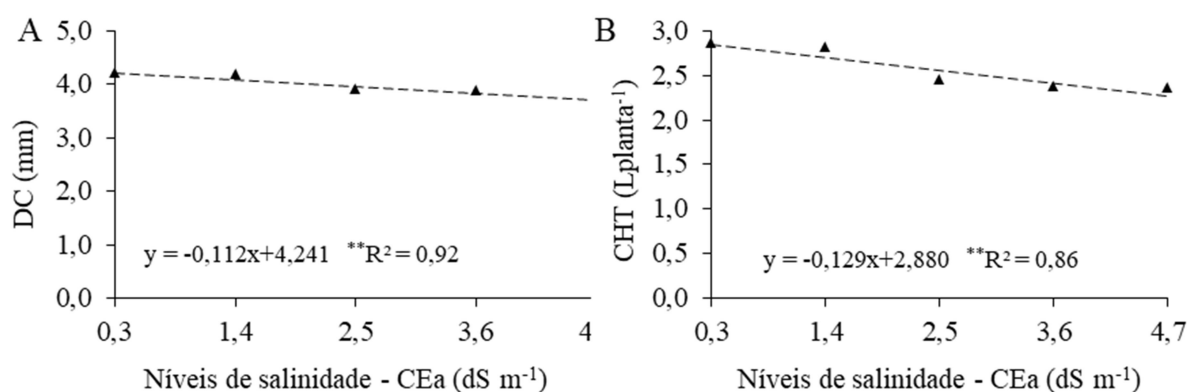


Figura 3. (A) Diâmetro de caule - DC e (B) consumo hídrico total - CHT de mudas de maracujazeiro aos 70 dias após transplante sob níveis crescentes de salinidade da água de irrigação.

A matéria seca pelos distintos órgãos das plantas e a qualidade das mudas (MSPA, MSR, MSR/MPA, MST e IQD) foram influenciadas ($p \leq 0,01$) pelos fatores espécies, salinidade e interação entre os dois fatores aos 60 dias após transplante, exceto MSR/MSPA no fator salinidade que foi significativo a $p \leq 0,05$ (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), razão massa seca da raiz por massa seca da parte aérea (MSR/MSPA), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em espécies de maracujazeiro sob diferentes níveis de salinidade d água de irrigação, aos 70 dias após transplantio

CV	Quadrado médio				
	MSPA	MSR	MSR/MSPA	MST	IQD
Espécies (E)	25,46**	19,88**	0,39**	74,44**	1,36**
Salinidade(S)	3,61**	1,30**	0,02*	8,87**	0,03**
E x S	1,36**	1,24**	0,09**	2,19**	0,04**
Médias (Espécies)	g	g		g	-
<i>P. gibertii</i>	5,47a	2,41b	0,44c	7,88b	0,17b
<i>P. cincinnata</i>	3,43b	1,90c	0,55b	5,33c	0,11c
<i>P. edulis</i>	5,29a	3,83a	0,72a	9,12a	0,59a
M. geral	4,73	2,71	0,57	7,44	0,29
CV (%)	6,53	10,67	13,70	5,43	22,32

ns = não significativo, * significativo ($p \leq 0,05$) e ** significativo ($p \leq 0,01$) pelo teste F da análise de variância. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a MSPA no desdobramento do fator espécies dentro do fator salinidade, observou-se para o *P. cincinnata* redução linear decrescente de 7,54% por incremento unitário da CEa, já para as espécies *P. edulis* e *P. gibertii* observaram respostas quadráticas com maiores médias de 5,76 e 6,10g na CEa de 2,03 e 1,15 dS m⁻¹, respectivamente (Figura 4A). Vale ressaltar que Bezerra *et al.* (2014) observaram redução na MSPA para o *P. edulis* de 3% com incremento da CEa de 0,3 dS m⁻¹ para 4,0 dS m⁻¹.

No desdobramento do fator salinidade dentro do fator espécies na MSPA, notou-se que houve diferença significativa para o *P. edulis* apenas na CEa de 4,7 dS m⁻¹ com menor massa, o *P. cincinnata* obteve maior massa na CEa 0,3 dS m⁻¹ (Testemunha) diferenciando dos demais tratamentos, enquanto o *P. gibertii* apresentou diferenças significativas para os dois níveis mais elevados de CEa 3,6 e 4,7 dS m⁻¹ em relação aos demais tratamentos (Figura 4B). Essa diminuição da MSPA nos níveis mais elevados da CEa é atribuída à redução da fotossíntese e adiamento no desenvolvimento de gemas apicais ocasionadas pelo estresse salino (NASCIMENTO *et al.*, 2011).

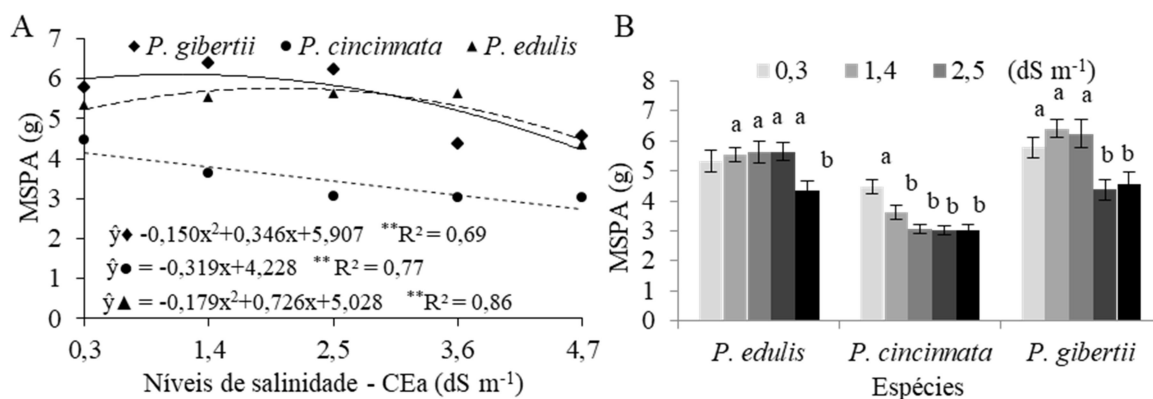


Figura 4. (A) Desdobramento do fator espécies de maracujazeiro dentro do fator salinidade - CEa e (B) fator salinidade (CEa) dentro do fator espécies de maracujazeiro para a massa seca da parte aérea (MSPA), aos 70 dias após transplantio.

A MSR da espécie *P. edulis* foi afetada linearmente com 5,73% de decréscimo por aumento unitário da CEa. As espécies *P. gibertii* e *P. cincinnata* maximizaram a MSR em 2,41 e 2,84 g na CEa de 0,66 e 2,97 dS m⁻¹, respectivamente (Figura 5A). Essa redução na MSR com acréscimo da CEa pode ser atribuída a diminuição de absorção de água observado no CHT e que, desta forma tende a afetar o crescimento e desenvolvimento das distintas partes das plantas, a exemplo da MSPA (Figura 4A e B) e a MSR como no caso da *P. gibertii* (Figura 5A).

Resultados similares foram verificados por Oliveira *et al.* (2015) em mudas de *P. edulis* em função do aumento da salinidade da água de irrigação. Segundo os autores houve redução de 65,8% da MSR com incremento da CEa de 0,3 para 3,5 dS m⁻¹, entretanto, no presente estudo essa redução para o *P. edulis* nas mesmas condições foi menor (48,87%), em função dos diferentes tipos de substratos e condições ambientais.

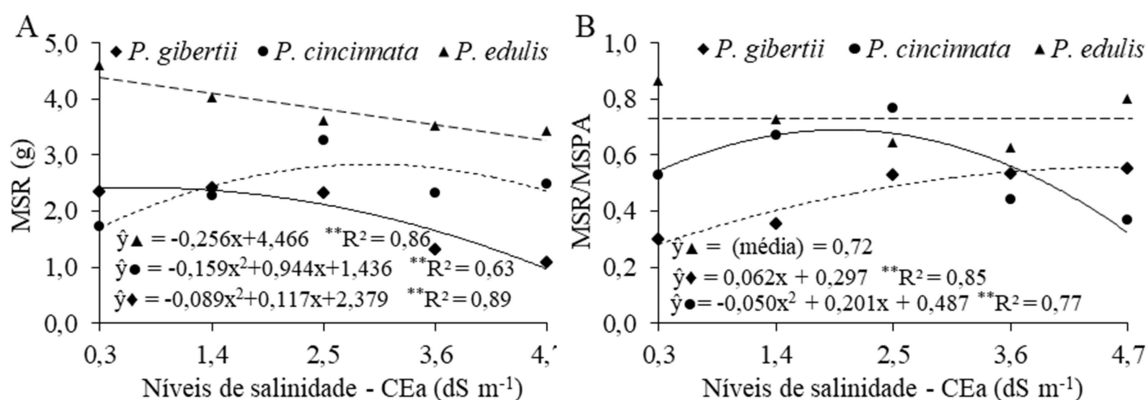


Figura 5. (A) Interação entre os fatores espécies x níveis de salinidade para massa seca da raiz - MSR e (B) razão da raiz por parte aérea - MSR/MSPA em maracujazeiro aos 70 dias após transplantio.

A interação entre espécies e níveis de salinidade para a variável MSR/MSPA, mostraram respostas diferenciadas para as três espécies, o *P. edulis* não respondeu à salinidade, sendo

representado pela média (0,72), o *P. gibertii* respondeu de forma linear crescente com 20,87% por aumento unitário da CEa e o *P. cincinnata* teve maior valor (0,69) na CEa de 2,01 dS m⁻¹ (Figura 5B). Observa-se que todas as espécies apresentaram MSR/MSPA inferior a 1,0 em todos os tratamentos, indicando que MSPA foi maior que a MSR, com isso, sugere-se que o *P. edulis* usa mecanismos fisiológicos em situações de estresse salino para retardar o desenvolvimento do sistema radicular e direciona os fotoassimilados para a parte aérea, de forma a usá-los em condições mais favoráveis. Plantas tolerantes a salinidade apresentam a capacidade de acumular quantidades elevadas de sais extraídos do solo em seus tecidos (SANTOS *et al.*, 2011).

Na interação espécies x salinidade da água, as espécies *P. edulis* e *P. cincinnata* proporcionaram reduções de 4,19 e 9,28% na MST por incremento unitário da CEa, respectivamente (Figura 6A), enquanto o *P. gibertii* não foi afetado pela salinidade, mostrando valor médio de 7,88 g. Correia *et al.* (2009) apontam que alocação de biomassa em determinados órgãos da planta é uma estratégia diferenciada à medida em que os níveis de estresse são intensificados. Esse comportamento foi semelhante aos observados em outras espécies de *P. tripartita* var. *mollissima* por Casierra-Posada *et al.* (2013) ao verificarem drásticas reduções no acúmulo de MST em função do aumento da salinidade.

Para o IQD, verificou-se que as mudas de *P. gibertii* avaliadas aos 60 dias sob irrigação salina (Figura 6B), tiveram acentuado decréscimo (9,74%) por aumento unitário da CEa. Já as mudas do *P. edulis* e *P. cincinnata* não foram afetadas pelos níveis de salinidade sendo representadas pelas médias 0,59 e 0,11, respectivamente. Isso mostra que mesmo o *P. edulis* sob condições de salinidade as mudas possuem o IQD acima de 0,2, valor considerado de boa qualidade final para estabelecimento no campo, conforme critérios estabelecidos por Gomes *et al.* (2003), uma vez que, quanto maior o valor de IQD, melhor será a qualidade da muda.

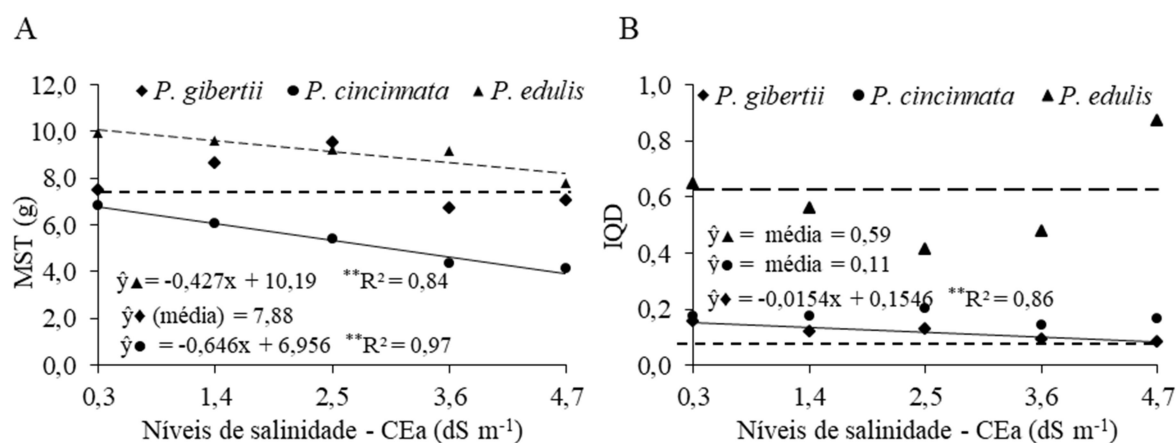


Figura 6. (A) Interação entre os fatores espécies x níveis de salinidade para massa seca total - MST e, (B) índice de qualidade de Dickson - IQD de mudas de maracujazeiro aos 70 dias após transplântio.

Ao considerar que o IQD se baseia na relação MST por AP e DC e na alocação de biomassa da raiz e parte aérea, pode-se justificar o baixo IQD para as espécies silvestres *P. cincinnata* e *P. gibertii* (Figura 6B), através das variáveis componentes do denominador da equação do IQD (Eq. 2), principalmente a AP dessas espécies, que cresceram mais de 160 cm (Figura 2A).

Há ausência de informações na literatura quanto ao IQD para maracujazeiro sob salinidade, todavia, em estudos com proporções de esterco bovino na composição de substrato Dantas *et al.* (2012) observaram maior valor estimado de 0,2 para o IQD em *P. edulis*, com a utilização da dose estimada de 41,4% de esterco bovino na composição do substrato. Almeida *et al.* (2011), estudando a produção de mudas de maracujazeiro amarelo em bandejas, utilizando os substratos “50% solo + 50% esterco bovino” e “50% solo + 50% esterco caprino” verificaram os maiores valores de IQD (1,2 e 1,5), respectivamente.

Houve influência significativa da interação níveis de salinidade da água versus espécies de maracujazeiro para todas as variáveis analisadas da TCA e TCR aos 30 e 60 dias de estresse salino ao nível de 0,05 de probabilidade (Figuras 7 a 12).

A TCA e TCR para AP das espécies *P. gibertii* e *P. cincinnata* no período de 30 a 60 dias após irrigação com água salina, apresentaram valores que não se ajustaram a nenhum modelo matemático, assim, a variação foi representada pelo valor médio de 3,234; 3,412 cm dia⁻¹ e 0,026 e 0,030 cm cm⁻¹ dia⁻¹, respectivamente, denotando que essa variável não é sensível à salinidade para os estudos dessas espécies (Figura 7A e 7B).

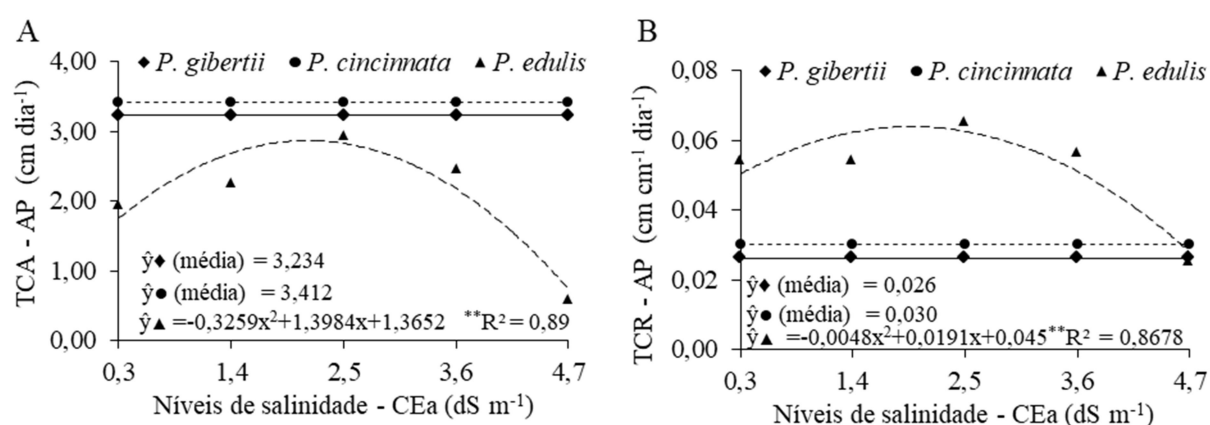


Figura 7. (A) Taxa de crescimento absoluto - TCA e (B) Taxa de crescimento relativo - TCR das variáveis altura de planta de mudas de maracujazeiro no período entre 30 e 60 dias após início da irrigação com diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.

O *P. edulis* alcançou máximo crescimento absoluto de 2,86 cm dia⁻¹ quando irrigado com água de 2,14 dS m⁻¹, ou seja, 11,45% inferior ao *P. gibertii* e 16,12% ao *P. cincinnata* e máximo crescimento relativo de 0,064 cm cm⁻¹ dia⁻¹ quando irrigado com água de 1,99 dS m⁻¹, sendo 59,38 e 53,13% superior, respectivamente ao *P. gibertii* e *P. cincinnata*. Os resultados encontrados para *P.*

edulis estão de acordo com os observados por Mesquita *et al.* (2012a) em que a TCR em AP do *P. edulis* no período de 25-65 dias após emergência foi reduzida com o aumento da salinidade das águas de 0,5 para 4,0 dS m⁻¹ com valores extremos de 0,08 e 0,083 cm cm⁻¹ dia⁻¹ na CEa de 0,5 e 1,0 dS m⁻¹, no solo sem e com biofertilizante, respectivamente.

Essa diferenciação quanto a salinidade entre espécies do mesmo gênero também foi observada em outras culturas como citros Brito *et al.* (2008), Fernandes *et al.* (2011) e por Brito *et al.* (2014) e em plantas de mamoeiro Mesquita *et al.* (2014).

A TCA do DC do *P. cincinnata* não se ajustou a nenhum modelo matemático, sendo representado pelo crescimento médio de 0,0268 mm dia⁻¹. No entanto, o *P. gibertii* e o *P. edulis* obtiveram crescimento linear decrescente, sendo a maior taxa de 0,026 e 0,03 mm dia⁻¹ observados no menor nível de salinidade (CEa = 0,3 dS m⁻¹), com redução de 9,71% e 11,97%, respectivamente, para o nível mais elevado (CEa = 4,7 dS m⁻¹) (Figura 8A). A redução do DC provoca inibição ou retardamento do crescimento, uma vez que esse é influenciado pela diminuição na disponibilidade da água no solo, levando a planta a demandar maior energia para absorver água para seu desenvolvimento (LEONARDO *et al.*, 2007).

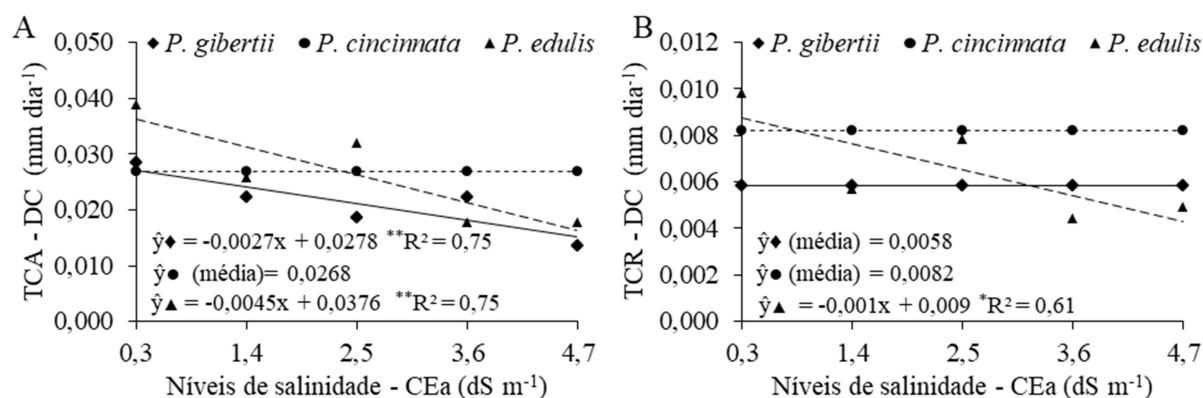


Figura 8. (A) Taxa de crescimento absoluto - TCA e (B) Taxa de crescimento relativo - TCR do diâmetro do caule de mudas de maracujazeiro no período entre 30 e 60 dias após início da irrigação com diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.

Não houve influência significativa dos níveis de salinidade na TCR no DC de *P. gibertii* e *P. cincinnata*, com taxa média de crescimento de 0,0058 e 0,0082 mm mm⁻¹ dia⁻¹, respectivamente. O *P. edulis* teve uma diminuição linear da TCR, com valor máximo de 0,87 mm mm⁻¹ dia⁻¹ ao nível de 0,3 dS m⁻¹ com uma redução drástica de 50,57% quando submetido à mais alta CEa (4,7 dS m⁻¹) (Figura 8B). Os efeitos da salinidade sobre o crescimento das plantas estão associados à sua interferência nos processos de assimilação líquida de CO₂, na translocação de carboidratos para tecidos drenos e no desvio de fontes de energia para outros processos, tais como ajustamento osmótico, síntese de solutos

compatíveis, reparo de danos causados pela salinidade e manutenção dos processos metabólicos básicos (PARANYCHIANAKIS e CHARTZOULAKIS, 2005).

Observou-se comportamento quadrático da TCA da MSR para a espécie *P. gibertii* constatando-se índices máximos de ganho de massa radicular de $0,074 \text{ g dia}^{-1}$ sob a CEa de $3,25 \text{ dS m}^{-1}$. Já para o *P. cincinnata* verificou-se comportamento linear decrescente em função dos níveis de CEa, com um declínio na taxa de crescimento de 77,02% quando aplicada água de irrigação com $4,7 \text{ dS m}^{-1}$ em relação ao menor nível de salinidade ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$). No entanto, não se obteve ajuste matemático para a TCA da MSR do *P. edulis*, sendo representada pelo valor médio de $0,1057 \text{ g dia}^{-1}$ (Figura 9A).

A redução da TCA da MSR para a espécie *P. cincinnata* pode ser explicada pela elevada concentração salina na zona radicular, ocasionando estresse osmótico e a toxicidade pelos íons cloreto e sódio, que provocam a perda de turgor e redução das taxas de alongação e divisão celular (MAHMOUD e MOHAMED, 2008). Já o aumento da TCA da MSR para o *P. gibertii* até $3,25 \text{ dS m}^{-1}$ pode ser atribuído ao ajustamento osmótico e às condições físicas do substrato que em sua composição continha 10% de esterco bovino curtido, promovendo aeração adequada juntamente com lâmina de lixiviação de 10%. Resultados semelhantes foram observados na cultura do mamoeiro “Havaí”, por Mesquita *et al.* (2014) ao constatarem maior taxa de crescimento da MSR $0,1057 \text{ g dia}^{-1}$ sob a condutividade elétrica estimada de $1,89 \text{ dS m}^{-1}$, crescimento três vezes maior que o crescimento ($0,034 \text{ g dia}^{-1}$) obtido sob a menor salinidade ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$).

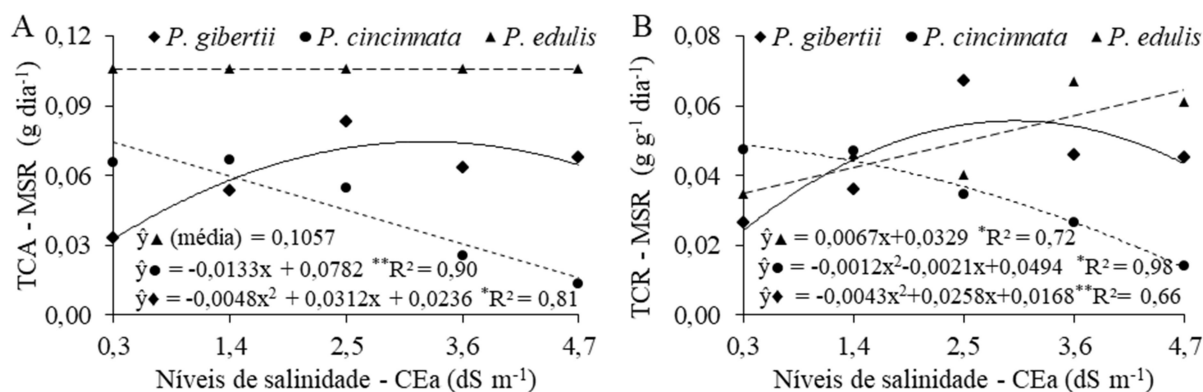


Figura 9. (A) Taxa de crescimento absoluto - TCA e (B) Taxa de crescimento relativo – TCR da massa seca da raiz de mudas de maracujazeiro no período entre 30 e 60 dias após início da irrigação com diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.

A TCR da MSR para *P. gibertii* mostrou o maior ganho de $0,55 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ na CEa de $3,00 \text{ dS m}^{-1}$, enquanto o *P. cincinnata* mostrou uma redução com resposta quadrática ao incremento dos níveis da CEa, com valor máximo de $0,46 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ na CEa de $0,875 \text{ dS m}^{-1}$ e 71% de redução no nível mais alto da CEa ($4,7 \text{ dS m}^{-1}$). Por outro lado, o *P. edulis* mostrou uma resposta linear crescente à medida que os níveis da CEa aumentaram, com um valor de $0,64 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ para o nível mais alto de NaCl

(CEa = 4,7 dS m⁻¹), com incremento de 82,85% em comparação com a água de menor nível salino (0,3 dS m⁻¹) (Figura 9B). Os resultados obtidos no presente estudo discordam dos valores encontrados por Mesquita *et al.* (2012) ao observarem redução drástica na TCR da MSR, no período de 25-65 dias após emergência com o aumento da salinidade das águas com e sem biofertilizante, alcançando valor máximo de 0,055 g g⁻¹ dia⁻¹ na salinidade da água de 0,5 dS m⁻¹ para o maracujazeiro amarelo (*P. edulis*).

A TCA e TCR para MSPA do *P. gibertii* e *P. edulis* não se ajustaram aos modelos matemáticos, apresentando crescimento absoluto médio em massa seca de 0,1595 e 0,1509 g dia⁻¹ e crescimento relativo médio 0,0525 e 0,502 g g⁻¹ dia⁻¹ respectivamente, (Figura 10A e 10B). Para o *P. cincinnata* verificou-se um decréscimo de 11,5% com aumento unitário de NaCl na TCA da MSPA (Figura 10A), para TCR da MSPA constatou-se resposta quadrática decrescente para o *P. cincinnata*, com redução de 37,5% (0,048 para 0,030 g g⁻¹ dia⁻¹) com o aumento da CEa de 0,3 para 4,7 dS m⁻¹, como mencionado anteriormente, devido ao efeito osmótico que promoveu uma diminuição na taxa de crescimento da área foliar com o tempo. A redução na MSPA das espécies de maracujazeiro sob estresse salino ocorreram em virtude do efeito osmótico dos sais e do acúmulo de íons potencialmente tóxicos (Na⁺ e Cl⁻) nos tecidos foliares, com consequências na atividade transpiratória e fotossintética desencadeadas pelo fechamento estomático bem como pela redução da difusão do CO₂ no interior das células, reduzindo o crescimento e alocação de fitomassa da planta (SOUZA *et al.*, 2011; LIMA *et al.*, 2014).

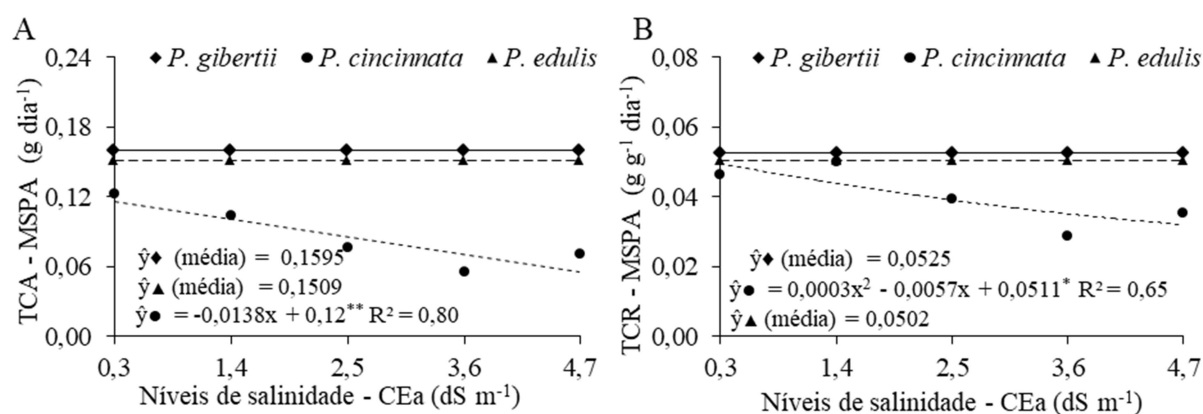


Figura 10. (A) Taxa de crescimento absoluto - TCA e (B) Taxa de crescimento relativo - TCR da massa seca da parte aérea de mudas de maracujazeiro no período entre 30 e 60 dias após início da irrigação com diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.

A TCA e TCR da MST da espécie *P. cincinnata* comportou-se de maneira linear decrescente em função do aumento da salinidade, com maior taxa de 0,19 g dia⁻¹ na CEa 0,3 dS m⁻¹, este expressou 63,16% de redução na TCA no maior nível salino e TCR valor máximo de 0,049 g g⁻¹ dia⁻¹ para o menor nível de CEa 0,3 dS m⁻¹, com decréscimo de 46,93% quando aplicou-se água de irrigação com

maior CEa (4,7 dS m⁻¹). Essa resposta pode ser justificada através do estresse osmótico, que tem efeito imediato sobre o crescimento das plantas e maior influência sobre as taxas de crescimento do que o estresse iônico. Observa-se ainda que não foram verificados ajustes matemáticos para a TCA da MST das espécies *P. gibertii* e *P. edulis*, constatando-se os valores médios de 0,2197 e 0,2556 g dia⁻¹ (Figura 11A).

Já para TCR da MST do *P. edulis* teve resposta linear crescente com o aumento dos níveis de CEa, com o valor de 0,054 g g⁻¹ dia⁻¹ para o maior nível de CEa (4,7 dS m⁻¹), ou seja, um acréscimo de 25,92% em relação ao controle. No entanto, para o *P. gibertii* não foi observado ajuste matemático, sendo verificado o valor médio de 0,0499 g g⁻¹ dia⁻¹ (Figura 11B).

As diferentes respostas observadas no crescimento relativo da MST das espécies de maracujazeiro, sejam a partir do menor nível de salinidade estudada em equações lineares ou equações quadráticas, foram decorrentes da redução no potencial de crescimento de cada espécie sob níveis de salinidade. Casierra-Posada *et al.* (2011) constataram que o crescimento de mudas de maracujá banana (*Passiflora tripartitavar. Mollissima*) sob níveis crescentes de salinidade, além de reduzir a altura e massa seca das plantas também alterou a massa seca em diferentes órgãos da planta, como um mecanismo adaptativo à salinidade. Nyagah e Musyimi (2009) constataram na germinação do *P. edulis* uma relação direta entre a concentração de sal e redução no crescimento da plúmula e radícula.

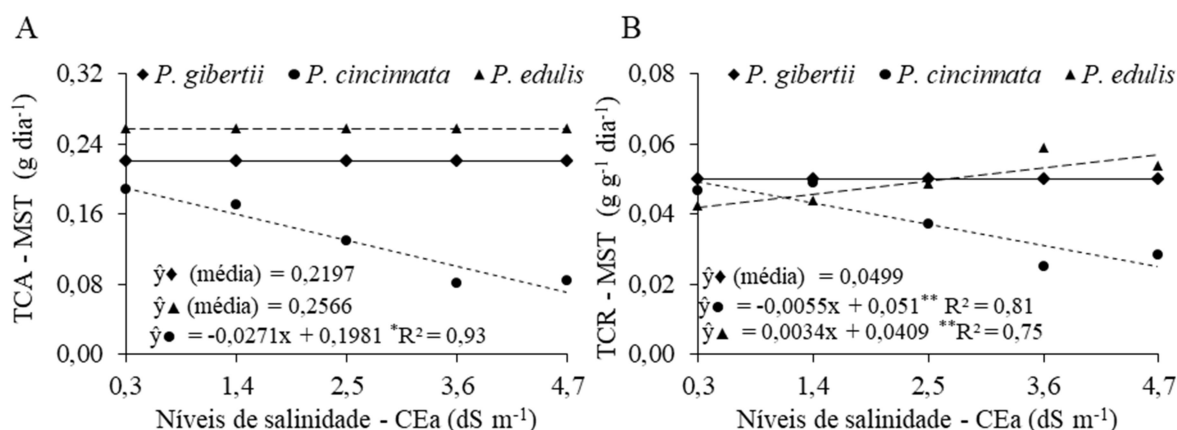


Figura 11. (A) Taxa de crescimento absoluto - TCA e (B) Taxa de crescimento relativo - TCR da massa seca total de mudas de maracujazeiro no período entre 30 e 60 dias após início da irrigação com diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.

Para TCA da razão MSR/MSPA, as três espécies tiveram comportamentos diferenciados o *P. gibertii* respondeu de forma quadrática crescente com o incremento dos níveis de salinidade de água, o *P. edulis* não apresentou ajuste matemático constatando-se valores médios de 0,71, e o *P. cincinnata* teve crescimento até a CEa de 1,87 dS m⁻¹ com posterior redução da TCA (Figura 12A). Sugere-se que

o *P. cincinnata* usa mecanismos fisiológicos em situações de estresse para retardar o desenvolvimento do sistema radicular e parte aérea, acumulando assim os fotoassimilados no caule para posteriormente usá-los em condições favoráveis, já que esta é uma espécie nativa de regiões semiáridas. Plantas tolerantes a salinidade apresentam a capacidade de acumular quantidades elevadas de sais em seus tecidos, extraído do solo e sendo também utilizada na fitorremediação desses solos (SANTOS *et al.*, 2011).

Para o *P. cincinnata*, pode-se inferir que esta espécie possui mecanismo de adaptação ao estresse salino, acumulando suas reservas no caule e reduzindo o crescimento em raiz e parte aérea. Segundo Willadino e Camara (2004) um dos efeitos ao estresse salino é a redução do acúmulo de fitomassa, o que reflete também no custo metabólico de energia associado às adaptações ao estresse salino, incluindo também a síntese de solutos orgânicos para proteção de macromoléculas e osmorregulação, a regulação do transporte e distribuição iônica em vários órgãos e dentro das células e a manutenção da integridade das membranas celulares. Outros danos mais encontrados na literatura também tem sido a redução da AFT (NASCIMENTO *et al.*, 2011), o adiamento no desenvolvimento de gemas apicais e a redução do NF.

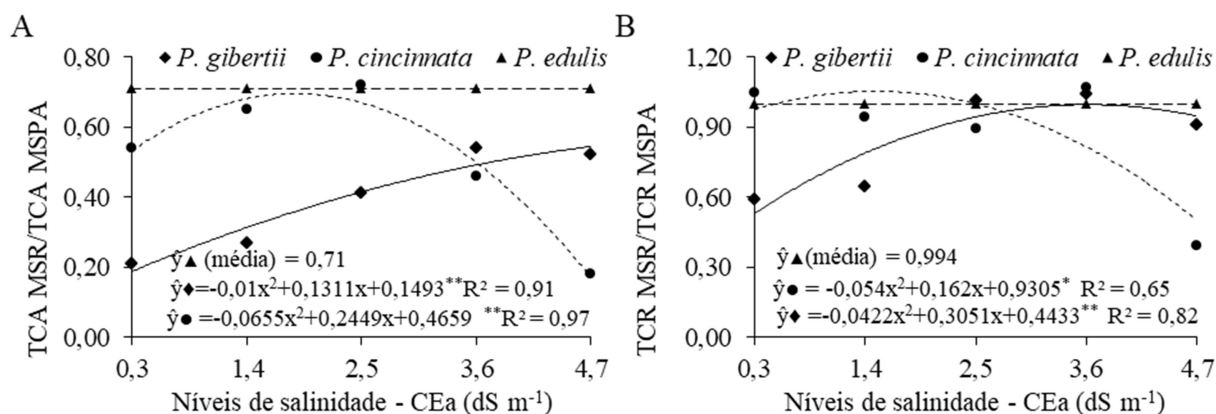


Figura 12. (A) Razão de taxa de crescimento absoluto da massa seca da raiz por massa seca da parte aérea – TCA MSR/TCA MSPA e (B) Razão de taxa de crescimento relativo da massa seca da raiz por massa seca da parte aérea – TCR MSR/TCA MSPA de mudas de maracujazeiro no período entre 30 e 60 dias após início da irrigação com diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.

Para a razão a TCR da MSR/MSPA os resultados indicaram que a espécie *P. gibertii* obteve máximo incremento ($0,99 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) na CEa $3,63 \text{ dS m}^{-1}$. Para o *P. edulis* não houve ajuste significativo observando o valor médio de $0,994 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ e para o *P. cincinnata* observou-se maior ganho ($1,05 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) na CEa de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 12B), o que vem a confirmar mais uma vez que esta espécie reduz seu crescimento em MSR e MSPA quando é submetida à níveis elevados de salinidade.

Em análise geral dos dados, percebe-se, em todas as variáveis de TCA estudadas, exceto o DC, no período estudado (30 à 60 dias), que as espécies *P. edulis* e *P. gibertii* tiveram maior crescimento com CEa variando de 2,14 à 2,4 e 1,87 à 3,87 dS m⁻¹ respectivamente, enquanto no *P. cincinnata* houve crescimento em DC e razão MSR/MSPA com CEa de 2,10 e 1,87 dS m⁻¹, respectivamente, indicando que estas espécies possuem potencial de crescimento sob estresse salino (ajustamento osmótico). Para a TCR, percebe-se que as espécies *P. edulis* e *P. gibertii* tiveram comportamento semelhante ao da TCA, com maior crescimento das variáveis em CEa variando de 2,37 à 4,7 e 2,6 à 3,12 dS m⁻¹ respectivamente, entretanto, o *P. cincinnata* apresentou crescimento apenas em DC e razão MSR/MSPA com CEa de 2,32 e 1,5 dS m⁻¹, respectivamente. Ribeiro et al. (2016) constataram que na fase de emergência o *P. edulis* tolera CEa de até 1,5 dS m⁻¹, enquanto o *P. cincinnata*, demonstra impactos negativos crescentes no crescimento de massa seca quando submetida à salinidade.

Quanto ao ITS nos primeiros 60 dias após o transplântio não foi verificada influência significativa dos níveis de salinidade sobre a tolerância do *P. gibertii* e *P. edulis* que atingiram valores de 99,5 e 95,3%, respectivamente. Porém, a tolerância do *P. cincinnata* foi reduzida a partir do nível de 1,57 dS m⁻¹ na ordem de 9,8% para cada aumento unitário da salinidade da água de irrigação, atingindo o índice de 69,32% na CEa de 4,7 dS m⁻¹ (Figura 13).

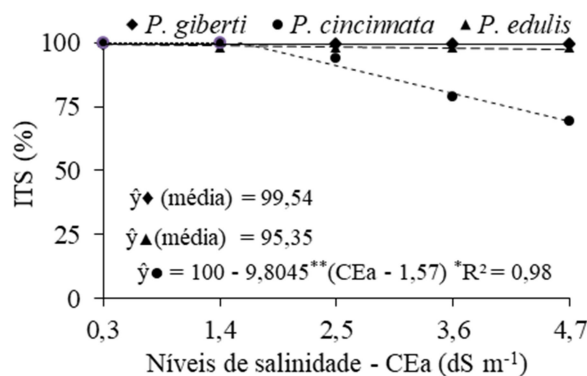


Figura 12. Índice de tolerância a salinidade (ITS) aos 60 dias após início das irrigações com diferentes níveis de salinidade da água de irrigação em mudas de maracujazeiro.

** significativo a 1 % ($p < 0,01$) de probabilidade.

Segundo Almodares *et al.* (2007) algumas plantas são sensíveis à salinidade na fase inicial, pois o mecanismo da tolerância a salinidade ainda não está totalmente desenvolvido, fato verificado nas plantas de *P. edulis* que ao avançar na fase juvenil aumentou sua tolerância ao estresse salino. Quanto ao *P. cincinnata* o acúmulo de sais no substrato em função dos contínuos eventos de irrigação atingiu a salinidade limiar da cultura demonstrando maior sensibilidade em relação às demais espécies estudadas. Entretanto, o ITS de 69,32% verificado no *P. cincinnata* indica, segundo Fageria *et al.* (2010), moderada tolerância a salinidade, mesmo sob o nível de 4,7 dS m⁻¹.

2.4. CONCLUSÕES

A salinidade da água de irrigação inibe a formação de mudas avaliadas pelo crescimento em altura, diâmetro do caule, massa seca das partes aérea, raiz e total das espécies estudadas de *Passiflora*.

A interação entre CEa e as espécies de *Passiflora* interferiu significativamente nas avaliações da altura, massa seca da raízes, parte aérea e total e índice de qualidade de Dickson.

Dentre as espécies, *P. edulis* superou as demais em área foliar, matéria seca parte aérea, de raiz e total e índice de qualidade de Dickson.

As taxas de crescimento absoluto e relativo da altura da planta, do diâmetro do caule e da acumulação de matéria seca em diferentes partes das plantas de maracujá são afetadas pela salinidade da água de irrigação, sendo o diâmetro do caule a variável mais sensível ao aumento da salinidade da água.

O índice de tolerância à salinidade, baseado na produção total de matéria seca, indica que *P. cincinnata* é moderadamente tolerante à salinidade com redução de 9,8% para cada aumento unitário da CEa, enquanto que as espécies *P. gibertii* e *P. edulis* são consideradas tolerantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMED, B. A. E.; MORITANI, I. S. Effect of saline water irrigation and manure application on the available water. **Agricultural Water Management**, v.97, n.1, p.165-170, 2010.
- ALMEIDA, J. P. N.; BARROS, G. L.; SILVA, G. B. P.; PROCÓPIO, I. J. S.; MENDONÇA, V. Substratos alternativos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo em bandeja. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.1, p. 188-195, 2011.
- ALMODARES, A.; HADI, M. R.; DOSTI, B. Effects of salt stress on germination percentage and seedling growth in sweet sorghum cultivars. **Journal of Biological Sciences**, v.7, n.8, p. 1492-1495, 2007.
- ANDRADE, J. R.; MEDEIROS, A. S.; MAIA JÚNIOR, S. O.; REZENDE, L. P.; ARAÚJO NETO, J. C. Germination and morphophysiology of passion fruit seedlings under salt water irrigation, **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n.3, p. 229-236, 2018.
- ARAÚJO, W.L.; SOUSA, J. R. M.; SOUSA JUNIOR, J. R.; SILVA, S. S.; ALEIXO, D. L.; PEREIRA, E. B. Produção de mudas de maracujazeiro-amarelo irrigadas com água salina. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido - ACSA**, v.9, n.4, p.15-19, 2013.
- ARIEL MONTAÑA, L.; FISCHER, G.; MAGNITSKIY, S.; ZULUAGA, G.; COLOMBIANA, A. Effect of NaCl salinity on seed germination and seedling emergence of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). **Agronomia Colombiana**, v.32, n.1, p. 188-195, 2014.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: Funep, 2003, 41p.
- BERNSTEIN, L. Crop growth and salinity. In: SCHILFGAARD, J. van (ed.). **Drainage for agriculture**. Madison: American Society of Agronomy, 1974. cap. 3, p. 39-54. (Agronomy, 17)
- BEZERRA, M. A. F.; PEREIRA, W. E.; BEZERRA, F. T. C.; CAVALCANTE, L. F.; MEDEIROS, S. A. S. Água salina e nitrogênio na emergência e biomassa de mudas de maracujazeiro amarelo, **Agropecuária Técnica**, Areia, v.35, n.1, p.150-160, 2014.
- BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; MELO, A. S.; CARDOSO, J. A. F.; SOARES FILHO, W. S. Sensibilidade de variedades e híbridos de citrange à salinidade na formação de porta-enxertos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, n.4, p. 343-353, 2008.
- BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; MELO, A. S.; SOARES FILHO, W. S.; SANTOS, R. T. Sensibilidade à salinidade de híbridos trifoliados e outros porta-enxertos de citros. **Revista Caatinga**, v.27, n.1, p.17-27, 2014.

- CASIERRA-POSADA, F. C.; PEÑA-OLMOS, J. E.; TEJEDOR, E. Growth of banana passion fruit seedlings (*Passiflora tripartite* var. Mollissima (kunth) l. H. Bailey) under saline stress. **Revista Actualidad e Divulgación Científica - U.D.C.A**, v.14, n.1, p.31-38. 2011.
- CASIERRA-POSADA, F.; PEÑA-OLMOS, J. E.; VAUGHAN, G. Photochemical efficiency of photosystem II and growth in banana Passion fruit plants (*Passiflora tripartite* (Juss.) var. mollissima (Kunt) L.H. Bailey under salt stress, **Acta Agronómica**, v. 62, n.1, p. 21-26, 2013.
- CAVALCANTE, L. F. A água para agricultura: Irrigação com água de boa qualidade e água salina. In: CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, F. A.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, I. H. L.; SANTOS, P. D. **O maracujazeiro amarelo e a salinidade**, João Pessoa, 2012. p. 17-67.
- CAVICHIOLO, J. C.; CORRÊA, L. de S.; BOLIANI, A. C.; SANTOS, P. C. Desenvolvimento e produtividade do maracujazeiro-amarelo enxertado em três porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.558-566, 2011.
- CORREIA, K. G.; FERNANDES, P. F.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SANTOS, T. da S. Crescimento, produção e características de fluorescência da clorofila *a* em amendoim sob condições de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v.40, n.4, p. 514-521, 2009.
- DANTAS, L. L. G. R.; LEITE, G. A.; TOSTA, M. S.; GÓES, G. B.; FREIRE TOSTA, P. A.; MARACAJÁ, P. B. Esterco bovino no desenvolvimento inicial de maracujazeiro-amarelo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, n.4, p. 101-107, 2012.
- DIAS, N. S.; BLANCO, F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. F. S.; SOUSA NETO, O. N.; QUEIROZ, Í. S. R. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: Gheyi, H.R.; Dias, N.S.; Lacerda, C.F., Gomes Filho, E. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura irrigada: Estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal. 2016, 151-161.
- DICKSON, A.; LEAF A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v.36, n.1. p.10-13, 1960.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: **Manual de métodos de análise de solo**. 2a ed. Rio de Janeiro, 2011, 212p.
- FAGERIA, N. K.; SOARES FILHO, W. S.; GHEYI, H. R. Melhoramento genético vegetal e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S. AND LACERDA, C. F. (eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. INCTSal, cap 13, 2010, p.205-216.
- FARIAS, S. G. G.; SANTOS, D. R.; FREIRE, A. L. O.; SILVA, R. B. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Steud) em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.5, p.1499-1515, 2009.

- FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; GHEYI, H. R.; SOARES FILHO, W. S.; MELO, A. S.; CARNEIRO, P. T. Crescimento de híbridos e variedades porta-enxerto de citros sob salinidade. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.33, n.2, p.259-267, 2011.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: Acomputer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- GOMES, C. D. L.; SÁ, J. M.; LEITÃO, E. T. C.; RODRIGUES, M. H. B. S.; SOUSA, V. F. O.; MELO, R. A. P.; NOBRE, R. G.; PAIVA, F. J. S.; SANTOS, A. S.; FARIAS, J. A.; BRILHANTE, C. L. Production of seedlings of yellow passion fruit plant in different substrates and saline levels, **Journal of Agricultural Science**, v.10, n.9, p. 244-251, 2018.
- GOMES, J. M.; COUTO, L; LEITE, HG; XAVIER, A; GARCIA S.L.R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, v.27, n.2, p.113-127, 2003.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola em 2015**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=4&z=t&o=11&u1=1&u2=27&u3=1&u4=27&u5=1&u6=1>>. Acesso em: 03 de julho de 2018.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia/BDMEP - Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa. 2015. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/mapas_mensal_sem.php>. Acesso em 03 de julho de 2017.
- LEITE, M. J. H.; GOMES, A. D. V.; SANTOS, R. V. Comportamento inicial do maracujazeiro em solos afetados por sais submetidos a tratamentos alternativos com o uso de co-produtos de mineradoras. **Irriga**, v.20, n.3, p.401-413, 2015.
- LEONARDO, M.; BROETTO, F.; BÔAS, R. L. V.; ALMEIDA, R. S.; MARHCESE, J. A. Produção de frutos de pimentão em diferentes condições salinas. **Irriga**, v.12, n.1, p.73-82, 2007.
- LIMA, A. A.; CALDAS, R. C.; SANTOS, V. S. Germinação e crescimento de espécies de maracujá. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.1, p.125-127, 2006.
- LIMA, G. S.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; LOURENÇO, G.; IVANILDO, S.; SILVA, S. Aspectos de crescimento e produção da mamoneira irrigada com águas salinas e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.6, p.615-622, 2014.
- MAHMOUD, A. A.; MOHAMED, H. F. Impact of biofertilizers application on improving wheat (*Triticum aestivum L.*) resistance to salinity. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v.4, n.5, p.520- 528, 2008.
- MESQUITA, F. O.; CAVALCANTE, L. F.; BATISTA, R. O.; MEDEIROS, R. F.; RODRIGUES, R. M.; SANTOS, W. O. Avaliação da taxa de crescimento absoluto de mamão Havaí sob o efeito salino e de biofertilizante. **Magistra**, v.26, n.4, p.447- 452, 2014.

- MESQUITA, F. O.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; REBEQUI, A. M.; LIMA NETO, A. J. NUNES, J. C. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo submetidas à salinidade em solo com biofertilizante bovino. **Asociacion Argentina Ciencia del Suelo**, v.30, n.1, p.31-41, 2012.
- MOURA, R. S.; GHEYI, H. R.; COELHO FILHO, M. A.; JESUS, O. N.; LIMA, L. K. S.; CRUZ, C. S. Formation of seedlings of species from the genus *Passiflora* under saline stress, **Bioscience Journal**, v.33, n.5, p.1197-1207. 2017.
- MOURA, R. S.; GHEYI, H. R.; COELHO FILHO, M. A.; JESUS, O. N.; SILVA SÁ, F. V.; LIMA, L. K. S. Tolerance of passion fruit species under salt stress. **International Journal Current Research**, v.8, n.9, p. 37689-37695, 2016.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, n.6, p.651-681, 2008.
- NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, P. D.; SILVA, S. A.; VIEIRA, M. S.; OLIVEIRA, A. P. Efeito da utilização de biofertilizante bovino na produção de mudas de pimentão irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 2, p. 258-264, 2011.
- NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; ANJOS SOARES, L. A.; SILVA, A. O. Crescimento, consumo e eficiência do uso da água pela mamoneira sob estresse salino e nitrogênio. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p. 148-158, 2014.
- NYAGAH, A. W.; MUSYIMI, D. M. Effects of sodium chloride solution stress on germination and growth of passion fruits seedlings. **Journal of Agricultural and Biological Science**, v.4, n.5, p.49-53, 2009.
- OLIVEIRA, E. J.; SOARES, T. L.; BARBOSA, C. J., SANTOS-FILHO, H. P.; JESUS, O. N. Severidade de doenças em maracujazeiro para identificação de fontes de resistência em condições de campo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.2, p.485-492, 2013.
- OLIVEIRA, F. A.; LOPES, M. A. C.; SÁ, F. V. S.; NOBRE, R. G.; MOREIRA, R. C. L., SILVA, L. A.; PAIVA, E. P. Interação salinidade da água de irrigação e substratos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. **Comunicata Scientiae**, v.6, n.4, p.471-478, 2015.
- PARANYCHIANAKIS, N. V.; CHARTZOULAKIS, K. S. Irrigation of mediterranean crops with saline water: from physiology to management practices. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.106, n.1, p.171-187, 2005.
- RIBEIRO, A. A.; MOREIRA, F. J. C.; SEABRA FILHO, M.; MENEZES, A. S. Emergência do maracujazeiro-amarelo sob estresse salino em diferentes substratos. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v.10, n.1, p.27-36, 2016.

- SÁ, F. V. S.; BRITO, M. E. B.; MELO, A. S.; ANTÔNIO NETO, P.; FERNANDES, P. D.; FERREIRA, I. B. Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.10, p.1047–1054, 2013.
- SÁ, J. M.; LEITÃO, E. T. C.; GOMES, C. D. L.; RODRIGUES, M. H. B. S.; SOUSA, V. F. O.; SANTOS, G. L.; MELO, R. A. P.; MENDONÇA JÚNIOR, A. F.; LACERDA, J. S. P. SANTOS, A. 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. 357-363, 2018.
- SANTOS, K. C. F.; SILVA, M. S. L.; SILVA, L. E.; MIRANDA, M. A.; FREIRE, M. B. G. S. Atividade biológica em solo salino sódico saturado por água sob cultivo de *Atriplex nummularia*. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.3, p.619-627, 2011.
- SOUSA, G. B.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; CAVALCANTE, M. Z. B.; NASCIMENTO, J. A. Salinidade do substrato contendo biofertilizante para formação de mudas de maracujazeiro irrigado com água salina. **Revista Caatinga**, v.21, n.2, p.172-180, 2008.
- SOUSA, L. B.; HEITOR, L. C.; SANTOS, P. C.; FREITAS, J. A. A.; FREITAS, M. S. M.; FREITAS, S. J.; CARVALHO, A. J. C. Crescimento, composição mineral e fenóis totais de espécies de *Passiflora* em função de fontes nitrogenadas. **Bragantia**, v.72, n.3, p.247-254, 2013.
- SOUZA, J. T. A.; CAVALCANTE, L. F.; NUNES, J. C.; BEZERRA, F. T. C.; NUNES, J. A. S.; SILVA, A. R.; ORESKA, 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, R. P.; MACHADO, E. C.; SILVEIRA, J. A. G.; RIBEIRO, R. V. Fotossíntese e acúmulo de solutos em feijoeiro caupi submetido à salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.6, p.587-592, 2011.
- TECHNES AGRÍCOLA. Disponível em Acesso < <http://www.technes.com.br/vivatto.html> > em 20 nov. 2018.
- WAGNER JÚNIOR, A.; NEGREIROS, J. R. S.; ALEXANDRE, R. S.; PIMENTEL, L. D.; BRUCKNER, C. H. Efeito do pH da água de embebição e do trincamento das sementes de maracujazeiro amarelo na germinação e desenvolvimento inicial. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.4, p.1014-1019, 2007.
- WANI, A. S.; AHMAD, A.; HAYAT, S.; TAHIR, I. Epibrassinolide and proline alleviate the photosynthetic and yield inhibition under salt stress by acting on antioxidant system in mustard. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.135, n.1, p. 385-394, 2019.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Origen y naturaleza de los ambientes salinos. In: Reigosa, M. J.; Pedrol, N.; Sánchez, A. (ed.). **La ecofisiología vegetal** – Una ciencia de síntesis. Madrid: Thompson, p.303-330, 2004.

CAPÍTULO 3

PRODUÇÃO DE MUDAS DE *PASSIFLORA EDULIS* SIMS. POR ESTACAS, ENXERTIA E SEMENTES SOB ESTRESSE SALINO

(Cópia do trabalho enviado para à revista Pesquisa Agropecuária Brasileira - PAB)

Regiana dos Santos Moura⁽¹⁾, Hans Raj Gheyi⁽²⁾, Mauricio Antônio Coelho Filho⁽³⁾, Elisson de Araujo Dias⁽⁴⁾, Luana Laís de Almeida dos Santos⁽⁵⁾ and Filipe da Silva Ramos⁽⁶⁾

^{1,2}Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

³Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

^{3,4,5,6}Graduação em Engenharia Agrônômica da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

RESUMO: A salinidade da água de irrigação afeta o crescimento e o desenvolvimento da maioria das culturas nas regiões áridas e semiáridas, a prática da propagação vegetativa em maracujazeiro tem atenuado os efeitos deletérios do estresse salino. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da salinidade da água de irrigação no desenvolvimento inicial de mudas de *P. edulis* Sims. propagadas por sementes, enxertia e estacas. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 3, correspondentes aos 5 níveis de condutividade elétrica da água de irrigação CEa (0,3 - controle; 1,8; 3,3; 4,8 e 6,3 dS m⁻¹) e três métodos de propagação (sementes, enxertia e estacas) com quatro repetições tendo uma planta por parcela. O estudo foi realizado em casa de vegetação na Embrapa Mandioca e Fruticultura localizada no município de Cruz das Almas, BA. Aos 50 dias após início das irrigações com águas salinas, foram avaliados a altura de plantas (AP), número de folhas (NF), diâmetro de caule (DC), clorofila total (CT), condutância estomática (gs), consumo hídrico total (CHT), biomassa seca da raiz (MSR), da parte aérea (MSPA), total (MST), comprimento (CR) e volume de raiz (VR). O estresse salino inibiu a AP das plantas, gs, MST e VR do *P. edulis*, independentemente do método de propagação. O método de propagação por enxertia foi menos afetado pelo estresse salino seguido do método de propagação por estacas. A interação entre os fatores propagação versus salinidade afetou o NF, CHT, MSR, MSPA e razão MSR/MSPA, com maior intensidade para as mudas propagadas por estacas e sementes. Mudas propagadas por enxertia apresentaram melhor desenvolvimento, com maiores valores de AP, DC, CT, CHT, MSR, MSPA e MST, CR e VR.

Palavras Chave: *Passiflora spp.*, propagação vegetativa, salinidade.

PRODUCTION OF YELLOW PASSION FRUIT SEEDLINGS BY CUTTING, GRAFTING AND SEEDS UNDER SALINE STRESS

ABSTRACT: The salinity of irrigation water affects the growth and development of most crops in the arid and semi-arid regions, the practice of vegetative propagation in passion fruit has attenuated the deleterious effects of saline stress. The objective of this study was to evaluate the effect of irrigation water salinity on the initial development of *P. edulis* Sims seedlings propagated by seeds, grafting and cuttings. Treatments were distributed in a completely randomized design, in a 5 x 3 factorial arrangement, corresponding to the 5 levels of electrical conductivity of irrigation water (0.3 - control, 1.8, 3.3, 4.8, and 6.3 dS m⁻¹) and 3 propagation methods (seeds, grafting and cuttings), with four replicates and one plant per plot. The study was carried out in a protected environment at the Federal University of Recôncavo of Bahia. Fifty days after the imposition of treatments with saline water, plant height (PH), number of leaves (NL), stem diameter (SD), total chlorophyll (TC), stomatal conductance (gs), total water consumption (TWC), root dry matter (RDM), shoot dry matter (SDM), total dry matter (TDM), root length (RL) and root volume (RV) were evaluated. Salt stress inhibited PH, gs, TDM and RV of *P. edulis* independently of propagation method. Seedlings propagated by grafting were less affected by saline stress followed by cuttings propagation method. The interaction between the propagation methods versus salinity affected the NL, TWC, RDM, SDM and ratio RDM/SDM, with higher intensity for seedlings propagated by cuttings and seeds. Seedlings propagated by grafting showed better development, with higher values of PH, SD, TC, TWC, RDM, SDM, TDM, RL and RV.

Key words: *Passiflora spp.*, vegetative propagation, salinity.

3.1. INTRODUÇÃO

O maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims) é uma frutífera tropical, com produção significativa no Brasil. Em 2016 foram produzidos 703.498 mil toneladas (IBGE, 2018). Essa cultura pode ser propagada via sexuada por sementes e assexuadamente por estaquia e enxertia. A propagação vegetativa é realizada, principalmente através do método de estaquia, que possui maior viabilidade para o estabelecimento de plantios clonais, pois permite a multiplicação de genótipos selecionados, em curto período e a baixo custo, sobretudo considerando que a vida útil dessa cultura se reduziu nos últimos anos em decorrência dos problemas bióticos e abióticos (NOGUEIRA FILHO *et al.*, 2010; SOUZA e GENTIL, 2013; MORGADO *et al.*, 2015).

No Brasil, a região Nordeste é responsável pela maior produção de maracujazeiro, em que o manejo da cultura depende da irrigação, muitas vezes, efetuada com água de baixa qualidade (alto teor de sais). No geral, o uso de água salina na irrigação pode alterar a fisiologia e comprometer o crescimento e o desenvolvimento das plantas, conseqüentemente, resultar em frutos de baixa qualidade (CAVALCANTE *et al.*, 2011; FREIRE *et al.*, 2014; WANI *et al.*, 2019).

O estresse salino é um dos fatores que mais limita o crescimento, desenvolvimento e a produtividade das culturas nas regiões áridas e semiáridas. Neste sentido, o uso de águas de alta salinidade vem sendo avaliado como uma alternativa para a produção agrícola em geral, principalmente nas regiões onde é comum a ocorrência de fontes de água com concentração elevada de sais, a exemplo do sódio (NEVES *et al.*, 2009; JIANG *et al.*, 2012; WANI *et al.*, 2019). Contudo, o manejo inadequado e a água de baixa qualidade associados à alta demanda evapotranspirativa das plantas contribuem para o incremento da salinidade do solo refletindo diretamente na produtividade (LIMA *et al.*, 2014). A exemplo dos relatos de reflexos negativos decorrentes da irrigação em maracujazeiro com águas de diferentes níveis de salinidade no consumo hídrico (FREIRE *et al.*, 2011 e MOURA *et al.*, 2017) e atributos qualitativos externos e internos dos frutos (FREIRE *et al.*, 2010).

Algumas pesquisas têm contribuído com informações sobre os efeitos da salinidade no maracujazeiro amarelo (FREIRE *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2015; BEZERRA *et al.*, 2016; MOURA *et al.*, 2016; MOURA *et al.*, 2017; NASCIMENTO *et al.*, 2017; ANDRADE *et al.*, 2018; GOMES *et al.*, 2018; SÁ *et al.*, 2018). Todavia, esses estudos têm avaliado apenas as respostas morfológicas e fisiológicas das mudas propagadas por sementes e irrigadas com água de diferentes salinidades. Portanto há necessidade de pesquisas sobre o comportamento de plantas de maracujazeiro obtidas a partir da propagação assexuada (enxertia e estacas) quando submetida à salinidade e as alterações provocadas por esse estresse abiótico.

Assim, objetivou-se avaliar o efeito da salinidade da água de irrigação no desenvolvimento inicial de mudas de *P. edulis* Sims. propagadas por estacas, enxertia e sementes.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação com temperatura média ajustada para 28 ± 2 °C e umidade relativa de $60 \pm 5\%$ na Embrapa Mandioca e Fruticultura localizada no município de Cruz das Almas, BA (Latitude de $12^{\circ}48'19''S$, Longitude de $39^{\circ}06'23''W$ e altitude de 225 m), no período de abril a junho de 2016. O clima local é tropical quente úmido, tipo Aw a Am, conforme classificação de Köppen e Embrapa (2016), com médias anuais de precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa de 1.224 mm, $24,5$ °C e 80%, respectivamente. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5×3 (5 níveis de salinidade da água (CEa) de irrigação: 0,3 - testemunha; 1,8; 3,3; 4,8; e $6,3 \text{ dS m}^{-1}$) e três tipos de propagação (sementes, enxertia e estacas), com quatro repetições, sendo cada planta considerada como uma parcela experimental.

As águas de diferentes salinidades foram preparadas mediante dissolução de NaCl na água de abastecimento local, sendo a quantidade calculada usando a fórmula descrita por Richards (1954): $\text{mg L}^{-1}(\text{NaCl}) = 640 \times (\text{CE desejada} - \text{CE atual})$.

O substrato (mistura de solo e esterco bovino curtido, na proporção de 10:1 base massa), foi acondicionado em recipientes confeccionados de garrafa PET, com capacidade de 2 dm^3 , retirando-se a parte inferior (fundo) e colocadas em estrutura metálica de forma invertida com o orifício voltado para baixo exercendo função de dreno. Os recipientes foram preenchidos até 3 cm com cascalho na parte inferior e depois com o substrato. O solo utilizado foi coletado no horizonte 0 - 100 cm de profundidade, classificado como LATOSSOLO AMARELO, de textura franco argilosa (Embrapa 2006). O substrato (solo + adubo + esterco bovino) apresentou os seguintes resultados na análise de fertilidade: pH = 7,0; P = $139,00 \text{ mg dm}^{-3}$; K^+ ; Ca^{2+} ; Mg^{2+} e Na^+ com 3,08; 1,65; 0,87 e 0,87 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ respectivamente, e matéria orgânica = $7,00 \text{ g kg}^{-1}$ determinada conforme metodologias recomendadas pela Embrapa (2011).

No estudo utilizou-se a espécie *P. edulis* Sims. (BRS Gigante Amarelo) nos três tipos de propagação. Inicialmente, retirou-se estacas de plantas adultas (10 meses) de *P. edulis* Sims. (15 cm de comprimento com duas gemas apicais), essas foram colocadas para enraizar em bandejas de polietileno contendo substrato comercial Vivato® composto de casca de pinus bioestabilizada, vermiculita, moinha de carvão vegetal, água e espuma fenólica (TECHNES AGRÍCOLA, 2018), permanecendo por 65 dias até o transplântio. Para mudas enxertadas e por sementes realizou-se duas sementeiras de *P. edulis* Sims. (BRS Gigante Amarelo), a primeira destinada para composição do porta-enxerto e 35

dias após realizou-se segunda sementeira para uso como copa das mudas enxertadas e mudas por sementes.

A enxertia foi realizada pelo método hipocotiledonar por garfagem do tipo topo em fenda cheia. Após 20 dias da realização da enxertia foram selecionadas plântulas com estatura e vigor semelhantes nos três métodos de propagação para o transplântio nos recipientes de garrafa PET. Do período de sementeira até 10 dias após o transplântio (DAP), as mudas foram irrigadas com água do abastecimento local ($CEa = 0,3 \text{ dS m}^{-1}$), após esse período iniciaram-se irrigações com águas contendo as concentrações salinas conforme tratamentos, (as plantas foram avaliadas aos 60 DAT com 50 dias sob estresse salino). As irrigações foram realizadas em dias alternados no período da manhã entre o horário de 6:00 às 7:00 horas, sendo o volume de água aplicado calculado conforme a seguinte fórmula: $VI = (VA - VD) / 0,9$ em que: VI - o volume da água a ser aplicado na irrigação (ml); VA - o volume de água aplicado na irrigação anterior e VD - o volume de água drenado na irrigação anterior. O valor “0,9” corresponde ao fator que fixa em 10% a fração de lixiviação visando evitar acumulação excessiva de sais no substrato. O controle da drenagem foi realizado a cada irrigação, sendo acoplado um recipiente coletor na base de cada vaso. Antes de iniciar cada irrigação a CEa era aferida com condutivímetro portátil. Durante a execução do estudo foram realizadas duas fertirrigações, com 20 e 40 DAT com FORTH solúveis® (Nitrogênio 19%; Fósforo 19%; Cloreto de potássio 19%; Boro 0,02%; Magnésio 0,6%), sendo aplicado por evento $400 \text{ ml planta}^{-1}$ da solução contendo 4 g L^{-1} .

Aos 50 dias após início das irrigações com solução de NaCl contendo diferentes concentrações de sais, as mudas de maracujazeiro foram avaliadas quanto ao crescimento e desenvolvimento por meio da altura de plantas (AP), mensuradas a partir da distância do colo até a inserção do meristema apical; número de folhas (NF), diâmetro de caule (DC), estimado a 3 cm da região de enxertia e para estacas e sementes a 5 cm do solo, com auxílio de um paquímetro digital; clorofila total (CT), mensurada com clorofilômetro digital; condutância estomática (gs) por meio de um porômetro digital (SC1 Decagon Divices); massa seca da raiz (MSR), parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) após secagem do material colhido em estufa com circulação de ar à temperatura de $65 \text{ }^{\circ}\text{C}$, razão MSR/MSPA; comprimento do sistema radicular (CR) e volume radicular (VR), obtido pelo deslocamento de água em proveta graduada.

Os dados obtidos foram avaliados por meio de análise de variância com teste F, comparando-se as médias pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Para o fator salinidade da água de irrigação, realizou-se análise de regressão polinomial utilizando o pacote “Agricolae” implementado no programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2016).

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As irrigações com os diferentes níveis de salinidades influenciaram a AP ($p \leq 0,01$), gs ($p \leq 0,05$) e o CHT ($p \leq 0,01$) (Tabela 1). Em relação aos métodos de propagação houve efeito sobre as variáveis AP, DC, CT, CHT ($p \leq 0,01$) e gs ($p \leq 0,05$). Houve interação entre os níveis de salinidade e os métodos de propagação apenas para o NF ($p \leq 0,01$) e CHT ($p \leq 0,01$).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para altura (AP), número de folhas (NF), diâmetro caulinar (DC), condutância estomática (gs), clorofila total (CT) e consumo hídrico total (CHT) em espécies de *Passiflora edulis* propagadas por sementes, estacas e enxertia, sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água, aos 60 dias após transplântio

FV	Quadrado médio					
	AP	NF	DC	gs	CT	CHT
Salinidade (S)	3562,07**	12,27 ^{ns}	0,76 ^{ns}	383,31*	84,28 ^{ns}	1,61**
Propagação (P)	32965,06**	2,95 ^{ns}	14,87**	408,30*	414,30**	7,08**
S x P	1580,04 ^{ns}	21,84**	0,16 ^{ns}	116,75 ^{ns}	89,77 ^{ns}	0,12**
CV (%)	14,90	8,93	2,41	18,46	11,61	7,75
Propagação (média)	cm		mm	mmol m ² s ⁻¹	μmol g ⁻¹	L planta ⁻¹
Estacas	76,20 b	12,60 a	3,82 c	33,40 a	22,17 b	2,32 b
Sementes	76,73 b	13,33 a	4,94 b	23,36 b	25,59 b	2,05 c
Enxertia	157,66 a	13,40 a	5,80 a	25,91 ab	32,49 a	3,19 a

FV = Fonte de variação, CV = Coeficiente de variação, ns = não significativo, * significativo ($p \leq 0,05$) e ** significativo ($p \leq 0,01$) pelo teste F da análise de variância. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não difere entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve redução na AP de *P. edulis* em 6,08% por acréscimo unitário da CEa (Figura 1 A). Resultados similares foram relatados por Cavalcante *et al.* (2009), Araújo *et al.* (2013), Moura *et al.* (2016) e Moura *et al.* (2017) os quais observaram que o crescimento das plantas de maracujazeiro amarelo foi afetado pelo aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação. A diminuição do desenvolvimento das culturas causado devido ao estresse salino ocorre, basicamente, de duas formas: a salinidade pode causar deficiência hídrica por diminuir o potencial da água no solo e pela absorção de íons tóxicos, como o Na⁺ (MUNNS e TESTER, 2008; PATADE *et al.*, 2011; JAMES *et al.*, 2012).

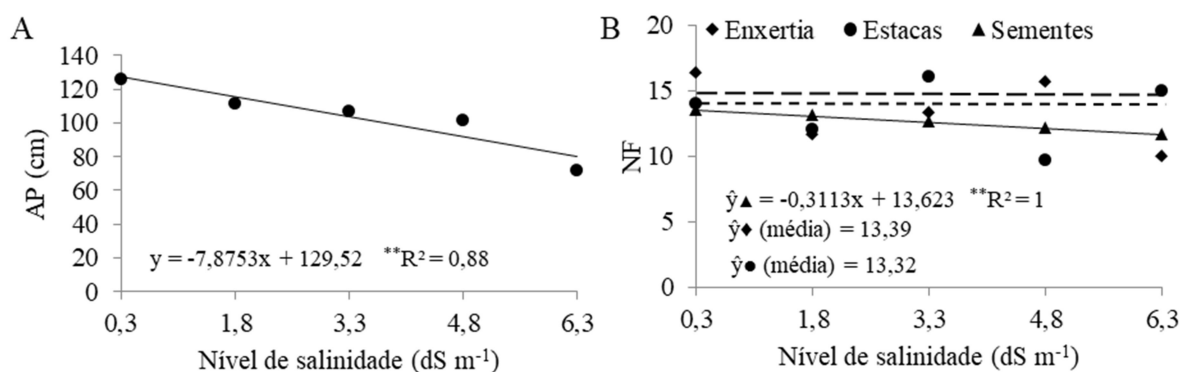


Figura 1. Influência da salinidade da água sobre as características biométricas do maracujazeiro amarelo: altura de planta - AP (A) e número de folha - NF, aos 60 dias após transplantio.

Para o método de propagação, as plantas produzidas por enxertia apresentaram AP aproximadamente duas vezes maior em comparação aos outros métodos de propagação (Tabela 1). Os resultados encontrados divergem dos encontrados por Morgado *et al.* (2015), pois segundo os autores, esses resultados demonstraram que a combinação *P. edulis/P.edulis* proporcionou altura inferior às plantas por sementes na segunda avaliação (45 dias após enxertia). Lima *et al.* (2017) ao comparar mudas enxertadas de *P. edulis/P.edulis* com mudas por sementes observaram maior AP quando propagadas por sementes. Isso indica que a prática da enxertia, em si, não influencia significativamente o crescimento e, conseqüentemente, na AP. Entretanto, a diferença entre os métodos de propagação no presente estudo já era esperada, devido a diferença de idade (30 dias) do porta-enxerto das mudas propagadas por enxertia e por sementes.

A salinidade da água de irrigação afetou o NF do maracujazeiro com maior intensidade nas plantas por sementes e não influenciou as plantas provenientes de enxertia e estacas (Tabela 1 e Figura 1B). Nascimento *et al.* (2017) também observaram influência significativa da salinidade (entre 0,43 e 4,50 dS m⁻¹) para o NF em *P. edulis* (sementes). Quanto ao método de propagação, o DC das mudas enxertadas foi superior aos outros dois métodos. Lima *et al.* (2017) também notaram DC a partir da auto-enxertia de *P. edulis* em comparação às mudas por sementes. O estresse salino provoca redução generalizada no crescimento das plantas cultivadas devido aos efeitos tóxicos do sódio, provocando sérios prejuízos ao seu desenvolvimento (CAVALCANTE *et al.*, 2010).

A salinidade também provocou decréscimo de 7,27% por aumento unitário da CEa na gs (Figura 2A). Freire *et al.* (2014) constataram redução da gs de *Passiflora edulis*, com decréscimo de 50%, entre o nível de salinidade mais alto (4,5 dS m⁻¹) e o tratamento controle (0,5 dS m⁻¹). A salinidade da água afeta a abertura estomática em resposta à redução do potencial osmótico no solo, pois sabe-se que o influxo de CO₂ ocorre através dos estômatos no processo fotossintético e efluxo de água, por meio da transpiração, sendo o movimento estomático o principal mecanismo de controle das

trocas gasosas nas plantas superiores (SILVA *et al.*, 2015). Assim, a baixa disponibilidade hídrica no solo, devido ao efeito osmótico pode causar fechamento estomático limitando a g_s e a transpiração, o que reduz, conseqüentemente, a taxa de fotossíntese (SILVA *et al.*, 2010).

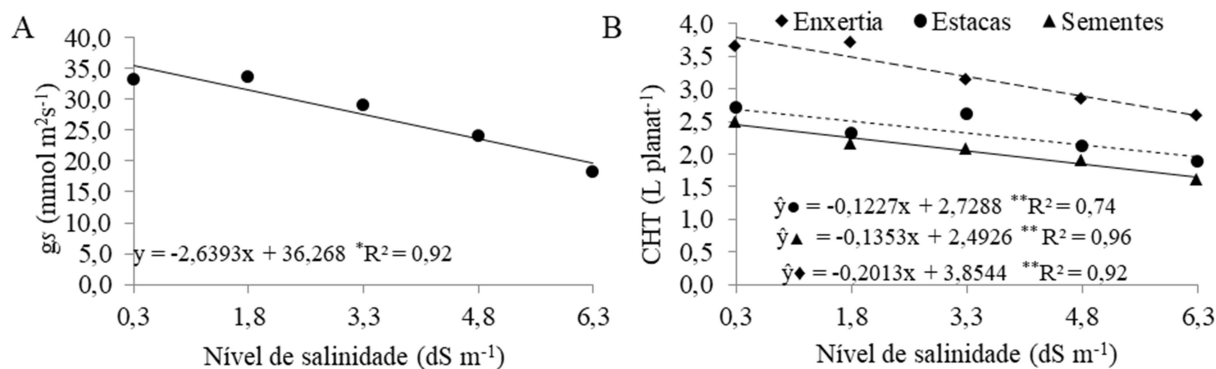


Figura 2. Influência da salinidade de água sobre as características fisiológicas do maracujazeiro amarelo: condutância estomática - g_s (A) e interação entre salinidade da água x método de propagação no consumo hídrico total – CHT (B), aos 60 dias após transplantio.

Quanto ao método de propagação do maracujazeiro, observou-se que as folhas das plantas provenientes da enxertia apresentaram em média, 25% a mais no teor de CT das folhas ($p \leq 0,01$) em relação aos outros dois métodos de propagação (Tabela 1). Dessa forma, pode-se inferir que as variações encontradas entre os métodos de propagação em relação a CT deve-se a absorção de nutrientes diferenciados proporcionado pelo sistema radicular de cada método de propagação, como pode ser verificado na tabela 2, em que o método por enxertia obteve maior comprimento e volume de raiz (CR e VR). Tecchio *et al.* (2011) e Mógor *et al.* (2013) observaram maior concentração de CT em videira e tomate, respectivamente, nos tratamentos que obtiveram maior acúmulo de nutrientes no tecido foliar.

Os três métodos de propagação (enxertia, sementes e estacas) proporcionaram reduções lineares de 4,49; 5,42 e 5,22% para o CHT por incremento unitário da CEa, respectivamente (Figura 2B). Freire *et al.* (2011) e Moura *et al.* (2017) observaram que o CHT das plântulas de maracujazeiro (sementes) foi afetado negativamente pelo incremento dos níveis de salinidade da água de irrigação. Altas concentrações de sais no substrato diminuí o potencial osmótico do meio, o qual é responsável pelo direcionamento da água, limitando assim a absorção da mesma pelas culturas (DIAS *et al.*, 2016). Essa redução do CHT pode ser comprovada no presente estudo pelos resultados refletidos na AP, NF e g_s , afetados pelo incremento da salinidade (Figura 1A, 1B e 2A).

A análise de variância apresentada na tabela 2 revelou que as águas de diferentes níveis de salinidades influenciaram a MSR e VR ($p \leq 0,05$), e a MSPA e MST ($p \leq 0,01$). Em relação aos métodos de propagação, houve resposta significativa para todas as variáveis avaliadas ($p \leq 0,01$ ou $p \leq 0,05$) pelo

teste F. Já para a interação entre os níveis de salinidade e os métodos de propagação, verificou-se efeito significativo ($p \leq 0,05$) apenas para MSR, MSPA e MSR/MSPA.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), razão: massa seca da raiz por parte aérea (MSR/MSPA), comprimento de raiz (CR) e volume de raiz (VR) em espécies de *Passiflora edulis* propagadas por sementes, estacas e enxertia, sob diferentes níveis de CEa, aos 60 dias após transplântio

FV	Quadrado médio					
	MSR	MSPA	MST	MSR/MSPA	CR	VR
Salinidade (S)	7,37*	26,26**	50,35**	0,03 ^{ns}	40,42 ^{ns}	207,63*
Propagação (P)	40,14**	275,18**	497,44**	0,18**	352,62*	786,02*
S x P	5,01*	10,33*	8,76 ^{ns}	0,05*	115,20 ^{ns}	79,55 ^{ns}
CV (%)	13,8	9,82	9,03	4,98	12,01	17,10
Propagação (média)	g	g	g	-	cm	cm ³
Estacas	1,75 b	8,31 b	10,06 b	0,21 b	31,26 b	14,66 b
Sementes	2,68 b	6,32 c	9,00 b	0,42 a	39,00 ab	20,06 b
Enxertia	4,93 a	14,53 a	19,46 a	0,36 a	40,20 a	29,00 a

FV = Fonte de variação, CV = Coeficiente de variação, ns = não significativo, * significativo ($p \leq 0,05$) e ** altamente significativo ($p \leq 0,01$) pelo teste F da análise de variância. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não difere entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Considerando a MSR (Figura 3A), observou-se resposta linear decrescente para mudas propagadas por estacas e sementes com redução da MSR em 10,33 e 8,09% com aumento unitário da salinidade da água de irrigação, respectivamente, enquanto a propagação por enxertia não foi afetada pela CEa, apresentando um valor médio de 4,93 g independente da CEa utilizada na irrigação. Houve efeito da CEa na MSPA (Figura 3B) apenas nas mudas propagadas por estacas e sementes, com redução de 5,29 e 5,85%, respectivamente, com incremento unitário da CEa. Comportamento semelhantes foram obtidos por Oliveira *et al.* (2015) e Moura *et al.* (2017) que também constataram redução da MSR e MSPA no maracujazeiro (sementes) em função do aumento de NaCl na água de irrigação.

No caso de propagação por enxertia não se verificou efeito da salinidade da água para a MSR, onde foi observado um valor médio de 14,53 g. Desempenho semelhante ao obtido para a MSR foi também verificado para MST que diminuiu com o CEa (Figura 4A), em média 5,90% com aumento unitário da CEa. Essa redução na MSPA das plantas pode ser explicada pelo fato de que o NaCl afeta negativamente a síntese e a translocação de nutrientes, bem como os hormônios das raízes para a parte aérea, o que resulta em perda da matéria seca (TÁVORA *et al.*, 2001). Resultados similares foram observados em outras espécies como em *P. tripartita* var. *Mollissima* (CASIERRA-POSADA *et al.*, 2013) e, *Talisia esculenta* (MELO FILHO *et al.* 2017) os quais constataram que obtiveram drásticas reduções no acúmulo de MST em função do aumento da salinidade.

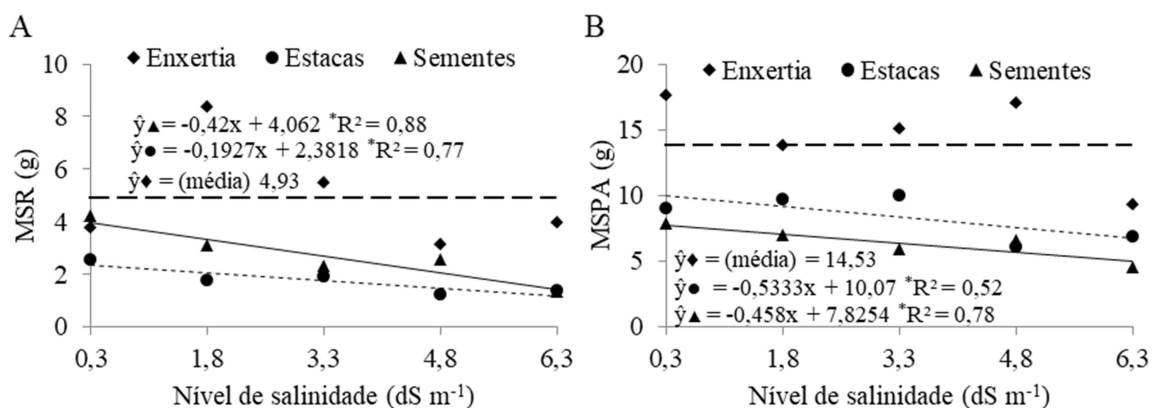


Figura 3. Influência da salinidade de água sobre a massa seca da raiz – MSR (A) e massa seca da parte aérea - MSPA (B) de mudas de maracujazeiro, aos 60 dias após transplantio.

O método de propagação por enxertia proporcionou mudas com MST superior às propagadas por estacas e sementes em 93,43 e 116,22%, respectivamente (Tabela 2), fato também observado nas variáveis de AP e DC (Tabela 1). Contraditoriamente, Andrade Junior *et al.* (2013) verificaram que as mudas de cafeeiro conilon (*Coffea canephora*), propagadas por estacas apresentaram maior MST em relação às mudas enxertadas. Já o incremento da CEa reduziu a MST em 5,90% por cada aumento unitário (Figura 4A) corroborando a MSR e MSPA (Figura 3).

Para a interação salinidade de água versus método de propagação da razão MSR/MSPA observou-se resposta linear decrescente para as mudas por sementes com decréscimo de 7,12% por aumento unitário da CEa (Figura 4B). Já essas mudas propagadas por enxertia e estacas não foram afetadas ($p \geq 0,05$) pela salinidade da água de irrigação, indicando que ambos os órgãos da planta foram afetados de maneira semelhante em diferentes níveis de salinidade de água. Observa-se que todos os métodos de propagação apresentaram razão MSR/MSPA inferior a 1,0, indicando que MSPA foi superior à MSR. Esse comportamento deve-se às altas concentrações de sódio nas águas interagindo negativamente na fisiologia das plantas e nas reações iônicas, osmóticas e nutricionais deletérias às plantas, prejudicando assim o crescimento e acúmulo de biomassa de raízes mais que a parte aérea (MUNNS e TESTER, 2008; SÁ *et al.*, 2013).

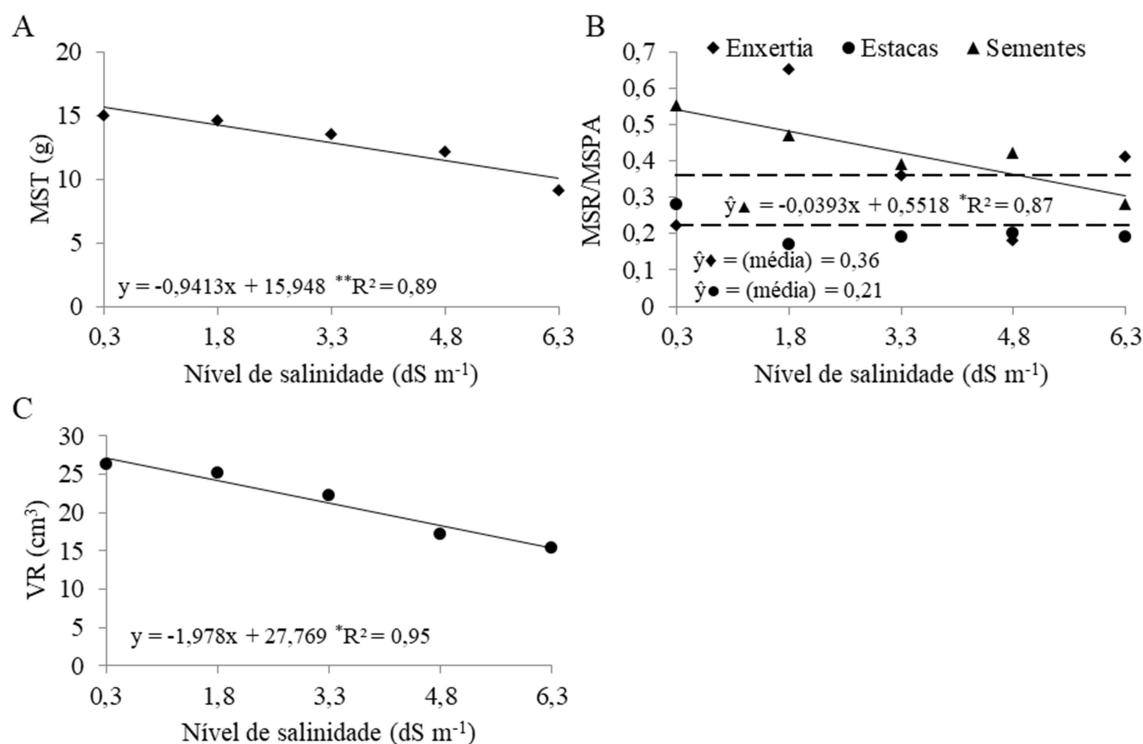


Figura 4. Influência da salinidade de água sobre a massa seca total MST - (A), razão maseca da raiz por massa seca da parte aérea MSR/MSPA - (B) e volume de raiz - VR (C) de mudas de maracujazeiro, aos 60 dias após transplantio.

Para as variáveis CR e VR, observou-se menor comprimento para mudas propagadas por estacas e sementes em relação às mudas enxertadas de *P. edulis* (Tabela 2). Santos *et al.* (2017) observaram em citros (Rangpur Santa Cruz), que plantas enxertadas com porta enxerto da mesma espécie obtiveram maior comprimento de raízes em comparação às plantas por sementes. Esse menor desenvolvimento das mudas provenientes de estacas pode estar relacionada ao fato de possuírem características de plantas adultas com menor vigor comparada às mudas por sementes e enxertadas, que possuem características juvenis. O VR apresentou um decréscimo linear, em média 7,12% por aumento unitário da CEa (Figura 4C). Em geral, os efeitos osmóticos e tóxicos proporcionados pela elevada concentração de sais, afetam os processos fisiológicos e, conseqüentemente, limitam a produção de mudas, inibindo o sistema radicular, número e o tamanho das folhas de plantas menos tolerantes à ação dos sais visto que é nessa fase inicial que as plantas são mais susceptíveis aos efeitos dos sais (SOUSA *et al.*, 2011).

3.4. CONCLUSÕES

O estresse salino inibiu a altura das plantas, condutância estomática, massa seca total e volume do sistema radicular do *P. edulis*, independentemente do método de propagação.

Os métodos de propagação foram influenciados pela salinidade, sendo as mudas propagadas por enxertia menos afetadas pelo estresse salino, seguido do método de propagação por estacas.

A interação entre propagação versus salinidade afetou o número de folhas, consumo hídrico total, massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e razão massa seca da raiz/parte aérea, com maior intensidade para as mudas propagadas por estacas e sementes.

Mudas propagadas por enxertia apresentaram melhor desenvolvimento, com maiores valores de altura da planta, diâmetro do caule, clorofila total, consumo hídrico total, matéria seca de raízes, parte aérea e total, comprimento e volume radicular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, J. R.; MEDEIROS, A. S.; MAIA JÚNIOR, S. O.; REZENDE, L. P.; ARAÚJO NETO, J. C. Germination and morphophysiology of passion fruit seedlings under salt water irrigation, **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n.3, p. 229-236, 2018.
- ANDRADE JÚNIOR, S.; ALEXANDRE, R. S.; SCHMILDT, E. R.; PARTELLI, F. L.; FERRÃO, M. A. G.; MAURI, A. L. Comparison between grafting and cutting as vegetative propagation methods for conilon coffee plants. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 35, n. 4, p. 461-469, 2013.
- ARAÚJO, A. C.; DANTAS, M. K. L.; PEREIRA, W. E.; ALOUFA, M. A. I. Utilização de substratos orgânicos na produção de mudas de mamoeiro Formosa. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v.8, n.1, p. 210-216, 2013.
- BEZERRA, J. D.; PEREIRA, W. E.; SILVA, J. M.; RAPOSO, R. W. C. Crescimento de dois genótipos de maracujazeiro-amarelo sob condições de salinidade. **Revista Ceres**, v. 63, n.4, p. 502-508, 2016.
- CASIERRA-POSADA, F.; PEÑA-OLMOS, J. E.; VAUGHAN, G. Photochemical efficiency of photosystem II and growth in banana Passion fruit plants (*Passiflora tripartite* (Juss.) var. mollissima (Kunt) L.H. Bailey under salt stress. **Acta Agronómica**, v. 62, n.1, p. 21-26, 2013.
- CAVALCANTE, L. F.; DIAS, T. J.; NASCIMENTO, R.; FREIRE, J. L. O. clorofila e carotenoides em maracujazeiro-amarelo irrigado com águas salinas no solo com biofertilizante bovino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. Especial, n.E, p.699-705, 2011.
- CAVALCANTE, L. F.; SILVA, G. F. DA; GHEYI, H. R.; DIAS, T. J.; ALVES, J. C.; COSTA, A. P. M. Crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, p.414-420, 2009.
- CAVALCANTE, L. F.; VIEIRA, M. S.; SANTOS, A.; OLIVEIRA, W. M.; NASCIMENTO, J. A. M. Água salina e esterco líquido de bovino na formação de mudas de goiabeira Paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n.1, p.251-261, 2010.
- DIAS, N. S.; BLANCO, F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. F. S.; SOUSA NETO, O. N.; QUEIROZ, Í. S. R. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F., GOMES FILHO, E. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal. 2016, p.151-161.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: **Manual de métodos de análise de solo**. (2a ed). Rio de Janeiro, 2011, 212p.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Boletim meteorológico da estação convencional de Cruz das Almas, BA: variabilidade e tendências climáticas**/Silva, T. S. M., Coelho

- Filho, M. A., Coelho, E. F. – [recurso eletrônico] - Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2016. 77p.
- FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J.; NUNES, J. C.; CAVALCANTE, Í. H. L. Atributos qualitativos do maracujá amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura morta no solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 102-110, 2010.
- FREIRE, J. L. O. CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J.; SOUTO, A. G. L. Necessidade hídrica do maracujazeiro amarelo cultivado sob estresse salino, biofertilização e cobertura do solo. **Revista Caatinga**, v.24, n.1, p. 82-91, 2011.
- FREIRE, J. L. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta, **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 82-91, 2014.
- GOMES, C. D. L.; SÁ, J. M.; LEITÃO, E. T. C.; RODRIGUES, M. H. B. S.; SOUSA, V. F. O.; MELO, R. A. P.; NOBRE, R. G.; PAIVA, F. J. S.; SANTOS, A. S.; FARIAS, J. A.; BRILHANTE, C. L. Production of seedlings of yellow passion fruit plant in different substrates and saline levels, **Journal of Agricultural Science**, v.10, n.9, p. 244-251, 2018.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola em 2015. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=4&z=t&o=11&u1=1&u2=27&u3=1&u4=27&u5=1&u6=1>>. Acesso em: 03 de abril de 2018.
- JAMES, R. A.; BLAKE, C.; ZWART, A. B.; HARE, C. R. A.; RATHJEN, A. J.; MUNNS, R. Impact of ancestral wheat sodium exclusion genes *Nax1* and *Nax2* on grain yield of durum wheat on saline soils. **Functional Plant Biology**, v. 39, p. 609 – 618, 2012.
- JIANG, J.; HUO, Z.; C. Effect of irrigation amount and water salinity on water consumption and water productivity of spring wheat in Northwest China. **Field Crops Research**, v. 137, n. 1, p. 78-88, 2012.
- LIMA, G. S.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; SILVA, A. O. Crescimento e componentes de produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Engenharia Agrícola**, v. 34, n. 5, p. 854-866, 2014.
- LIMA, L. K. S.; SOARES, T. L.; SOUZA, E. H.; JESUS, O. N.; GIRARDI, E. A. Initial vegetative growth and graft region anatomy of yellow passion fruit on *Passiflora* spp. rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v. 215, n.1, p. 134-141, 2017.
- MELO FILHO, J. S.; VÉRAS, M. L. M.; ALVES, L. S.; SILVA, T. I.; GONÇALVES, A. C. M.; DIAS, T. J. Salinidade hídrica, biofertilizante bovino e cobertura vegetal morta na produção de mudas de pitombeira (*Talisia esculenta*). **Scientia Agraria**, v. 18, n. 3, p. 131-145, 2017.

- MÓGOR, Á. F.; BARBIZAN, T.; PAULETTI, V.; OLIVEIRA, J.; BETTONI, M. M. Teores de clorofila em cultivares de tomateiro submetidas a aplicações foliares de magnésio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, n.4, p.10-15, 2013.
- MORGADO, M. A. D.; BRUCKNER, C. H.; ROSADO, L. D. S.; SANTOS, C. E. M. Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro-azedo enxertadas em espécies silvestres de *Passiflora*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 2, p. 47-479, 2015.
- MOURA, R. S.; GHEYI, H. R.; COELHO FILHO, M. A.; JESUS, O. N.; LIMA, L. K. S. CRUZ, C. S. Formation of seedlings of species from the genus *Passiflora* under saline stress. **Bioscience Journal**, v. 33, n. 5, p. 1197-1207, 2017.
- MOURA, R. S.; GHEYI, H. R.; COELHO FILHO, M. A.; JESUS, O. N.; SÁ, F. V. S.; LIMA, L. K. S. Tolerance of passion fruit species under salt stress. **International Journal of Current Research**, v.8, n. 9, p. 37689-37695, 2016.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, n.6, p.651-681, 2008.
- NASCIMENTO, E. S.; CAVALCANTE, L. F.; GONDIM, S. C.; SOUZA, J. T. A.; BEZERRA, F. T. C.; BEZERRA, M. A. F. Formação de mudas de maracujazeiro amarelo irrigadas com águas salinas e biofertilizantes de esterco bovino. **Revista Agropecuária Técnica**, v.38, n.1, p. 1-8, 2017.
- NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; GOMES FILHO, E.; FEITOSA, D. R. C. Trocas gasosas e teores de minerais no feijão-de-corda irrigado com água salina em diferentes estádios. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.873-881, 2009.
- NOGUEIRA FILHO, G. C.; RONCATTO, G.; RUGGIERO, C.; OLIVEIRA, J. C.; MALHEIROS, E. B. Estudo da enxertia hipocotiledonar do maracujazeiro-amarelo sobre dois porta-enxertos, através de microscopia eletrônica de varredura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.2, p. 647-652, 2010.
- OLIVEIRA, F. A.; LOPES, M. A. C.; SÁ, F. V. S.; NOBRE, R.G.; MOREIRA, R. C. L.; SILVA, L. A.; PAIVA, E. P. Interação salinidade da água de irrigação e substratos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. **Comunicata Scientiae**, v.6, n.4, p. 471-478, 2015.
- PATADE, V. Y., BHARGAVA, S., SUPRASANNA, P. Salt and drought tolerance of 4 sugarcane under iso-osmotic salt and water stress: growth, osmolytes accumulation, 5 and antioxidant defense. **Journal of Plant Interactions**, v. 6, n. 4, p. 275-282, 2011.
- RICHARDS, L. A. **Diagnostico y recuperación de suelos salinos y sódicos**. México, 1954. 172p. (Manual de Agricultura, 60).
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing, Vienna: R Foundation for statistical computing, 2016. Avaliado: <<https://cran.r-project.org/>>. Acesso em 13 de junho 2016.

SÁ, F. V.; BRITO, M. E. B.; MELO, A. S.; ANTÔNIO NETO, P.; FERNANDES, P. D.; FERREIRA, I. B. Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.10, p. 1047–1054, 2013.

SÁ, J. M.; LEITÃO, E. T. C.; GOMES, C. D. L.; RODRIGUES, M. H. B. S.; SOUSA, V. F. O.; SANTOS, G. L.; MELO, R. A. P.; MENDONÇA JÚNIOR, A. F.; LACERDA, J. S. P. SANTOS, A. 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. 357-363, 2018.

SANTOS, I. C.; ALMEIDA, A. A. F.; PIROVANI, C. P.; COSTA, M. G. C.; SILVA, M. F. G. F.; BELLETE, B. S.; FRESCHI, L.; SOARES FILHO, W.; COELHO FILHO, M. A.; GESTEIRA, A. SILVA. Differential accumulation of flavonoids and phytohormones resulting from the canopy/rootstock interaction of citrus plants subjected to dehydration/rehydration. **Plant Physiology and Biochemistry**, PLAPHY 4973, 2017.

SILVA, C. D. S.; SANTOS, P. A. A.; LIRA, J. M. S.; SANTANA, M. C.; SILVA JUNIOR, C. D. Curso diário das trocas gasosas em plantas de feijão-caupi submetidas à deficiência hídrica. **Revista Caatinga**, v.23, n.4, p.7-13, 2010.

SILVA, F. G.; DUTRA, W. F.; DUTRA, A. F.; OLIVEIRA, I. M.; FILGUEIRAS, L. M. B.; MELO, A. S. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.10, p.946–952, 2015.

SOUSA, A. E. C.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; NOBRE, R. G. Crescimento e consumo hídrico de pinhão manso sob estresse salino e doses de fósforo. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, p.310-318, 2011.

SOUZA, L. V.; GENTIL, D. F. O. Estaquia da cultivar de tomateiro Yoshimatsu. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 166-170, 2013.

TÁVORA, F. J. A. F.; PEREIRA, R. G.; H ERNADEZ, F. F. F. Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 441-446, 2001.

TECCHIO, M. A.; MOURA, M. F.; PAIOLI-PIRES, E. J.; TERRA, M. M.; TEIXEIRA, L. A. J.; SMARSI, R. C. Teores foliares de nutrientes, índice relativo de clorofila e teores de nitrato e de potássio na seiva do pecíolo na videira ‘niagara rosada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 649-659, 2011.

TECHNES AGRÍCOLA. Disponível em Acesso < <http://www.technes.com.br/vivatto.html>> em 20 nov. 2018.

WANI, A. S.; AHMAD, A.; HAYAT, S.; TAHIR, I. Epibrassinolide and proline alleviate the photosynthetic and yield inhibition under salt stress by acting on antioxidant system in mustard. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.135, n.1, p. 385-394, 2019.

CAPÍTULO 4

ESTRESSE SALINO AFETA O CRESCIMENTO, ASPECTOS FISIOLÓGICOS E ANATÔMICOS DE ESPÉCIES DE *PASSIFLORA* L. PROPAGADAS POR SEMENTES E ESTACAS

(Cópia do trabalho enviado para à Saudi Journal of Biological Sciences)

Regiana dos Santos Moura¹, Taliane Leila Soares², Lucas Kennedy Silva Lima¹, Hans Raj Gheyi³,
Mauricio Antônio Coelho Filho², Onildo Nunes de Jesus²

^{1,3}Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

RESUMO: A salinidade do solo e da água de irrigação é um dos principais fatores que limitam o crescimento das plantas. Objetivou-se com este estudo avaliar as respostas biométricas, fisiológicas e anatômicas em três espécies de *Passiflora* L. (*P. edulis* Sims, *P. gibertii* N. E. Br. e *P. cincinnata* Mast.) propagadas por estacas e sementes sob condições de salinidade, buscando identificar e elucidar alguns mecanismos de tolerância ao sal. O estudo foi realizado em casa de vegetação na Embrapa Mandioca e Fruticultura localizado no município de Cruz das Almas, BA. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 5 x 2 (3 espécies (*P. edulis*, *P. gibertii* e *P. cincinnata*), 5 níveis de salinidade da água de irrigação CEa (0,3, 1,8; 3,3; 4,8; e 6,3 dS m⁻¹) x 2 tipos de propagação - estacas e sementes), com quatro repetições. Foram avaliados caracteres biométricos, fisiológicos e anatômicos em espécies de *Passiflora* L. propagadas por estacas e sementes sob condições de salinidade. O incremento da CEa afeta negativamente caracteres biométricos e fisiológicos. A espécie *P. edulis* apresentou maiores caracteres morfofisiológicos após esse estresse além de alterações anatômicas mais pronunciadas, como desorganização celular da nervura central, maior espessura do parênquima paliçádico, menor volume intercelular no parênquima esponjoso e maior deposição de oxalato de cálcio nas folhas e raízes. As espécies silvestres *P. cincinnata* e *P. gibertii* apresentaram as menores reduções dos caracteres morfofisiológicos, alterações anatômicas e também foi verificado nessas espécies a presença de tricomas e de cristais de oxalato de cálcio na região floemática no tratamento salino, apresentando assim, mecanismos de adaptação em condições de salinidade. As plantas propagadas por sementes são mais sensíveis à salinidade do que àquelas propagadas por estacas.

Palavras-chave: Cloreto de sódio, maracujazeiro, propagação, salinidade da água de irrigação, tolerância a salinidade.

SALT STRESS AFFECTS GROWTH, ASPECTS PHYSIOLOGICAL AND ANATOMICAL OF *PASSIFLORA* L. SPECIES PROPAGATED BY SEEDS AND CUTTINGS

ABSTRACT: Salinity of the soil and irrigation water is one of the main factors limiting the growth of plants. The objective of this study was to assess the biometric, physiological and anatomical responses of passion fruit species (*Passiflora* L.) propagated by cuttings and seeds under salt stress conditions, seeking to identify and elucidate mechanisms of salt tolerance. The study was carried out in a protected environment at the Federal University of Recôncavo of Bahia. A completely randomized 3 x 5 x 2 factorial design was used, with three species (*P. edulis*, *P. gibertii* and *P. cincinnata*), five water salinity levels (0.3, 1.8, 3.3, 4.8, and 6.3 dS m⁻¹) and two propagation methods (cuttings and seeds), with four repetitions. There was a negative effect of rising levels of NaCl for the majority of biometric and physiological traits evaluated. The species *P. edulis* showed the highest morphophysiological characteristics after this abiotic stress and also more pronounced anatomical alterations, such as midrib cell disorganization, greater thickness of palisade parenchyma, lower intercellular volume in the spongy parenchyma and greater deposition of calcium oxalate in the leaves and roots. The wild species *P. cincinnata* and *P. gibertii* showed the lowest reductions in morphophysiological characteristics, minor anatomical alterations and was also verified in these species the presence of trichome and calcium oxalate crystals in the phloematic region in saline treatment, thus presenting adaptation mechanisms in saline conditions. Plants propagated by seeds are more sensitive to salinity than those propagated by cuttings.

Keywords: Sodium chloride, passion fruit; propagation; irrigation water salinity; salinity tolerance.

4.1. INTRODUÇÃO

O Brasil no ano de 2016 foi considerado o maior produtor mundial de maracujazeiro com produção aproximada de 704 mil toneladas (IBGE, 2018). A região Nordeste foi responsável por 70% da produção nacional, sendo o estado da Bahia o principal produtor da fruta no país com 48,73%.

As principais regiões produtoras no Nordeste estão localizadas na região semiárida onde as fontes de água utilizadas na irrigação possuem altas concentrações de sais, que podem afetar e comprometer a qualidade física e química do solo, conseqüentemente afeta o crescimento e o desenvolvimento das culturas (BRITO *et al.*, 2014; GADELHA *et al.*, 2017; WANI *et al.*, 2019). No geral, a elevada condutividade elétrica dos solos e dos mananciais, em diversas áreas produtoras tem comprometido a formação de mudas e o estabelecimento da cultura (CAVALCANTE *et al.*, 2009; BEZERRA *et al.*, 2016; ANDRADE *et al.*, 2018; GOMES *et al.*, 2018; SÁ *et al.*, 2018).

Desta forma, a análise da tolerância à salinidade em plantas é necessária para a compreensão do crescimento e da produtividade das plantas em condições salinas (MENG *et al.*, 2017; HURTADO-SALAZAR *et al.*, 2018). A elevada salinidade na zona radicular das plantas afeta negativamente o crescimento das plantas, reduzindo a sua capacidade de absorver água e nutrientes, levando ao estresse osmótico ou à deficiência hídrica e, conseqüentemente, a diminuição da produtividade (HANIN *et al.*, 2016; MENG *et al.*, 2016; MENG *et al.*, 2017; ZHAO *et al.*, 2017; WANI *et al.*, 2019).

Em resposta aos estresses abióticos, as plantas desenvolvem estratégias para sobrevivência. No geral as plantas têm buscado desenvolver estratégias que possibilitem a sobrevivência em solos salinos, como mecanismos morfológicos, fisiológicos, bioquímicos e moleculares (SHRIVASTAVA e KUMAR, 2015; VOLKOV, 2015; HANIN *et al.*, 2016; MENG *et al.*, 2016; NEGRÃO *et al.*, 2017; ZHAO *et al.*, 2017; HURTADO-SALAZAR *et al.*, 2018; ROUPHAEL *et al.*, 2018). No entanto, é difícil definir claramente o efeito da salinidade nos solos, uma vez que os danos causados pelo sal às plantas são dependentes de espécies, variedades, estado de crescimento, meio ambiente, fornecimento e natureza dos sais (YADAV *et al.*, 2011; ZAKERY-ASL *et al.*, 2014, MUNNS e GILLIHAM, 2015; WANI *et al.*, 2019).

Nos últimos anos alguns estudos têm sido realizados na compreensão das reações biométricas e fisiológicas envolvidas na tolerância a salinidade no maracujazeiro (OLIVEIRA *et al.*, 2015; BEZERRA *et al.*, 2016; MOURA *et al.*, 2016; MOURA *et al.*, 2017; ANDRADE *et al.*, 2018; GOMES *et al.*, 2018; SÁ *et al.*, 2018). Todavia, muitas destas pesquisas têm avaliado somente as respostas morfofisiológicas de mudas provenientes de sementes e irrigadas com água salobra. Até o momento não há informações na literatura sobre o comportamento de plantas de maracujazeiro propagadas via assexuada (estacas) sob condições de estresse salino. Bem como de pesquisas

relacionadas há alterações anatômicas foliares e raiz em resposta ao estresse salino, conforme já relatado em diversas espécies de plantas submetidas ao estresse salino, como em *Lawsonia inermis* L. (FERNÁNDEZ-GARCÍA *et al.*, 2014), *Solanum lycopersicon* L. (SHARAF e NAIM, 2013), *Myrtus communis* L. (ACOSTA-MOTOS *et al.*, 2015a) e *Salvadora persica* L. (PARIDA *et al.*, 2016). Objetivou-se com este estudo avaliar as respostas biométricas, fisiológicas e anatômicas em três espécies de *Passiflora* L. (*P. edulis* Sims, *P. gibertii* N.E.Br. e *P. cincinnata* Mast.) propagadas por estacas e sementes sob condições de salinidade, buscando identificar e elucidar alguns mecanismos de tolerância a salinidade.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação com temperatura média ajustada para 28 ± 2 °C e umidade relativa mínima de $60 \pm 5\%$ na Embrapa Mandioca e Fruticultura localizada no município de Cruz das Almas, BA (Latitude de 12°48'19"S, Longitude de 39°06'23"W e altitude de 225 m), no período de abril a junho de 2016. A classificação local climática de Cruz das Almas – BA, segundo Thornthwaite (1984) é C1dA'a' seco e subúmido (EMBRAPA, 2016), com médias anuais de precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa de 1.224 mm, 24,5 °C e 80%, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 5 x 2 (3 espécies de *Passiflora*: *P. edulis*, *P. gibertii* e *P. cincinnata* x 5 níveis de salinidade da água (CEa) de irrigação: 0,3 - testemunha; 1,8; 3,3; 4,8; e 6,3 dS m⁻¹ e 2 tipos de propagação: estacas e sementes), com quatro repetições e uma planta por parcela. As águas de diferentes salinidades foram preparadas mediante dissolução de NaCl na água de abastecimento local, usando a seguinte fórmula descrita por Richards (1954):

$\text{mg L}^{-1}(\text{NaCl}) = 640 \times (\text{CE desejada} - \text{CE atual})$, sendo CE desejada: a condutividade elétrica da água desejada; CE atual: a condutividade elétrica atual da água.

O substrato foi acondicionado em recipientes com capacidade de 2 dm³. Os recipientes foram preenchidos até três centímetros com cascalho na parte inferior e depois com a mistura de solo e esterco bovino curtido, na proporção de 10:1 a base de massa, respectivamente. O solo utilizado na composição do substrato foi proveniente de área experimental do Núcleo de Engenharia de Água e Solo (NEAS/UFRB). O solo foi classificado como LATOSSOLO AMARELO, textura franco argilosa (EMBRAPA, 2011), foi misturado com esterco bovino curtido e adubo químico apresentando as seguintes análises de fertilidade do substrato: pH = 7,0; P = 139,00 mg dm⁻³; K⁺; Ca²⁺; Mg²⁺ e Na⁺ com 3,08; 1,65; 0,87 e 0,87 cmol_c dm⁻³ respectivamente, matéria orgânica com 7,0g kg⁻¹.

Inicialmente, retirou-se estacas de plantas adultas (15 cm de comprimento com duas gemas apicais) das três espécies de *Passiflora*: *P. edulis* (BRS Gigante Amarelo), *P. gibertii* (BGP 008) e *P. cincinnata* (BGP 290), colocadas para enraizar em bandejas de polietileno contendo substrato comercial Vivatto® composto de casca de pinus bioestabilizada, vermiculita, moinha de carvão vegetal, água e espuma fenólica, (TECHNES AGRÍCOLA, 2018), permanecendo por 65 dias até o transplântio. Para mudas via sementes realizou-se a semeadura das três espécies de *Passiflora* estudadas em bandejas de polietileno contendo substrato comercial Vivatto® e irrigadas com água do abastecimento do município (CEa = 0,30), permanecendo por 35 dias até o transplântio.

As mudas provenientes de estacas e de sementes foram transplântadas para os recipientes no mesmo dia. Durante a fase de obtenção das mudas até 10 dias após o transplântio (DAT), essas foram irrigadas com água do abastecimento local. Após esse período as irrigações foram com águas contendo as concentrações salinas estudadas, em dias alternados (as plantas foram avaliadas aos 60 DAT com 50 dias sob estrsse salino). O volume de água aplicado em cada recipiente foi calculado conforme fórmula: $VI = (VA - VD) / 0,9$ em que, VI é o volume da água a ser aplicado na irrigação (ml); VA é o volume de água aplicado na irrigação anterior e VD o volume de água drenado da irrigação anterior. A constante 0,9 corresponde ao fator que fixa em 10% a fração de lixiviação, visando evitar acumulação excessiva de sais no substrato. O controle da drenagem foi realizado a cada irrigação, sendo acoplado um vaso coletor na base de cada recipiente. Antes de iniciar cada irrigação a CEa era aferida com condutivímetro portátil, a qual foi realizada no período da manhã das 6:00 às 7:00 horas. Durante a execução do estudo foram realizadas duas fertirrigações, com 20 e 40 DAT com FORTH solúveis® (Nitrogênio 19%; Fósforo 19%; Cloreto de potássio 19%; Boro 0,02%; Magnésio 0,6%), sendo aplicado por evento 400 ml planta⁻¹ da solução contendo 4 g L⁻¹).

Aos 50 dias após aplicação dos tratamentos salinos contendo solução de NaCl, as plantas foram avaliadas quanto ao crescimento e desenvolvimento por meio dos caracteres biométricos e fisiológicos e anatômicos. Os caracteres biométricos avaliados foram: altura de planta (AP) em cm, mensurada a partir do colo até a inserção do meristema apical; número de folhas (NF), diâmetro de caule (DC) em mm, estimado a partir de paquímetro digital a 5 cm do solo; comprimento de raiz (CR) em cm, através de régua milimétrica; volume radicular (VR) em cm³, obtido pelo deslocamento de água em proveta graduada; massa seca da raiz (MSR) em g, massa seca da parte aérea (MSPA) em g e, massa seca total (MST) em g, realizadas após secagem do material colhido em estufa com circulação de ar à temperatura de 60 °C, e a razão MSR/MSPA.

As variáveis fisiológicas estudadas foram: clorofila total (CT), mensurada com clorofilômetro digital, condutância estomática (gs) por meio de porômetro SC-1 (Decagon Devices, LP1318) e consumo hídrico total (CHT) em L planta⁻¹, estimado pela diferença entre a água aplicada e drenada.

Para o estudo anatômico, segmentos foliares da região da nervura central da folha ($n = 3$) e de raízes ($n = 3$) pertencentes a *P. edulis*, *P. gibertii* e *P. cincinnata*, provenientes dos tratamentos extremos de salinidade ($0,3$ e $6,3 \text{ dS m}^{-1}$), foram fixados em solução de FAA 70 (formalina, ácido acético e álcool etílico) por 48 horas e em seguida conservados em etanol 70%, conforme Johansen (1940). Após esse período, os segmentos foliares e de raiz foram desidratados em série etílica crescente (85-100%) por 9 horas, infiltrados lentamente em historesina: etanol na proporção 1:2 e 1:1 por 72 horas cada, e por último em historesina pura permanecendo por uma semana. As amostras foram emblocadas e a polimerização ocorreu em temperatura ambiente por 48 horas.

Cortes histológicos seriados ($5 \mu\text{m}$) foram obtidos em micrótomo rotativo Leica RM 2155 (Leica, Nussloch, Alemanha), dispostos em lâminas histológicas e corados com fucsina ácida (0,1% p/v), seguido de azul de toluidina (0,05% p/v) (FEDER e O'BRIEN, 1968). Os cortes histológicos foram analisados e fotografados em fotomicroscópio Olympus BX51 acoplado com câmera digital Olympus DP175 (Olympus, Tokyo, Japan).

As imagens obtidas das folhas foram utilizadas para as medições das espessuras dos tecidos, nas seções transversais da lâmina foliar (espessura da lâmina foliar – ELF, espessura da epiderme superior – EES, espessura da epiderme inferior – EEI, espessura do parênquima paliçádico - EPP e espessura do parênquima esponjoso - EPE) por meio do programa de imagens ImageJ 1.46r (RASBAND, 1997-2016). Para cada caractere, utilizaram-se dez cortes para folhas e raiz, totalizando assim uma amostra de 30 unidades para cada órgão da planta.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste F ($p \leq 0,05$ ou $p \leq 0,01$) com desdobramento das análises, sempre que a interação foi significativa. O fator quantitativo, relativo aos níveis de salinidade foi avaliado por meio de regressão polinomial (linear e quadrática). Já os fatores espécie e tipos de propagação foram analisados por meio da comparação de médias com base no teste de Tukey a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas utilizando o pacote "agricolae" implementado no programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2016).

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os resultados biométricos e fisiológicos avaliados, observou-se respostas diferenciadas entre as três espécies de *Passiflora* estudadas, em relação à AP, NF, DC, CT, *gs*, CHT, MSR, MSPA, MST, relação MSR/MSPA, CR e VR (Tabela 1 e 2).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), número de folha (NF), diâmetro de caule (DC), clorofila total (CT), condutância estomática (g_s) e consumo hídrico total (CHT) em mudas de *Passiflora* sob salinidade da água de irrigação, aos 60 dias após transplântio

FV	Quadrado médio					
	AP (cm)	NF	DC (mm)	CT ($\mu\text{mol g}^{-1}$)	g_s ($\text{mmol.m}^{-2}\text{S}^{-1}$)	CHT (L planta^{-1})
Espécie (E)	9441,07**	275,43**	39,19**	673,35**	12567,11**	1,46**
Propagação (P)	5168,04*	160,00**	7,58**	221,71**	1046 ^{ns}	1,29**
Salinidade (S)	3541,35*	57,56*	1,15 ^{ns}	115,30**	1222 ^{ns}	2,96**
E x P x S	161,09 ^{ns}	28,94 ^{ns}	0,12 ^{ns}	31,96 ^{ns}	281,43 ^{ns}	0,02 ^{ns}
E x S	655,25 ^{ns}	17,75 ^{ns}	0,24 ^{ns}	23,81 ^{ns}	177,47 ^{ns}	0,08*
E x P	2613,34 ^{ns}	22,43 ^{ns}	2,67**	364,60**	3089,78*	0,06 ^{ns}
S x P	2269,07 ^{ns}	50,97 ^{ns}	0,38 ^{ns}	13,58 ^{ns}	962,89 ^{ns}	0,04 ^{ns}
CV	24,72	13,78	6,9	11,99	21,61	9,17
Média	77,02	15,26	3,06	18,46	49,92	1,95
Espécie						
<i>P. gibertii</i>	95,03 a	18,70 a	2,34 b	15,09 b	69,11 a	1,81 b
<i>P. cincinnata</i>	59,56 b	14,13 b	2,47 b	16,42 b	52,26 b	1,83 b
<i>P. edulis</i>	76,46 ab	12,96 b	4,38 a	23,88 a	28,38 c	2,20 a
Propagação						
Sementes	69,44 b	13,93 b	3,35 a	16,89 b	46,51 a	1,83 b
Estacas	84,6 a	16,60 a	2,77 b	20,03 a	53,33 a	2,07 a

ns: não significativo, * significativo ($p \leq 0,05$) e ** significativo ($p \leq 0,01$) pelo teste F da análise de variância. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não difere entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto aos métodos de propagação houve efeito significativo para a maioria das variáveis avaliadas, à exceção da g_s , MSR, CR e VR. As irrigações com os diferentes níveis de salinidades influenciaram na AP, NF, CT, CHT, MSR, MSPA, MST e VR (Tabela 1 e 2). Considerando a interação entre os fatores estudados, observou-se interação tripla para as variáveis MSR e VR. Na interação espécie x níveis de salinidade, houve efeito significativo para o CHT e MSR, na interação espécie x propagação para DC, CT, g_s , MSR, MSPA, MST, MSR/MSPA, CR e VR e, na interação salinidade x propagação apenas para VR (Tabela 1 e Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para massa seca de raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), razão massa seca da raiz por massa seca da parte aérea (MSR/MSPA), comprimento de raiz (CR) e volume de raiz (VR) em mudas de *Passiflora* submetidas ao estresse salino, aos 60 dias após transplântio

FV	Quadrado médio					
	MSR (g)	MSPA (g)	MST (g)	MSR/MSPA	CR (cm)	VR (cm ³)
Espécies (E)	34,04**	240,86**	456,00**	0,29**	1067,14**	1932,40**
Propagação (P)	0,31 ^{ns}	52,71**	44,88**	0,03*	54,44 ^{ns}	22,50 ^{ns}
Salinidade (S)	1,82**	11,81**	22,26**	0,01 ^{ns}	46,16 ^{ns}	97,15**
E x P x S	0,36*	1,71 ^{ns}	3,26 ^{ns}	0,01 ^{ns}	81,08 ^{ns}	40,40*
E x S	0,86**	6,65 ^{ns}	3,72 ^{ns}	0,10 ^{ns}	40,20 ^{ns}	30,60 ^{ns}
E x P	3,88**	8,23*	10,09*	0,17*	262,81*	11,53*
S x P	0,17 ^{ns}	5,07 ^{ns}	6,14 ^{ns}	0,01 ^{ns}	68,55 ^{ns}	40,97*
CV	8,81	15,38	15,15	3,34	12,85	19,07
Média	0,98	4,05	5,03	0,20	28,55	8,10
Espécie						
<i>P. gibertii</i>	0,32 b	2,91 b	2,61 b	0,13 b	27,03 b	3,36 b
<i>P. cincinnata</i>	0,42 b	2,54 b	2,96 b	0,16 b	23,50 b	3,56 b
<i>P. edulis</i>	2,21 a	7,31 a	9,53 a	0,31 a	35,13 a	17,36 a
Propagação						
Sementes	1,04 a	3,28 b	4,33 b	0,22 a	29,33 a	8,60 a
Estacas	0,92 a	4,81 a	5,74 a	0,18 b	27,77 a	7,60 a

ns = não significativo, * significativo ($p \leq 0,05$) e ** significativo ($p \leq 0,01$) pelo teste F da análise de variância. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não difere entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Dentre as espécies de *Passiflora*, *P. gibertii* apresentou maior AP (95,03 cm), NF (18,70 folhas/planta) e gs (69,11 mmol m²S⁻¹), enquanto a *P. edulis* maiores valores para DC (4,38 cm), CT (23,88) e CHT. Por outro lado, *P. cincinnata* proporcionou desenvolvimento mais lento quando comparado às outras duas espécies. No geral, as espécies de *Passiflora* possuem crescimento e desenvolvimento diferenciados em função das características genéticas intrínsecas de cada espécie (LIMA *et al.*, 2017). Com isso os resultados obtidos no presente estudo, corroboram com o de Lima *et al.* (2006) e Moura *et al.* (2017) que também observaram maior desenvolvimento inicial nas mudas de *P. gibertii* em relação a *P. edulis* e *P. cincinnata*.

Considerando o método de propagação observou-se que as mudas propagadas por estacas apresentaram maior AP, NF, CT, CHT, MSPA e MST (Tabela 1 e Tabela 2). Por outro lado, as mudas propagadas por sementes apresentaram caule mais espesso. Importante salientar que, as mudas propagadas por estacas tendem a se desenvolver com maior rapidez que aquelas provenientes de sementes, pois as estacas são provenientes de parte vegetativa de plantas adultas e após algumas semanas do transplântio as mudas de estacas passam a apresentar inúmeras brotações adventícias na base, o que, provavelmente, condiciona as plantas a disponibilizarem e realocarem água e seus

assimilados para essas regiões. Em vários estudos também têm sido observado que mudas propagadas por estacas têm melhor desempenho em relação às de sementes (PARTELLI *et al.*, 2014).

As plantas de maracujazeiro irrigadas com água salina apresentaram reduções lineares na AP de 5,16% e no NF de 3,19% por aumento unitário da CEa (Figuras 1A e 1B). Segundo Karimi e Nasrolahpour-Moghadam (2016); Andrade *et al.* (2018), Gomes *et al.* (2018), Sá *et al.* (2018) e Wani *et al.* (2019) um dos efeitos mais proeminentes do estresse salino é a redução no crescimento das plantas. Ainda segundo os autores, a salinidade reduz a habilidade das plantas em absorverem água, reduzindo assim as taxas de crescimento rapidamente.

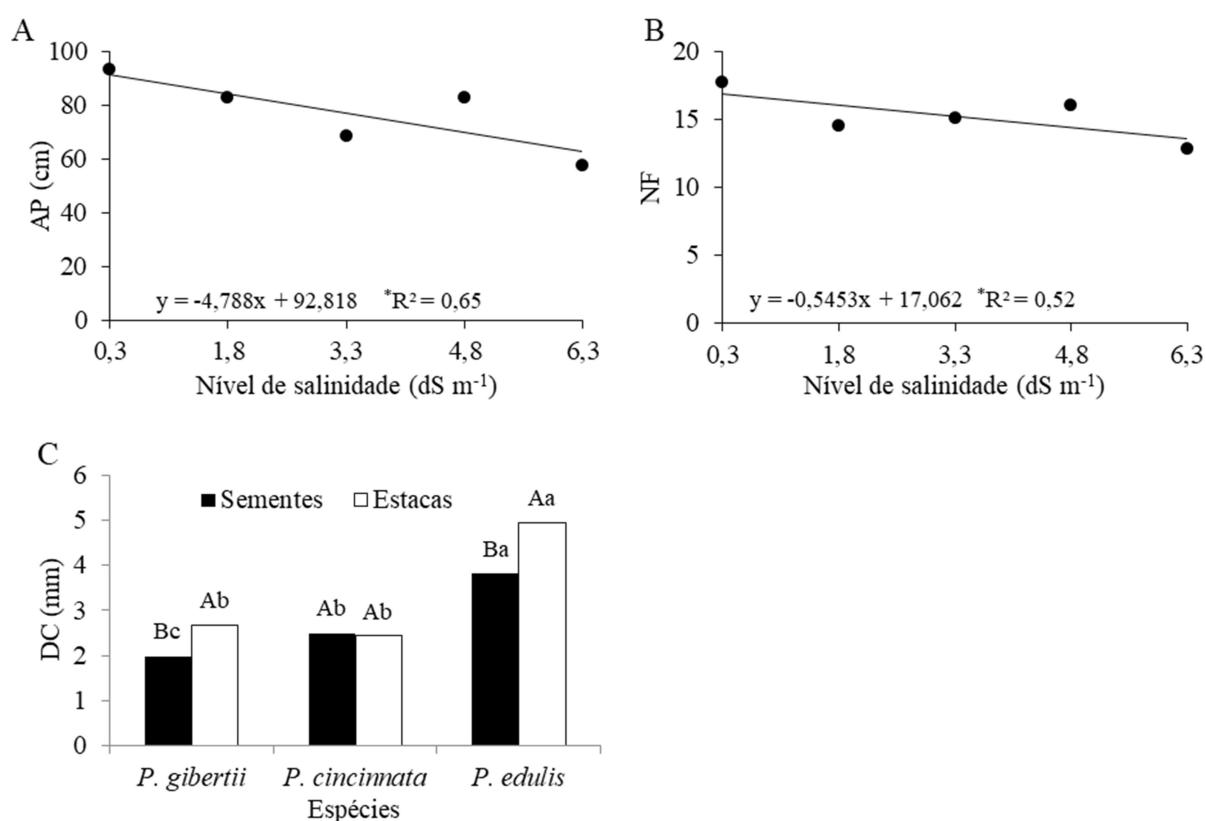


Figura 1. (A) Altura de planta (AP) e (B) número de folhas (NF) das três espécies de *Passiflora* sob diferentes níveis de salinidade (C) Interação das espécies de *Passiflora* x tipos de propagação para o diâmetro de caule (DC), aos 60 dias após transplântio.

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas (entres espécie para mesmo tipo de propogação) e maiúsculas (métodos de propagação para mesma espécie) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Alguns autores também constataram que o aumento da CEa afeta negativamente o crescimento inicial das mudas de *P. edulis* (BEZERRA *et al.*, 2016). Comportamento similar foi verificado em outras espécies de plantas como *Lawsonia inermis* L. que apresentaram severa redução no seu crescimento quando tratadas com nível mais alto (15 dS m⁻¹ NaCl) de salinidade (FERNÁNDEZ-GARCÍA *et al.*, 2014). Gomes *et al.* (2018) e Sá *et al.* (2018) também observaram redução no crescimento das mudas de maracujazeiro pela salinidade da água de irrigação.

Quanto ao DC observou-se resposta diferenciada entre as espécies *P. edulis* e *P. gibertii* propagadas via sementes e estacas, sendo que o DC foi superior para as plantas propagadas por estacas (Figura 1C). A espécie *P. edulis* foi a que se destacou com maior DC em ambos os métodos de propagação. Outros autores também observaram que a espécie *P. edulis* apresentou DC mais espessos em relação a *P. cincinnata* e *P. gibertii* (MOURA *et al.*, 2016; MOURA *et al.*, 2017), sendo característica fisiológica da espécie.

Para a MSR verificou-se resposta linear decrescente em função das aplicações crescente de NaCl nas três espécies de *Passiflora* estudadas (Figura 2A). As espécies *P. edulis*, *P. cincinnata* e *P. gibertii* apresentaram redução de 9,49; 7,37 e 9,30% por aumento unitário da salinidade da água, respectivamente.

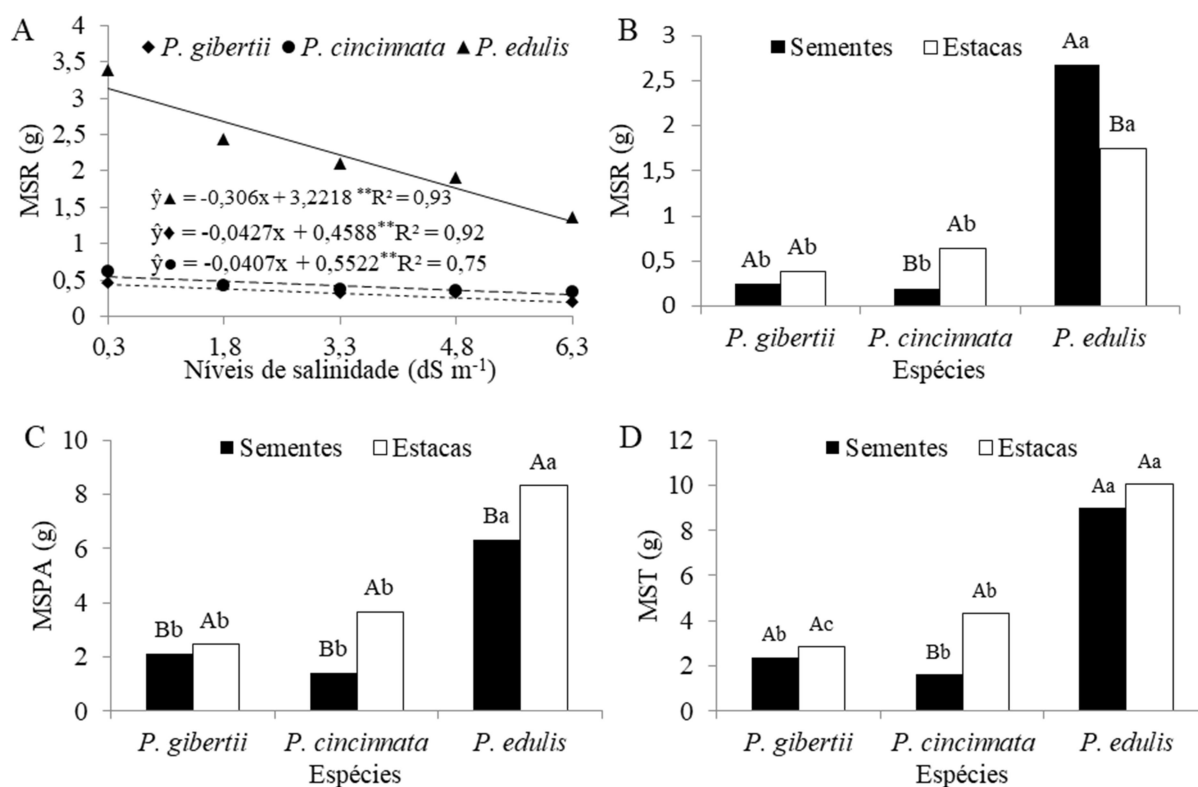


Figura 2. (A) Massa seca da raiz (MSR) das três espécies de *Passiflora* sob diferentes níveis de salinidade e (B) sob influência do método de propagação testado. (C) Interação espécies de *Passiflora* x tipos de propagação para massa seca da parte aérea (MSPA) e (D) massa seca total (MST), aos 60 dias após transplantio. Médias seguidas por letras iguais, minúsculas (entres espécie para mesmo tipo de propagação) e maiúsculas (métodos de propagação para mesma espécie) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

As menores reduções da MSR verificadas nas espécies silvestres *P. gibertii* e *P. cincinnata* podem ser, em grande parte, creditada à sua origem, já que são nativas do Cerrado brasileiro e do Bioma Caatinga e, portanto, estão mais adaptadas as condições de estresse abiótico como deficiência hídrica e salinidade. Reduções lineares de MSR com incremento dos níveis de NaCl da água de irrigação também foram observadas para *P. edulis* (BEZERRA *et al.*, 2016; MOURA *et al.*, 2017).

Em relação à interação métodos de propagação x espécies, *P. edulis* apresentou maior MSR nos dois métodos de propagação testados, com superioridade nas mudas provenientes de sementes, enquanto nas outras espécies as mudas propagadas por estacas se destacaram em relação às mudas de sementes (Figura 2B). Esse resultado pode estar relacionado à composição química do tecido presente nas estacas que varia ao longo do ramo, ocasionando diferenças de enraizamento em segmentos oriundos de distintas partes, pois o tipo de estaca adequado para o enraizamento depende de cada espécie e cultivar. Destaca-se ainda na mesma planta uma variação ao longo dos ramos, que tendem a diferir quanto ao enraizamento devido à composição química do tecido, que modifica ao longo dos ramos (FACHINELLO *et al.*, 2005; REZENDE *et al.*, 2017).

Comportamento semelhante ao obtido com a MSR foi também verificado para a MSPA e a MST. A *P. edulis* mais uma vez se destacou em ambos os métodos de propagação, porém nesse caso houve maior ganho de MSPA nas mudas propagadas por estacas em todas as espécies de *Passiflora* (Figura 2C, Figura 2D).

Para a relação MSR/MSPA (Figura 3A), as mudas de *P. edulis* propagadas por sementes apresentaram maior relação, corroborados pelos valores de CR e VR (Figura 3B; Figura 3C). Alamino e Oliveira (2012), ao avaliarem diferentes formas de propagação em *Physalis pubescens* L. observaram que as mudas por estaquia tiveram maior ganho de MSPA em relação às aquelas propagadas por sementes (Figura 2C). Por outro lado, mudas propagadas via semente apresentam melhor desenvolvimento radicular na espécie *P. edulis* pela relação MSR/MSPA (Figura 3A), explicado pelo ganho em produção de raiz (Figura 2C; Figura 3A). Alguns autores mencionam que na formação de mudas por estacas o grau de lignificação dos tecidos pode dificultar a emissão dos primórdios radiculares (FACHINELLO *et al.*, 2005; MORAES *et al.*, 2014) retardando seu desenvolvimento.

Houve maior impacto da salinidade no VR de mudas propagadas por sementes (Figura 3D), observando-se respostas lineares decrescentes, com 6,45% e 9,86% por aumento unitário da CEa para estacas e sementes, respectivamente. Plantas sob estresse salino sofrem inibição do crescimento em diferentes partes da planta (SHRIVASTAVA e KUMAR, 2015; SANDHU *et al.*, 2016; LI *et al.*, 2017; NEGRÃO *et al.*, 2017). Isso pode ser atribuído ao déficit hídrico causado por grandes quantidades de sais solúveis na zona radicular, o qual promove uma redução da turgescência, resultando na diminuição da expansão celular, reduzindo a taxa de crescimento das plantas (BAI *et al.*, 2008; KHALID e SILVA, 2010), com impactos diretos no consumo de água (CHT) (Figura 4D).

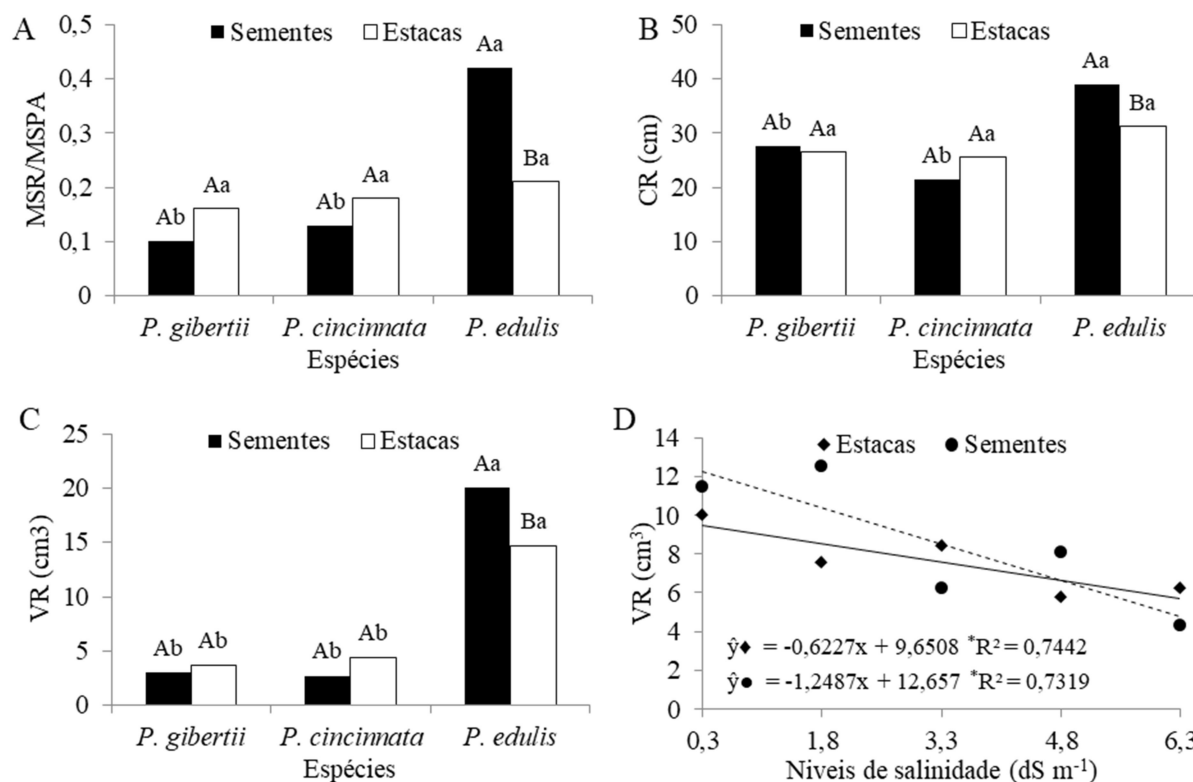


Figura 3. (A) Razão entre massa seca da raiz por massa seca da parte aérea (MSR/MSPA), (B) Comprimento de raiz (CR) e (C) volume de raiz (VR) das *Passifloras* em diferentes formas de propagação e (D) níveis de salinidade, aos 60 dias após transplantio.

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas (entres espécie para mesmo tipo de propogação) e maiúsculas (métodos de propagação para mesma espécie) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Esses resultados podem ser um indicativo de que as alterações na arquitetura de raízes, em função do tipo de propagação, podem afetar a extração de água, devendo ser levado em consideração, por exemplo, no manejo de irrigação da cultura. Possíveis respostas a outros fatores abióticos, como o estresse hídrico, também são esperadas e devem ser melhor investigados.

Quantidades excessivas de Na^+ ou Cl^- absorvidas pela planta, podem elevar a concentração desses íons aos níveis tóxicos na planta, via transpiração, afetando o crescimento da mesma, além de causarem a senescência prematura e abscisão foliar (PARIDA e DAS, 2005; MUNNS, 2011; KARIMI e HASANPOUR, 2014). O desbalanço nutricional também é comum em plantas irrigadas com NaCl , seja pelo mecanismo de transporte de Na^+ e K^+ que tem sido extensivamente pesquisado (RODRIGUEZ-NAVARRO e RUBIO, 2006; SHABALA e CUIN, 2008), seja pela absorção de Cl^- que diminui a síntese de ânions orgânicos, absorção de nitrato e interrupção do metabolismo de nitrogênio, afetando com isso a síntese de proteína e ácido nucleico nas plantas (ALIASGHARZADEH *et al.*, 2002), bem como a CT (KARIMI e NASROLAHPOUR-MOGHADAM, 2016) conforme observado em folhas de maracujazeiro (Figura 4A).

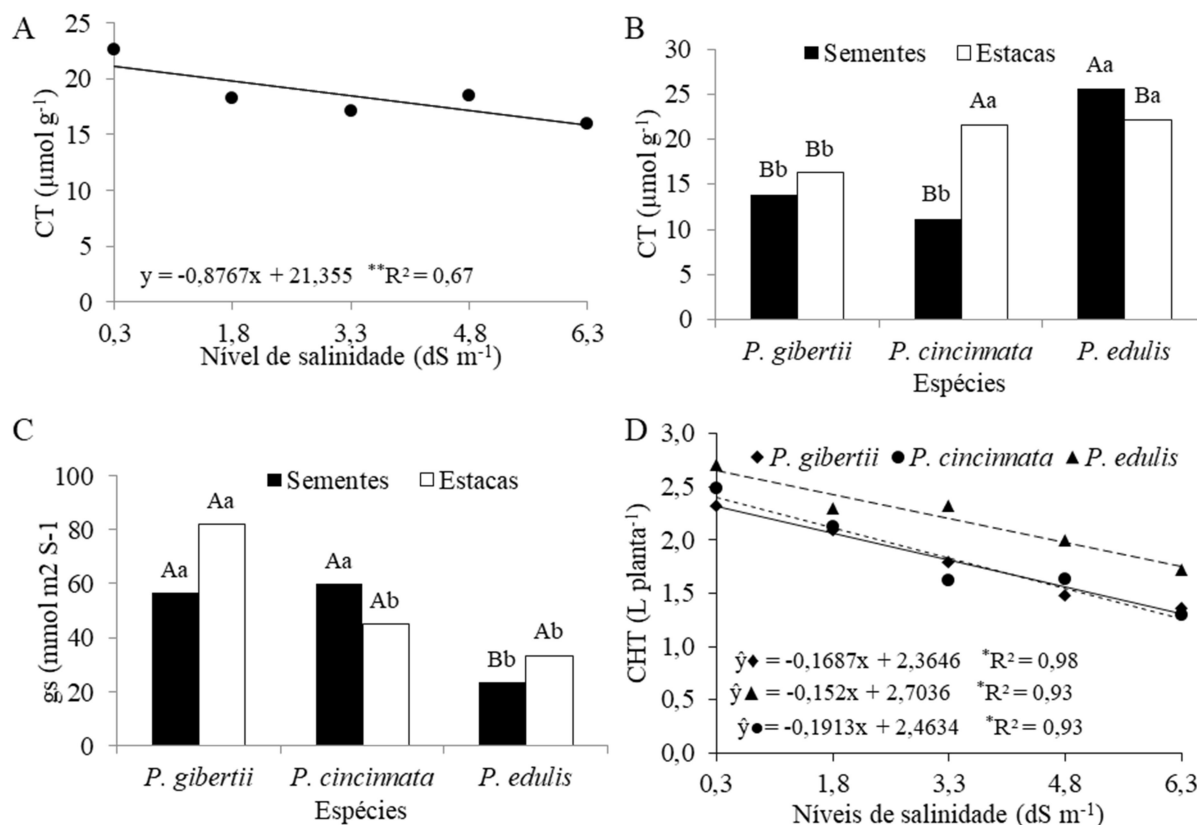


Figura 4. (A) Clorofila total (CT) das três espécies de *Passiflora* sob diferentes níveis de salinidade. (B) Interação espécies de *Passiflora* x tipos de propagação em relação à CT. (C) Interação espécies de *Passiflora* x tipos de propagação em função da condutância estomática (g_s) e (D) consumo hídrico total (CHT) das *Passifloras* submetidas a diferentes níveis de NaCl, aos 60 dias após transplantio.

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas (entres espécie para mesmo tipo de propagação) e maiúsculas (métodos de propagação para mesma espécie) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Quanto à resposta das espécies de *Passiflora* nos dois métodos de propagação estudados em relação à CT, verificou-se que *P. edulis* e *P. cincinnata* apresentaram os maiores teores a partir das mudas propagadas por sementes e estacas, respectivamente (Figura 4B). Provavelmente, esses resultados para *P. cincinnata* ocorreram em função das mudas propagadas por estacas apresentarem maiores acúmulos de assimilados, já que a mesma é proveniente de ramos de plantas adultas, podendo ser apontados como mudas que realizam maiores taxas fotossintéticas em comparação com as provenientes de sementes. No entanto, as mudas de *P. cincinnata* e *P. edulis* por estacas não diferiram estatisticamente. Já a espécie *P. edulis* evidenciou maior CT em mudas de sementes, podendo ser considerada mais eficiente na captação de luz. Pires *et al.* (2009), avaliaram a CT em mudas enxertadas de *P. edulis* em diferentes períodos após enxertia e também observaram maior índice de clorofila nas mudas recém enxertadas, ou seja, mais jovens.

O aumento da salinidade da água de irrigação não afetou a g_s do maracujazeiro (Tabela 1). Em contrapartida, Freire *et al.* (2014) ao avaliarem a g_s do maracujazeiro amarelo após estresse salino observaram redução dessa variável. Outros estudos também têm demonstrado que a alta salinidade

reduz a g_s e a taxa de transpiração nas folhas, levando a uma diminuição da fotossíntese (WANG *et al.*, 2013; MENG *et al.*, 2016).

Na interação espécie x método de propagação, *P. gibertii* propagado por estaca apresentou maior g_s (Figura 4C). Essa espécie também apresentou menor regulação estomática em estudo com deficiência hídrica (SOUZA *et al.*, 2018), embora no presente estudo não diferiu das mudas oriundas por sementes.

Quanto ao CHT em função das concentrações de NaCl, observou-se uma redução linear dessa variável com o acréscimo da CEa de irrigação nas três espécies de *Passiflora* (Figura 4D). Entretanto, a redução no CHT com o aumento da salinidade foi mais drástica em *P. cincinnata* (7,77%), seguida de *P. gibertii* (7,13%) e *P. edulis* (5,62%). De forma análoga, Moura *et al.* (2017), também observaram decréscimo no CHT por incremento da CEa até 4,7 dS m⁻¹ em diferentes espécies de *Passiflora*. Segundo Dias *et al.* (2016), a redução do CHT ocorre devido as altas concentrações de NaCl na água, os sais solúveis na solução do solo aumentam as forças de retenção de água devido ao efeito osmótico, ocorrendo assim redução no CHT pela planta.

Foram encontradas diferenças estruturais na região da nervura central das folhas das espécies de *Passiflora* submetidas aos tratamentos irrigados com água de baixa condutividade elétrica (0,3 dS m⁻¹) e alta condutividade elétrica (6,3 dSm⁻¹) (Figura 5). Esse comportamento pode estar relacionado aos mecanismos de tolerância da planta à salinidade.

O estresse salino induziu algumas mudanças anatômicas nas seções transversais do limbo foliar da maioria das espécies de *Passiflora* estudadas e propagadas por sementes e estaquia, a exemplo das alterações na forma e disposição das células da nervura central, depressões em determinadas regiões do limbo, desorganização dos feixes vasculares, hipertrofia das células do parênquima esponjoso e aumento da quantidade de vasos xilemáticos (Figura 5 e 6), à exceção de *P. cincinnata* e *P. gibertii*, que sofreram redução da quantidade de células xilemáticas, com acréscimo de água salina na irrigação.

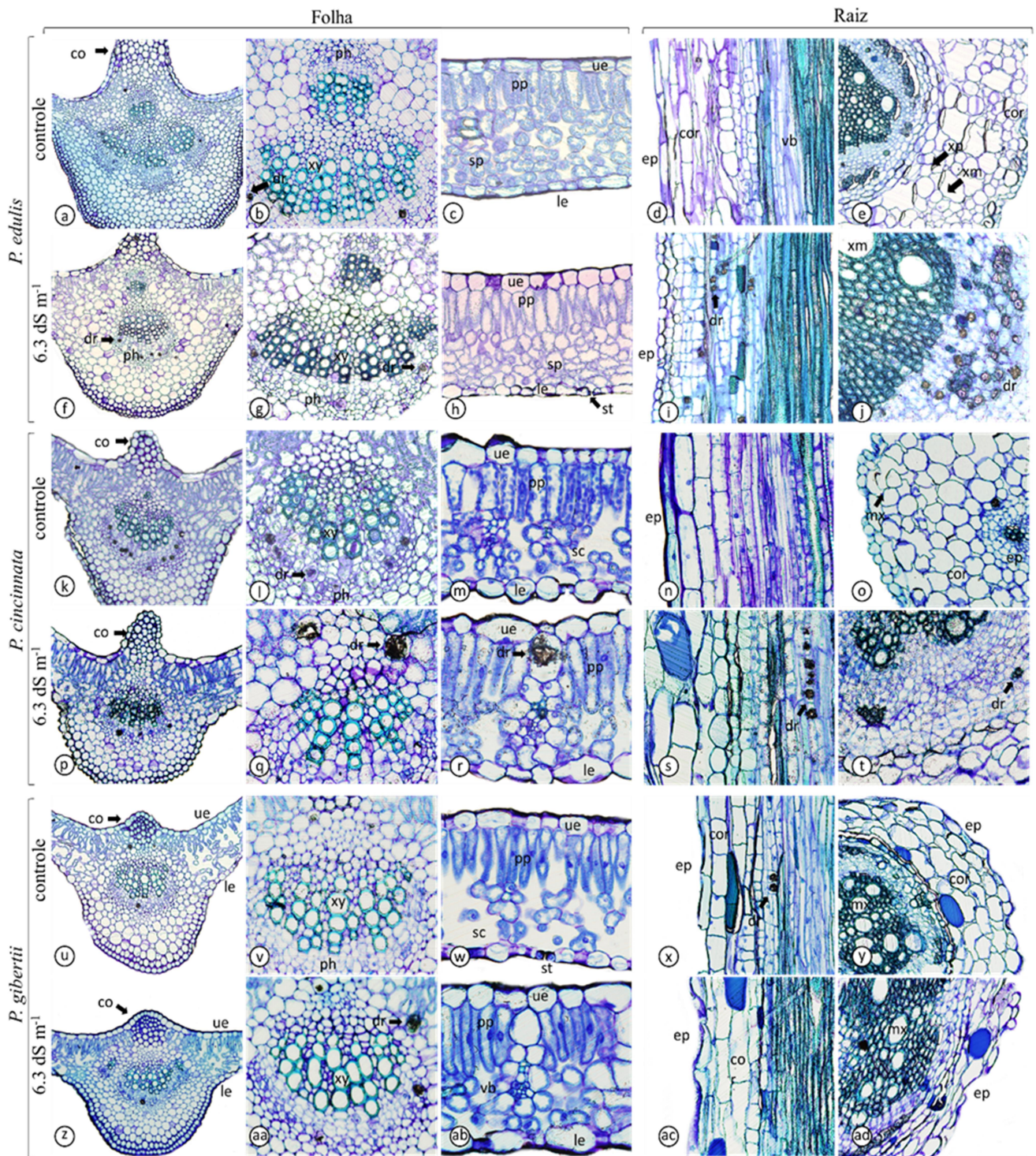


Figura 5. (A-J) Fotomicrografia de folha e raiz de *Passiflora edulis*, (K-T) *P. cincinnata* e (U-AD) *P. gibertii*, propagada por sementes, com ausência e presença do estresse salino. (A-E) folha e raiz de *P. edulis* controle; (F-J) folha e raiz de *P. edulis* irrigada com água salina 6,3 dS m⁻¹; (K-O) folha e raiz de *P. cincinnata* controle; (P-T) folha e raiz de *P. cincinnata* irrigada com água salina 6,3 dS m⁻¹; (U-Y) folhas e raiz de *P. gibertii* controle; (Z-AD) *P. gibertii* irrigada com água salina 6,3 dS m⁻¹, aos 60 dias após transplântio. co: colênquima, xy: xilema; ph: floema; ue: epiderme superior; le: epiderme inferior; cor: córtex; pp: parênquima paliçádico; sp: parênquima esponjoso; vb: feixe vascular; sc: câmara estomática; ep: epiderme; dr: drusa; xm: metaxilema; st: estômato.

Vale salientar que essas alterações anatômicas foram mais proeminentes na nervura central das folhas de *P. edulis* provenientes de sementes e submetidas a salinidade extrema, com ligeira desorganização celular na região da nervura central (Figura 5F e 5G), maior espessura do parênquima paliçádico, menor volume intercelular no parênquima esponjoso (Figura 5H) e maior deposição de cristais de oxalato de cálcio tanto na folha (Figura 5F e 5G) como na raiz (Figura 5I e 5J).

De forma análoga ao presente estudo, Souza *et al.* (2018), também observaram menor calibre dos vasos xilemáticos na nervura central de *P. cincinnata*, como forma de minimizar a perda de água para o ambiente, já que o xilema é responsável pela condução de água nas plantas. Estudos realizados em outras espécies de plantas também têm demonstrado que a salinidade induziu redução no diâmetro dos vasos xilemáticos causando diminuição na condutividade de água e de minerais (ORTEGA *et al.*, 2006; REWALD *et al.*, 2012; ATABAYEVA *et al.*, 2013).

No presente estudo, outras características anatômicas observadas foram a presença de tricomas e de cristais de oxalato de cálcio na forma de drusas na região floemática das mudas propagadas por estacas (Figura 6 P-R) das plantas de *P. cincinnata* em resposta ao tratamento salino. Essa espécie é nativa dos biomas Cerrado e Caatinga (OLIVEIRA e RUGGIERO, 2005) e, portanto, adaptada às condições locais da região, conferindo assim maior aptidão agrícola para lidar com a toxicidade do sal e sobreviver em condições extremas. Alguns autores mencionam que as plantas cultivadas em ambientes semiáridos mantêm níveis de água por absorção foliar com auxílio dos tricomas (PANDEY *et al.*, 2017), além de exercer papel fundamental na defesa da planta contra muitos patógenos (ARMSTRONG-CHO e GOSSSEN, 2005; MOURA *et al.*, 2009; WAR *et al.*, 2012, HAUSER *et al.*, 2014).

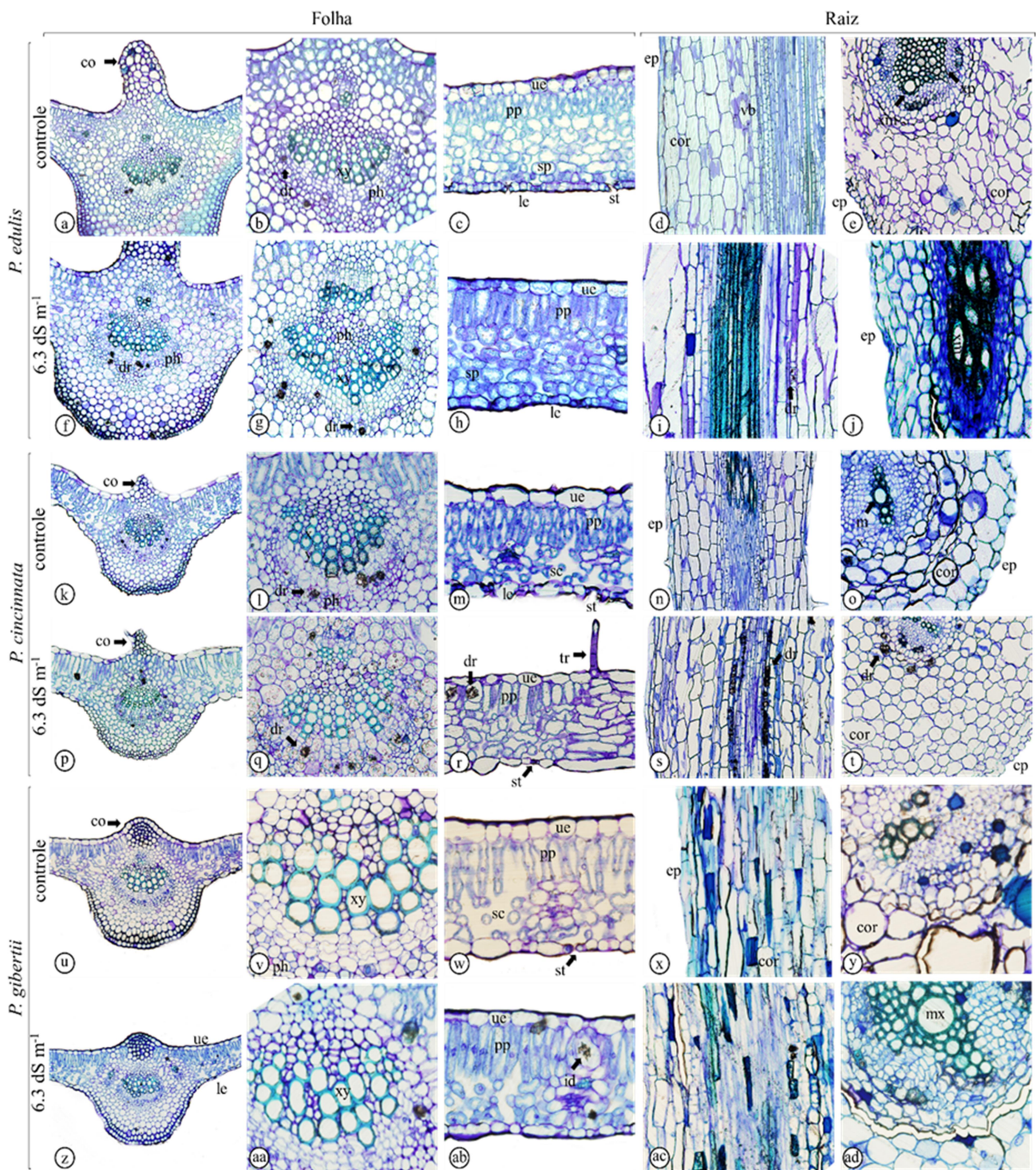


Figura 6. (A-J) Fotomicrografia de folha e raiz de *Passiflora edulis*, (K-T) *P. cincinnata* e (U-AD) *P. gibertii*, propagada por estacas, com ausência e presença do estresse salino. (A-E) folha e raiz de *P. edulis* controle; (F-J) folha e raiz de *P. edulis* irrigada com água salina 6,3 dS m⁻¹; (K-O) folha e raiz de *P. cincinnata* controle; (P-T) folha e raiz de *P. cincinnata* irrigada com água salina 6,3 dS m⁻¹; (U-Y) folhas e raiz de *P. gibertii* controle; (Z-AD) *P. gibertii* irrigada com água salina 6,3 dS m⁻¹, aos 60 dias após transplântio. co: colênquima, xy: xilema; ph: floema; ue: epiderme superior; le: epiderme inferior; cor: côrtex; pp: parênquima paliçádico; sp: parênquima esponjoso; vb: feixe vascular; sc: câmara estomática; ep: epiderme; dr: drusa; xm: metaxilema; st: estômato, rp: primórdio radicular, xp: protoxilema, id: idioblasto e tr: tricoma.

De acordo com os resultados da análise morfométrica da região da nervura central da folha, observou-se diferentes respostas das espécies de *Passiflora* em relação aos caracteres anatômicos avaliados (espessura do limbo foliar - ELF, espessura da epiderme superior - EES, espessura da epiderme inferior - EEI, espessura do parênquima paliçádico - EPP e espessura do parênquima esponjoso - EPE) (Tabela 3). A salinidade também influenciou a maioria dos caracteres avaliados, à exceção da EES e EPE (Tabela 3). Quanto aos métodos de propagação houve efeito significativo ($p \leq 0,01$) apenas para a EPP.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para caracteres anatômicos quantitativos da região internervural da folha de três espécies de *Passiflora* propagadas por estacas e sementes: espessura do limbo foliar (ELF), espessura da epiderme superior (EES), espessura da epiderme inferior (EEI), parênquima paliçádico (EPP) e parênquima esponjoso (EPE) submetidas a dois níveis de CEa ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$ - controle e $6,3 \text{ dS m}^{-1}$), aos 60 dias após transplantio

FV	ELF (μm)	EES (μm)	EEI (μm)	EPP (μm)	EPE (μm)
Espécie (E)	14378,30**	253,10**	102,85**	2459,20**	15196,60**
Propagação (P)	0,01 ^{ns}	4,60 ^{ns}	9,14 ^{ns}	664,80**	325,78 ^{ns}
Salinidade (S)	19566,50**	31,97 ^{ns}	75,06**	15226,80**	89,67 ^{ns}
E x P x S	2274,50 ^{ns}	44,64 ^{ns}	21,66 ^{ns}	333,90*	475,80 ^{ns}
E x S	9112,20**	71,27 ^{ns}	58,09*	1117,50**	2107,40**
Ex P	4318,50 ^{ns}	128,07**	47,05*	1449,70 ^{ns}	1198,33**
S x P	1149,20 ^{ns}	136,98**	109,16**	2,50*	315,70 ^{ns}
CV	12,26	16,00	7,65	6,92	8,15
Média	194,27	23,76	17,22	63,98	87,30
Espécie					
<i>P. gibertii</i>	166,54 c	19,67 b	15,08 b	57,03 b	71,59 b
<i>P. cincinnata</i>	196,22 b	25,46 a	16,60 a	76,77 a	71,18 b
<i>P. edulis</i>	220,06 a	26,14 a	19,71 b	58,15 b	119,13a
Propagação					
Sementes	194,27 a	23,48 a	17,61 a	63,31 a	84,97 a
Estacas	194,28 a	24,03 a	16,82 a	60,66 b	89,63 a
Salinidade					
$0,3 \text{ dS m}^{-1}$	176,22 b	23,03 a	16,10 b	48,05 b	88,25 a
$6,3 \text{ dS m}^{-1}$	212,33 a	24,49 a	18,33 a	79,91 a	86,08 a

ns = não significativo, * significativo ($p \leq 0,05$) e ** significativo ($p \leq 0,01$) pelo teste F da análise de variância. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Considerando a interação entre os fatores estudados, observou-se significância ($p \leq 0,05$) na interação espécie x salinidade para todos os caracteres, exceto para EES. No desdobramento espécie x propagação verificou-se apenas efeito para EES, EEI e EPE. Já em relação a salinidade x propagação houve significância para as características anatômicas EES, EEI e EPP. Na interação tripla só houve efeito significativo ($p \leq 0,05$) para a EPP (Tabela 3).

A concentração mais alta de salinidade ($6,3 \text{ dS m}^{-1}$) causou alterações significativas na ELF de *P. cincinnata* e *P. edulis*, com valores respectivos de 36,41% e 32,22% (Figura 7A). Em contrapartida, *P. gibertii* não apresentou alteração para essa variável em função da exposição à água salina. Em relação à EEI, houve alteração significativa dessa variável com acréscimo de NaCl apenas em *P. edulis*, com incremento de 40,12% em relação ao tratamento controle (Figura 7B).

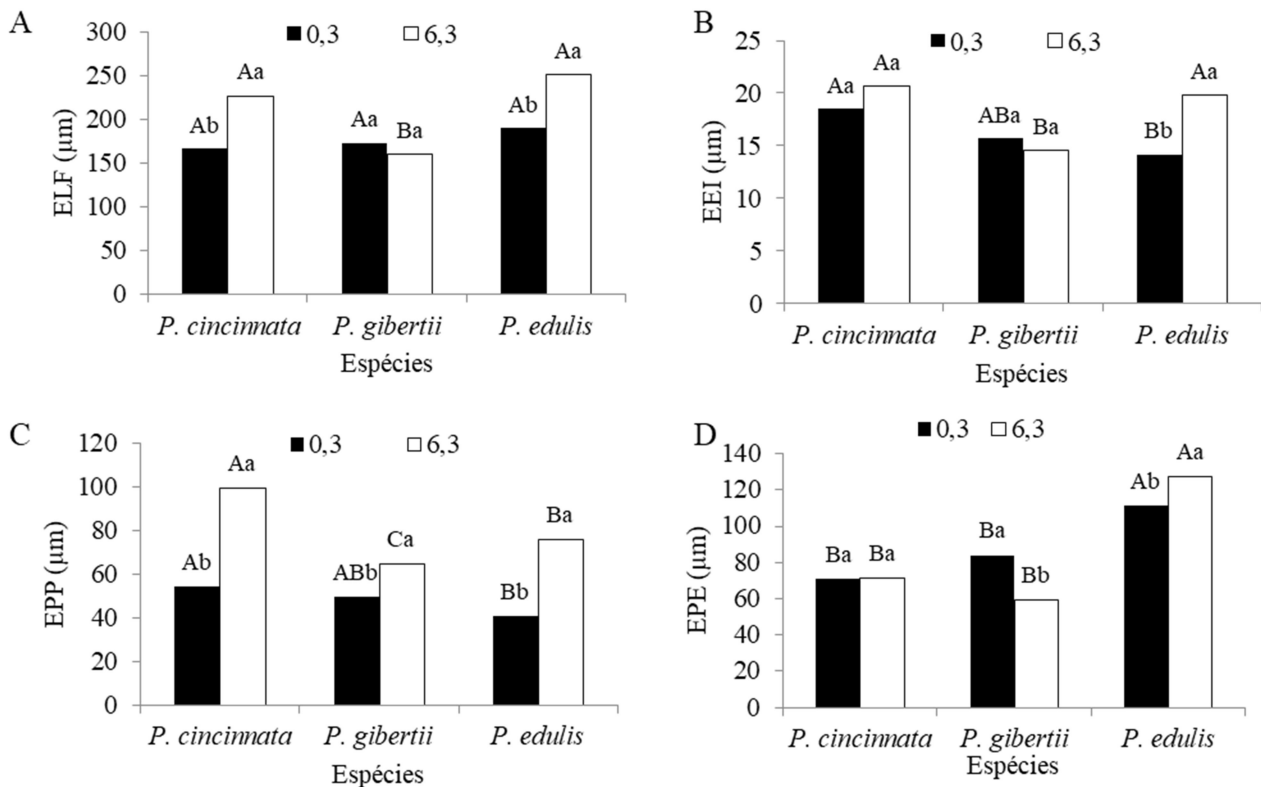


Figura 7. Interação espécies x salinidade de caracteres anatômicos quantitativos da região internervural da folha de *Passiflora cincinnata*, *gibertii* e *edulis* submetidas a dois níveis de CEa ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$ - controle e $6,3 \text{ dS m}^{-1}$), aos 60 dias após transplantio. (A) ELF: espessura do limbo foliar; (B) EEI: espessura da epiderme inferior; (C) EPP: espessura do parênquima paliádico; (D) EPE: espessura do parênquima esponjoso.

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas (entre nível de salinidade para mesma espécie) e maiúsculas (espécie para mesmo nível de salinidade) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Aumento na EEI com estresse salino pode ser uma adaptação do maracujazeiro amarelo (*P. edulis*), para minimizar a taxa de transpiração e, conseqüentemente, manter o teor de água no tecido. Parida *et al.* (2016), também observaram aumento na EEI inferior das folhas de *Salvadora persica* L. e relataram que essa alteração pode ser um mecanismo de defesa da planta contra a perda excessiva de água. Aumento da espessura da epiderme induzido pela salinidade não somente melhora o uso eficiente de água (UEA) pelas plantas, mas também providencia espaço adicional para sequestro eficiente de Na^+ na epiderme foliar (SHABALA *et al.*, 2012). Além disso, o aumento na espessura foliar é considerado um mecanismo para aumentar a retenção de água pelos tecidos mesófilos, a fim de neutralizar a toxicidade salina (PRADO *et al.*, 2017).

O parênquima paliádico contém numerosos cloroplastos e é considerado o principal tecido responsável pela fotossíntese (PARIDA *et al.*, 2016) e o maior desenvolvimento desse tecido pode permitir maior fixação do CO₂ com abertura dos estômatos em curto espaço de tempo (CASTRO *et al.*, 2009). No presente estudo, observou-se que a salinidade induziu aumento na EPP nas três espécies de *Passiflora* estudadas (Figura 7C). Entretanto, *P. cincinnata* foi a que apresentou maior EPP (99,19 µm) quando submetida à salinidade extrema (Figura 7C). Comportamento similar foi verificado na seção longitudinal e transversal da raiz de *P. cincinnata* com a presença de drusas na região do córtex no tratamento salino. Xu *et al.* (2014), também observaram um aumento gradual na EPP com o aumento da salinidade em plantas de *Myoporum bontioides* A. Gray. Essas alterações na EPP podem influenciar na quantidade ou qualidade das substâncias produzidas, interferindo diretamente na produtividade das culturas (CASTRO *et al.*, 2009).

Quanto à EPE, *P. edulis* foi a que apresentou maior valor (127,23 µm) quando tratada com água salina no maior nível de CEa: 6,3 dS m⁻¹, enquanto o tratamento controle o EPE foi de 111,03 µm (Figura 7D). Parida *et al.* (2016) também observaram aumento na EPE com o aumento da salinidade. É interessante salientar que as principais funções do parênquima esponjoso são o acúmulo de CO₂ para a realização da fotossíntese e reflectância da radiação no interior da folha (CASTRO *et al.*, 2009).

De forma geral, o estresse salino promoveu maiores alterações anatômicas em *P. edulis* propagadas por sementes, com aumento na ELF, EEI, EPP e EPE, enquanto a *P. gibertii* propagadas por estacas apresentou menor alteração morfoanatômica com a aplicação de água salina, à exceção da EPP e EPE que tiveram aumento, com isso as células do feixe xilemático estão mais próximas umas das outras com maior organização e também com maior justaposição nas células do parênquima esponjoso em relação ao controle (Figura 6 Z - AB).

Além disso, foi observada na lâmina foliar de *P. gibertii* a presença de metabólitos secundários (oxalato de cálcio na forma de drusas) no tecido floemático (Figura 6 AA), enquanto na seção longitudinal e transversal da raiz não foi observada alterações anatômicas com o aumento da salinidade (Figura 6 AC e AD). Souza *et al.* (2018), também observaram aumento da da EPP e da EPE em folhas de *P. gibertii* e *P. edulis* na condição de déficit hídrico, como possíveis estratégias para diminuir a perda de água.

Na interação espécie x método de propagação verificou-se que a EES das folhas de *P. edulis* propagadas por sementes aumentaram 18,3% quando comparado a EES provenientes de estacas. As demais espécies de *Passiflora* não diferiram entre os métodos de propagação testados (Figura 8A).

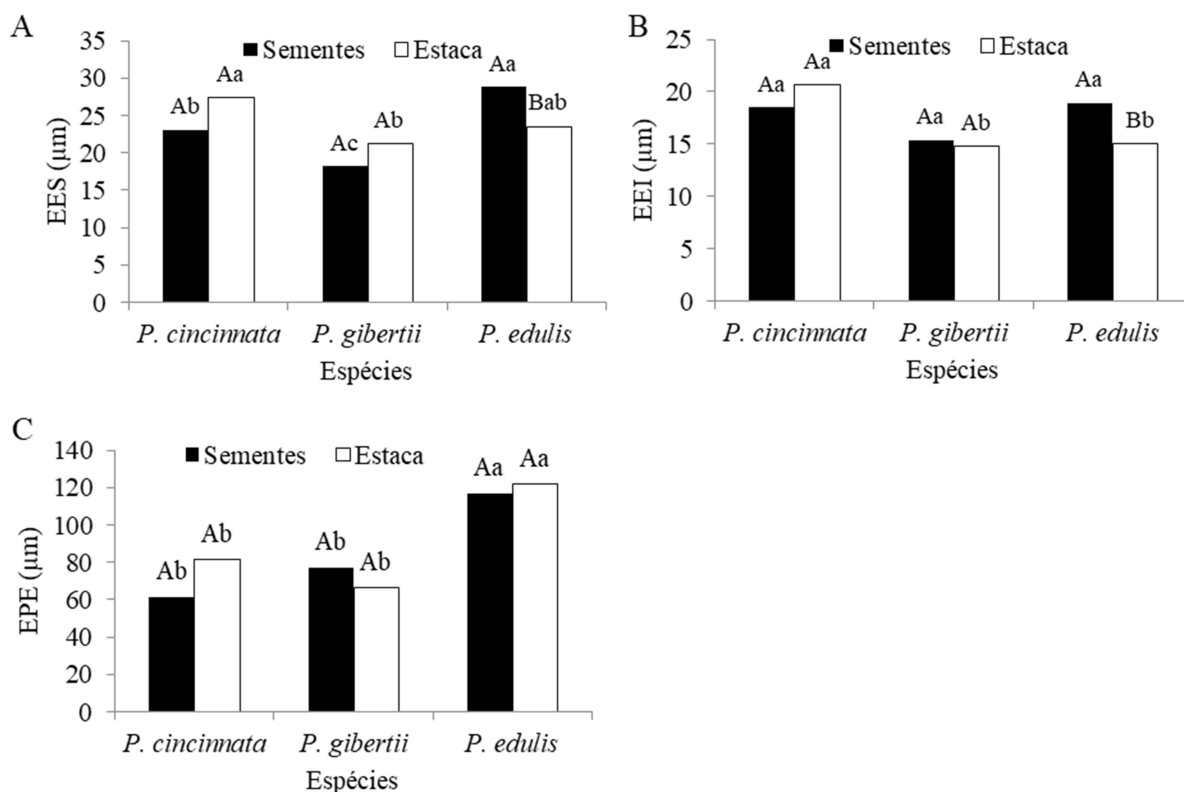


Figura 8. Interação espécies x propagação de caracteres anatômicos quantitativos da região internervural da folha de *P. cincinnata*, *P. gibertii* e *P. edulis* propagadas por dois métodos de propagação (Sementes e Estacas), aos 60 dias após transplântio (A) EES: espessura da epiderme superior; (B) EEI: espessura da epiderme inferior; (C) EPE: espessura do parênquima esponjoso.

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas (entres espécie para mesmo tipo de propagação) e maiúsculas (métodos de propagação para mesma espécie) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Comportamento similar ao obtido para EES também foi observado na EEI, com maior espessura desse tecido nas folhas de *P. edulis* por sementes (Figura 8B). Para a EPE não foi observada alteração morfoanatômica significativa do tecido nas folhas de *P. cincinnata* e *P. gibertii*, propagadas por sementes e estacas. Entretanto, em relação às espécies houve maior EPE em folhas de *P. edulis* propagadas por estacas, embora não diferiu do tratamento via semente (Figura 8C).

Para a interação salinidade x método de propagação, foi observado comportamento distinto na EES com aplicação de água salina, já que as plantas propagadas por sementes quando submetidas à salinidade alta ($6,3 \text{ dS m}^{-1}$) apresentaram folhas com EES de 21,09% maior em relação ao seu tratamento controle ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$) (Figura 9A). Contraditoriamente, no tratamento controle ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$) observou-se um ligeiro aumento na EES a partir das mudas propagadas por estacas quando comparada àquelas submetidas a CEa alta ($6,3 \text{ dS m}^{-1}$), embora não houve diferenças estatísticas entre elas.

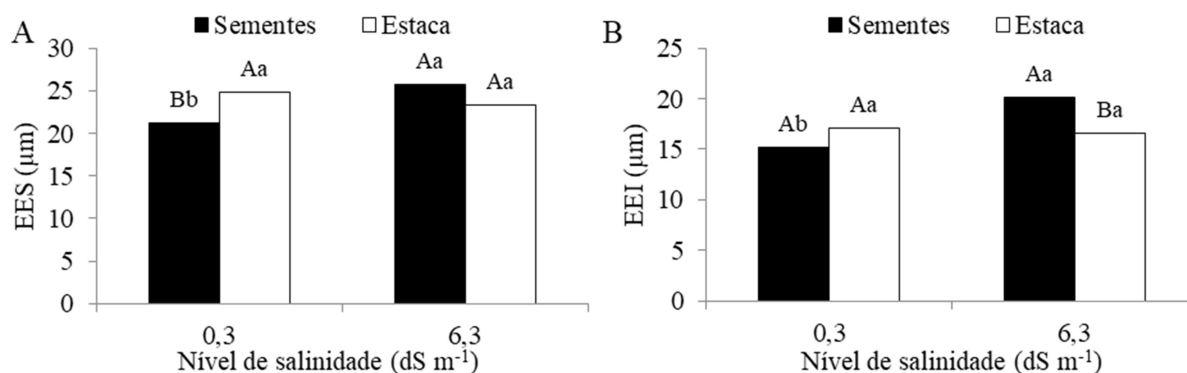


Figura 9. Interação salinidade x propagação de caracteres anatômicos quantitativos da região internervural das folhas de *Passiflora* submetidas a dois níveis de CEa (0,3 dS m⁻¹- controle e 6,3 dS m⁻¹) e dois métodos de propagação (Sementes e Estacas), aos 60 dias após transplantio (A) EES: espessura da epiderme superior; (B) EEI: espessura da epiderme inferior. Médias seguidas por letras iguais, minúsculas (entre nível de salinidade para mesmo tipo de propagação) e maiúsculas (propagação no mesmo nível de salinidade) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Em relação à EEI, verificou-se que não houve alterações significativas nesse tecido foliar com o aumento da salinidade, nas plantas propagadas por estacas (16,59 μm), enquanto as propagadas por sementes (20,07 μm) teve um aumento de 32,56% em relação ao tratamento controle (Figura 8B). Para os métodos de propagação, verificou-se redução significativa na EEI nas folhas provenientes de estacas com o acréscimo de água salina na irrigação, comportamento inverso ao observado nas plantas propagadas por sementes, em que houve aumento na EEI com o aumento da salinidade (Figura 9B).

Com base nessa informação e nos demais resultados obtidos, pode-se afirmar que as mudas propagadas por sementes são mais sensíveis à salinidade, uma vez que o sal promove alterações anatômicas aumentando as EES e EEI. Melo *et al.* (2017), ao avaliarem estacas de *Cestrum axillare* Vell sob estresse hídrico, observaram aumento na EPP, EPE e ELF das plantas em condição de deficiência hídrica. Estudos recentes realizados por Souza *et al.* (2018), também observaram alterações anatômicas foliares em plantas propagadas por sementes de maracujazeiro quando submetidas ao déficit hídrico. As alterações anatômicas em plantas sob estresses abióticos, são mecanismos adaptativos das mesmas a essas condições (XU *et al.*, 2014; PARIDA *et al.*, 2016), o que também foi constatado no presente estudo.

4.4. CONCLUSÕES

O incremento da salinidade na água de irrigação afetou negativamente a maioria dos caracteres biométricos (altura de planta, número de folhas, massa seca da raiz, parte aérea e total, relação massa seca da raiz por parte aérea), fisiológicos (clorofila total e consumo hídrico total) e anatômicos (alterações nas seções transversais do limbo foliar e deposição de oxalato de cálcio na região floemática).

A espécie *P. edulis* possui alguns mecanismos de adaptação e sobrevivência ao estresse salino, apresentou os maiores caracteres morfofisiológicos após esse estresse abiótico.

As plantas propagadas por sementes são mais sensíveis à salinidade do que àquelas propagadas por estacas. O método de propagação por estacas proporcionou maiores caracteres, com maior destaque para a espécie *P. edulis*, além disso, essa espécie quando propagada por sementes apresentou as maiores alterações anatômicas decorrente do estresse salino como desorganização celular da nervura central, maior deposição de oxalato de cálcio na folha e raiz, as maiores espessuras do limbo foliar, epiderme inferior, parênquima paliçádico e parênquima esponjoso.

As espécies silvestres *P. cincinnata* e *P. gibertii* apresentaram as menores reduções da massa seca da raiz, parte aérea, massa seca total, consumo hídrico total, comprimento e volume das raízes, menores alterações anatômicas e também verificou-se nessas espécies a presença de tricomas e de cristais de oxalato de cálcio na região floemática no tratamento salino, apresentando assim, mecanismos de adaptação em condições de salinidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA-MOTOS, J. R.; DÍAZ-VIVANCOS, P.; ÁLVAREZ, S.; FERNÁNDEZ-GARCÍA, N.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J.; HERNÁNDEZ, J. A. NaCl-induced physiological and biochemical adaptative mechanism in the ornamental *Myrtus cummunis* L. plants. **Journal Plant Physiology**, v.183, n.1, p. 41–51, 2015.
- ALAMINO, D. A.; OLIVEIRA, M. C. Mudanças de *Physalis pubescens* L. propagadas por diferentes métodos e substratos. **Scientia Agraria**, v.13, n.1, p.09-15, 2012.
- ALIASGHARZADEH, N.; SALEH RASTIN, N.; TOWFIGHI, H.; ALIZADEH, A.; Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in saline soils of the Tabriz Plain of Iran in relation to some physical and chemical properties of soil. **Mycorrhiza**. v.11, n.3, p.119–122, 2002.
- ANDRADE, J. R.; MEDEIROS, A. S.; MAIA JÚNIOR, S. O.; REZENDE, L. P.; ARAÚJO NETO, J. C. Germination and morphophysiology of passion fruit seedlings under salt water irrigation, **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n.3, p. 229-236, 2018.
- ARMSTRONG-CHO, C.; GOSSEN, B. D.; Impact of glandular hair exudates on infection of chickpea by *Ascochyta rabiei*. **Canadian Journal of Botany**, v.83, n.1, p.22–27, 2005.
- ATABAYEVA, S.; NURMAHANNOVA, A.; MINOCHA, S.; AHMETOVA, A.; KENZHEBAYEVA, S.; AIDOSOV S. The effect of salinity on growth and anatomical attributes of barley seedling (*Hordeum vulgare* L.). **African Journal of Biotechnology**, v.12, n.18, p. 2366–2377, 2013.
- BAI, W.; LI, P.; LI, B.; FUJIYAMA, H.; FAN, F. Some physiological responses of chinese iris to salt stress. **Pedosphere**, v.18, n.4, p.454-463, 2008.
- BEZERRA, J. D.; PEREIRA, W. E.; SILVA, J. M.; RAPOSO, R. W. C. Crescimento de dois genótipos de maracujazeiro-amarelo sob condições de salinidade. **Revista Ceres**, v.63, n.4, p.502-508, 2016.
- BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; MELO, A. S.; SOARES FILHO, W. S.; SANTOS, R. T. Sensibilidade à salinidade de híbridos trifoliados e outros porta-enxertos de citros. **Revista Caatinga**, v.27, n1, p.17-27, 2014.
- CASTRO, E. M.; PEREIRA, F. J.; PAIVA, R. **Histologia vegetal: estrutura e função dos órgãos vegetativos**. Lavras: UFLA, 2009. 234 p
- CAVALCANTE, L. F.; SILVA, G. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, T. J.; ALVES, J. C.; COSTA, A. P. M. Crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, v.4, n.1, p.414-420, 2009.
- DIAS, N. S.; BLANCO, F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. F. S.; SOUSA NETO, O. N.; QUEIROZ, Í. S. R. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA,

- C. F., GOMES FILHO, E. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal. 2016, p.151-161.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. 2a ed. Rio de Janeiro, 2011, 212p.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Boletim meteorológico da estação convencional de Cruz das Almas, Ba: variabilidade e tendências climáticas/SILVA, T. S. M.; COELHO FILHO, M. A.; COELHO, E. F.** – [recurso eletrônico] - Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2016.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Pelotas: Embrapa, 2005...p.
- FEDER, N.; O'BRIEN, T. P. Plant microtechnique: some principles and new methods. **American Journal of Botany**, v.55, n.1, p.123-142, 1968.
- FERNÁNDEZ-GARCÍA, N.; OLMOS, E.; BARDISI, E.; GARCÍA-DE LA GARMA, J.; LÓPEZ-BERENGUER, C.; RUBIO-ASENSIO, J.S.; Intrinsic water use efficiency controls the adaptation to high salinity in a semi-arid adapted plant, henna (*Lawsonia inermis* L.). **Journal Plant Physiology**, v.171, n.5, p.64-75, 2014.
- FREIRE, J. L. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J.; Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agrônômica**, v.45, n.1, p.82-91, 2014.
- GADELHA, C. G.; MIRANDA, R. S.; ALENCAR, N. L. M.; COSTA, J. H.; PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. Effects of organic vs. conventional farming systems on quality and antioxidant metabolism of passion fruit during maturation. **Journal of Plant Physiology**, v.212, n.1, p.69–79, 2017.
- GOMES, C. D. L.; SÁ, J. M.; LEITÃO, E. T. C.; RODRIGUES, M. H. B. S.; SOUSA, V. F. O.; MELO, R. A. P.; NOBRE, R. G.; PAIVA, F. J. S.; SANTOS, A. S.; FARIAS, J. A.; BRILHANTE, C. L. Production of seedlings of yellow passion fruit plant in different substrates and saline levels, **Journal of Agricultural Science**, v.10, n.9, p. 244-251, 2018.
- HANIN, M.; EBEL, C.; NGOM, M.; LAPLAZE, L.; MASMOUDI, K. New insights on plant salt tolerance mechanisms and their potential use for breeding. **Frontiers in Plant Science**, v.29, n.1, p.1-17, 2016.
- HAUSER, M.T. Molecular basis of natural variation and environmental control of trichome patterning. **Frontiers in Plant Science**, 5 n.1, p.1-7, 2014.
- HURTADO-SALAZAR, A.; SILVA, D. P.; OCAMPO, J.; CEBALLOS-AGUIRRE, N.; BRUCKNER, C. H. Salinity tolerance of *Passiflora tarminiana* Coppens & Barney. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v.12, n.1, p. 11-19, 2018.

- IBGE, 2017. IBGE–Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613#resultado> (Acesso em 18 Nov 2018).
- KHALID, A.; SILVA, J. A. T. Yield, essential oil and pigment content of *Calendula officinalis* L. flower heads cultivated under salt stress conditions. **Scientia Horticulturae**, v.126, n.2, p.297-305, 2010.
- KARIMI, H. R.; HASANPOUR, Z. Effects of salinity and water stress on growth and macronutrients concentration of pomegranate (*Punica granatum* L.). **Journal Plant Nutrition**. v.37, n.12, p.1–15, 2014.
- KARIMI, H. R.; NASROLAHPOUR-MOGHADAM, S. Male pistachio seedlings exhibit more efficient protective mechanisms than females under salinity stress. **Scientia Horticulturae**, v.211, n.1, p.118–125, 2016.
- LI, M.; GUO, R.; JIAO, Y.; JIN, X.; ZHANG, H.; SHI, L. Comparison of salt tolerance in soja based on metabolomics of seedling roots. **Frontiers in Plant Science**, v.8, p.1-16. 2017.
- LIMA, A. A.; CALDAS, R. C.; SANTOS, V. S. Germinação e crescimento de espécies de maracujá. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.1, p.125-127, 2006.
- LIMA, L. K. S.; SOARES, T. L.; SOUZA, E. H.; JESUS, O. N.; GIRARDI, E. A. Initial vegetative growth and graft region anatomy of yellow passion fruit on *Passiflora* spp. rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v.215, n.1, p.134–141, 2017.
- MELO, L. A.; MELO, H. C.; DAVIDE, A. C.; CASTRO, E. M.; SANTOS, J. P. Estaquia e efeito da deficiência hídrica ou inundação sobre características morfoanatômicas de *Cestrum axillare* Vell. **Ciência Florestal**, v.27, n.1, p.325-337, 2017.
- MENG, F.; LUO, Q.; WANG, Q.; ZHANG, X.; QI, Z.; XU, F.; LEI, X.; CAO, Y.; SOON CHOW, W.; SUN, G. Physiological and proteomic responses to salt stress in chloroplasts of diploid and tetraploid black locust (*Robinia pseudoacacia* L.). **Scientific Reports**, v.6, n.1, p.1-15, 2016.
- MENG, R.; SAADE, S.; KURTEK, S.; BERGER, B.; BRIEN, C.; PILLEN, K.; TESTER, M.; SUN, Y. Growth curve registration for evaluating salinity tolerance in barley. **Plant Methods**, v.13, n.18, p.1-9, 2017.
- MORAES, D. G.; BARROSO, D. G.; FIGUEIREDO, F. A. M. A.; SILVA, T. R. C.; FREITAS, T. A. S. Enraizamento de miniestacas caulinares e foliares juvenis de *Toona ciliata* M. Roemer. **Magistra**, v.26, n.1, p.47- 54, 2014.
- MOURA, R. S.; GHEYI, H. R.; COELHO FILHO, M. A.; JESUS, O. N.; LIMA, L. K. S.; CRUZ, C. S. Formation of seedlings of species from the genus *Passiflora* under saline stress, **Bioscience Journal**, v.33, n.5, p.1197-1207, 2017.

- MOURA, R. S.; GHEYI, H. R.; COELHO FILHO, M. A.; JESUS, O. N.; SILVA SÁ, F. V.; LIMA, L. K. S. Tolerance of passion fruit species under salt stress. **International Journal Current Research**, v.8, n.9, p.37689-37695, 2016.
- MUNNS R. Plant adaptations to salt and water stress:differences and commonalities. **Advances in Botanical Research**, v.57, n.1, p.1-32, 2011.
- MUNNS R.; GILLIHAM M. Salinity tolerance of crops - what is the cost? **New Phytologist** v.208, n.3, p.668-673. 2015.
- NEGRÃO, S.; SCHMÖCKEL, M.; TESTER, M. Evaluating physiological responses of plants to salinity stress. **Annals of Botany**, v.119, n.1, p.1–11, 2017.
- NONOMURA, T.; XU, L.; WADA, M.; KAWAMURA, S.; MIYAJIMA, T.; NISHITOMI, A.; KAKUTANI, K.; TAKIKAWA, Y.; MATSUDA, Y.; TOYODA, H.; Trichome exudates of *Lycopersicon pennellii* form a chemical barrier to suppress leaf-surface germination of *Oidium neolyopersici* conidia. **Plant Science**,176, n.1, p.31–37, 2009.
- OLIVEIRA, F. A.; LOPES, M. A. C.; SÁ, F. V. S.; NOBRE, R. G.; MOREIRA, R. C. L.; SILVA, L. A.; PAIVA, E. P. Interação salinidade da água de irrigação e substratos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. **Comunicata Scientiae**, v.6, n.4, p.471-478, 2015.
- OLIVEIRA, J. C.; RUGGIERO, C. Espécies de maracujá com potencial agrônômico. In: FALEIRO, F. G., JUNQUEIRA, N. T. V., BRAGA, M. F. (eds.), **Maracujá germoplasma e melhoramento genético**. Embrapa Cerrados, Planaltina. p.141-155, 2005.
- ORTEGA L.; FRY S. C.; TALEISNIK E. Why are *Chloris gayana* leaves shorter in salt-affected plants? Analyses in the elongation zone. **Journal of Experimental Botany**, v.57, n.14, p.3945–3952, 2006.
- PANDEY, H.; BOURAHMOUNE, K.; HONDA, T.; HONJO, K.; KURITA, K.; SATO, T.; SAWA, A.; FURUKUBO-TOKUNAGA, K. Genetic interaction of DISC1 and Neurexin in the development of fruit fly glutamatergic synapses. **Nature Partner Journals Schizophrenia**, v.3, n.1, p. 39-39, 2017.
- PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.60, n.3, p.324–349, 2005.
- PARIDA, A.K.; VEERABATHINI, S.K.; KUMARI, A.; AGARWAL, P.K. Physiological, anatomical and metabolic implications of salt tolerance in the halophyte *Salvadora persica* under hydroponic culture condition. **Frontiers Plant Science**, v.7, n.1, p.1-18, 2016.
- PARTELLI, F. L.; COVRE, A. M.; OLIVEIRA, M. G.; ALEXANDRE, R. S.; VITÓRIA, EDNEY, L.; SILVA, M. B. Root system distribution and yield of 'Conilon' coffee propagated by seeds or cuttings. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v.49, n.5, p.349-355, 2014.

- PIRES, M. C.; YAMANISHI, O. K.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SOUSA, M. A.F. Enxertia de progênies de maracujazeiro-roxo australiano em espécies nativas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.3, p.823-830, 2009.
- PRADO, F. E.; HILAL, M. B.; ALBORNOZ, P. L.; GALLARDO, M. G.; RUIZ, V. E. Anatomical and physiological responses of four quinoa cultivars to salinity at seedling stage. **Indian Journal of Science and Technology**, v.10, n.8, p.1-12, 2017.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing, Vienna: R Foundation for statistical computing, 2016. Avaliado: <<https://cran.r-project.org/>>. Acesso em 13 de junho 2016.
- RASBAND, W. S. ImageJ, U S National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <http://imagej.nih.gov/ij>. 1997-2016
- REWALD, B.; RAVEH, E.; GENDLER, T.; EPHRATH, J. E.; RACHMILEVITCH, S. Phenotypic plasticity and water flux rates of citrus root orders under salinity. **Journal of Experimental Botany**, v.63, n.7, p.1-11, 2012.
- REZENDE, T. T.; CARVALHO, S. P.; BUENO FILHO, J. S. S.; HONDA FILHO, C. P.; SIMÕES, L. C.; PAULINO, R. N. L.; OLIVEIRA, L. L.; NASCIMENTO, T. L. C.; Propagação vegetativa do cafeeiro (*Coffea arabica*) por miniestacas. **Coffee Science**, v.12, n.1, p.91 – 99, 2017.
- RICHARDS, L. A. **Diagnostico y recuperación de suelos salinos y sódicos**. México, 1954. 172p. (Manual de Agricultura, 60)
- RODRIGUEZ-NAVARRO A.; RUBIO F.; High-affinity potassium and sodium transport systems in plants. **Journal of Experimental Botany**, v.57, n.5, p.1149–1160, 2006.
- ROUPHAEL, Y.; PETROPOULOS, S. A.; CARDARELLI, M., COLLA, G., Salinity as eustressor for enhancing quality of vegetables. **Scientia Horticulturae**, v. 234, n.1, p.361–369. 2018.
- SÁ, J. M.; LEITÃO, E. T. C.; GOMES, C. D. L.; RODRIGUES, M. H. B. S.; SOUSA, V. F. O.; SANTOS, G. L.; MELO, R. A. P.; MENDONÇA JÚNIOR, A. F.; LACERDA, J. S. P. SANTOS, A. 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. 357-363, 2018.
- SANDHU, D.; CORNACCHIONE, M. V.; FERREIRA, J. F. S.; SUAREZ, D. L. Variable salinity responses of 12 alfalfa genotypes and comparative expression analyses of salt response genes. **Scientific Reporters**, v.4, n.7, p.1-18, 2017.
- SHABALA S.; CUIN T.A. Potassium transport and plant salt tolerance. **Physiologia Plantarum**, v. 133, n.1, p.651–669, 2008.

SHARAF, A. T.; NAIM, I. Morphological and anatomical responses of two palestinian tomato (*Solanum lycopersicon* L.) cultivars to salinity during seed germination and early growth stages. **African Journal Biotechnology**, v.12, n.1, p.4788-4797, 2013.

SHRIVASTAVA, P., KUMAR, R., Soil salinity: a serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v.22, n.2, p.123–131, 2015.

SOUZA, P. U.; LIMA, L. K. S.; SOARES, T. L.; JESUS, O. N.; COELHO FILHO, M. A.; GIRARDI, E. A. Biometric, physiological and anatomical responses of *Passiflora* spp. to controlled water deficit. **Scientia Horticulturae.**, v.229, n.1, p.77-90, 2018.

VOLKOV, V. Salinity tolerance in plants. Quantitative approach to ion transport starting from halophytes and stepping to genetic and protein engineering for manipulating ion fluxes. **Frontiers in Plant Science**, v.6, n.873, p.1-25, 2015.

WANG, Z.; WANG, M.; LIU, L.; MENG, F. Physiological and proteomic responses of diploid and tetraploid black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) subjected to salt stress. **International Journal Molecular Sciences**, v.14, n.1, p.20299-20325, 2013.

WANI, A. S.; AHMAD, A.; HAYAT, S.; TAHIR, I. Epibrassinolide and proline alleviate the photosynthetic and yield inhibition under salt stress by acting on antioxidant system in mustard. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.135, n.1, p. 385-394, 2019.

WAR, A. R.; PAULRAJ, M. G.; AHMAD, T.; BUHROO, A. A.; HUSSAIN, B.; IGNACIMUTHU, S.; SHARMA, H. C. Mechanisms of plant defense against insect herbivores. **Plant Signal Behaviour**, v.7, n.10, p.1306-1320, 2012.

XU, H. M.; TAM, N. F. Y.; ZAN, Q. J.; BAI, M.; SHIN, P. K. S.; VRIJMOED, L. L. P.; CHEUNG, S. G.; LIAO, W. B.; Effects of salinity on anatomical features and physiology of a semi-mangrove plant *Myoporum bontioides*. **Marine Pollution Bulletin**, v.85, n.2, p.738–746. 2014.

YADAV, S.; IRFAN, M.; AHMAD, A.; HAYAT, S. Causes of salinity and plant manifestations to salt stress: A review. **Journal of Environmental Biology**, v.32, n.1, p.667–685, 2011.

ZAKERY-ASL, M. A.; BOLANDNAZAR, S.; OUSTAN, S. Effect of salinity and nitrogen on growth, sodium, potassium accumulation, and osmotic adjustment of halophyte *Suaeda aegyptica* (Hasselq.) Zoh. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v.60, n.1, p.785–792, 2014.

ZHAO, W. T.; FENG, S. J.; LI, H.; FAUST, F.; KLEINE, T.; LI, L. N. A.; YANG, Z. M. Salt stress-induced *FERROCHELATASE 1* improves resistance to salt stress by limiting sodium accumulation in *Arabidopsis thaliana*. **Scientific Reports**, v.7, n1, p.1-16, 2017.

TECHNES AGRÍCOLA. Disponível em Acesso < <http://www.technes.com.br/vivatto.html>> em 20 nov. 2018.

CAPÍTULO 5

ALTERAÇÕES INDUZIDAS POR SALINIDADE EM PARÂMETROS BIOMÉTRICOS, FISIOLÓGICOS E ANATÔMICOS EM PLANTAS DE *PASSIFLORA EDULIS* SIMS PROPAGADAS POR DIFERENTES MÉTODOS

(Trabalho submetido à Annals of the Brazilian Academy of Sciences)

*Regiana dos Santos Moura*¹, *Taliane Leila Soares*², *Lucas Kennedy Silva Lima*¹, *Hans Raj Gheyi*¹,
*Mauricio Antônio Coelho Filho*², *Onildo Nunes de Jesus*²

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

RESUMO: A salinidade é um dos estresses abióticos mais importantes que limitam a produção agrícola em todo o mundo. Objetivou-se com este trabalho avaliar as respostas biométricas, fisiológicas e anatômicas de mudas de *P. edulis* Sims. (BRS Gigante Amarelo) propagadas por sementes, enxertia e estacas submetidas à salinidade hídrica (0,3 - controle e 6,3 dS m⁻¹). O estudo foi realizado em casa de vegetação na Embrapa Mandioca e Fruticultura localizada no município de Cruz das Almas, BA. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com 2 níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,3 - controle e 6,3 dS m⁻¹) e três métodos de propagação (sementes, estaca e enxertia) com quatro repetições. Com base nos resultados biométricos e fisiológicos, o estresse salino reduziu significativamente a altura da planta, o número de folhas, clorofila total, condutância estomática, a matéria seca da parte aérea, total, o consumo hídrico total e o volume de raiz. Entre os métodos de propagação avaliados, as plantas propagadas pelas sementes foram mais sensíveis ao estresse de sal, com reduções significativas nas variáveis estudadas, enquanto as plantas propagadas por estacas mostraram menores alterações com aplicação de água salina. Comportamento similar foi observado para características anatômicas, uma vez que as plantas propagadas por sementes apresentaram maiores alterações anatômicas, como maiores espessuras da folha mesófilo, epiderme superior, epiderme inferior, parênquima paliçádico e parênquima esponjoso, além da presença de drusas em maior quantidade no córtex radicular, em comparação com as plantas propagadas por estacas. A abordagem utilizada neste estudo permitiu identificar o tipo de propagação de maracujá amarelo (estacas), que possui melhor adaptação fisiológica e anatômica ao estresse salino e será potencialmente útil em programas para a melhoria da cultura.

Palavras Chave: Anatomia, condutância estomática, estresse salino, maracujá, propagação.

SALINITY-INDUCED CHANGES IN BIOMETRIC, PHYSIOLOGICAL AND ANATOMICAL PARAMETERS OF *PASSIFLORA EDULIS* SIMS PLANTS PROPAGATED BY DIFFERENT METHODS

ABSTRACT: Salinity is one of the most important abiotic stresses limiting agricultural production worldwide. Here, we investigated the biometric, physiological and anatomical changes of *Passiflora edulis* plants propagated by seeds, cuttings and grafting and exposed to salt stress (0.3 - control and 6.3 dS m⁻¹). The study was carried out in a protected environment at the Federal University of Recôncavo of Bahia. The experimental design was completely randomized, with two water salinity levels (0.3-control and 6.3 dS m⁻¹) and three propagation methods (seeds, cuttings and grafting) with four replications. Based on biometric and physiological results, saline stress significantly reduced plant height, number of leaves, total chlorophyll, stomatal conductance, shoot dry matter, total dry matter, total water consumption and root volume. Among the propagation methods evaluated, plants propagated by seeds were more sensitive to salt stress, with significant reduction of the studied variables, while plants propagated by cuttings showed smaller alterations with saline water application. Similar behavior was observed for anatomical characteristics, since plant propagated by seeds presented greater anatomical alteration, such as greater thicknesses of the leaf mesophyll, upper epidermis, lower epidermis, palisade parenchyma and spongy parenchyma, besides the presence of druses in greater quantity in the root cortex, in comparison to plants propagated by cuttings. The approach used in this study allowed identifying the type of yellow passion fruit propagation (cuttings) that was best for physiological and anatomical adaptation to salt stress and will be potentially useful in programs for improvement of the crop.

Keywords: Anatomy, stomatal conductance, saline estress, maracujá, propagation.

5.1. INTRODUÇÃO

O maracujazeiro é produzido na maioria dos estados brasileiros destacando-se como frutífera de expressiva importância socioeconômica. O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial dessa fruta tendo em 2015 a produção alcançando 695 mil toneladas das quais 450.783 toneladas foram produzidas na região Nordeste (IBGE, 2018).

A grande necessidade de aumentar a produção de alimentos tem demandado a expansão das áreas agricultáveis o que torna inevitável o uso de águas alternativas ou degradadas para a irrigação, intensificando assim o problema de salinização (BARNARD *et al.*, 2010; SANDHU *et al.*, 2017). Muitos estudos têm revelado que a salinidade é um dos grandes desafios ambientais à agricultura mundial, pois limita o crescimento das plantas e a atividade microbiana do solo devido ao estresse osmótico e a toxicidade iônica (DEINLEIN *et al.*, 2014; MUNNS e GILLIHAM, 2015; YAN *et al.*, 2015; SHELDON *et al.*, 2017; ANDRADE *et al.*, 2018, GOMES *et al.*, 2018; SÁ *et al.*, 2018). Além de afetar negativamente a sustentabilidade e a produtividade da cultura, causando sérios prejuízos à atividade agrícola (AHMED e MONTANI, 2010; HUANG *et al.*, 2017; ACOSTA-MOTOS *et al.*, 2017), particularmente em regiões de clima árido e semiárido (MUNNS e GILLIHAM, 2015; WANI *et al.*, 2019). No Brasil, esta ocorrência é mais evidente na região semiárida do Nordeste, na qual a água utilizada na irrigação possui concentrações alta a moderada de sais, que afeta a formação de mudas de maracujazeiro e o estabelecimento da cultura sob manejo convencional (BEZERRA *et al.*, 2016).

O efeito do estresse salino é percebido pela primeira vez através do sistema radicular que prejudica o crescimento da planta em curto prazo, induzindo o estresse osmótico causado pela acumulação de sais na zona radicular e, conseqüentemente, o potencial de água, reduzindo a água disponível na zona radicular (FRANCO *et al.*, 2011) e a longo prazo, por toxicidade iônica induzida por sal devido ao desequilíbrio nutricional no citosol (MUNNS, 2005; WANI *et al.*, 2019).

Outras conseqüências da salinidade incluem a alteração do metabolismo, tais como, redução da atividade enzimática, alterações hormonais e deficiência na fotossíntese (ACOSTA-MOTOS *et al.*, 2014) que terminam por afetar o estabelecimento, o crescimento e o desenvolvimento das plantas, limitando a expansão das folhas (CRAMER, 2002) e alterando a relação entre a parte aérea e a raiz (TATTINI, 1995). Os primeiros sinais fenotípicos do stresse de sal nas plantas são folhas amareladas e crescimento atrofiado. Em uma segunda fase o dano se manifesta como clorose em folhas verdes, queima na ponta das folhas, necrose nas folhas, e perda das folhas mais antigas (SHANNON e GRIEVES, 1998).

Além disso, modificações anatômicas são induzidas pela salinidade como espessamento da folha, aumento da espessura epidérmica, do tamanho das células e volume vacuolar, aumento da densidade de tricomas, densidade e distribuição estomática, alterações nos componentes do xilema do caule e da raiz etc. (VIJAYAN *et al.*, 2008; HAMEED *et al.*, 2010; HURTADO-SALAZAR *et al.*, 2018). Essas modificações levam ao ajuste osmótico e iônico das células em condições de alta salinidade (PARIDA *et al.*, 2016).

Em resposta a condições ambientais adversas, as plantas desenvolveram estratégias eficientes para sobreviver em solos com alta salinidade, utilizando uma série de mecanismos morfológicos, fisiológicos, bioquímicos e moleculares (KRASENSKY e JONAK, 2012; GAO *et al.*, 2015; MULRY *et al.*, 2015; KARIMI e NASROLAHPUR-MOGHADAM, 2016; WANG *et al.*, 2016; ACOSTA-MATOS *et al.*, 2017; NEGRÃO *et al.*, 2017; TORRE-GONZÁLEZ *et al.*, 2017, , SANDHU *et al.*, 2017; HURTADO-SALAZAR *et al.*, 2018).

Algumas pesquisas têm colaborado com informações acerca da salinidade no maracujazeiro amarelo (CRUZ *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2015; BEZERRA *et al.*, 2016; NASCIMENTO *et al.*, 2017; ANDEADE *et al.*, 2018; GOMES *et al.*, 2018; SÁ *et al.*, 2018). Entretanto, muito destes estudos tem investigado apenas as respostas fisiológicas de mudas provenientes de sementes e irrigadas com água salina. No entanto, pouco se sabe sobre o comportamento de plantas de maracujazeiro obtidas a partir da propagação assexuada (enxertia e estacas) quando submetidas à salinidade e às alterações morfológicas, fisiológicas e anatômicas provocada por esse estresse abiótico.

Nos últimos anos alguns estudos têm sido realizados na compreensão das reações biométricas e fisiológicas envolvidas na tolerância ao sal no maracujazeiro (OLIVEIRA *et al.*, 2015; MOURA *et al.*, 2016; BEZERRA *et al.*, 2016; MOURA *et al.*, 2017). Todavia, muitas destas pesquisas têm avaliado somente as respostas morfofisiológicas de mudas provenientes de sementes e irrigadas com água salobra. Até o momento não há informações na literatura sobre o comportamento de plantas de maracujazeiro propagadas via assexuada (estacas) sob condições de estresse salino. Além disso, não existem pesquisas que relacionem alterações anatômicas foliares e de raiz em resposta ao estresse salino quanto aos mecanismos de tolerância à salinidade dessa cultura. No entanto, já existem estudos que mostram alterações anatômicas em diversas espécies de plantas submetidas ao estresse salino, como em *Lawsonia inermis* L. (FERNÁNDEZ-GARCÍA *et al.*, 2015), *Solanum lycopersicon* L. (SHARAF e NAIM, 2013), *Myrtus communis* L. (ACOSTA-MOTOS *et al.*, 2015a) e *Salvadora persica* L. (PARIDA *et al.*, 2016), *Passiflora tarminiana* (HURTADO-SALAZAR *et al.*, 2018).

Estudos anatômicos de plantas submetidas ao estresse salino são muito importantes porque revelam características adaptativas das mesmas quando expostas a essa condição (YOUNIS *et al.*, 2013). Alguns autores afirmam que o estresse do sal prolongado pode causar mudanças na anatomia

das folhas (ACOSTA-MOTOS *et al.*, 2017) e, em geral, as espécies tolerantes respondem aumentando a espessura da folha. Além disso, estes autores revelaram que as modificações anatômicas nas folhas também incluem um aumento no parênquima paliçádico e espaços intercelulares e uma diminuição no parênquima esponjoso, para facilitar a difusão de CO₂ em uma situação de abertura estomática reduzida. Não existem estudos em *Passiflora* que relacionem alterações anatômicas foliares e de raízes em resposta ao estresse salino e que possam contribuir para o melhor entendimento dos mecanismos de tolerância à salinidade nesse gênero.

No entanto, alterações anatômicas associadas ao efeito da salinidade já foram citados em inúmeras espécies de plantas como em mostarda (*Salvadora persica* L.) (PARIDA *et al.*, 2016), cevada (*Hordeum vulgare* L.) (ATABAYEVA *et al.*, 2013), menta (*Mentha aquatica* L.) (HADDADI *et al.*, 2016) e switchgrass (*Panicum virgatum* L.) (HUANG *et al.*, 2017).

Este trabalho representa, a nosso entender, a primeira abordagem para os relacionamentos entre a anatomia da folha e da raiz com parâmetros tanto biométricos como fisiológicos em diferentes formas de propagação do maracujazeiro (sementes, estacas e enxertia) submetidas ao estresse salino. Assim objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da salinidade da água de irrigação sobre o crescimento inicial de *P. edulis* Sims. (BRS Gigante Amarelo) em métodos de propagação por sementes, estacas e enxertia, buscando identificar e elucidar alguns mecanismos e estratégias de adaptação ao estresse salino através de características biométricas, fisiológicas e anatômicas das folhas e raízes.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação com temperatura média ajustada para 28 ± 2 °C e umidade relativa mínima de $60 \pm 5\%$ na Embrapa Mandioca e Fruticultura localizada no município de Cruz das Almas, BA (Latitude de 12°48'19"S, Longitude de 39°06'23"W e altitude de 225 m), no período de abril a junho de 2016. A classificação local climática de Cruz das Almas – BA é C1da'a' seco e subúmido (EMBRAPA, 2016), com médias anuais de precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa de 1.224 mm, 24,5 °C e 80%, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com dois níveis de condutividade elétrica da água (CEa) de irrigação 0,3 – testemunha e 6,3 dS m⁻¹) e três tipos de propagação (sementes, enxertia e estacas), com quatro repetições, sendo cada planta considerada como uma parcela experimental.

As águas de diferentes salinidades foram preparadas mediante dissolução de NaCl na água de abastecimento local, sendo a quantidade calculada usando a seguinte fórmula descrita por Richards (1954):

$$\text{mg L}^{-1}(\text{NaCl}) = 640 \times (\text{CE desejada} - \text{CE atual}).$$

O substrato foi acondicionado em recipientes plásticos com capacidade de 2,0 dm³, retirando-se a parte inferior (fundo) e colocada em estrutura metálica de forma invertida com o orifício voltado para baixo exercendo função de dreno. Os recipientes foram preenchidos até três centímetros com cascalho na parte inferior e depois com a mistura de solo e esterco bovino curtido, na proporção de 10:1 (a base de massa), respectivamente.

O solo utilizado foi proveniente da área experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e coletado a 0 - 100 cm de profundidade, sendo classificado como LATOSSOLO AMARELO, com textura franco argilosa. As análises de fertilidade do substrato (solo + adubo + esterco bovino) foram realizadas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da Embrapa: pH = 7,0; P = 139,00 mg dm⁻³; K⁺; Ca²⁺; Mg²⁺ e Na⁺ com 3,08; 1,65; 0,87 e 0,87 cmol_c dm⁻³ respectivamente. A matéria orgânica = 7,00 g kg⁻¹, foi determinada conforme metodologias recomendadas pela Embrapa (2011).

No estudo utilizou-se a espécie *P. edulis* Sims (BRS Gigante Amarelo) nos três tipos de propagação. Inicialmente, retirou-se estacas de plantas adultas de *P. edulis* Sims. (15 cm de comprimento com duas gemas apicais), essas foram colocadas para enraizar em bandejas de polietileno contendo substrato comercial Vivato® composto de casca de pinus bioestabilizada, vermiculita, moinha de carvão vegetal, água e espuma fenólica, (TECHNES AGRÍCOLA, 2018), permanecendo por 65 dias até o transplantio para recipientes.

Para mudas enxertadas e providas de sementes realizou-se duas sementeiras de *P. edulis* Sims, sendo a primeira destinada para composição do porta enxerto e 30 dias após realizou-se a segunda sementeira para uso como copa das mudas enxertadas e mudas via sementes. A enxertia foi realizada pelo método hipocotiledonar por garfagem do tipo topo em fenda cheia (Figura 1). Após 20 dias da realização da enxertia foram selecionadas plântulas com estatura e vigor semelhante dos três métodos de propagação para o transplantio em recipientes de garrafa PET. Durante a fase de obtenção das mudas até 10 dias após o transplantio (DAT), essas foram irrigadas com água do abastecimento local, após esse período iniciaram-se irrigações com águas contendo as concentrações salinas estudadas, (as plantas foram avaliadas aos 60 DAT com 50 dias sob estrsse salino).

As irrigações foram realizadas em dias alternados sendo o volume de água aplicado calculado conforme a seguinte fórmula: $VI = (VA - VD) / 0,9$, sendo VI o volume da água a ser aplicado na irrigação (ml); VA o volume de água aplicado na irrigação anterior e VD o volume de água drenado na

irrigação anterior. O valor 0,9 corresponde o fator que fixa em 10% a fração de lixiviação, visando evitar acumulação excessiva de sais no substrato. O controle da drenagem foi realizado a cada irrigação, sendo acoplado um recipiente coletor na base de cada vaso. Antes de iniciar cada irrigação a CEa era aferida com condutivímetro portátil, a qual foi realizada no período da manhã das 6:00 às 7:00 horas. Durante a execução do estudo foram realizadas duas fertirrigações, com 20 e 40 dias após transplântio (DAT) com FORTH solúveis® (Nitrogênio 19%; Fósforo 19%; Cloreto de potássio 19%; Boro 0,02%; Magnésio 0,6%), sendo aplicada por evento 400 ml planta⁻¹ da solução contendo 4 g L⁻¹).

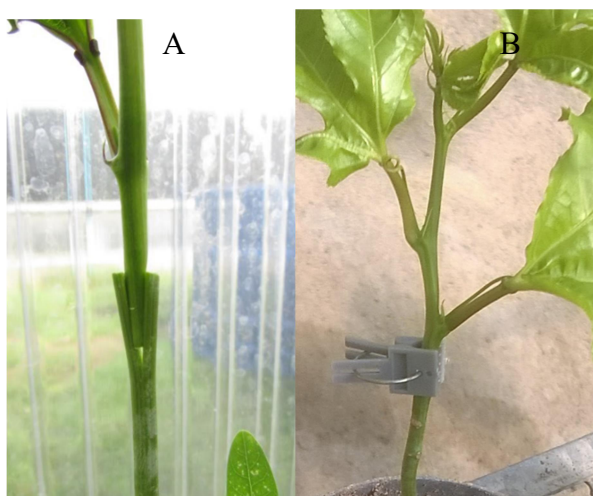


Figura 1. Enxertia pelo método hipocotiledonar por garfagem do tipo topo em fenda cheia (A); muda após 20 dias da realização da enxertia (B).

Aos 50 dias após início das irrigações com solução de NaCl (0,3 - controle e 6,3 dS m⁻¹), no horário da manhã as mudas de maracujazeiro foram avaliadas quanto ao crescimento e desenvolvimento por meio dos caracteres biométricos e fisiológicos: altura de plantas (AP) em cm, mensurada a partir da distância do colo até a inserção do meristema apical; número de folhas (NF), diâmetro de caule (DC) em mm, estimado a 3 cm da região de enxertia e para estacas e sementes a 5 cm do solo, com auxílio de um paquímetro digital; clorofila total (CT) em $\mu\text{mol g}^{-1}$, mensurado com clorofilômetro digital SPAD®; condutância estomática (g_s) por meio de um porômetro digital SC1 Decagon Divices; consumo hídrico total (CHT) em L planta⁻¹, estimado pela diferença entre a água aplicada e a água drenada; massa seca da raiz (MSR) em g, parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) em g, após secagem do material colhido em estufa com circulação de ar à temperatura de 60 °C, e volume radicular (VR) em cm³, obtido pelo deslocamento de água em proveta graduada.

Para o estudo anatômico, segmentos foliares da região da nervura central da folha (n = 3) e de raízes (n = 3) de *P. edulis* Sims. provenientes dos tratamentos salinos (controle – 0,3 e 6,3 dS m⁻¹) foram coletados e fixados em solução de FAA 70 % (formalina, ácido acético e álcool etílico) por 48 h

e em seguida conservados em etanol 70%, conforme Johansen (1940). Após esse período, os segmentos foliares e de raiz foram desidratados em série etílica crescente (85-100%) por 9 horas, infiltrados lentamente em historesina: etanol na proporção 1:2 e 1:1 por 72 horas cada, e por último em historesina pura permanecendo por uma semana. As amostras foram emblocadas e a polimerização ocorreu em temperatura ambiente por 48 horas. Cortes histológicos seriados (5 μ m) foram obtidos em micrótomo rotativo Leica RM 2155 (Leica, Nussloch, Alemanha), dispostos em lâminas histológicas e corados com fucsina ácida (0,1% p/v), seguido de azul de toluidina (0,05% p/v) (FEDER e O'BRIEN, 1968). Os cortes histológicos foram analisados e fotografados em fotomicroscópio Olympus BX51 acoplado com câmera digital Olympus DP175 (Olympus, Tokyo, Japan).

As imagens obtidas das folhas foram utilizadas para as medições das espessuras dos tecidos, nas seções transversais da lâmina foliar: espessura da epiderme adaxial e abaxial, espessura do parênquima paliçádico e esponjoso e espessura total do limbo. Essas medidas foram realizadas por meio do programa de imagens ImageJ 1.46r (FERREIRA e RASBAND, 2012). Para cada caractere, utilizaram-se dez cortes para folhas e raiz, totalizando assim uma amostra de 30 unidades para cada órgão da planta.

Todos os dados experimentais foram analisados independentemente e os valores avaliados por meio de análise de variância com teste F, comparando-se as médias pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando o pacote "Agricolae" implementado no programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2016). O teste F foi utilizado para testar significância definida como $P \leq 0,05$ ou $P \leq 0,01$.

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados biométricos e fisiológicos de mudas de *P. edulis* BRS Gigante Amarelo, observou-se que o estresse salino influenciou a AP, NF, gs, CHT, MSR, MSPA, MST e VR (Figuras 2, 3 e 4).

A AP diminuiu com o aumento das concentrações de NaCl, para todos os métodos de propagação (Figura 2 A-C). A redução das plantas em condições de salinidade é uma resposta dos diferentes mecanismos fisiológicos e bioquímicos para lidar com o estresse salino, a exemplo do decréscimo na taxa de crescimento (HERNÁNDEZ *et al.*, 2001; PARIDA *et al.*, 2005; ASHRAF *et al.*, 2013; ACOSTA-MOTOS *et al.*, 2015a; ACOSTA-MOTOS *et al.*, 2015b). Resultados similares foram relatados por Cruz *et al.* (2006) e Moura *et al.* (2017) que observaram reduções no crescimento das plantas de maracujazeiro amarelo com o aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação.

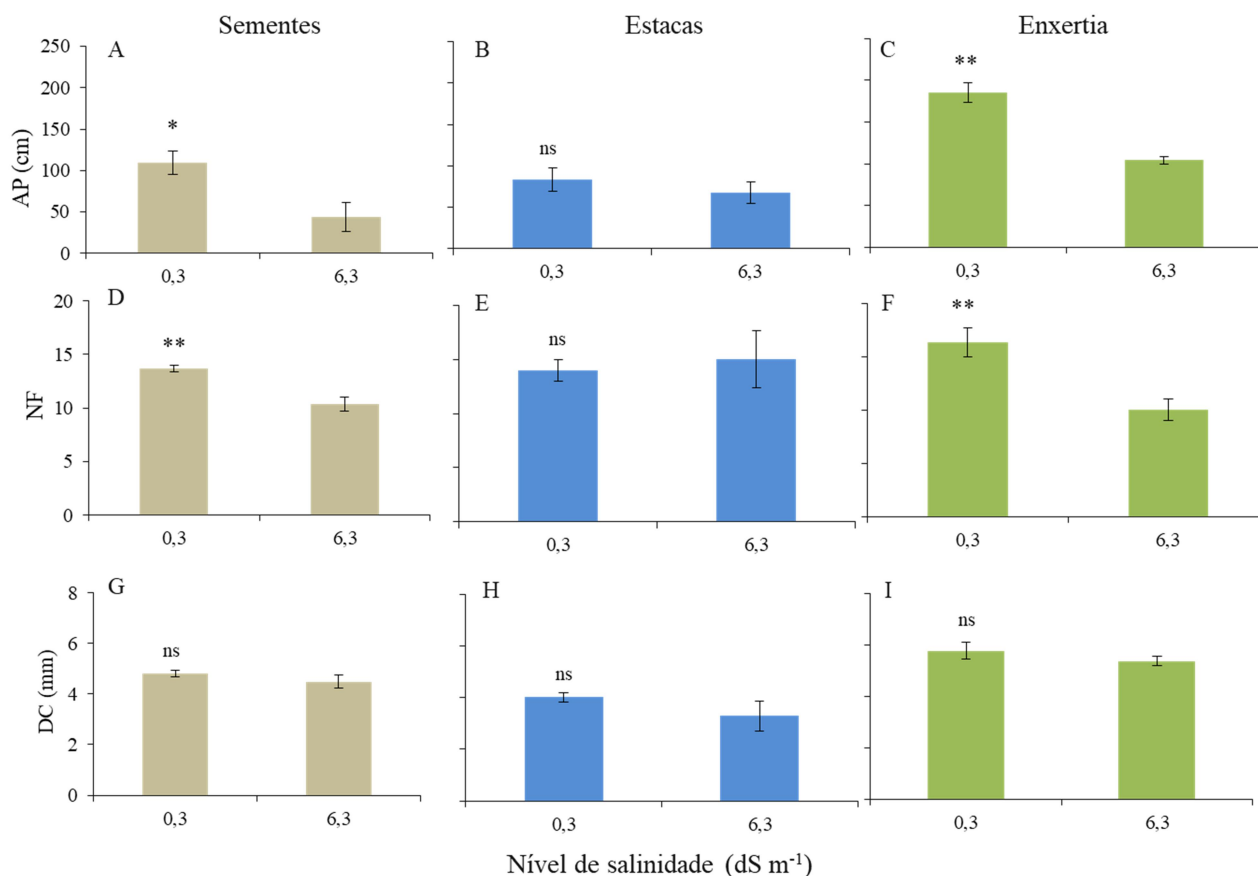


Figura 2. Caracteres biométricos de *Passiflora edulis* propagadas por sementes, estacas e enxertia submetidas a dois níveis de CEA (0,3 - controle e 6,3 dS m⁻¹), aos 60 dias após transplantio. Altura de planta - AP (A-C), número de folha - NF (D-F) e diâmetro de caule - DC (G-I).

Redução no crescimento de plantas também foi verificada em outras espécies irrigadas com a água salina, a exemplo de plantas da mostarda (PARIDA *et al.*, 2016), trigo e grão-de-bico (SHELDON *et al.*, 2017), provavelmente devido aos efeitos adversos do excesso de sais sobre a homeostase iônica, balanço hídrico, nutrição mineral e metabolismo de carbono fotossintético (MUNNS e TESTER, 2008; KARIMI e HASANPOUR, 2014).

Já em relação ao método de propagação, as plantas obtidas a partir da enxertia apresentaram AP aproximadamente duas vezes maior ($p \leq 0,01$) em relação aos outros métodos de propagação (Figura 2C), o comportamento observado no presente estudo é inverso ao observado por Lima *et al.* (2017) ao comparar a AP de *P. edulis/P.edulis* com *P. edulis* (sementes), já que eles observaram maior AP nas plantas propagadas por sementes.

Morgado *et al.* (2015), demonstraram que a combinação *P. edulis/P.edulis* com *P. edulis* (sementes) só diferiram significativamente entre si na segunda avaliação (45 dias), indicando que a prática da enxertia em si não influenciou significativamente o crescimento e, conseqüentemente, a AP. Essa diferença entre os métodos de propagação do presente estudo pode ser explicada pela diferença de

idade (30 dias) do porta enxerto das mudas propagadas por enxertia e as mudas propagadas por sementes.

O aumento da salinidade da água de irrigação prejudicou a emissão das folhas do maracujazeiro propagado por sementes e enxertia com decréscimo de 24,8% e 38,7%, respectivamente (Figura 2 D-F). Ribeiro *et al.* (2013), também observaram redução do NF do maracujazeiro amarelo (*P. edulis*) com o aumento da CEa em condições de campo.

Estudos realizados em outras espécies de plantas também comprovaram o decréscimo no NF quando submetidas à condição de alta salinidade da água utilizada na irrigação (GÓMEZ-BELLOT *et al.*, 2013; CIRILLO *et al.*, 2016; TSAMAIDI *et al.*, 2017). Em condições de estresse salino é comum ocorrerem alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, que refletem na redução da transpiração como alternativa para manter a baixa absorção de água salina, sendo uma dessas adaptações a redução do NF (TESTER e DAVENPORT, 2003).

A salinidade não afetou ($p \geq 0,05$) o DC das plantas (Figura 2 G-I), houve apenas respostas do método de propagação, sendo que o DC de mudas enxertadas maior em relação aos outros dois métodos. Esse resultado pode ser explicado pelo fato das plantas auto-enxertadas de *P. edulis* encontrarem em estágio de maior desenvolvimento fisiológico. Lima *et al.* (2017), também observaram maior DC a partir da auto-enxertia de *P. edulis/P. edulis* em comparação as provenientes de sementes.

Para g_s , verificou-se que o estresse salino causou decréscimo na variável, no maior nível de salinidade ($6,3 \text{ dS m}^{-1}$) quando comparado ao tratamento controle ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$) para todos tipos de propagação (Figura 3 A-C). O efeito foi mais pronunciado nas plantas enxertadas com 67,4% (Figura 3C), e menor redução nas plantas propagadas por estacas (Figura 3B). De forma análoga, Freire *et al.* (2014) observaram uma redução da g_s de *Passiflora edulis*, correspondendo um decréscimo de 50%, entre a mais alta salinidade ($4,5 \text{ dS m}^{-1}$) e o tratamento controle ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$).

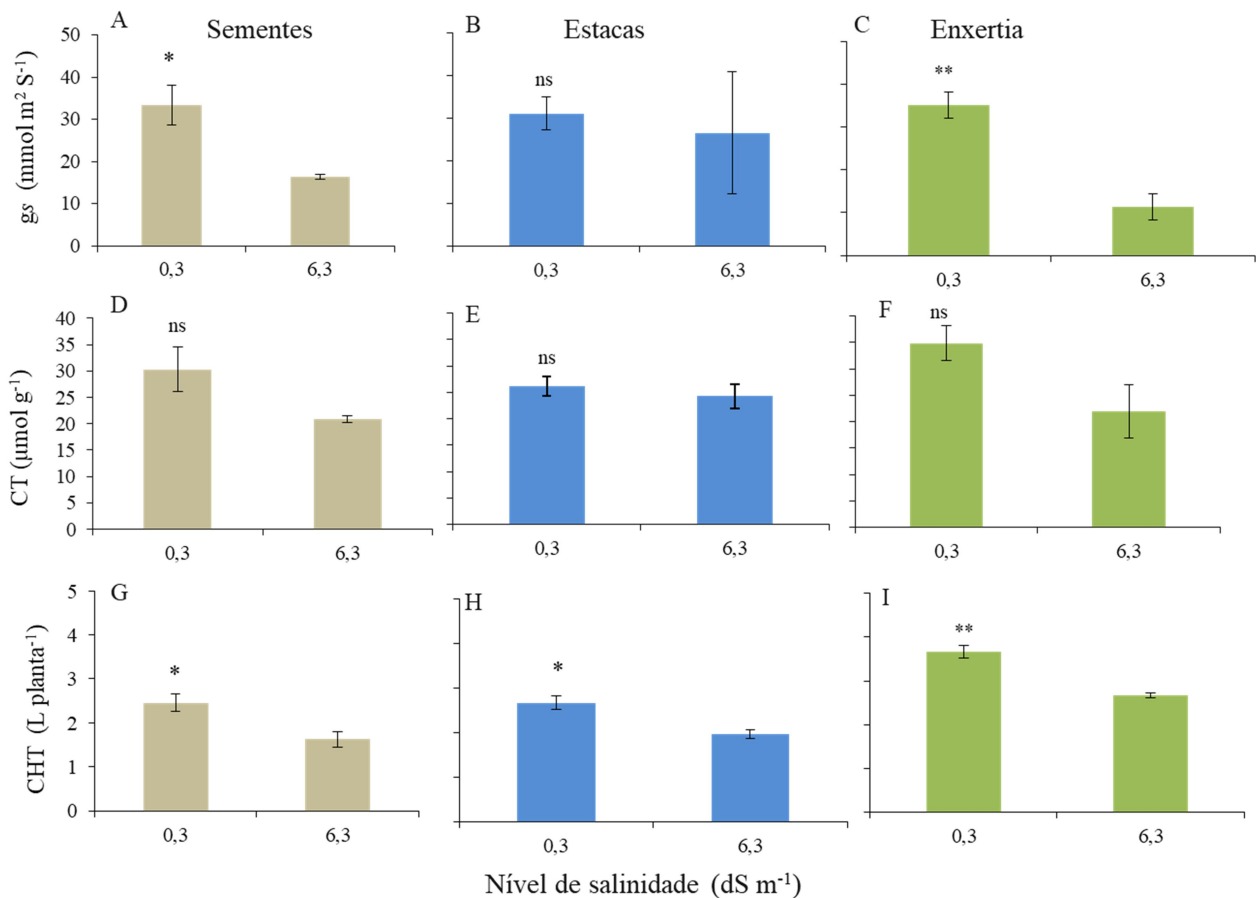


Figura 3. Caracteres fisiológicos de *Passiflora edulis* propagadas por sementes, estacas e enxertia submetidas a dois níveis de CEA (0,3 - controle e 6,3 dS m⁻¹), aos 60 dias após transplantio. Condutância estomática -gs (A-C), clorofila total - CT (D-F) e consumo hídrico total – CHT (G-I).

O teor de clorofila das folhas é um indicador útil tanto da atividade fotossintética como do vigor geral da planta (ALONSO *et al.*, 2002). No presente estudo, a irrigação com água salina embora tenha reduzido o teor de CT nas folhas de maracujazeiro amarelo, não se observou diferenças significativas dentro dos métodos de propagação (Figura 3 D-F). Sabe-se que as espécies tolerantes à salinidade apresentam teor de CT maior ou sem alteração em condições salinas, enquanto os níveis de CT diminuem em espécies sensíveis ao sal, sugerindo assim que este parâmetro pode ser considerado um marcador bioquímico de tolerância salina nas plantas (STEOPIEN e JOHNSON 2009; ASHRAF *et al.*, 2013).

Estudos contraditórios foram relatados na literatura. Casierra-Posada *et al.* (2017) observaram que a maior concentração de NaCl (90 mmol) aumentou em 20,2% o teor de CT em relação as plantas controle (0 mmol) de *P. edulis*. Já Karimi *et al.* (2016) observaram que o estresse salino reduziu a CT das folhas de pistachio (*Pistacia vera* cv. ‘Badami-Riz-e-Zarand’), enquanto plantas de murta (*Myrtus communis* L.) sob diferentes níveis de NaCl (variando de 4 a 8 dS m⁻¹) o teor de CT na folha

permaneceu inalterado, e nas plantas de eugenia (*Eugenia myrtifolia* L.) aumentaram (ACOSTA-MOTOS *et al.*, 2015a, ACOSTA-MOTOS *et al.*, 2015b).

O CHT das plantas propagadas pelos três métodos avaliados foi influenciado significativamente pela salinidade da água de irrigação (Figura 3 G-I) com maior redução para plantas propagadas por sementes (36,0%) e menor nas plantas propagadas por estacas (25,9%). Soares *et al.* (2002) observaram que o CHT das plântulas de *P. edulis* foi afetado negativamente pelo incremento dos níveis de salinidade da água de irrigação.

A redução do CHT nos diferentes métodos de propagação é resultante da redução do potencial osmótico da solução do solo, em função do aumento da concentração dos sais solúveis, conseqüentemente, reduziu a absorção de água e nutrientes pelas plantas com reflexos negativos nos processos fisiológicos (DIAS *et al.*, 2016). Essa informação pode ser corroborada no presente estudo pela redução da gs afetada pelo incremento da salinidade (Figura 3 A-C; Figura 3 G-I). Similarmente, Moura *et al.* (2017) também observaram que o acréscimo de água salina diminuiu o CHT de *Passiflora*, bem como em outras espécies de plantas como pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) (SOUSA *et al.*, 2011), e noni (*Morinda citrifolia* L.) (SOUTO *et al.*, 2013). Por outro lado, Álvarez e Sanches-Blanco (2014) relataram que em calistemone (*Callistemon citrinus* Curtis) não houve diferença pronunciada no CHT entre plantas controle (0,8 dS m⁻¹) e o tratamento salino (4,0 dS m⁻¹).

Considerando a MSR, houve redução significativa entre o menor e maior nível de salinidade da água de irrigação, apenas nas mudas propagadas por sementes com decréscimo de 69% (Figura 4 A). Em relação à MSPA (Figura 4 D-F) houve efeito da CEa apenas nas mudas propagadas por enxertia com redução de 48,3% entre o nível 0,3 e 6,3 dS m⁻¹ (Figura 4 F).

Comportamento semelhantes foram obtidos por Cruz *et al.* (2006) e Oliveira *et al.* (2015) que também constataram redução da MSR e MSPA no maracujazeiro amarelo em função das aplicações crescentes de NaCl. Casierra-Posada *et al.* (2017) observaram que o padrão de distribuição de massa seca nos diferentes órgãos das plantas do sisal (*Furcraea hexapetala* Jacq. Urb) foi alterado pela exposição das plantas à salinidade.

Para a variável MST, foi também verificado redução com o incremento da CEa (Figura 4 G-I), com efeito significativo para as mudas propagadas por sementes (51,7%) e enxertia (38,0%) (Figura 4 G; Figura 4 I). Correia *et al.* (2009), observaram que alocação de biomassa em determinados órgãos da planta é uma estratégia diferenciada à medida em que os níveis de estresse salino são intensificados. Resultados similares foram observados em outras espécies de plantas como em *P. tripartita* var. Mollissima (CASIERRA-POSADA *et al.*, 2013) que apresentaram drásticas reduções no acúmulo de MST em função do aumento da salinidade. O método de propagação por enxertia proporcionou mudas com MST superior (17,3 g) às propagadas por estacas (9,8%) e sementes (8,9 g).

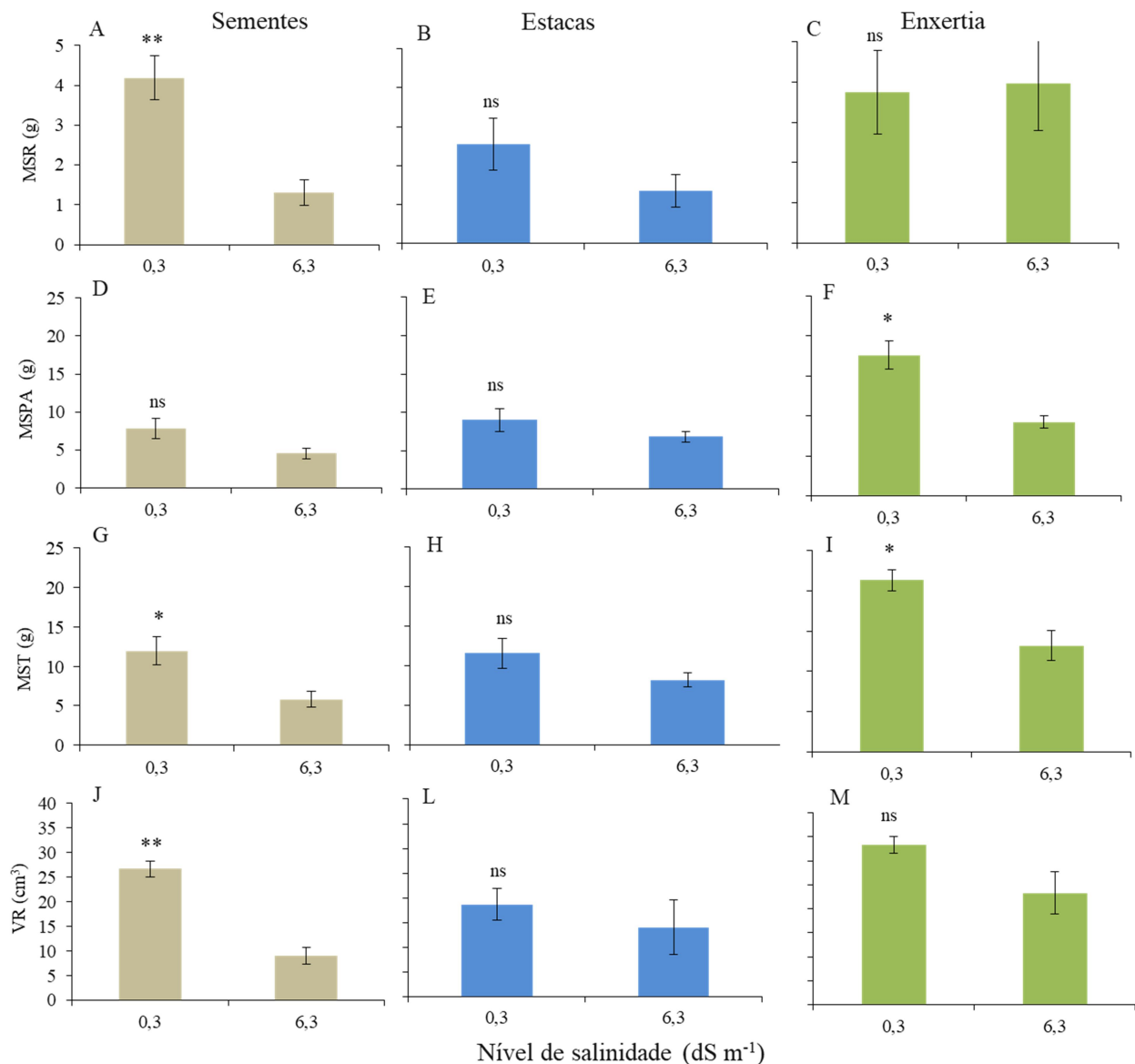


Figura 4. Caracteres de *Passiflora edulis* propagadas por sementes, estacas e enxertia submetidas a dois níveis de CEa (0,3 - controle e 6,3 dS m⁻¹), aos 60 dias após transplantio. Massa seca da raiz - MSR (A-C); massa seca da parte aérea - MSPA (D-F); massa seca total - MST (G-I) e volume de raiz - VR (J-M).

O VR do maracujazeiro amarelo foi afetado pelo acréscimo da concentração de sais da água de irrigação (Figura 4 J-M). Entretanto, o decréscimo no VR foi significativo apenas nas mudas propagadas por sementes com 66,3%. (Figura 4 J). A inibição no desenvolvimento do sistema radicular com incremento gradual da salinidade pode ser atribuída à redução da fotossíntese, uma vez que, o número e o tamanho das folhas de plantas menos tolerantes à ação dos sais são reduzidas devido à baixa disponibilidade de água, aumento da concentração salina da solução e toxicidade pela alta concentração de sais no ambiente radicular, o qual promove uma redução da turgescência, resultando assim na diminuição da expansão celular e na taxa de crescimento das plantas como um todo (MUNNS e TESTER, 2008; KHALID e SILVA, 2010).

Segundo Younis *et al.* (2013) estudos anatômicos de plantas submetidas ao estresse salino são muito importantes porque revelam características adaptativas das plantas quando expostas a essa condição. No presente estudo, observou-se efeito significativo ($p \leq 0.05$) da salinidade em relação aos caracteres anatômicos da região internevral da folha de *P. edulis* (Figura 5 e 6) e dos constituintes celulares (Figura 7).

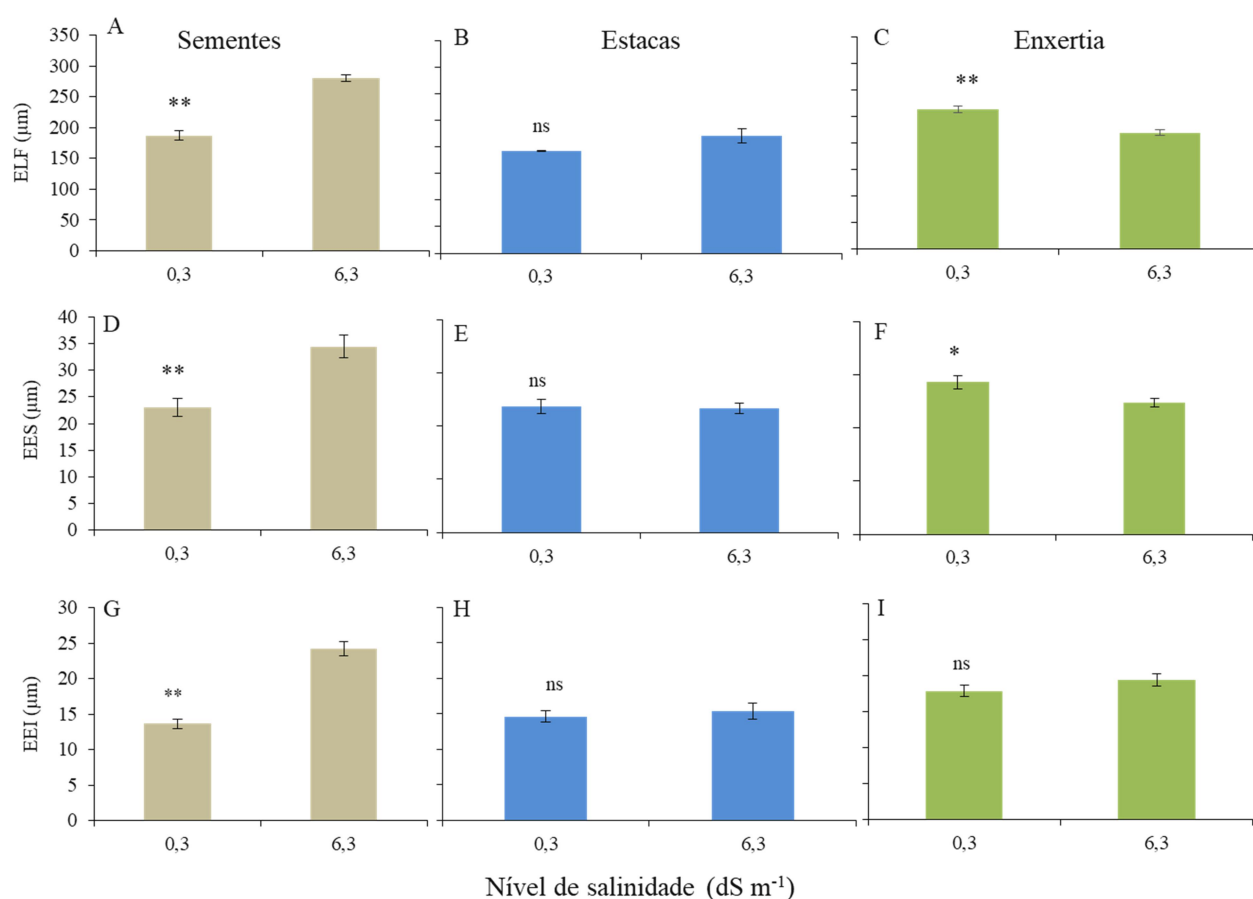


Figura 5. Caracteres anatômicos quantitativos da região internervural da folha de *Passiflora edulis* propagadas por enxertia, estacas e sementes submetidas a dois níveis de CEA (0,3 - controle e 6,3 dS m⁻¹), aos 60 dias após transplântio. espessura do limbo foliar – ELF (A-C); espessura da epiderme superior - EES (D-F); espessura da epiderme inferior - EEI (G-I).

As mudas propagadas por sementes apresentaram as maiores alterações anatômicas decorrentes da salinidade, a exemplo do aumento na ELF com acréscimo de 33,2% (Figura 5A), EES e EEI com valores respectivos de 33,04% (Figura 5D) e 43,09%, valores superiores ao tratamento controle (Figura 5G) e aumento na EPP e EPE com 48,2% e 24,5%, respectivamente, em relação ao tratamento controle (Figura 6A e 6D). Em contrapartida, as plantas provenientes de estacas e submetidas ao estresse salino apresentaram as menores alterações anatômicas quando comparadas ao tratamento controle, à exceção do EPP que aumentou em condição de estresse salino (Figura 6B).

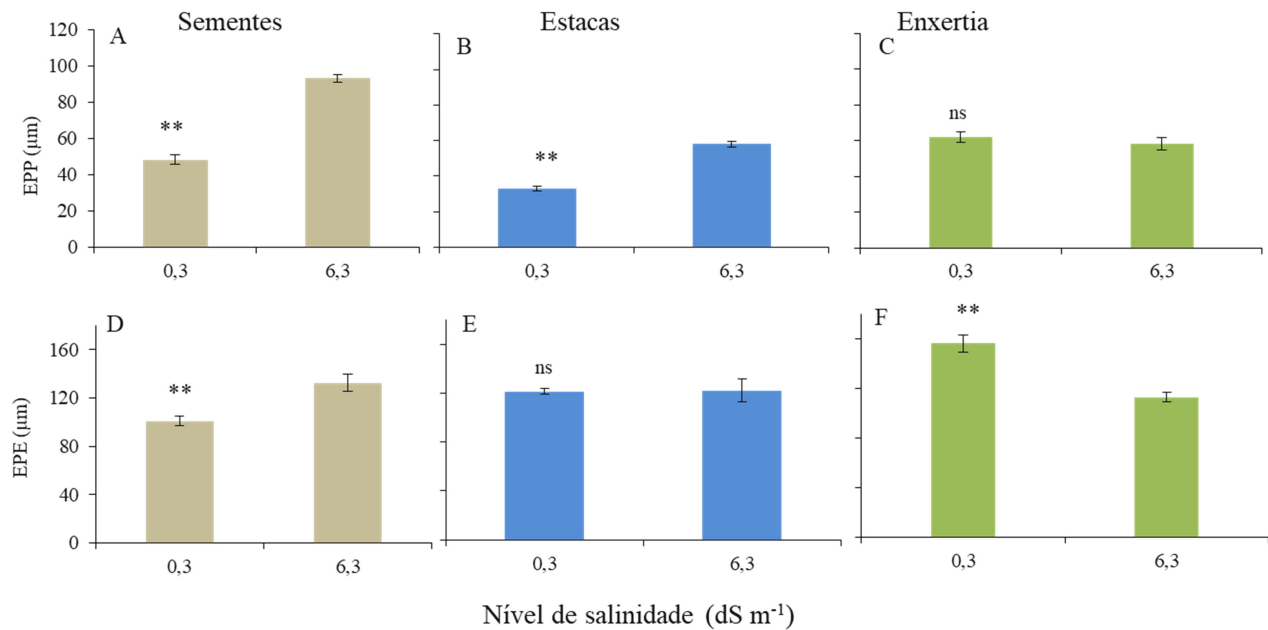


Figura 6. Caracteres anatômicos quantitativos da região internervural da folha de *Passiflora edulis* propagadas por enxertia, estacas e sementes submetidas a dois níveis de CEa (0,3 - controle e 6,3 dS m⁻¹), aos 60 dias após transplântio . espessura do parênquima paliçádico - EPP (A-C) e espessura do parênquima esponjoso - EPE (D-F).

Nas seções transversais da lâmina foliar da maioria das plantas de *P. edulis* também foi observada a presença de alguns metabólitos secundários, como os cristais de oxalato de cálcio na forma de drusas na região floemática quando submetidas ao estresse salino (Figura 7G e 7L). Comportamento similar foi verificado na seção longitudinal e transversal da raiz com a presença de drusas na região do córtex mais pronunciadas nas plantas propagadas por sementes (Figura 7 I-J).

Vários autores têm demonstrado alterações anatômicas foliares e de raiz em resposta ao estresse salino em diversas espécies de plantas. Estudos pioneiros realizados por Longstreth e Nobel (1979), investigaram as alterações na anatomia foliar de três espécies de plantas com respostas diferentes ao estresse salino (*Phaseolus vulgaris*, sensível ao sal, *Gossypium hirsutum*, moderadamente tolerante a salinidade e *Atriplex patula*, tolerante ao sal).

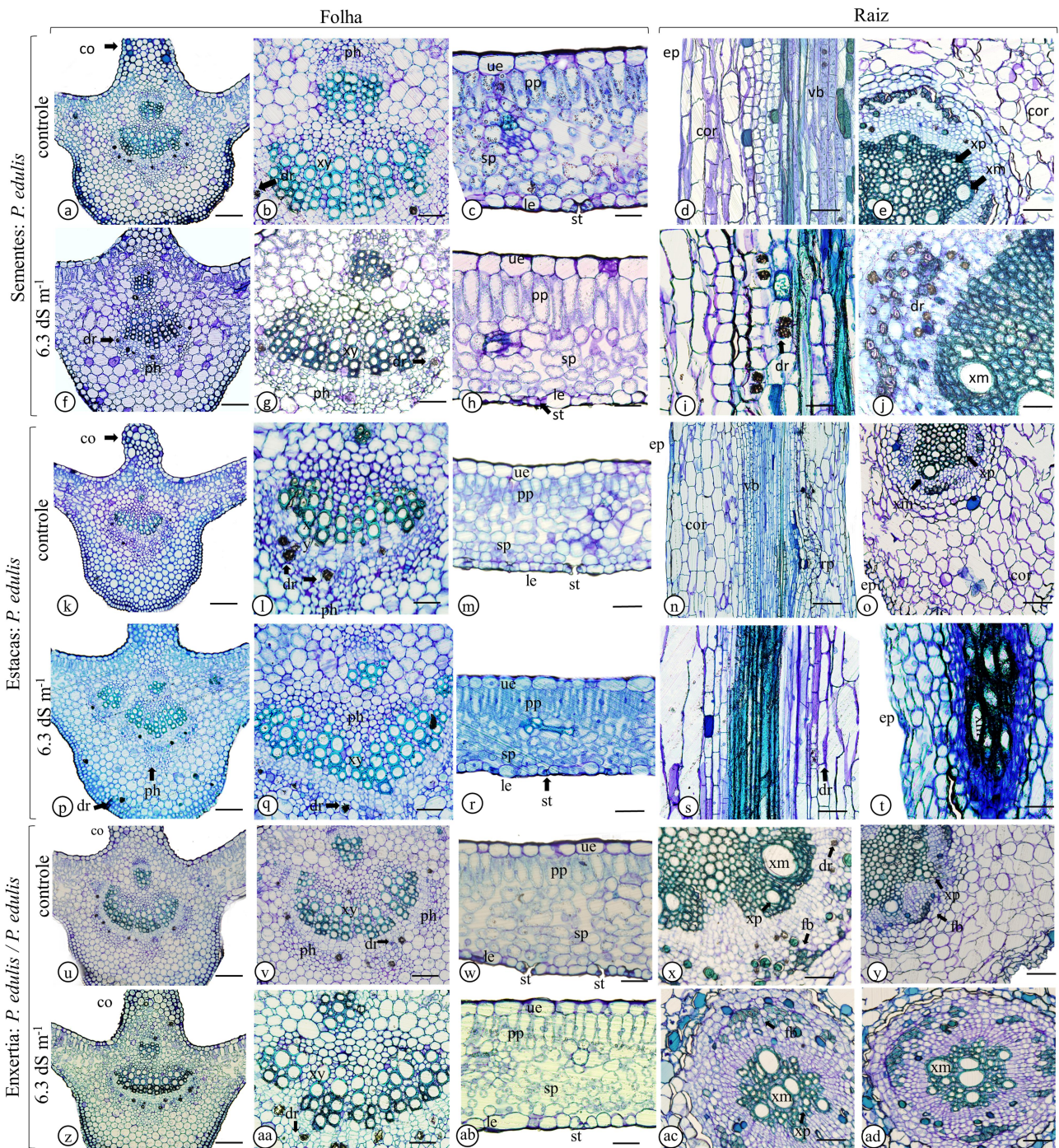


Figura 7. Fotomicrografia de folha e raiz de plantas de *Passiflora edulis* provenientes de mudas propagadas por sementes, estacas e enxertia submetidas à salinidade hídrica 0,3 controle e 6,3 (dS m^{-1}), aos 60 dias após transplântio a-e) Sementes - controle; f-j) Sementes irrigado com água salina 6,3 dS m^{-1} ; k-o) Estacas controle; p-t) Estacas irrigado com água salina 6,3 dS m^{-1} ; u-y) Enxertia controle; z-ad) Enxertia irrigado com água salina 6,3 dS m^{-1} .

co: colênquima, dr: drusas, ph: floema, xy: xilema, st: estômato, ue: epiderme superior, pp: parênquima paliçádico, sp: parênquima esponjoso, le: epiderme inferior, ep: epiderme, cor: córtex, vb: feixe vascular, rp: primórdio radicular, xm: metaxilema, xp: protoxilema.

Esses autores observaram que *Atriplex patula*, apresentou maior espessura de folha devido ao aumento da espessura da epiderme e do mesófilo. Em contrapartida, nas outras duas espécies foram observados efeitos opostos, já que eram menos tolerantes à salinidade. Romero-Aranda *et al.* (1998)

estudaram os distúrbios anatômicos foliares em duas variedades de citros, a *Carrizo citrange* (sensível ao estresse) e a *Cleopatra mandarin* (tolerante ao estresse). Os autores observaram que os declínios induzidos pela salinidade na taxa fotossintética foram ligados a alterações nas propriedades anatômicas da folha, como o aumento da espessura da folha e a menor relação área/volume das células do mesófilo.

Acosta-Motos *et al.* (2015a; 2015b) estudaram alterações anatômicas da folha em plantas de *Myrtus communis* e *Eugenia myrtifolia* submetidas a uma solução de NaCl de 8 dS m⁻¹ para o mesmo tempo de exposição (30 dias). Em *Myrtus communis* não foram observadas alterações significativas no parênquima paliçádico, mas foram encontrados diminuição no parênquima esponjoso e um aumento no espaço intercelular. Por outro lado, a espécie *Eugenia myrtifolia* exibiu um aumento expressivo no parênquima paliçádico. Essa peculiaridade observada em *E. myrtifolia* melhora a difusão de CO₂, tornando mais fácil o mesmo alcançar os cloroplastos, que tem uma maior presença em parênquima paliçádico. Essas alterações podem proteger e melhorar a performance fotossintética, especialmente, em uma situação de abertura estomática reduzida.

Resultados semelhantes foram observados em plantas de *Viburnum tinus* L. (GÓMEZ-BELLOT *et al.*, 2015), em *Myoporum bontiodes* A. Gray (XU *et al.*, 2014) e de tabaco (FRANCO-NAVARRO *et al.*, 2016) as quais apresentaram alterações anatômicas nas folhas como aumento da espessura foliar devido ao aumento do parênquima paliçádico, maximizando assim o potencial fotossintético em condição salina. De forma análoga, também foi observado esse comportamento em nosso estudo.

5.4. CONCLUSÕES

As mudas propagadas por sementes apresentaram maior sensibilidade ao estresse salino com redução significativa dos caracteres biométricos (altura de planta, número de folhas, massa seca da raiz e total volume de raiz), fisiológicos (condutância estomática e consumo hídrico total) e maiores alterações anatômicas (espessura do mesófilo foliar, espessura da epiderme e do parênquima paliçádico e esponjoso), além da presença de compostos metabólitos (oxalato de cálcio na forma de drusas) no tecido xilemático.

As mudas propagadas por estacas e enxertia são consideradas menos sensíveis ao estresse salino, apresentando maior aptidão agrícola para lidar com a toxicidade do sal e sobreviver em condições extremas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA-MOTOS, J. R.; ÁLVAREZ, S.; BARBA-ESPÍN, G.; HERNÁNDEZ, J. A.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J. Salts and nutrients present in regenerated waters induce changes in water relations, antioxidative metabolism, ion accumulation and restricted ion uptake in *Myrtus communis* L. plants. **Plant Physiology Biochemistry**, v.85, n.1, p. 41–50, 2014.
- ACOSTA-MOTOS, J. R.; DÍAZ-VIVANCOS, P.; ÁLVAREZ, S.; FERNÁNDEZ-GARCÍA, N.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J.; HERNÁNDEZ, J. A. NaCl-induced physiological and biochemical adaptative mechanism in the ornamental *Myrtus cummunis* L. plants. **Journal Plant Physiology**, v.183, n.1, p. 41–51, 2015a.
- ACOSTA-MOTOS, J. R.; DÍAZ-VIVANCOS, P.; ÁLVAREZ, S.; FERNÁNDEZ-GARCÍA, N.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J.; HERNÁNDEZ, J. A. Physiological and biochemical mechanisms of the ornamental *Eugenia myrtifolia* L. plants for coping with NaCl stress and recovery. **Planta**, v.242, n.4, p.829 - 846, 2015b.
- ACOSTA-MOTOS, J. R.; ORTUÑO, M. F.; BERNAL-VICENTE, M. F.; DIAZ-VIVANCOS, A. P.; SANCHEZ-BLANCO, M. J.; HERNANDEZ, J. A. Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. **Agronomy**, v.7, n.1, p.1-38. 2017.
- AHMED, B. A.; MONTANI, I. S. Effect of saline water irrigation and manure application on the available water. **Agricultural Water Management**, v.97, n.1, p.165-170. 2010.
- ALONSO M, ROZADOS M. J.; VEJA, J. A.; PEREZ-GOROSTIAGA, P.; CUINAS, P.; FONTURBEL, M. T.; FERNANDES, C.; Biochemical responses of *Pinus pinaster* trees to fire-induced trunk girdling and crown scorch: secondary metabolites and pigments as needle chemical indicators. **Journal of Chemical Ecology**, v.28, n.4, p.687-700, 2002.
- ALVAREZ, S.; SANCHEZ-BLANCO, M. J. Long-term effect of salinity on plant quality, water relations, photosynthetic parameters and ion distribution in *Callistemon citrinus*. **Plant Biology**, v.16, n.4, p.757-764, 2014.
- ANDRADE, J. R.; MEDEIROS, A. S.; MAIA JÚNIOR, S. O.; REZENDE, L. P.; ARAÚJO NETO, J. C. Germination and morphophysiology of passion fruit seedlings under salt water irrigation, **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n.3, p. 229-236, 2018.
- ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. Photosynthesis under stressful environments: an overview. **Photosynthetica**, v.51, n.2, p.163–190, 2013.
- ATABAYEVA, S.; NURMAHANOVA, A.; MINOCHA, S.; AHMETOVA, A.; KENZHEBAYEVA, S.; AIDOSOVA, S.; NURZHANOVA, A.; ZHARDAMALIEVA, A.; ASRANDINA, S.;

- ALYBAYEVA, R.; L. I. T. The effect of salinity on growth and anatomical attributes of barley seedling (*Hordeum vulgare* L.), **African Journal of Biotechnology**, v.12, n.18, p.2366 – 2377, 2013.
- BARNARD, J. H.; RENSBURG, L. D. V.; BENNIE, A. T. P. Leaching irrigated saline sandy to sandy loam apedal soils with water of a constant salinity. **Irrigation Science**, v.28, n.1, p.191-201, 2010.
- BEZERRA, J. D.; PEREIRA, W. E.; SILVA, J. M.; RAPOSO, R. W. C. Crescimento de dois genótipos de maracujazeiro-amarelo sob condições de salinidade. **Revista Ceres**, v.63, n.4, p.502-508, 2016.
- CASIERRA-POSADA, F.; CARREÑO-PATIÑO, A.; CUTLER, J Growth, fiber and nitrogen content in sisal plants (*Furcraea* sp) under NaCl salinity. **Gesunde Pflanzen**, v.69, n.2, p.83-90, 2017.
- CASIERRA-POSADA, F.; PEÑA-OLMOS, J. E.; VAUGHAN, G. Photochemical efficiency of photosystem II and growth in banana Passion fruit plants (*Passiflora tripartite* (Juss.) var. mollissima (Kunt) L.H. Bailey under salt stress. **Acta Agronómica**, v.62, n.1, p.21-26, 2013.
- CIRILLO, C.; ROUPHAEL, Y.; CAPUTO, R.; RAIMONDI, G.; SIFOLA, M. I.; PASCALE, S. Effects of high salinity and the exogenous of an osmolyte on growth, photosynthesis and mineral composition in two ornamental shrubs. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.91, n.1, p.14–22, 2016.
- CORREIA, K.G.; FERNANDES, P. F.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SANTOS, T. DA S. Crescimento, produção e características de fluorescência da clorofila *a* em amendoim sob condições de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v.40, n.4, p.514-521, 2009.
- CRAMER, G. R. Sodium–calcium interactions under salinity stress. In LÄUCHLI, A., LÜTTGE, U., **Salinity: Environment Plants Molecules**. Dordrecht: Kluwer, 2002; p. 205-227.
- CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; COELHO, E. F.; CALDAS, R. C.; ALMEIDA, A. Q.; QUEIROZ, J. R. Influência da salinidade sobre o crescimento, absorção e distribuição de sódio, cloro e macronutrientes em plântulas de maracujazeiro-amarelo. **Bragantia**, v.65, n.2, p.275-284, 2006.
- DEINLEIN, U.; STEPHAN, A.B.; HORIE, T.; LUO, W.; XU, G.; SCHROEDER, J. I. Plant salt-tolerance mechanisms. **Trends in Plant Science**, v.19, n.6, p.371–379, 2014.
- DIAS, N. S.; BLANCO, F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. F. S.; SOUSA NETO, O. N.; QUEIROZ, Í. S. R. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F., GOMES FILHO, E. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal. 2016, p.151-161.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2011, 212p.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Boletim meteorológico da estação convencional de Cruz das Almas, Ba: variabilidade e tendências climáticas/SILVA, T. S. M.;**

- COELHO FILHO, M. A.; COELHO, E. F. – [recurso eletrônico] - Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2016.
- FEDER, N.; O'BRIEN, T. P. Plant microtechnique: some principles and new methods. **American Journal of Botany**, v.55, n.1, p.123-142, 1968.
- FERNÁNDEZ-GARCÍA, N.; OLMOS, E.; BARDISI, E.; GARCÍA-DE LA GARMA, J.; LÓPEZ-BERENGUER, C.; RUBIO-ASENSIO, J. S. Intrinsic water use efficiency controls the adaptation to high salinity in a semi-arid adapted plant, henna (*Lawsonia inermis* L.). **Journal Plant Physiology**, v.171, n.1, p.64–75, 2014.
- FERREIRA, T.; RASBAND, W. S. ImageJ 1.46r user guide. Bethesda: U. S. National Institutes of Health, 2012. Disponível em < <https://imagej.nih.gov/ij/docs/guide/146.html>>. Acesso em 25 de abril de 2017.
- FRANCO, J. A.; BAÑÓN, S.; VICENTE, M. J.; MIRALLES, J.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J. J. Root development in horticultural plants grown under abiotic stress conditions - A review. **Journal Horticulturae Science Biotechnology**, v.86, n.1, p. 543–556, 2011.
- FRANCO-NAVARRO, J. D.; BRUMÓS, J.; ROSALES, M. A.; CUBERO-FONT, P.; TALÓN, M.; COLMENERO-FLORES, J. M. Chloride regulates leaf cell size and water relations in tobacco plants. **Journal of Experimental Botany**, v.67, n.3, p.873–891, 2016.
- FREIRE, J. L. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F., FERNANDES, P. D., LIMA NETO, A. J. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.1, p.82-91, 2014.
- GAO, H. J.; YANG, H. Y.; BAI, J.P.; LIANG, X. Y.; LOU, Y.; ZHANG, J. L.; WANG, D.; ZHANG, J. L.; NIU, S. Q.; CHEN, Y. L. Ultrastructural and physiological responses of potato (*Solanum tuberosum* L.) plantlets to gradient saline stress. **Frontiers in Plant Science**, v.13, n.5, p.1-14 , 2015.
- GOMES, C. D. L.; SÁ, J. M.; LEITÃO, E. T. C.; RODRIGUES, M. H. B. S.; SOUSA, V. F. O.; MELO, R. A. P.; NOBRE, R. G.; PAIVA, F. J. S.; SANTOS, A. S.; FARIAS, J. A.; BRILHANTE, C. L. Production of seedlings of yellow passion fruit plant in different substrates and saline levels, **Journal of Agricultural Science**, v.10, n.9, p. 244-251, 2018.
- GÓNMEZ-BELLOT, M. J.; ÁLVAREZ, S.; BAÑÓN, S.; ORTUÑO, M. F.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J. Physiological mechanisms involved in the recovery of euonymus and laurustinus subjected to saline waters. **Agricultural Water Management**, v.128, n.1, p.131–139, 2013.
- GÓMEZ-BELLOT, M. J.; NORTES, P. A.; ORTUÑO, M. F.; ROMERO-TRIGUEROS, C.; FERNÁNDEZ-GARCÍA, N.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J. Influence of arbuscular mycorrhizal fungi and treated wastewater on water relations and leaf structure alterations of *Viburnum tinus* L. plants during both saline and recovery periods. **Journal Plant Physiology**, v.188, n.1, p.96–105, 2015.

- HAMEED, M.; ASHRAF, M.; AHMAD, M. S. A.; NAZ, N. Structural and functional adaptations in plants for salinity tolerance. In: Ashraf, M., Ozturk, M., Ahmad, M. S. A. (ed.) **Plant adaptation and phytoremediation**. Berlin: Springer Verlag; 2010. p.151–70.
- HERNÁNDEZ, J. A.; FERRER, M. A.; JIMÉNEZ, A.; ROS-BARCELÓ, A.; SEVILLA, F. Antioxidant systems and O₂/H₂O₂ production in the apoplast of *Pisum sativum* L. leaves: Its relation with NaCl-induced necrotic lesions in minor veins. **Plant Physiology**, v.127, n.1, p.817–831. 2001.
- HUANG, Y.; GUAN, C.; LIU, Y.; CHEN, B.; YUAN, S.; CUI, X.; ZHANG, Y.; YANG, F. Enhanced growth performance and salinity tolerance in transgenic switchgrass via overexpressing vacuolar Na⁺ (K⁺)/H⁺ antiporter gene (*PvNHXI*). **Frontiers in Plant Science**, v.8, n.1, p.1-13, 2017.
- HURTADO-SALAZAR, A.; SILVA, D. P.; OCAMPO, J.; CEBALLOS-AGUIRRE, N.; BRUCKNER, C. H. Salinity tolerance of *Passiflora tarminiana* Coppens & Barney. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v.12, n.1, p. 11-19, 2018.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola em 2015**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=4&z=t&o=11&u1=1&u2=27&u3=1&u4=27&u5=1&u6=1>>. Acesso em: 03 de abril de 2018.
- JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**, New York : McGraw Hill, 1940. 523p.
- KARIMI, H. R.; HASANPOUR, Z. Effects of salinity and water stress on growth and macronutrients concentration of pomegranate (*Punica granatum* L.). **Journal Plant Nutrition**, v.37, n.12, p.1-15, 2014.
- KARIMI, H. R.; NASROLAHPOUR-MOGHADAM, S. Male pistachio seedlings exhibit more efficient protective mechanisms than females under salinity stress. **Scientia Horticulturae**, v.211, n.1, p.118–125, 2016.
- KHALID, A.; SILVA, J. A. T. Yield, essential oil and pigment content of *Calendula officinalis* L. flower heads cultivated under salt stress conditions. **Scientia Horticulturae**, v.126, n.2, p.297-305, 2010.
- KRASENSKY, J.; JONAK, C. Drought, salt, and temperature stress-induced metabolic rearrangements and regulatory networks. **Journal Experimental Botany**, v.63, n.4, p.1593–1608, 2012.
- LIMA, L. K. S.; SOARES, T. L.; SOUZA, E. H.; JESUS, O. N.; GIRARDI, E. A. Initial vegetative growth and graft region anatomy of yellow passion fruit on *Passiflora* spp. rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v.215, n.1, p.134-141, 2017.
- LONGSTRETH, D. J.; NOBEL, P. S. Salinity effects of leaf anatomy. **Plant Physiology**, v.63, n.4, p.700-703, 1979,

- MORGADO, M. A. D.; BRUCKNER, C. H.; ROSADO, L. D. S.; SANTOS, C. E. M. Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro-azedo enxertadas em espécies silvestres de *Passiflora*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, n.2, p.471- 479, 2015.
- MOURA, R. S.; GHEYI, H. R.; COELHO FILHO, M. A.; JESUS, O. N.; LIMA, L. K. S.; CRUZ, C. S. Formation of seedlings of species from the genus *Passiflora* under saline stress. **Bioscience Journal**, v.33, n.5, p.1197-1207, 2017.
- MOURA, R.S.; GHEYI, H.R.; COELHO FILHO, M.A.; JESUS, O.N.; SILVA SÁ, F.V.; LIMA, L.K.S.; Tolerance of passion fruit species under salt stress. **International Journal of Current Research**, v.8, n.1, p. 37689-37695, 2016.
- MULRY, K. R.; HANSON, B. A.; DUDLE, D. A. Alternative strategies in response to saline stress in two varieties of *Portulaca oleracea* (Purslane). **Plos One**, v.10, n.9, p.1-18, 2015.
- MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, v.167, p. 645–663, 2005.
- MUNNS R.; GILLIHAM M. Salinity tolerance of crops - what is the cost? **New Phytologist**, v.208, n.3, p.668-673, 2015.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Revista of Plant Biology**, v.59, n.1, p.651-681, 2008.
- NASCIMENTO, E. S.; CAVALCANTE, L. F.; GONDIM, S. C.; SOUZA, J. T. A.; BEZERRA, F. T. C.; BEZERRA, M. A. F. Formação de mudas de maracujazeiro amarelo irrigadas com águas salinas e biofertilizantes de esterco bovino. **Revista Agropecuária Técnica**, v.38, n.1, p.1-8, 2017.
- NEGRÃO, S.; SCHMÖCKEL, M.; TESTER, M. Evaluating physiological responses of plants to salinity stress. **Annals of Botany**, v.119, n.1, p.1-11, 2017.
- OLIVEIRA, F. A.; LOPES, M. A. C.; SÁ, F. V. S.; NOBRE, R. G.; MOREIRA, R. C. L.; SILVA, L. A.; PAIVA, E. P. Interação salinidade da água de irrigação e substratos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. **Comunicata Scientiae**, v.6, n.4, p.471-478, 2015.
- PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. v.60, n.3, p.324–349, 2005.
- PARIDA, A. K., VEERABATHINI, S. K., KUMARI, A., AGARWAL, P. K. Physiological, anatomical and metabolic implications of salt tolerance in the halophyte *Salvadora persica* under hydroponic culture condition. **Frontiers in Plant Science**, v.7, n.1, p.1-18, 2016.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**, Vienna: **R Foundation for statistical computing**, 2016. Available in: <<https://cran.r-project.org/>>. Access in: June, 20, 2016.

- RIBEIRO, A. A.; SEABRA FILHO, M.; MOREIRA, F. J. C.; SOUZA, M. C. M. R.; MENEZES, A. S. Crescimento inicial do maracujazeiro amarelo irrigado com água salina em dois substratos, **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n. 3, p.133 - 242, 2013.
- ROMERO-ARANDA, R.; MOYA, J. L.; TADEO, F. R.; LEGAZ, F.; PRIMO-MILLO, E.; TALON, M. Physiological and anatomical disturbances induced by chloride salts in sensitive and tolerant citrus: beneficial and detrimental effects of cations. **Plant Cell & Environment**, v.21, n.12, p.1243–1253, 1998.
- SÁ, J. M.; LEITÃO, E. T. C.; GOMES, C. D. L.; RODRIGUES, M. H. B. S.; SOUSA, V. F. O.; SANTOS, G. L.; MELO, R. A. P.; MENDONÇA JÚNIOR, A. F.; LACERDA, J. S. P. SANTOS, A. 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. 357-363, 2018.
- SANDHU, D.; CORNACCHIONE, M. V.; FERREIRA, J. F. S.; SUAREZ, D. L. Variable salinity responses of 12 alfalfa genotypes and comparative expression analyses of salt response genes. **Science Report**, v.22, n.7, p.1-18, 2017.
- SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; VIANA, S. B. A.; UYEDA, C. A.; FERNANDES, P. D. Water salinity and initial development of yellow passion fruit. **Scientia Agricola**, v.59, n.3, p.491-497, 2002.
- SOUZA, A. E. C.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; NOBRE, R. G. Crescimento e consumo hídrico de pinhão manso sob estresse salino e doses de fósforo, **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.2, p. 310-318, 2011.
- SOUTO, A. G. L.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, J. A. M.; MESQUITA, F. O.; LIMA NETO, A. J. Comportamento do noni à salinidade da água de irrigação em solo com biofertilizante bovino. **Irriga**, v.18, n.3, p.442-453, 2013.
- SHANNON, M.C.; GRIEVE, C.M. Tolerance of vegetable crops to salinity. **Scientia Horticulturae**, v.78, n.1-4, p.5-38, 1998.
- SHARAF, A.T.; NAIM, I. Morphological and anatomical responses of two palestinian tomato (*Solanum lycopersicon* L.) cultivars to salinity during seed germination and early growth stages. **African Journal Biotechnology**, v.12, n.1, p.4788-4797, 2013.
- SHELDON, A. R.; DALAL, R. C.; KIRCHHOF, G.; KOPITKE, P. M.; MENZIES, N. W. The effect of salinity on plant-available water. **Plant and Soil**, v.416, n.2, p.1-15, 2017.
- STEPIEN, P.; JOHNSON, G. N. Contrasting responses of photosynthesis to salt stress in the glycophyte *Arabidopsis* and the halophyte *Thellungiella*: role of the plastid terminal oxidase as an alternative electron sink. **Plant Physiology**, v.149, n.1, p.1154 -1165, 2009.

- TATTINI, M. R.; GUCCI, M.; CORADESCHI, C.; PONCIO Y J.; EVERARD, J. Growth, gas exchange and ion content in *Olea europaea* plants during salinity stress and subsequent relief. **Physiology Plantarum**, v.95, n.2, p. 203-210, 1995.
- TECHNES AGRÍCOLA. Disponível em Acesso < <http://www.technes.com.br/vivatto.html>> em 20 nov. 2018.
- TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, v.91, n.5, p.503-527, 2003.
- TORRE-GONZÁLEZ, A.; ALBACETE, A.; SÁNCHEZ, E.; BLASCO, B.; RUIZ, J. M. Comparative study of the toxic effect of salinity in different genotypes of tomato plants: carboxylates metabolism. **Scientia Horticulturae**, v.217, n.1, p.173-178, 2017.
- TSAMAIDI, D.; DAFERERAB, D.; KARAPANOSA, I. C.; PASSAMA, H. C. The effect of water deficiency and salinity on the growth and quality of fresh dill (*Anethum graveolens* L.) during autumn and spring cultivation. **International Journal of Plant Production**, v.11, n.1, p.33-46, 2017.
- VIJAYAN, K.; CHAKRABORTI, S. P.; ERCISLI, S.; GHOSH, P. D. NaCl induced morpho-biochemical and anatomical changes in mulberry (*Morus* spp.). **Plant Growth Regulation**, v.56, n.1, p.61-69, 2008.
- WANG, X.; LU, X.; WANG, J.; WANG, D.; YIN, Z.; FAN, W.; WANG, S.; YE, WUWEI. Mining and analysis of SNP in response to salinity stress in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) **Plos One**, v.11, n.1, p.1-12, 2016.
- WANI, A. S.; AHMAD, A.; HAYAT, S.; TAHIR, I. Epibrassinolide and proline alleviate the photosynthetic and yield inhibition under salt stress by acting on antioxidant system in mustard. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.135, n.1, p. 385-394, 2019.
- XU, H. M.; TAM, N. F. Y.; ZAN, Q. J.; BAI, M.; SHIN, P. K. S.; VRIJMOED, L. L. P.; CHEUNG S. G.; LIAO W. B. Effects of salinity on anatomical features and physiology of a semi-mangrove plant *Myoporum bontioides*. **Marine Pollution Bulletin**, v.85, n.2, p.738-746, 2014.
- YAN, N.; MARSCHNER, P.; CAO, W.; ZUO, C.; QIN, W. Influence of salinity and water content on soil microorganisms. **International Soil and Water Conservation Research**, v.3, n.4, p.316-323, 2015.
- YOUNIS, A.; RIAZ, A.; IKRAM, S.; NAWAZ, T.; HAMEED, M. Salinity-induced structural and functional changes in 3 cultivars of *Alternanthera bettzickiana* (Regel) G. Nicholson. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v.37, n.1, p.674-687, 2013.

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de água salina na agricultura é uma alternativa promissora para a produção agrícola, haja vista a escassez de água de boa qualidade aliada a grande necessidade de aumentar a produção de alimentos. Algumas pesquisas têm colaborado com técnicas para manejo adequado de água e solos salinos e a introdução de espécies ou cultivares tolerantes à salinidade.

No Brasil, a ocorrência de salinização do solo é mais evidente nas regiões áridas e semiáridas do Nordeste, devido aos eventos consecutivos de irrigação e alta demanda de evapotranspiração da região, o que compromete a integridade química e física do solo, conseqüentemente o desenvolvimento das culturas. Em resposta às condições ambientais abióticas, as plantas têm desenvolvido mecanismos de tolerância e estratégias eficientes para adaptarem-se em solos com alta salinidade, como alterações morfológicas, fisiológicas, bioquímicas, moleculares e anatômicas, sendo que essas alterações levam ao ajuste osmótico e iônico das células em condições de alta salinidade.

O maracujazeiro é uma frutífera de grande importância socioeconômica. Estudos têm revelado que é uma cultura sensível a altos níveis de salinidade em sua fase inicial, assim surge a necessidade de novos estudos sob diferentes tipos de propagação vegetativa durante a formação de mudas com uso de água de qualidade inferior. No presente estudo, a salinidade da água de irrigação afetou o crescimento, desenvolvimento, fisiologia, e estruturas anatômicas das folhas e raízes nas diferentes espécies de passiflora.

Dentre as espécies estudadas a *P. edulis* superou as demais apresentando maiores caracteres morfofisiológicos, quanto a tolerância à salinidade a espécie *P. cincinnata* é moderadamente tolerante e as espécies *P. gibertii* e *P. edulis* são tolerantes até $4,7 \text{ dS m}^{-1}$. A propagação de mudas de *P. edulis* por enxertia apresentou melhor desenvolvimento em condições de salinidade e as mudas por sementes mais sensíveis ao estresse salino.

As mudas propagadas por sementes de *P. edulis* apresentaram maiores alterações anatômicas e as espécies silvestres *P. cincinnata* e *P. gibertii* exibiram menores alterações anatômicas e biométricas, também foi observado nessas espécies presença de tricomas e de cristais de oxalato de cálcio na região floemática no tratamento salino, apresentando assim, mecanismos de adaptação em condições de salinidade.

Dentre os métodos de propagação estudados, as mudas provenientes de sementes foram mais sensíveis ao estresse salino com redução significativa para variáveis biométricas, fisiológicas e anatômicas, enquanto as mudas propagadas por estacas não sofreram praticamente alterações com

aplicação de água salina. A metodologia utilizada nesse estudo permitiu identificar o tipo de propagação do maracujazeiro amarelo que desenvolveu melhores estratégias de adaptação fisiológica e anatômica à salinidade e que será potencialmente útil em programas de melhoramento da cultura (estacas e enxertia).

Informações sobre o efeito da salinidade na anatomia foliar do maracujazeiro são muito escassas. Esse estudo integra respostas biométricas, fisiológicas e anatômicas das plantas de maracujazeiro em fase inicial sob a salinidade em diferentes métodos de propagação, portanto, essa pesquisa é de grande importância para os programas de melhoramento da cultura, produção de mudas com águas salobras e para os produtores de maracujazeiro. Sugere-se mais pesquisas envolvendo respostas biométricas, fisiológicas, anatômicas, produção e qualidade dos frutos, em plantas de maracujazeiro obtidas por diferentes métodos de propagação sob estresse salino em nível de campo.

Recomenda-se para produção de mudas de maracujazeiro com água salina, o método de propagação vegetativa (enxertia e estacas), usando a espécie *P. gibertii* como porta-enxerto, por apresentar viabilidade técnica no método de propagação e a espécie ser silvestre considerada tolerante a alguns efeitos bióticos e abióticos inclusive à salinidade da água.