



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**MORFOFISIOLOGIA DE MAMOEIRO SOB FREQUÊNCIA DE IRRIGAÇÃO COM  
ÁGUA SALINA, EM SUBSTRATOS COM HIDROGEL**

**EXPEDITO CAVALCANTE DO NASCIMENTO NETO**

**AREIA-PB**  
**JULHO DE 2017**

**EXPEDITO CAVALCANTE DO NASCIMENTO NETO**

**MORFOFISIOLOGIA DE MAMOEIRO SOB FREQUÊNCIA DE IRRIGAÇÃO COM  
ÁGUA SALINA, EM SUBSTRATOS COM HIDROGEL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Graduação em  
Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias, da  
Universidade Federal da Paraíba em  
cumprimento as exigências para a obtenção do  
título de **Engenheiro Agrônomo**.

**Orientador:** Dr. Francisco Thiago Coelho Bezerra

AREIA-PARAÍBA

JULHO DE 2017

**EXPEDITO CAVALCANTE DO NASCIMENTO NETO**

**MORFOFISIOLOGIA DE MAMOEIRO SOB FREQUÊNCIA DE IRRIGAÇÃO COM  
ÁGUA SALINA, EM SUBSTRATOS COM HIDROGEL**

**APROVADO EM: 25/07/2017**

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Dr. Francisco Thiago Coelho Bezerra**  
Orientador  
PNPD/PPGA/CCA/UFPB

---

**Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante**  
Examinador  
DSER/CCA/UFPB

---

**Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira**  
Examinador  
DCFS/CCA/UFPB

AREIA – PB  
JULHODE 2017

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

N244m Nascimento Neto, Expedito Cavalcante do.  
Morfofisiologia de mamoeiro sob frequência de irrigação com água salina, em  
substrato com hidrogel / Expedito Cavalcante do Nascimento Neto. - Areia:  
UFPB/CCA, 2017.  
80 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências  
Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

Bibliografia.

Orientador: Francisco Thiago Coelho Bezerra.

1. Mamoeiro – Morfofisiologia 2. *Carica papaya* – Produção de mudas 3. Irrigação –  
Água salina I. Bezerra, Francisco Thiago Coelho (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 634.651

*Aos meus pais, **Francisco Paulo Gomes Cavalcante** e **Rivaneide Alves Cavalcante**, pelo amor incondicional e por serem os pilares que mantiveram firme minha caminhada em busca desse sonho.*

*Aos meus irmãos, **Paula Raíza Alves Cavalcante** e **Juan Pablo Alves Cavalcante**, pelo apoio, companheirismo e carinho.*

*Aos meus avós Maternos, **Raimundo Pereira** e **Joana Cardoso**, e paternos, **Expedito Cavalcante** (in memorian) e **Maria Gomes** (in memorian), pelas lições de vida e amor demonstrado.*

*Dedico!*

*A Deus, pelo dom da vida e por me conceder a graça de adicionar mais um capítulo a minha caminhada.*

*Aos meus Pais, pela minha formação pessoal, apoio constante e compreensão nos momentos que me fiz ausente.*

*Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará campus Crato e amigos formados lá... vocês fazem parte do que sou hoje!*

*Ao professor Francisco Borja Ruiz Reverter, pela confiança, incentivo, orientação e oportunidades dadas no início do curso.*

*À professora Silvana de Melo Silva, por ser para mim um exemplo de profissional, pela orientação, compreensão e atenção a mim dispensada, enfim, por todo apoio durante a vida acadêmica.*

*Ao professor Lourival Ferreira Cavalcante, pelas oportunidades a mim oferecidas durante a fase final do meu curso, pelas orientações, conselhos e ensinamentos científicos... és um exemplo de homem e profissional.*

*À equipe LOFECA (Aldeir, André Spinosa, Thyago Aires, Danila, Marlene, Alian e Adailza), pelos momentos compartilhados e todo apoio durante esse tempo de convivência.*

*Agradeço em especial ao Dr. Francisco Thiago Coelho Bezerra, pela orientação, amizade, ajuda e compreensão na realização deste trabalho.*

*Ao professor Walter Esfrain Pereira, pelas correções e valiosas contribuições para o aperfeiçoamento deste trabalho.*

*À Empresa Hydroplan-EB pelo fornecimento do polímero.*

*Aos meus amigos Alex Sandro, Raylson, Antônio Neto (pipoca), Renato Pereira (Mestre), Mileny, Ótilia, Flaviano Fernandes (Flaviorientador), Tayron (o gordo), Matheus (Zoim), Jardel, Maciel (Manzdirrê), Paulo Granja (hypercarry), Rafael (Rafoti), Igor, Denis (curuquerê), Vitor, Beatriz e Ingrid. Vocês serão sempre lembrados por mim.*

*A Hiago Antônio Oliveira da Silva, pela personalidade ímpar, pelos momentos compartilhados, companheirismo e amizade. Foram 18 meses de engrandecimento meu amigo!*

*A Francisco Jeanes, João Ítalo e Jadson Araújo, verdadeiros irmãos proporcionados pela Escola Agrotécnica Federal de Crato. Sou um felizardo por fazerem parte de minha vida!*

*Aos integrantes da turma 2012.2, em especial a Gabriel Ferraro (mel), Andressa Kamila (vida), Fernanda Fernandes, Vanda Maria (Chitarrinha), Adeildo Reis (Add), Sabrina, Luana Lucas Rosa, Valdeir, Diego Alves (87 é nosso), Karollyne, Galileu (Índio), Josevan (Barroso) e Érico.*

*A todos, que mesmo em pensamento torceram por mim ...*

*Meu muito obrigado!*

*“O trabalho do agrônomo não se esgota e não deve esgotar-se no domínio da técnica, pois que esta não existe sem os homens e estes não existem fora da história, fora da realidade que devem transformar”*

***Paulo Freire***

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xi
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	4
2.1 O Mamoeiro.....	4
2.2 Produção de Mudas .....	5
2.3 Salinidade .....	6
2.4 Polímero Hidroabsorvente .....	7
2.5 Volume de Recipiente .....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	9
3.1 Caracterização Geral.....	10
3.2 Tratamentos e Delineamento .....	10
3.3Preparo do Substrato.....	11
3.4 Semeadura e Condução .....	13
3.5 Variáveis Analisadas.....	13
3.6 Análises Estatísticas .....	13
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	15
4.1 Biometria das Mudas.....	15
4.1.1 Diâmetro do caule ao nível do solo .....	16
4.1.2 Altura das mudas .....	19
4.1.3 Número de folhas.....	22
4.1.4Área foliar .....	24
4.1.5 Massa da matéria seca da raiz .....	27
4.1.6 Massa da matéria seca da parte aérea.....	29
4.1.7 Relação biomassa seca da raiz e biomassa seca parte área. ....	33
4.1.8 Massa da matéria seca total .....	35
4.2 Índices Morfofisiológicos.....	38
5.2.1 Área foliar específica.....	39
4.2.2Razão da massa foliar .....	40
4.2.3 Razão da área foliar .....	41

4.2.4 Índice de qualidade de Dickson .....	43
4.3 Índices Foliare de Clorofila .....	45
4.3.1 Índices foliare de clorofila <i>a</i> .....	46
4.3.2 Índice de clorofila <i>b</i> .....	47
4.3.3 Razão clorofila <i>a/b</i> .....	49
4.3.3 Índice de clorofila total .....	51
5. CONCLUSÕES.....	53
6. REFERÊNCIAS .....	54

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Esquema entre os níveis dos fatores (HyA – polímero; CEai – condutividade elétrica da água de irrigação; Flrrig – frequência de irrigação e; VRecp – volume de recipiente) utilizados no experimento..... 11
- Tabela 2.** Atributos físicos e químicos quanto à fertilidade e salinidade no substrato utilizado para a formação de mudas de mamoeiro ..... 12
- Tabela 3.** Resumo das análises de variância, regressão e contrastes para as variáveis diâmetro do caule ao nível do solo (DNS), altura (ALT), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa da matéria seca de raízes (MMSR), massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA), relação entre as biomassas secas das raízes e parte aérea (BSR/BSPA) e massa da matéria seca total (MMST) de mudas de mamoeiro Havaí aos 55 dias após a semeadura sob os efeitos da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), polímero hidroabsovente (P), frequência de irrigação (F) e volume de recipiente..... 15
- Tabela 4.** Resumo das análises de variância, regressão e contrastes para as variáveis área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF), razão de massa foliar (RMF) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de mamoeiro Havaí aos 55 dias após a semeadura sob os efeitos da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), de polímero hidroabsovente (P), frequência de irrigação (F) e volume de recipiente.. ..... 38
- Tabela 5.** Resumo das análises de variância, regressão e contrastes para as variáveis índice foliar de clorofila *a* (ICLa), índice foliar de clorofila *b* (ICLb) e índice foliar de clorofila total (ICLt) de mudas de mamoeiro Havaí aos 55 dias após a semeadura sob os efeitos da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), de polímero hidroabsovente (P), frequência de irrigação (F) e volume de recipiente ..... 45

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.**Diâmetro do caule ao nível do solo (DNS) de mudas de mamoeiro Havaí irrigadas diariamente e em dias alternados (A), e efeitos dos contrastes entre recipientes com capacidade para 0,75 dm<sup>3</sup> e para 1,30 dm<sup>3</sup> sob as frequências de irrigação diária e alternada (B)..... 16
- Figura 2.**Diâmetro do caule ao nível do solo (DNS) de mudas de mamoeiro Havaí em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) aplicada diariamente (A) e, da dose de polímero no substrato e da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) aplicada com frequência alternada (B) ..... 18
- Figura 3.**Altura de mudas de mamoeiro Havaí irrigadas diariamente e em dias alternados (A), e efeitos dos contrastes entre recipientes com capacidade para 0,75 dm<sup>3</sup> e para 1,30 dm<sup>3</sup> sob as frequências de irrigação diária e alternada (B) ..... 19
- Figura 4.**Altura de mudas de mamoeiro Havaí em função da dose de polímero e da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), aplicada com frequência diária (A) e alternada (B) ..... 21
- Figura 5.**Número de folhas (NF) de mudas de mamoeiro Havaí, efeitos dos contrastes entre recipientes com capacidade para 0,75 dm<sup>3</sup> e para 1,30 dm<sup>3</sup> sob as frequências de irrigação diária e alternada (A) e efeito da concentração de polímero no substrato, e da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) (B)..... 23
- Figura 6.**Área foliar de mudas de mamoeiro Havaí, irrigadas diariamente e em dias alternados (A), e efeitos dos contrastes entre recipientes com capacidade para 0,75 dm<sup>3</sup> e para 1,30 dm<sup>3</sup> sob as frequências de irrigação diária e alternada (B) ..... 25
- Figura 7.**Área foliar de mudas de mamoeiro Havaí em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai)..... 26
- Figura 8.**Massa da matéria seca da raiz (g planta<sup>-1</sup>) de mudas de mamoeiro Havaí, efeitos dos contrastes entre recipientes com capacidade para 0,75 dm<sup>3</sup> e para 1,30 dm<sup>3</sup> sob as frequências de irrigação diária e alternada (A) e efeito das doses de polímero no substrato e da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) (B) ..... 28
- Figura 9.**Massa da matéria seca da parte aérea de mamoeiro Havaí, irrigadas diariamente e em dias alternados (A), e efeitos dos contrastes entre recipientes com capacidade para 0,75 dm<sup>3</sup> e para 1,30 dm<sup>3</sup> sob as frequências de irrigação diária e alternada (B)..... 30
- Figura 10.**Massa da matéria seca da parte aérea de mamoeiro Havaí em função das doses de polímero no substrato e da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), aplicada com frequência diária (A) e alternada (B) ..... 32

<b>Figura 11.</b> Relação entre biomassa seca da raiz e da parte aérea de mudas de mamoeiro Havaí em função das doses de polímero no substrato e da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) .....	34
<b>Figura 12.</b> Massa da matéria seca total de mamoeiro Havaí irrigadas diariamente e em dias alternados (A), e efeitos dos contrastes entre recipientes com capacidade para 0,75 dm <sup>3</sup> e para 1,30 dm <sup>3</sup> sob as frequências de irrigação diária e alternada (B).....	35
<b>Figura 13.</b> Massa da matéria seca total de mamão Havaí, em função das doses de polímero no substrato e da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), com frequência de aplicação diária (A) e alternada (B).....	37
<b>Figura 14.</b> Área foliar específica de mudas de mamoeiro Havaí em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) .....	39
<b>Figura 15.</b> Razão da massa foliar de mudas de mamoeiro Havaí em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) .....	41
<b>Figura 16.</b> Razão da área foliar de mudas de mamoeiro Havaí em função de doses de polímero e da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) .....	42
<b>Figura 17.</b> Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de mamoeiro Havaí, efeitos dos contrastes entre recipientes com capacidade para 0,75 dm <sup>3</sup> e para 1,30 dm <sup>3</sup> (A), e efeito das doses de polímero no substrato e da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) (B) .	44
<b>Figura 18.</b> Índice foliar de clorofila <i>a</i> em folhas de mudas de mamoeiro Havaí em função das doses de polímero e da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) .....	46
<b>Figura 19.</b> Índice foliar de clorofila <i>b</i> em mudas de mamoeiro Havaí em função de doses de polímero no substrato e da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) .....	48
<b>Figura 20.</b> Razão entre índices foliares de clorofila <i>a</i> e clorofila <i>b</i> em mudas de mamoeiro Havaí em função de doses de polímero no substrato e da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) .....	50
<b>Figura 21.</b> Índice foliar de clorofila total em mudas de mamoeiro Havaí em função de doses de polímero no substrato e da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) .....	51

NASCIMENTO NETO, E. C. **Morfofisiologia de mamoeiro sob frequência de irrigação com água salina, em substratos com hidrogel.** 2017, 80p. Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Orientador: Dr. Francisco Thiago Coelho Bezerra.

## RESUMO

O sucesso de um pomar, além de outros pré-requisitos depende do material biológico de qualidade, seja sementes ou mudas de qualidade e a qualidade da água para irrigação que pode conter teores salinos que promovam inibição do crescimento das mudas e perda de qualidade do pomar. Na busca por alternativas para mitigação do efeito dos sais sobre a produção de mudas, objetivou-se avaliar os efeitos da associação entre água salina e polímero hidroabsorvente em frequências de irrigação e volumes de recipientes nos atributos morfofisiológicos de mudas de mamoeiro Havaí cultivar Sunrise Solo. O trabalho foi realizado no período de março a maio de 2017, em abrigo telado do Departamento de Solos e Engenharia Rural, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, usando como substrato o material de um Latossolo Vermelho-Amarelo. Os tratamentos foram obtidos com base na matriz Composto Central de Box de cinco doses do polímero Hydroplan-EB/HyA (0,0; 0,2; 0,6; 1,0 e; 1,2 g dm<sup>-3</sup>) e cinco condutividades elétricas da água de irrigação (0,3; 1,1; 2,7; 4,3 e; 5,0 dS m<sup>-1</sup>) combinados fatorialmente com duas frequências de irrigação (diária e alternada), mais dois tratamentos adicionais (0,75 e 1,30 dm<sup>3</sup>) para observar o efeito do volume do recipiente, obtendo-se o seguinte esquema fatorial: [(2<sup>2</sup> + 2 . 2 + 1) x 2] + 2. Os efeitos das fontes de variação foram estudados no diâmetro do caule ao nível do solo e altura das mudas, número de folhas e área foliar, massa da matéria seca da raiz, do caule folhas e na matéria seca total das mudas, relação entre biomassa seca da raiz e da parte aérea; área foliar específica, razão de área foliar e razão de massa foliar; índice de qualidade de Dickson, índices foliares de clorofila *a*, *b*, total e relação entre os índices de clorofila *b/a*. Pelos resultados, a irrigação diária estimulou o crescimento das mudas. O aumento do volume do recipiente proporcionou no incremento nas variáveis biométricas de crescimento e na melhoria de qualidade das mudas de mamoeiro. O aumento do teor de sais da água de irrigação inibiu o crescimento e qualidade das mudas, independentemente da frequência de irrigação. O polímero hidroabsorvente atenuou os efeitos da salinidade sob os índices clorofiláticos, e contribuiu para a obtenção de mudas com tamanho e qualidade superior.

**Palavras-Chave:** *Carica papaya* L., produção de mudas, estresse salino, hidrogel, turno de rega.

NASCIMENTO NETO, E. C. **Morphophysiology of papaya under saline water irrigation frequency in hydrogel substrate.** 2017, 80p. Work of conclusion, graduation in Agronomy. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Advisor: Dr. Francisco Thiago Coelho Bezerra.

### ABSTRACT

The success of an orchard, in addition to other prerequisites, depends on biological material of good quality, seeds or seedlings and a water with quality for irrigation that may contain saline contents that promote inhibition of seedling growth and loss of the orchard quality. In the search for alternatives to mitigate the effect of salts on the production of seedlings, the aim of this study was to evaluate the effects of the association between saline water and hydroabsorbent polymer in irrigation frequencies and volumes container on the morphophysiological attributes of seedlings of Hawaii papaya cultivar Sunrise Solo. This study was carried out in March and May of 2017, in a protected environment of the Departamento de solos e Engenharia Rural, of the Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, using as substratum the material of a Red Yellow Oxy soil. The treatments were obtained on the basis of the matrix Composite Central Box of five doses of the polymer Hydroplan-EB/HyA (0,0; 0,2; 0,6; 1,0 e; 1,2 g dm<sup>-3</sup>) and five electrical conductivities of irrigation water (0,3; 1,1; 2,7; 4,3 e; 5,0 dS m<sup>-1</sup>) factorially combined with two irrigation frequencies (daily and alternate), plus two additional treatments (0,75 e 1,30 dm<sup>3</sup>) to observe the effect of the container volume, obtaining the following factorial scheme: [(2<sup>2</sup>+ 2 . 2 + 1) x 2] + 2. The effects of the sources of variation were studied in the stem diameter at the soil level and height of the seedlings, number of leaves and leaf area, root dry matter, stem leaves and total dry matter of the seedlings, dry biomass ratio Root and shoot; specific leaf area, leaf area ratio and leaf matter ratio; Quality index of Dickson, foliar indexes of chlorophyll a, b, total and relation between the indexes of chlorophyll b/a. Based on the results, daily irrigation stimulated the seedling growth. The increase of the volume of the container provided an increase in the biometric growth variables and in the quality improvement of the papaya seedlings. The increase in the salt content of the irrigation water inhibited the growth and quality of the seedlings, independently of the frequency of irrigation. The hydroabsorbent polymer attenuated the effects of salinity under the chlorophyll indexes, and contributed to the obtaining of the seedlings with size and superior quality.

**Keywords:** *Carica papaya* L., seedlings production, saline stress, hydrogel, turn of irrigation

## 1. INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma planta de porte herbáceo considerada a principal espécie da família Caricaceae. Diversos autores apontam distintas regiões para a origem da espécie, todavia são cada vez mais aceitos como centros de origem o sul do México e América Central (MING e MOORE, 2014). A cultura é considerada uma das mais importantes frutíferas produzidas nas regiões tropicais e subtropicais (LIMA et al., 2016) tendo como principais países produtores Índia, Brasil e Nigéria, com 64% da produção mundial (8.097.651 toneladas) (FAOSTAT, 2017).

No ano de 2015, o Brasil apresentava 30.445 hectares cultivados com a frutífera, sendo esta responsável por 4,4% da produção de frutas nacional, ocupando a 7ª posição (IBGE, 2015). A Bahia e o Espírito Santo são os principais estados produtores sendo, em 2015, responsáveis por cerca de 74% da produção nacional. O Estado da Paraíba, no mesmo ano, principalmente nos municípios de Mamanguape, Alhandra, Pitimbu e Conde, contribuiu com aproximadamente 2,1% da produção nacional, ocupando a 4ª posição no Nordeste (IBGE, 2015).

Devido ser uma planta de ciclo semi-perene, iniciar a colheita cedo e apresentar altos potenciais de produção, os pomares de mamão devem ser renovados a cada quatro anos (DANTAS et al., 2002), evidenciando a necessidade do desenvolvimento de novas tecnologias e aumento da qualidade das mudas. A muda é considerada a base de qualquer empreendimento frutícola, sendo esta, merecedora de todos os cuidados. A disponibilidade de mudas constitui fator limitante para uma série de pomares da região Nordeste (LEITÃO et al., 2009) e sabe-se que a produção de mudas de qualidade é fundamental para o sucesso do pomar, tendo em vista que esta, apresentando maior vigor, mais facilmente se adaptará as novas condições observadas no campo, e precocemente atingirá período produtivo (TRINDADE, 2000). Todavia, informações a respeito da formação de mudas de mamoeiro, para formação ou expansão de pomares nas condições do semiárido brasileiro ainda são escassas (MENDONÇA et al., 2003; CAVALCANTE et al., 2010), sendo portanto, interessante a elaboração de trabalhos nesta linha de pesquisa a fim de fundamentar estudos posteriores, assim como, possíveis fitotecnistas ou agricultores que desempenhem trabalho na área.

O Nordeste brasileiro é tradicionalmente reconhecido como uma região que apresenta características edafoclimáticas, exceto pluviosidade, favoráveis à fruticultura (CAVALCANTE et al., 2008; DINIZ et al., 2009), sendo que, de maneira geral, o cultivo rentável de frutíferas na região, em geral, é dependente de irrigação (DEMARTELAERE et al., 2009; CAVALCANTE

et al., 2010). No entanto, o período chuvoso concentrado em alguns meses do ano e os altos índices de evapotranspiração mensais são variáveis climáticas que influenciam diretamente a qualidade das águas de irrigação (CAVALCANTE et al., 2008; SOUSA et al., 2008; ASSIS JÚNIOR, 2012; SÁ et al.; 2013a), além disso, a propensão natural à ocorrência de sais em solos e águas de regiões semiáridas (MEDEIROS et al., 2003) evidenciam a necessidade de uma maior atenção por parte dos produtores que optarem pela irrigação de seus plantios, a fim de evitar a salinização de suas áreas.

A salinidade, muitas vezes, constitui fator limitante à atividade agrícola, uma vez que ocasiona efeitos negativos ao desenvolvimento dos vegetais (SÁ et al.; 2013a). Os sais prejudicam as plantas, predominantemente de duas formas, a primeira diminuindo o potencial osmótico da solução do solo, dificultando a absorção de água pelas raízes e, ocasionando fitotoxicidade, quando os sais ocorrem em altas concentrações nos tecidos vegetais (MUNNS e TESTER, 2008; PORTO FILHO et al., 2009). Entretanto, a intensidade dos efeitos deletérios advindos dos sais, ocorrem em diferentes magnitudes entre espécies e cultivares (PORTO FILHO et al., 2009; DIAS et al., 2010; BRITO et al., 2014); além de serem influenciados por outros fatores como estágio de desenvolvimento, duração da exposição, composição salina do meio, condições ambientais, propriedades do solo, tipo e intensidade do manejo (MAAS, 1990).

Para Coelho et al. (2015) a salinidade provoca prejuízos fisiológicos para as plantas resultando em baixas no crescimento e produtividade, devido entre outros fatores, evidenciar um excesso de íons no solo que afetam a absorção de determinados nutrientes essenciais ao pleno desenvolvimento das plantas. Cavalcante et al., (2010) relatam em seu trabalho que o acúmulo excessivo de íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  no solo ocasionam toxidade aos vegetais devido provocarem alterações nas relações  $\text{Na/K}$ ,  $\text{Na/Ca}$  e  $\text{Cl/NO}_3$ . Na literatura é possível encontrar resultados de diversos pesquisadores que avaliam o desempenho inicial de mudas de frutíferas quando submetidas a estresses salinos, como Gurgel et al. (2007), em goiabeira cv. Paluma e Ogawa; Nunes et al. (2012), em pinha; Brito et al. (2014), em citros e Oresca (2016) em mudas de maracujazeiro amarelo. O estudo dos efeitos dos sais no desenvolvimento inicial do mamoeiro vem sendo intensificado nos últimos anos, como visualizado nos trabalhos de Cavalcante et al. (2010), Sá et al. (2013a, b) e Coelho et al. (2015).

Em virtude da demanda crescente por produtos agrícolas a utilização de águas de menor qualidade como águas salinas se faz necessária (SÁ et al., 2015), incentivando assim o desenvolvimento de pesquisas que busquem atenuar os efeitos negativos da salinidade e tornar a atividade agrícola suficientemente rentável nas áreas de sua ocorrência. Sabe-se que a

disponibilização, adequada de água no período de formação das mudas é de extrema importância, tanto no que diz respeito ao desenvolvimento das plantas, tendo em vista que esta pode afetar o desempenho das mesmas quando feita de forma excessiva ou insuficiente, quanto do ponto de vista econômico, devido onerar a atividade agrícola pela utilização de energia, e/ou mão-de-obra (CARVALHO et al., 2013). Neste sentido, a utilização de polímeros hidroabsorventes constitui alternativa interessante para a melhoria das propriedades dos substratos diminuindo as perdas de água e garantindo melhores condições para o crescimento inicial das plantas (ZONTA et al., 2009; EKEBAFE et al., 2011; BENETT et al., 2015).

Os polímeros hidroabsorventes também chamados de polímeros hidroredutores, polímeros superabsorventes, polímeros hidrofílicos ou hidrogel, entre outros (MONTEIRO, 2014), são formados a partir da ligação de cadeias poliméricas ligadas entre si (BAKASS, 2002; EKEBAFE et al., 2011; AHMED, 2015), apresentam forma granular e quebradiça quando secos (PREVEDELLO e LOYOLA, 2007; FAGUNDES et al., 2014) e quando hidratados se tornam macios e elásticos, apresentando capacidade de absorção de água equivalente a centenas de vezes à sua massa (BAKASS 2002; FAGUNDES et al., 2014).

Nos últimos anos diversas pesquisas utilizando polímeros hidroabsorventes vem sendo desenvolvidas, visando na maioria dos casos, solucionar problemas relacionados à regularidade de disponibilidade de água no solo (ZONTA et al., 2009; FERNANDES et al., 2015). Essa prática tem por finalidade reduzir as perdas hídricas por percolação e evaporação, resultando em economia de água utilizadas na irrigação. Nessa direção, há na literatura informações que os polímeros no solo reduzem o turno de rega às plantas, isto é, aumenta o espaço entre uma e outra irrigação (AZEVEDO et al., 2002; NAVROSKI et al., 2015) diminuição as perdas de nutrientes por lixiviação e contribuindo para o acondicionamento do solo, otimizando as propriedades físico - hídricas (CRUZ et al., 2008).

Hafle et al. (2008), produzindo mudas de maracujazeiro doce utilizando polímero hidrorretentor, concluíram que a utilização de 4,5 g L<sup>-1</sup> de substrato conferiu as melhores respostas para as variáveis analisadas. Dranski et al. (2013), avaliando o crescimento inicial e a sobrevivência de pinhão-manso em função da época de plantio no solo com hidrogel, constataram que o hidroabsorvente aumentou significativamente a taxa de sobrevivência das plantas no plantio de primavera. Cruz et al. (2008) ao avaliarem o desenvolvimento de porta-enxertos de tangerinas, registraram maior comprimento do sistema radicular, matéria seca da parte aérea e comprimento da parte aérea com o aumento das doses de polímero absorvente na dose de 30 g L<sup>-1</sup> de substrato. Castro et al. (2014), produzindo mudas de café em substrato

com polímero hidrorretentor e avaliando intervalos de rega, observaram que a utilização do polímero teve efeito positivo para a maioria das variáveis estudadas e que a utilização de 4 kg ha<sup>-1</sup> com um turno de rega de sete dias, proporcionou os maiores valores para densidade radicular das plantas.

Diante do exposto, o trabalho foi desenvolvido para avaliar os efeitos da associação entre água salina e polímero hidroabsorvente em turnos frequências de irrigação e volumes de recipientes na morfofisiologia e qualidade de mudas de mamoeiro Havaí.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 O Mamoeiro**

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma planta pertencente à família Caricaceae, gênero *Carica*. A espécie é considerada uma das frutíferas cultivadas mais importantes das regiões subtropicais e tropicais do mundo (SARAN et al., 2016). Seu centro de origem ainda é discutido por parte da comunidade acadêmica, devido a distribuição da espécie em praticamente todas as regiões subtropicais e tropicais do globo (MING e MOORE, 2014), entretanto, é amplamente aceito que a espécie é originária de regiões da América Central e do sul do México (SILVA et al., 2007; MING; MOORE, 2014).

O mamão é uma espécie herbácea, semi-perene que apresenta sistema radicular pivotante, com predominância das raízes nos primeiros 30 cm do perfil do solo (POSSE, 2005), podendo explorar uma camada de solo de até um metro de profundidade (DANTAS, 2000). A parte aérea das plantas é caracterizada, por um caule cilíndrico do qual surgem folhas de forma alternada (POSSE, 2005), estas são glabras, com longos e ocos pecíolos (DANTAS; CASTRO NETO, 2000). As principais cultivares de mamoeiro utilizadas no país pertencem a dois grupos predominantes, ‘Solo’ e ‘Formosa’ (DANTAS, 2000; BARBOSA, 2012), que usualmente são classificadas de acordo com a características dos frutos (MESQUITA et al.; 2012). Devido esta predominância, e conseqüentemente a utilização de um número limitado de cultivares na maioria dos pomares brasileiros, verifica-se no país, uma estreita base genética da cultura (CORTES, 2017; POSSE, 2005).

A mamoeiro é uma cultura de grande relevância econômica, sobretudo nos países de clima tropical e subtropical, devido à grande aceitabilidade do fruto no mercado mundial (SANTOS et al., 2009). Para Barbosa (2012), o mamão é considerado uma das mais importantes

culturas da cadeia frutícola brasileira, encontrando-se em constante expansão. A produção mundial de mamão atingiu 12,6 milhões de toneladas em 2014, tendo como principais países produtores a Índia, Brasil, Indonésia, Nigéria e México. O Brasil como segundo maior produtor, tem se destacado no cenário mundial, sendo responsável por 12,7% de toda a produção de mamão do mundo (FAOSTAT, 2017). O país é também, um dos principais exportadores da fruta, com 12,6% da exportação mundial no ano de 2012 (FAOSTAT, 2017), tendo como principal destino de exportação o mercado europeu (FONTES et al. 2012). Apesar de haver pomares na maioria dos estados brasileiros, a produção da fruta encontra-se concentrada majoritariamente nos estados da Bahia e Espírito Santo, que detém 74% de toda a produção nacional (IBGE 2015). O Estado da Paraíba é o 4º maior produtor do Nordeste e 7º nacional, sendo responsável neste mesmo ano por 2,1% da produção do fruto no país (BRITO NETO et al., 2011); sendo observando crescimento das áreas de produção de mamão no estado, sobretudo, na mesorregião da Mata Paraibana com os municípios de Mamanguape e Santa Rita.

## **2.2 Produção de Mudanças**

A obtenção de bons rendimentos em uma atividade agrícola é bastante influenciada pela qualidade do material biológico utilizado na instalação do cultivo. Desta forma, o conhecimento e a utilização de técnicas adequadas para a produção de mudas com maior qualidade, são fatores importantíssimos a serem observados pelos fruticultores (BEZERRA, 2014; FALCÃO NETO et al., 2011). Para Santos et al. (2000), o potencial genético e a qualidade das mudas utilizadas na instalação de um empreendimento agrícola, são fatores preponderantes para o sucesso de um cultivo, tendo em vista que estas propriedades favorecem a superação de possíveis adversidades do meio, assim como proporcionam mudas com tamanho e desenvolvimento desejável em tempo adequado. Para Novais et al. (2001), mudas adequadas para o cultivo devem ter elevado vigor, alto percentual de sobrevivência no campo após transplante, crescimento uniforme.

A utilização de mudas com boa qualidade, garante melhores índices de sobrevivência e desenvolvimento inicial das plantas para garantia de produção vegetal mais competitiva (POSSE, 2005). Mudanças com qualidade inferior, com dimensões inadequadas e menor teor de reservas, tendem a não sobressair as condições adversas do campo (GONÇALVES, 1998), resultando em falhas no estande de plantas. Santos et al. (2017) trabalhando com maracujazeiro amarelo, relatam a possibilidade do aumento da precocidade de produção, diminuição dos

custos com insumos, assim como, da elevação da qualidade dos frutos oriundo de mudas formadas com qualidade biológica.

Material biológico de qualidade limitada compromete o rendimento e a qualidade da produção colhida em muitas áreas do Nordeste (LEITÃO et al., 2009). Este cenário se agrava, muitas vezes, pela limitação de informações científicas, no que diz respeito a produção de mudas de mamoeiro nas condições semiáridas nordestinas (CAVALCANTE et al., 2010), sendo portanto, importante a produção e disseminação de informações a respeito da produção de mudas desta frutífera, a fim de incentivar a produção por viveiristas especializados.

### **2.3 Salinidade**

A salinidade constitui fator limitante para as produções agrícolas em regiões semiáridas, pois esta, compromete as culturas desde o desenvolvimento inicial até as fases produtivas (SÁ et al., 2016). Altas concentrações de sais na água de irrigação comprometem a atividade agrícola, sobretudo em regiões com baixa pluviosidade, pois esta afeta consideravelmente o desenvolvimento das plantas quando em elevadas concentrações na solução do solo (SÁ et al., 2013b), em função não somente da modificação de atributos físicos e químicos do solo, como também, pelo efeito iônico sobre a germinação, crescimento, produção e nutrição das plantas (PEDROTTI et al., 2015; CAVALCANTE et al., 2009). Os efeitos deletérios advindos da salinidade, se dão preponderantemente devido a concentração de sais ocasionar redução do potencial osmótico da solução do solo, desequilíbrio iônico, causado sobretudo pelo excesso de íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , toxidez iônica e desbalanço nutricional com a redução da absorção e translocação de elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas (CAVALCANTE et al., 2009; DIAS e BLANCO, 2010; PATEL et al., 2010; ARAUJO et al., 2016).

O conhecimento da qualidade da água utilizada na irrigação, especificamente sobre a concentração de sais, é de fundamental importância para o sucesso de cultivos irrigados (MELO et al., 2014). A qualidade da água de irrigação é mensurada de acordo com a concentração de determinados íons, tais como o sódio, potássio, cloretos e os sulfatos, associados ainda, a outras determinações tais como, concentração de sólidos dissolvidos e a condutividade elétrica (BARROSO et al. 2011).

De acordo com Ayers e Westcot (1999), o mamoeiro tolera a irrigação com água salina de condutividade elétrica entre 4,0 e 6,0  $\text{dS m}^{-1}$ , sem redução na produtividade, sendo considerada uma cultura moderadamente tolerante a salinidade. Entretanto, como explanado por Cavalcante et al. (2010), apesar da cultura apresentar maior tolerância a condições salinas

em comparação a outras frutíferas como goiabeira e bananeira, o cultivo de mamoeiro irrigado nas regiões semiáridas, caracterizadas por elevadas temperaturas e concentração de sais nos mananciais hídricos, tem impulsionado a elevação dos sais nos solos a concentrações possivelmente prejudiciais a cultura.

Desta forma o conhecimento das implicações dos sais sobre o solo e a planta, assim como os fenômenos envolvidos, são primordiais para a escolha de manejos adequados objetivando a exploração comercial das culturas com a utilização de água salina (DIAS e BLANCO, 2010; MELO et al., 2014). Para Silva et al. (2014), ao se usar água de má qualidade na irrigação de cultivos, se faz necessário a utilização de práticas agrícolas que minimizem os prejuízos fisiológicos decorrentes da salinidade, sobre o crescimento das plantas, durante a fase de formação das mudas e todo o ciclo das culturas. Atualmente trabalhos vêm sendo desenvolvidos com o intuito de se verificar os efeitos adversos da salinidade sobre a cultura do mamoeiro, assim como, com o objetivo de se gerar informações a respeito do manejo da cultura sob estas condições, como visualizado por Cavalcante et al. (2010), Sá et al. (2013a), Sá et al. (2013b), Coelho et al. (2015).

## **2.4 Polímero Hidroabsorvente**

Um dos principais problemas enfrentados por produtores agrícolas nas regiões áridas e semiáridas, é a submissão das plantas a escassez hídrica em função da baixa eficiência do fornecimento de água, seja esse resultante de precipitações naturais ou irrigação. Nestas regiões, este recurso é considerado fator limitante e muitas vezes responsável por determinar o tamanho das áreas cultivadas (BHARDWAJ et al., 2007). A adição de polímeros hidroabsorventes ao solo ou substrato, constitui um possível procedimento para a prevenção da diminuição da disponibilidade de água pelas plantas (BARBOSA et al., 2013), seja esta ocasionada pela evaporação ou percolação (FERNANDES et al., 2015).

Por definição, os polímeros hidroabsorventes são materiais resultantes da associação de redes poliméricas hidrofílicas química ou fisicamente reticuladas, capazes de absorver e reter grande quantidade de água sem perder sua forma tridimensional (BRITO et al., 2013). Os polímeros sintéticos geralmente são constituídos de monômeros de poli(acrilamidas e álcoois polivinílicos (MIKKELSEN, 1994). Quando secos, os hidrogéis apresentam estrutura granular rígida semelhante a um grão de areia, e quando hidratados, absorvem água em até mais de três vezes a sua massa tomando uma conformação irregular e macia, assemelhando-se a um gel

(BUCHHOLZ; GRAHAM, 1998). Mikkelsen (1994), explana que a capacidade de absorção de água pelo hidrogel é proporcional a quantidade de grupos funcionais presentes em sua estrutura, enquanto que a habilidade de aumentar de volume sem se romper ou dissolver, é resultado da estabilidade advinda de ligações químicas (“ligações cruzadas”), que ligam os segmentos de polímero de modo que as alterações físicas ocorram lentamente.

O polímero constitui uma boa alternativa para produção de mudas em regiões áridas e semiáridas onde a disponibilidade de água não é constante, pois quando utilizado no solo, atua retendo água, e a liberando lentamente para as culturas favorecendo seu desenvolvimento (ABEDI-KOUPAI e ASADKAZEMI, 2006; GÜNES, 2007; ZONTA et al., 2009). Huttermann et al. (2009), comparam as propriedades hidrofílicas do polímero hidroabsorvente com o húmus, relatam que por unidade de massa o polímero é superior ao húmus na retenção de água, apresentando o conveniente de não se tornar hidrofóbico sob condições de seca, como visualizado nas substâncias húmicas. Quando aplicado ao solo o polímero retarda o aparecimento de sintomas de estresse hídrico, em virtude do fornecimento de água por maior período de tempo (HUTTERMANN et al., 2009; AGABA et al., 2010). Além da otimização dos recursos hídricos, reduz as perdas por lixiviação de nutrientes (BERNARDI et al. 2012, NAVROSKI, 2013) e melhora a aeração e drenagem do solo (CRUZ et al., 2008), acelerando o desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea das plantas.

Resultados demonstrando a eficiência da utilização de hidrogéis como atenuador de estresse hídrico às plantas, são apresentados para uma grande variedade de culturas como, milho (DORRAJI et al. 2010), cafeeiro (ZONTA et al., 2009; AZEVEDO et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2014), eucalipto (BERNARDI et al., 2012), maracujazeiro (CARVALHO et al., 2013), citros (FERREIRA et al., 2014), abacaxizeiro (MENDONÇA, 2016).

Vale ressaltar que efeitos positivos da aplicação destes materiais são observados quando na condição de disponibilidade adequada de água, como observados por Huttermann et al. (2009) em experimento com espécies florestais (*Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus citriodora*, *Pinus caribaea*, *Araucaria cunninghamii*, *Melia volkensii*, *Grevillea robusta*, *Azadirachta indica*, *Maesopsis eminii*, and *Terminalia superba*) em classes texturais de solo (arenoso, argilo-arenoso, argiloso, silte argiloso e limo-argiloso) com aplicação de duas concentrações de hidrogel (0,2 e 0,4 % g g<sup>-1</sup> de solo).

## **2.5 Volume de Recipiente**

A obtenção de mudas de qualidade, passa por além da utilização de genótipos superiores, pela adequação e definição dos tipos e volumes de recipiente a serem utilizados, ajustando estes fatores à produção de mudas de qualidade desejável (SANTOS et al., 2000). Jesus et al. (1987), explanam que o estudo e definição do tipo de substrato e das dimensões dos recipientes, são fatores primários quando se busca garantia da produção de mudas de qualidade. No processo de produção de mudas, a definição de dimensões ideais para os recipientes utilizados, é de fundamental importância para o aperfeiçoamento da qualidade e dos custos finais da produção das mudas (BARBOSA et al., 2013). Para Queiroz e Melem Júnior (2001), estes custos se dão devido recipientes maiores do que o necessário exigirem maior quantidade de substrato, maior espaço no viveiro, diminuïrem o rendimento da mão-de-obra, onerarem o transporte, além de exigirem maior quantidade de insumos agrícolas.

De acordo com Mesquita et al. (2012), o tamanho do recipiente assim como o tipo de substrato adotado para a produção de mudas, quando mal determinados, podem ocasionar uma série de inconvenientes agrônômicos, como perda de germinação, desenvolvimento irregular e surgimento de sintomas de deficiência ou excesso de nutrientes. Lima et al. (2006), destacam que o volume do recipiente assim como a forma do mesmo são fundamentais porque podem inibir o crescimento das raïzes e desenvolvimento da parte aérea das plantas, impactando a sobrevivência e produtividade das mudas no campo.

O mercado disponibiliza uma série de tipos de recipientes destinados a produção de mudas frutíferas, sendo a escolha fundada na maioria das vezes, com base na disponibilidade e custo (FRANCISCO et al. 2010). Sabe-se que recipientes de maior volume favorecem a precocidade na formação; como também o aumento na qualidade das mudas (VIANA et al. 2008), entretanto esses exigem maiores investimentos resultando em maiores custos unitários de produção. Da mesma forma, mudas produzidas sob limitação quanto ao volume de substrato apresentam problemas no seu desenvolvimento, sobretudo devido esta limitação ocasionar deformações radiculares, que persistem após o transplante à área definitiva (BRACHTVOGEL e MALAVASI, 2010). Deste modo, é interessante que na escolha do recipiente seja respeitado um equilíbrio entre o volume e o tamanho deste, de modo ao mesmo proporcionar o melhor desempenho das mudas associado ao menor custo de produção (LIMA et al. 2006).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

### 3.1 Caracterização Geral

O trabalho foi desenvolvido, no período de março a maio de 2017, em abrigo telado do Departamento de Solos e Engenharia Rural (DSER), do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia-PB. Foram utilizadas sementes de mamão (*Carica papaya* L.) do grupo Solo, cultivar Sunrise Solo, conhecido também como mamoeiro Havaí ou Papaya.

### 3.2 Tratamentos e Delineamento

Os tratamentos foram obtidos com base na matriz Composto Central de Box de cinco doses do polímero Hydroplan-EB/HyA (0,0; 0,2; 0,6; 1,0 e; 1,2 g dm<sup>-3</sup>) e cinco condutividades elétricas da água de irrigação (0,3; 1,1; 2,7; 4,3 e; 5,0 dS m<sup>-1</sup>) combinados fatorialmente com duas frequências de irrigação (diária e alternada), mais dois tratamentos adicionais (0,75 e 1,30 dm<sup>3</sup>) para observar o efeito do volume do recipiente, obtendo-se o seguinte esquema fatorial: [(2<sup>2</sup> + 2 . 2 + 1) x 2] + 2.

**Tabela 1.** Esquema entre os níveis dos fatores (HyA – polímero; CEai – condutividade elétrica da água de irrigação; FIrrig – frequência de irrigação e; VRecp – volume de recipiente) utilizados no experimento.

Tratamento <sup>1</sup>	Níveis <sup>2</sup>		Doses/Condutividade elétrica		FIrrig	VRecip
	HyA	CEai	HyA (g dm <sup>-3</sup> )	CEai (dS m <sup>-1</sup> )		
1	-1	-1	0,2	1,1	Diário	0,75 dm <sup>3</sup>
2	-1	1	0,2	4,3	Diário	0,75 dm <sup>3</sup>
3	1	-1	1,0	1,1	Diário	0,75 dm <sup>3</sup>
4	1	1	1,0	4,3	Diário	0,75 dm <sup>3</sup>
5	-1,41 (- $\alpha$ ) <sup>2</sup>	0	0,0	2,7	Diário	0,75 dm <sup>3</sup>
6	1,41 ( $\alpha$ )	0	1,2	2,7	Diário	0,75 dm <sup>3</sup>
7	0	-1,41 (- $\alpha$ )	0,6	0,3	Diário	0,75 dm <sup>3</sup>
8	0	1,41 ( $\alpha$ )	0,6	5,0	Diário	0,75 dm <sup>3</sup>
9	0	0	0,6	2,7	Diário	0,75 dm <sup>3</sup>
<hr/>						
10	-1	-1	0,2	1,1	Alternado	0,75 dm <sup>3</sup>
11	-1	1	0,2	4,3	Alternado	0,75 dm <sup>3</sup>
12	1	-1	1,0	1,1	Alternado	0,75 dm <sup>3</sup>
13	1	1	1,0	4,3	Alternado	0,75 dm <sup>3</sup>
14	-1,41 (- $\alpha$ )	0	0,0	2,7	Alternado	0,75 dm <sup>3</sup>
15	1,41 ( $\alpha$ )	0	1,2	2,7	Alternado	0,75 dm <sup>3</sup>
16	0	-1,41 (- $\alpha$ )	0,6	0,3	Alternado	0,75 dm <sup>3</sup>
17	0	1,41 ( $\alpha$ )	0,6	5,0	Alternado	0,75 dm <sup>3</sup>
18	0	0	0,6	2,7	Alternado	0,75 dm <sup>3</sup>
<hr/>						
19	0	0	0,6	2,7	Diário	1,30 dm <sup>3</sup>
20	0	0	0,6	2,7	Alternado	1,30 dm <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Número de tratamentos para cada arranjo entre doses de polímeros de condutividade elétrica da água de irrigação =  $2^k + 2k + 1$  (k = 2, n° de fatores)  $\therefore 2^2 + 2 \times 2 + 1 = 9$ ;

<sup>2</sup>Níveis estabelecidos conforme a matriz central de box;

<sup>3</sup> $\alpha = \sqrt{k}$ .

### 3.3 Preparo do Substrato

O substrato constou da mistura de material de um Latossolo Vermelho-Amarelo, coletado na camada de 0 - 20 cm, da Estação Experimental Chã do Jardim, Areia, PB, areia lavada em água e esterco bovino na proporção de 3:2:1, respectivamente. Após a coleta o material foi seco ao ar e à sombra. O esterco bovino foi obtido em estábulo da zona rural do município de Areia, PB, devidamente curtido e seco ao ar e à sombra. Cada componente do substrato foi passado em peneira de quatro milímetros de malha e, em seguida, homogeneizado.

Amostras simples do substrato foram coletadas e transformadas em três amostras compostas para caracterização física (areia, silte e argila, densidade do solo, densidade da partícula, porosidade, umidade atual, água disponível e classificação textural) e química quanto à fertilidade (pH, CE,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ , SB, CTC, C, PST, fósforo e matéria orgânica) conforme Donagema et al. (2011) e de salinidade do extrato de saturação (pH, CEes,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , PS e RAS) empregando as metodologias contidas em Richards (1954) e os resultados estão na Tabela 2.

**Tabela 2.** Atributos físicos e químicos quanto à fertilidade e salinidade no substrato utilizado para a formação de mudas de mamoeiro.

Propriedades Químicas				Propriedades Físicas	
Fertilidade		Salinidade			
pH (1:2,5 H <sub>2</sub> O)	5,90	pH	5,90	Areia (g kg <sup>-1</sup> )	686,7
CE (1:2,5 H <sub>2</sub> O) (dS m <sup>-1</sup> )	0,46	CE (dS m <sup>-1</sup> )	1,97	Silte (g kg <sup>-1</sup> )	181,7
$\text{Ca}^{2+}$ (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,74	$\text{Ca}^{2+}$ (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	4,62	Argila (g kg <sup>-1</sup> )	131,6
$\text{Mg}^{2+}$ (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,28	$\text{Mg}^{2+}$ (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	8,88	Ds (kg dm <sup>-3</sup> )	1,35
$\text{K}^+$ (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,88	$\text{K}^+$ (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	5,46	Dp (kg dm <sup>-3</sup> )	2,64
$\text{Al}^{3+}$ (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,50	$\text{Na}^+$ (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	5,13	Porosidade total (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	48,86
$\text{Na}^+$ (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,23	$\text{CO}_3^{2-}$ (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,00	Umidade atual (%)	0,94
$\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	9,47	$\text{HCO}_3^-$ (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2,80	0,033 MPa	15,81
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,13	$\text{SO}_4^-$ (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	Presença	1,5 MPa	8,22
CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	13,60	$\text{Cl}^-$ (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	15,25	Água disponível (%)	7,59
PST (%)	1,69	Saturação (%)	30,00	Classe textural	Franco
V (%)	30,37	RAS (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,98		Arenosa
P (mg dm <sup>-3</sup> )	45,00	PST	1,68		
M.O. (g kg <sup>-1</sup> )	24,30	Salinidade	NS		
		Classe	Normal		

CEes – condutividade elétrica do extrato de saturação; SB – soma de bases trocáveis,  $\text{SB} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{Na}^+$ ; CTC – capacidade de troca de cátions,  $\text{CTC} = \text{SB} + (\text{H}^+ + \text{Al}^{3+})$ ; V – saturação por bases,  $\text{V} = (\text{SB}/\text{CTC}) * 100$ ; M.O. – matéria orgânica; RAS – razão de adsorção de sódio,  $\text{RAS} = \text{Na}^+ / ((\text{Ca} + \text{Mg})/2)$ ; PST – percentual de sódio trocável,  $\text{PST} = (\text{Na}^+/\text{CTC}) * 100$ ; Ds – densidade do solo; Dp – densidade da partícula.

O polímero Hidroplan-EB/HyA foi hidratado na proporção de 1g em 49 mL de água destilada e incorporado ao substrato com umidade atual, seco ao ar (Tabela 1); em seguida foi realizada irrigação com o intuito de umedecer o substrato, de maneira a acomodar as partículas do substrato para a semeadura.

### 3.4 Semeadura e Condução

A semeadura foi feita com três sementes por recipiente a uma profundidade de 1,5 cm e, após a emergência, foi realizado desbaste mantendo-se uma planta por recipiente. A irrigação em dias alternados iniciou-se sete dias após o desbaste. O preparo da água de irrigação foi realizado por meio de adição em água de abastecimento ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ), dos íons de sódio ( $\text{Na}^+$ ), cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) na proporção de 5:2:1 em base de massa, respectivamente na forma de cloreto, baseado nos teores médios encontrado no cristalino do Nordeste Brasileiro (Silva Júnior et al., 1999). As concentrações desses íons foram determinadas de acordo com cada nível de condutividade elétrica verificada na água de irrigação.

A adubação básica foi formulada após obtenção dos teores dos nutrientes, observados na amostra do substrato. Com base nos valores obtidos no laudo, foi efetuado cálculos a fim de se elevar os teores de fósforo e nitrogênio a aproximadamente  $300$  e  $100 \text{ mg kg}^{-1}$ , respectivamente (Novais et al., 1991).

### 3.5 Variáveis Analisadas

Aos 50 dias após a semeadura (DAS) foram obtidos o diâmetro do caule, ao nível do solo, com paquímetro digital altura das mudas, com trena milimetrada número de folhas e a área foliar foi medida pelo método de fotografia utilizando o software SigmaScan® Pro versão 5.0. Nessa mesma data as plantas foram retiradas dos substratos e separados os órgãos para obtenção da massa da matéria seca da raiz, do caule, total (pela soma de ambos) e relação entre biomassa seca da raiz e da parte aérea; área foliar específica, razão de área folia e razão de massa foliar (Benincasa, 2003); índice de qualidade de Dickson (Dickson et al., 1960), índices foliares de clorofila *a*, *b*, total e relação entre os índices de clorofila *b/a*, com o equipamento ClorofiLOG®, modelo CFL 1030.

### 3.6 Análises Estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância, os efeitos do polímero Hydroplan-EB/HyA e da condutividade elétrica da água foram avaliados por regressão, utilizado o teste F para verificar a significância dos efeitos ortogonais, selecionando-se o modelo com significância até 10% de probabilidade e maior coeficiente de determinação ajustado. A

frequência de irrigação foi avaliada com o teste F ( $p \leq 0,05$ ). Os efeitos dos tamanhos dos recipientes foram testados por contrastes polinomiais, utilizando o teste F ( $p \leq 0,05$ ) para se verificar a significância. As análises foram realizadas com o software SAS/STAT® versão 9.3. (SAS, 2012).

## 4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Biometria das Mudras

Os fatores estudados afetaram o crescimento em diâmetro do caule, altura, número de folhas, área foliar e o acúmulo de biomassa seca nas raízes, na parte aérea, na alocação de biomassa entre raízes e parte aérea, e total em mudras de mamoeiro (Tabela 3).

**Tabela 3.** Resumo das análises de variância, regressão e contrastes para as variáveis diâmetro do caule ao nível do solo (DNS), altura (ALT), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa da matéria seca de raízes (MMSR), massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA), relação entre as biomassas secas das raízes e parte aérea (BSR/BSPA) e massa da matéria seca total (MMST) de mudras de mamoeiro Havai aos 55 dias após a semeadura sob os efeitos da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), polímero hidroabsorvente (P), frequência de irrigação (F) e volume de recipiente.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio							
		DNS	ALT	NF	AF*	MMSR*	MMSPA	BSR/BSPA*	MMST*
Bloco	3	0,5934*	3,3930 <sup>ns</sup>	0,4789 <sup>ns</sup>	0,0093 <sup>ns</sup>	0,00005 <sup>ns</sup>	0,0210 <sup>ns</sup>	0,0030 <sup>ns</sup>	0,0014 <sup>ns</sup>
Tratamento	(19)	4,1776**	41,9548**	2,3201**	0,0834**	0,0107**	0,2367**	0,0083 <sup>ns</sup>	0,0323**
Frequência (F)	1	3,1668**	75,3706**	0,4366 <sup>ns</sup>	0,1493**	0,0023 <sup>ns</sup>	0,2513**	0,00001 <sup>ns</sup>	0,0221**
CCB <sup>1</sup> x F	8	0,2996 <sup>ns</sup>	3,0209 <sup>ns</sup>	0,4930 <sup>ns</sup>	0,0081 <sup>ns</sup>	0,0009 <sup>ns</sup>	0,0131 <sup>ns</sup>	0,0074 <sup>ns</sup>	0,0006 <sup>ns</sup>
Y1 <sup>4</sup>	1	1,4922**	5,0007 <sup>ns</sup>	0,1250 <sup>ns</sup>	0,0611**	0,0011 <sup>ns</sup>	0,2260**	0,0003 <sup>ns</sup>	0,0137**
Y2 <sup>4</sup>	1	2,4559**	13,9788**	5,2813**	0,0733**	0,0167**	0,3107**	0,0039 <sup>ns</sup>	0,0423**
Resíduo	56	0,1937	3,0257	0,4781	0,0081 <sup>ns</sup>	0,0013	0,0136	0,0058	0,0016
CV (%)		8,12	14,25	9,76	4,11	37,01	20,28	49,46	15,82
Média		5,4 mm	12,2 cm	7,1	165,0 cm	0,261	0,586	0,45	0,83
Regressão <sup>2</sup>									
P-L	1	-	-	2,2673*	-	0,0003 <sup>ns</sup>	-	0,0013 <sup>ns</sup>	-
P-Q	1	-	-	0,6632 <sup>ns</sup>	-	0,0165**	-	0,0183 <sup>o</sup>	-
CEai-L	1	-	-	5,5465**	-	0,1350**	-	0,0269*	-
CEai-Q	1	-	-	6,6175**	-	0,0161**	-	0,0288*	-
P-L x CEai-L	1	-	-	0,2358 <sup>ns</sup>	-	0,0014 <sup>ns</sup>	-	0,0060 <sup>ns</sup>	-
Regressão <sup>3</sup> / Irrigação Diária									
P-L	1	0,1058 <sup>ns</sup>	14,2353*	-	0,0007 <sup>ns</sup>	-	0,0332 <sup>ns</sup>	-	0,0008 <sup>ns</sup>
P-Q	1	0,4656 <sup>ns</sup>	16,3413*	-	0,00005 <sup>ns</sup>	-	0,0669*	-	0,0125**
CEai-L	1	35,1964**	358,1518**	-	0,5142**	-	1,6555**	-	0,2181**
CEai-Q	1	0,0003 <sup>ns</sup>	5,7044 <sup>ns</sup>	-	0,0244 <sup>o</sup>	-	0,0042 <sup>ns</sup>	-	0,0025 <sup>ns</sup>
P-L x CEai-L	1	0,0238 <sup>ns</sup>	0,5066 <sup>ns</sup>	-	0,0025 <sup>ns</sup>	-	0,0018 <sup>ns</sup>	-	0,0007 <sup>ns</sup>
Regressão <sup>3</sup> / Irrigação Alternada									
P-L	1	0,1220 <sup>ns</sup>	17,7566*	-	0,0124 <sup>ns</sup>	-	0,0198 <sup>ns</sup>	-	0,0038 <sup>ns</sup>
P-Q	1	1,0940*	7,3240 <sup>ns</sup>	-	0,0040 <sup>ns</sup>	-	0,0370 <sup>o</sup>	-	0,0104*
CEai-L	1	24,7950**	223,5545**	-	0,2668**	-	0,9241**	-	0,1989**
CEai-Q	1	0,5825 <sup>o</sup>	6,6024 <sup>ns</sup>	-	0,0029 <sup>ns</sup>	-	0,0098 <sup>ns</sup>	-	0,0059 <sup>o</sup>
P-L x CEai-L	1	0,0100 <sup>ns</sup>	2,0634 <sup>ns</sup>	-	0,0007 <sup>ns</sup>	-	0,01459 <sup>ns</sup>	-	0,0009 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup>Refere-se as combinações entre os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e as doses de polímero hidroabsorvente, utilizando o Composto Central de Box;

<sup>2</sup>Sob ausência de efeito da frequência de irrigação;

<sup>3</sup>Sob efeito da frequência de irrigação;

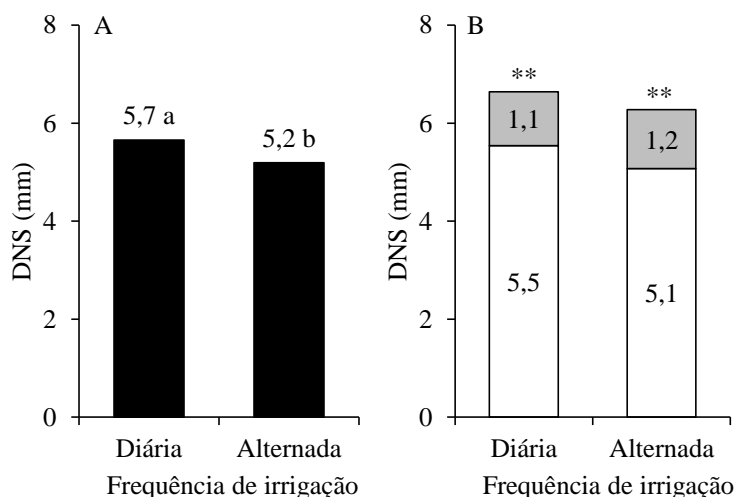
<sup>4</sup>Efeito do volume do recipiente (0,75 dm<sup>3</sup> x 1,30 dm<sup>3</sup>) nas frequências de irrigação diária (Y1) e alternada (Y2);

\*Dados transformados em log (y+10);

<sup>ns</sup>, <sup>o</sup>, \* e \*\*: não significativo e significativo a 10%, 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

#### 4.1.1 Diâmetro do caule ao nível do solo

A frequência de irrigação e o volume do recipiente influenciaram o crescimento em diâmetro do caule (Tabela 3). A irrigação diária, em ambas as condições de recipientes, foi mais eficiente no crescimento das mudas pelo diâmetro caulinar uma vez que superou em 9% a irrigação alternada, com valores de 5,7 e 5,2 mm respectivamente (Figura 1A). As mudas produzidas no recipiente de maior volume (1,30 dm<sup>3</sup>), quando irrigadas diariamente, atingiram 6,6 mm de diâmetro exibindo um ganho de 1,1 mm em relação às do menor recipiente de 0,75 dm<sup>3</sup> (Figura 1B). Sob irrigação alternada o recipiente maior proporcionou mudas com 6,3 mm de diâmetro, superando em 1,2 mm as mudas dos recipientes menores.



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

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

□ Efeito real: recipiente grande (1,30 dm<sup>3</sup>) - recipiente pequeno (0,75 dm<sup>3</sup>)

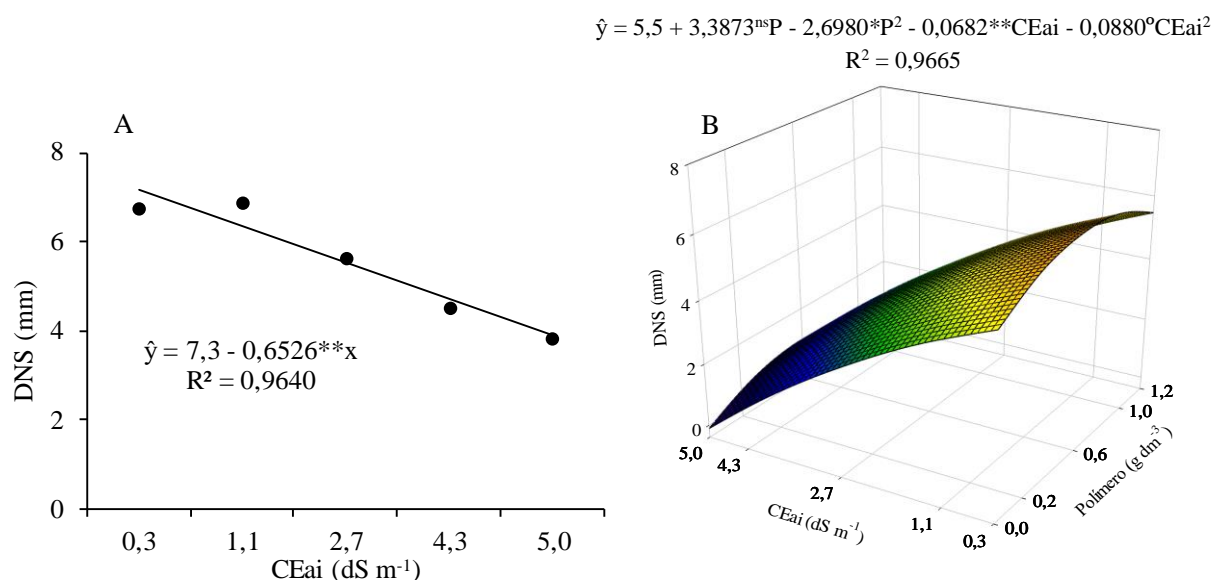
**Figura 1.** Diâmetro do caule ao nível do solo (DNS) de mudas de mamoeiro Havaí irrigadas diariamente e em dias alternados (A), e efeitos dos contrastes entre recipientes com capacidade para 0,75 dm<sup>3</sup> e para 1,30 dm<sup>3</sup> sob as frequências de irrigação diária e alternada (B).

A frequência de irrigação diária resultou em maiores valores de diâmetro do caule, podendo ser decorrentes do menor estresse hídrico sofrido por estas mudas quando comparadas àquelas submetidas a menor frequência de irrigação. O comportamento dos dados pode ser resultado da diminuição do tempo e quantidade de água disponível no substrato. A redução na disponibilidade de água às plantas resulta, além de estresse hídrico, redução da absorção de nutrientes, como mencionado por Lopes et al. (2005), ocasionando prejuízos diretos para seu

pleno crescimento e desenvolvimento. Tsukamoto Filho et al. (2013), avaliando a frequência de irrigação no crescimento de mudas de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All., também produziram mudas com menor diâmetro de caule ao compararem a irrigação diária e alternada das plantas. Zonta et al. (2009), avaliando turnos de rega sob características morfológicas de cafeeiro (*Coffea canephora* Pierre), registraram maiores valores de diâmetro do caule das plantas associados à maior frequência de irrigação. Araujo et al. (2011) e Azevedo et al. (2014), observaram que o aumento do intervalo entre as irrigações ocasiona inibição do crescimento de café mudas de café conilon pelo diâmetro do caule.

O recipiente de maior volume, independentemente do turno de rega, proporcionou a formação de mudas com maior diâmetro. Estes resultados podem ser reflexo de um maior desenvolvimento e vigor do sistema radicular das plantas conduzidas nos recipientes de maior disponibilidade de nutrientes e espaço poroso ao crescimento radicular que conforme Costa et al. (2009a) pela disponibilização de maior espaço e quantidade de nutrientes por estes, em detrimento aos recipientes de menor tamanho. Vallone et al. (2010), investigando recipientes na produção de mudas de cafeeiro, observaram maior diâmetro das mudas em recipientes de maior volume. Araujo et al. (2006) e Costa et al. (2010), também obtiveram mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.) cv. Sunrise solo com maior diâmetro em recipiente de maior volume.

O crescimento em diâmetro também foi afetado pela condutividade elétrica da água de irrigação, independentemente da frequência de aplicação, e pelo polímero, sob frequência de dias alternados de irrigação (Tabela 3). Sob frequência diária de irrigação observou-se valores de diâmetro do caule 7,1 e 4,0 mm sob água com condutividade elétrica de 0,3 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente, com redução de 44% (Figura 2A). Quanto a frequência de irrigação em dias alternados o declínio foi de 5,5 para 3,0 mm sob as respectivas condutividades elétricas da água de 0,3 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>, resultando em perdas de 45,5% (Figura 2B). A aplicação de polímero hidroabsorvente até a dose de 0,6 g dm<sup>-3</sup> proporcionou maiores valores de diâmetro do caule (6,6 mm), superior em 20% ao diâmetro das mudas obtidas em substrato sem polímero.



<sup>ns</sup>, <sup>°</sup>, \* e <sup>\*\*</sup>: não significativo, significativo a 10%, 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Figura 2.** Diâmetro do caule ao nível do solo (DNS) de mudas de mamoeiro Havaí em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) aplicada diariamente (A) e, da dose de polímero no substrato e da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) aplicada com frequência alternada (B).

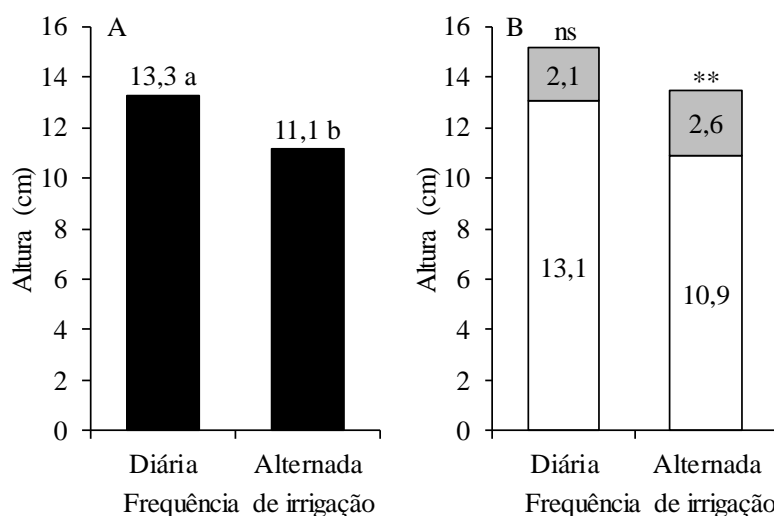
A redução do diâmetro caulinar das mudas em função da salinidade da água está associada ao aumento da concentração de sais no substrato, diminuindo o potencial osmótico e consequentemente aumentando a dificuldade de absorção de água (AYERS e WESTCOT, 1999; TAIZ e ZEIGER, 2013). Além disso, a elevação da concentração de íons no citosol pode ter ocasionado, além de redução da absorção de água, um desequilíbrio nutricional, sobretudo na relação Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> no citosol (SILVEIRA et al., 2010), resultando em uma série de prejuízos, entre eles, a diminuição da espessura do caule. A redução foi mais crítica no maior turno de rega, provavelmente devido as mudas estarem sujeitas a maior período de estresse hídrico.

Comportamento semelhante foi apresentado por Cavalcante et al. (2010) em mudas de mamoeiro ao constatarem redução no diâmetro do caule em decorrência do aumento da concentração de sais da água de irrigação. Sá et al. (2013a), em mudas de mamoeiro em cultivo hidropônico, observaram que a água de irrigação de maior condutividade elétrica (3,5 dS m<sup>-1</sup>) reduziu a espessura do caule em 53% quando comparadas as irrigadas com água de baixa concentração de sais (0,3 dS m<sup>-1</sup>). Trabalhos como o de Sá et al. (2016) com porta enxertos de goiabeira cultivares Ogawa e Paluma, Sousa et al. (2011) em mudas de cajueiro BRS 274 e BRS 275 e, Nunes et al. (2012) em mudas de pinha, corroboram com os resultados obtidos no presente estudo.

Quanto aos polímeros hidroabsorventes, comportamentos diversificados são frequentes na literatura. Maldonado-Benitez et al. (2011) constataram efeito positivo da utilização da maior dose de polímero hidroabsorvente ( $4\text{g L}^{-1}$ ) em substratos para o diâmetro de caule de mudas de *Pinus greggii*. Azevedo (2014) visualizou tendência similar a observada neste trabalho, onde maiores dosagens de polímero resultaram na redução da variável. Por outro lado, Vervloet Filho (2011), não observou efeito do aumento das doses de polímero hidroabsorvente no crescimento em diâmetro de mudas de eucalipto.

#### 4.1.2 Altura das mudas

A irrigação diária estimulou o crescimento em altura das mudas com ganho de 17% em comparação às irrigadas em dias alternados (Figura 3A). O volume do recipiente não alterou a altura das mudas sob frequência diária de irrigação, com média de 13,1 cm (Figura 3B). Sob frequência alternada de irrigação, as mudas produzidas em recipiente de maior volume ( $1,30\text{ dm}^3$ ) atingiram 13,5cm de diâmetro, aumentando em 2,6 cm a altura em relação as mudas do recipiente de  $0,75\text{ dm}^3$  (Figura 3B).



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

<sup>ns</sup> e <sup>\*\*</sup>: não significativo e significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

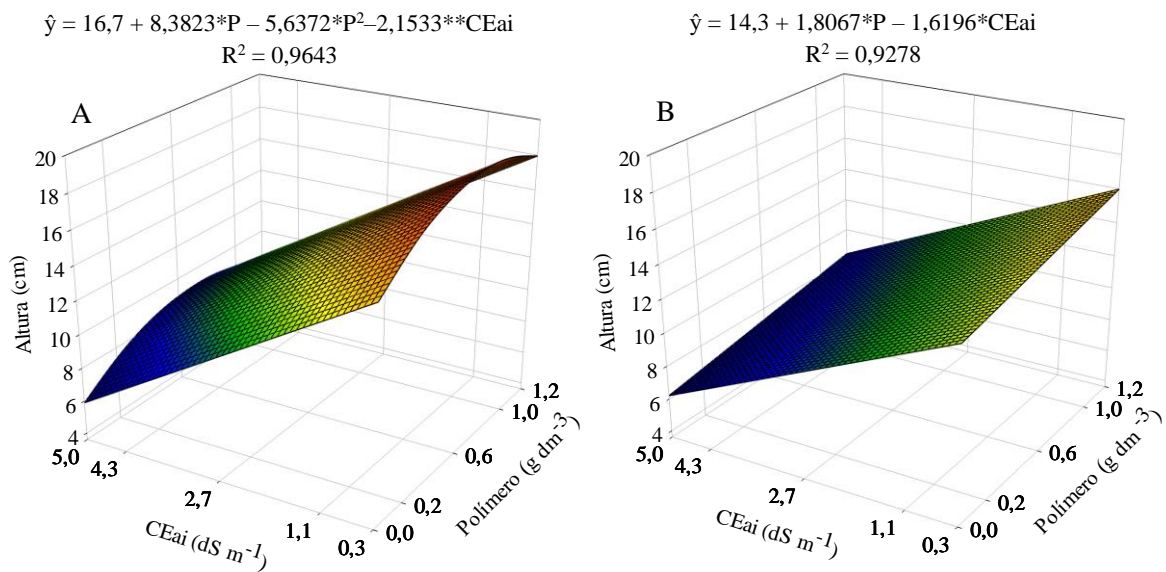
□ Efeito real: recipiente grande ( $1,30\text{ dm}^3$ ) - recipiente pequeno ( $0,75\text{ dm}^3$ )

**Figura 3.** Altura de mudas de mamoeiro Havaí irrigadas diariamente e em dias alternados (A), e efeitos dos contrastes entre recipientes com capacidade para  $0,75\text{ dm}^3$  e para  $1,30\text{ dm}^3$  sob as frequências de irrigação diária e alternada (B).

Pelos resultados constata-se que a frequência de irrigação é fator importante para o crescimento em altura das mudas de mamoeiro, estando relacionado a diminuição da umidade do solo quando irrigadas com maior intervalo de tempo visto que a disponibilidade de água é fator preponderante para a sobrevivência e desenvolvimento de mudas (CARVALHO et al., 2013). Fontes et al. (2008), sugerem que pelo menos 50% da capacidade de campo seja aplicada para o pleno desenvolvimento inicial de mudas de mamoeiro, com reflexos negativos ao não atendimento desse limite. Nesse sentido, Tsukamoto Filho et al. (2013), obtiveram maior altura em mudas de aroeira irrigadas diariamente quando comparadas às irrigadas com mesmo volume de água em dias alternados. Vallone et al. (2010), trabalhando com mudas de cafeeiro, notaram redução na altura das mudas proporcional à diminuição da frequência de irrigação. Da mesma forma Carvalho et al. (2013), observaram diminuição do comprimento de mudas de maracujazeiro amarelo, em função da diminuição da frequência de irrigação, sendo as reduções superiores a 50% quando irrigadas a cada dois dias.

O volume do recipiente utilizado influenciou a altura das mudas, verificando-se maiores valores nas mudas formadas em recipientes de maior volume. Recipientes com menor volume de substrato ocasionam na maioria dos casos um menor desenvolvimento radicular das mudas; resultando em limitações ao crescimento e desenvolvimento das plantas (MESQUITA et al., 2012). Para Araújo et al. (2006) e Mesquita et al. (2012), analisando volume de recipiente no crescimento de mudas de mamoeiro, verificaram maior altura ao se utilizar recipiente de maior capacidade volumétrica.

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação reduziu a altura das mudas (Figura 4). Sob frequência diária de irrigação a altura das mudas foram reduzidas de 15,8 para 5,6 cm (Figura 4A) e sob frequência alternada de 13,8 para 6,2 cm (Figura 4B), ao se elevar a condutividade elétrica da água de irrigação de 0,3 para 5,0 dS m<sup>-1</sup>. Reduções de até 65% e 55% foram registradas sob frequência alternada de irrigação ao se elevar a salinidade da água de irrigação de 0,3 para 5,0 dS m<sup>-1</sup>. Já a aplicação de polímero aumentou a altura das mudas de mamoeiro. Sob irrigação diária o aumento na altura das mudas foi até a dose de 0,7 g dm<sup>-3</sup>, obtendo-se máximo de 19,8 cm, superior em 19% às mudas em substrato sem polímero (Figura 4A). Com a frequência alternada de irrigação a maior altura das mudas foi obtida com a maior dose do polímero (1,2 g dm<sup>-3</sup>), sendo de 16,5 cm que foi superior em 15% sob a ausência do polímero (Figura 4B).



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

**Figura 4.** Altura de mudas de mamoeiro Havaí em função da dose de polímero e da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), aplicada com frequência diária (A) e alternada (B).

A diminuição no crescimento em altura das mudas pode ser atribuída, além dos efeitos físicos resultantes da salinidade, aos prejuízos fisiológicos decorrentes do acúmulo de sais nos tecidos vegetais. A inibição do crescimento em virtude da elevação da salinidade é resultado da diminuição do potencial osmótico da solução do solo, promovendo efeitos similares ao déficit hídrico (MUNNS e TESTER, 2008; OLIVEIRA et al., 2016), prejudicando assim a divisão e alongamento celular (TAIZ e ZEIGER 2013). Além disto, este decréscimo pode ser resultado de problemas oriundos da alta concentração de íons na solução do solo, que eventualmente podem desempenhar toxidez (OLIVEIRA et al., 2016).

Sá et al. (2015), com mudas de pinha, e Gurgel et al. (2007), com mudas de goiabeira, também verificaram decréscimo na altura das mudas em função do aumento salinidade da água. Por outro lado, Petrović et al. (2016) avaliando os efeitos da submissão de sementes de pêra a estresses hídricos e salinos, notou aumento dos prejuízos à AP no décimo e décimo quinto dia após emergência em virtude do aumento da concentração de NaCl na água de irrigação, todavia, estes prejuízos não foram superiores aos verificados pelas plantas submetidas a estresse hídrico por meio da enzima Polyethylene Glycol 6000 (-0.2 Mpa e -0.3 MPa). As informações obtidas

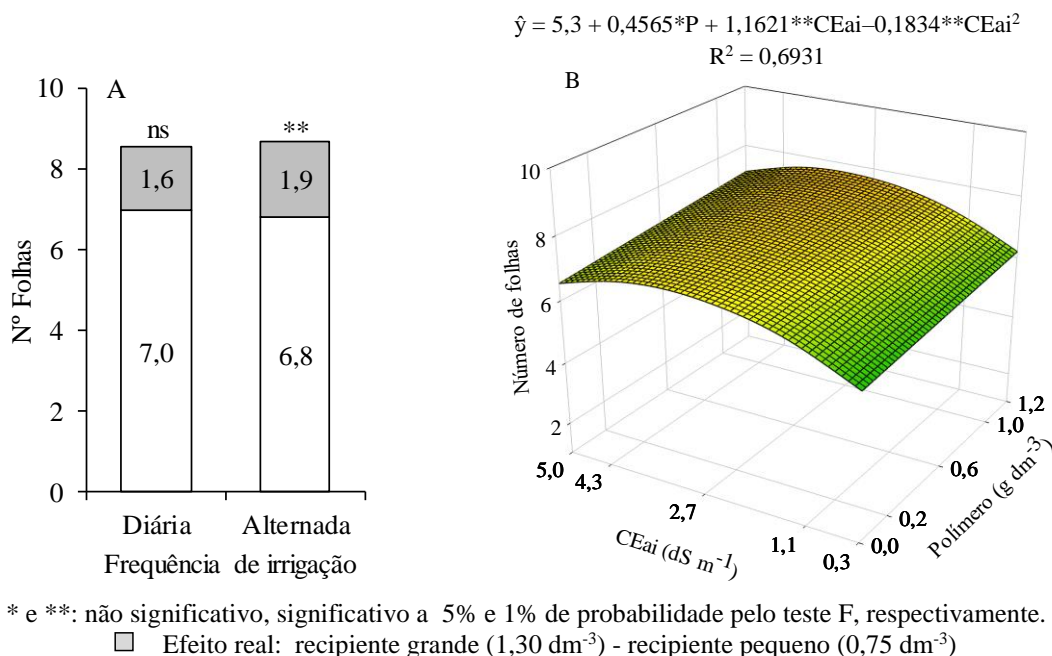
por Sá et al. (2013b) e Cavalcante et al. (2010) corroboram com resultados verificados neste trabalho, onde observaram redução na altura de mudas de mamoeiro havia ao se elevar a condutividade elétrica da água de irrigação.

Em relação às doses de hidrogel, o acréscimo seguido de diminuição da altura visualizada pelas plantas irrigadas diariamente (Figura 3A), também foi verificado por Navroski (2013) avaliando a utilização de hidrogel como condicionador de substrato para produção de mudas de *Eucalyptus dunni* Maiden. Na ocasião o autor atribuiu este comportamento a um possível acúmulo excessivo de água decorrente da alta retenção de água pelo hidrogel e solo provocando um decréscimo no crescimento em altura das mudas. Günes 2007, avaliando o polímero na sobrevivência e crescimento de plantas de tomate transplantadas sobre estresse hídrico, verificou maiores médias de alturas nas mudas transplantadas de substratos com a presença de polímero hidroabsorvente. Carvalho et al. (2013), estudando polímero hidroabsorvente e frequência de irrigação em mudas de maracujazeiro-amarelo, verificaram que a utilização da concentração de  $3 \text{ g L}^{-1}$  em mudas irrigadas em dias alternados proporcionou altura igual as obtidas quando irrigadas diariamente, mas sem polímero no substrato. De acordo com os mesmos, a utilização do hidrorretentor, surge como alternativa para a redução da frequência de irrigação das mudas de maracujazeiro em viveiro. Abedi-Koupai e Asadkazemi (2006) avaliando regimes hídricos e hidrorretentor em *Cupressus arizonica*, não identificaram diferença da irrigação com 100% e 66% da evapotranspiração da cultura (ETc) quando se utilizou  $4 \text{ g kg}^{-1}$  de polímero hidroabsorvente.

#### 4.1.3 Número de folhas

A produção de folhas em mudas de mamoeiro não foi afetada pela frequência de irrigação e pelo volume de recipiente, exceto sob a frequência alternada que se observou-se efeito do tamanho do recipiente (Tabela 2). Com a frequência alternada, as mudas do recipiente pequeno ( $0,75 \text{ dm}^3$ ) tinham média de 6,8 folhas, obtendo-se um ganho de 1,9 folhas na muda ao se utilizar recipiente maior capacidade volumétrica ( $1,30 \text{ dm}^3$ ), acréscimo de 28% (Figura 5A). Observou também que o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação até  $3,2 \text{ dS m}^{-1}$  estimulou a produção de folhas, obtendo-se 7,1 folhas por muda, acréscimo de 27% em relação à média de 5,6 folhas por muda obtida sob irrigação com água de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$  (Figura 5B). O aumento nas doses de polímero também aumentou a quantidade de folhas nas mudas,

obtendo-se 5,3 e 5,8 folhas por muda no substrato sem e com  $1,2 \text{ g dm}^{-3}$  de polímero, respectivamente, acréscimo de 9% (figura 5B).



**Figura 5.** Número de folhas (NF) de mudas de mamoeiro Havaí, efeitos dos contrastes entre recipientes com capacidade para  $0,75 \text{ dm}^3$  e para  $1,30 \text{ dm}^3$  sob as frequências de irrigação diária e alternada (A) e efeito da concentração de polímero no substrato, e da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) (B).

Avaliando o efeito de recipientes no crescimento de mudas de mamoeiro, Araújo et al. (2006) observaram que o maior volume de substrato proporcionou maior produção de folhas. Mesquita et al. (2012), observaram comportamento similar, verificando que as mudas de mamoeiro cultivadas em recipientes com 2L de substrato possuíam 24% a mais de folhas quando comparadas às mudas produzidas em recipiente com 1L de substrato. Enquanto Lima et al. (2006), com mudas de mamoneira, e Bardivieso et al. (2011), com mudas de *Campomanesia pubescens* O. Berg, não verificaram diferença entre volumes de recipientes.

O aumento da concentração de sais na água de irrigação resultou em redução no número de folhas. Tal comportamento, pode ser reflexo da acumulação excessiva de sais no substrato das plantas irrigadas com maiores condutividades elétricas da água, ocasionando assim, maior dificuldade para o crescimento das mudas e por conseguinte emissão de folhas. Sob condições de salinidade é comum se verificar modificações anatômicas e morfológicas nos vegetais, como

a diminuição do número de folhas, em virtude da diminuição da absorção e transpiração de água pelas plantas, como adaptação a condição de estresse (OLIVEIRA et al., 2010). A salinidade afeta o número de folhas das plantas em duas fases (MUNNS e TESTER, 2008). Na primeira, citada como fase osmótica, há uma elevada redução da emissão de folhas novas e do crescimento da parte aérea das plantas, que pode ser resultado dos prejuízos decorrentes da maior dificuldade da absorção de água e nutrientes. A segunda fase, denominada de fase iônica, ocorre com a exposição das plantas por um maior período de tempo sob condições salinas, resultando em um acúmulo excessivo de sais, sobretudo nas folhas mais velhas, atingindo níveis tóxicos e provocando sua senescência.

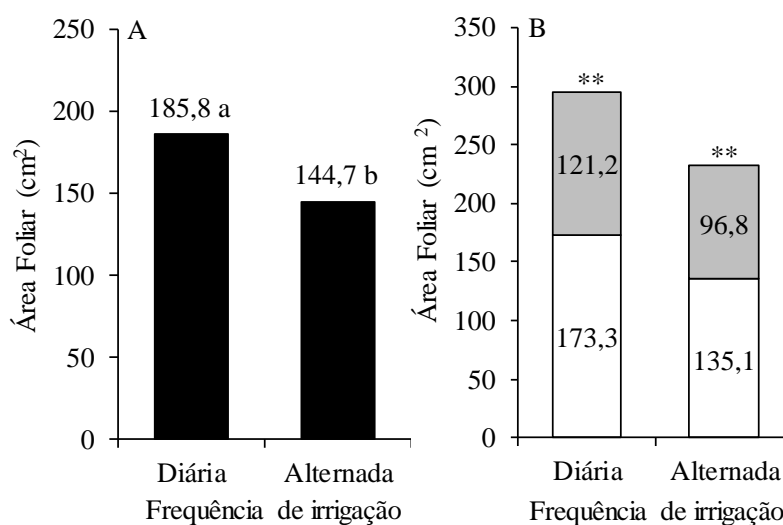
Os resultados de Coelho et al. (2015), com mudas de mamoeiro, também evidenciaram que o aumento da salinidade estimulou a produção de folhas, obtendo-se máximo sob a condutividade elétrica de  $1,6 \text{ dS m}^{-1}$ . Oliveira et al. (2016) e Oliveira et al. (2010), verificaram redução do número de folhas em plantas de berinjela e girassol, respectivamente, com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. Outros trabalhos, como Barbosa (2013) em porta enxertos de citros, Gurgel et al. (2007) com porta enxertos de goiabeira, Sá et al, (2013a) e Sá et al, (2013b) com mudas de mamoeiro, também verificaram comportamentos similares.

O aumento no número de folhas em função da elevação das doses de hidrogel no substrato, pode ser atribuído a um melhor condicionamento do substrato, devido as propriedades do polímero de poliacrilamida. De acordo com Bernardi et al. (2012), entre as justificativas conhecidas para a utilização do hidrorretentor, estão a melhoria da retenção e liberação, pelos substratos, de água e nutrientes para as plantas. Marques e Bastos (2010), obtiveram incremento no número de folhas com o aumento das doses do hidrorretentor em mudas de pimentão. Esse mesmo efeito foi obtido Carvalho et al. (2013) e Fagundes et al. (2015) com mudas de maracujazeiro amarelo e citrus, respectivamente. Em contrapartida, Coelho (2004) em mudas de beterraba, e Dranski et al. (2013) com pinhão manso, não visualizaram incrementos para o número de folhas em função do aumento das concentrações do hidrorretentor.

#### **4.1.4 Área foliar**

A frequência de irrigação e o volume do recipiente influenciaram a área foliar das mudas de mamoeiro (Tabela 2). A área foliar média da muda foi de  $185,8 \text{ cm}^2$ , sob irrigação diária, e

de 144,7 cm<sup>2</sup>, com turno alternado de irrigação, resultando em redução de 22% ao se alterar a frequência de irrigação (Figura 3A). Para as mudas irrigadas diariamente o recipiente de maior volume proporcionou mudas com área foliar de 294,5 cm<sup>2</sup>, ganho de 70% em limbo foliar que as mudas produzidas no recipiente de menor volume, com 173,3 cm<sup>2</sup> (Figura 6B). Semelhantemente, quando diminuída a frequência de irrigação, notou-se comportamento similar, apresentando o recipiente com maior volume mudas com área foliar de 231,9 cm<sup>2</sup>, aumento de 72% em comparação aos 135,1 cm<sup>2</sup> no recipiente menor.



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

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

□ Efeito real: recipiente grande (1,30 dm<sup>3</sup>) - recipiente pequeno (0,75 dm<sup>3</sup>)

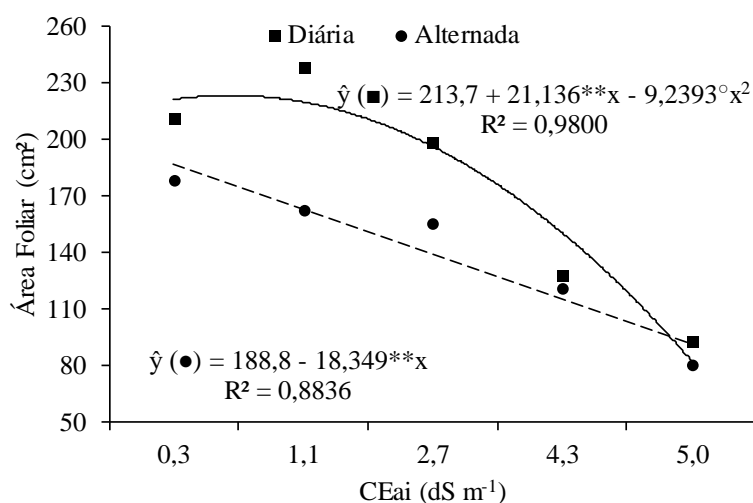
**Figura 6.** Área foliar de mudas de mamoeiro Havaí, irrigadas diariamente e em dias alternados (A), e efeitos dos contrastes entre recipientes com capacidade para 0,75 dm<sup>3</sup> e para 1,30 dm<sup>3</sup> sob as frequências de irrigação diária e alternada (B).

Os resultados supracitados podem ser atribuídos a possível menor disponibilidade de água. Para Barbosa (2013), as variáveis de crescimento são mais afetadas pelos efeitos decorrentes do estresse osmótico quando comparados ao iônico, sendo constatado decréscimos das taxas de crescimento da área foliar de acordo com ao período de exposição a condição de estresse. Vallone et al. (2010), na produção de mudas de cafeeiro, notaram diminuição da área foliar com a diminuição da frequência de irrigação. Souza et al. (2016), estudando o crescimento de cafeeiros, observaram redução da área foliar das mudas com a diminuição da lâmina de irrigação. Nesse mesmo sentido Carvalho et al. (2013), verificaram maior área foliar

de mudas de maracujazeiro amarelo ao se irrigar diariamente em detrimento as irrigações em dias alternados e a cada dois dias.

A maior área foliar ocasionada pelo aumento do volume do recipiente pode ser resultado tanto da maior disponibilidade de nutrientes às mudas como menor limitação física ao crescimento radicular, que reflete diretamente no crescimento da parte aérea. Para Costa et al. (2010), o volume do recipiente tem influência direta sobre o crescimento e desenvolvimento das mudas, sendo um fator importante no tangente a qualidade das mesmas. Resultados de Danner et al. (2007), corroboram com os visualizados no presente trabalho. Estes autores verificaram maior área foliar de mudas de jaboticabeira quando produzidas em recipiente de maior volume. Vallone et al. (2010), com irrigação a cada dois dias, observaram menor área foliar em mudas de cafeeiro produzidas em recipientes de menor volume quando comparadas as mudas em maior volume.

A condutividade elétrica da água de irrigação, independentemente da frequência de irrigação, reduziu a área foliar das mudas de mamão (Figura 7). Mas, com irrigação diária o aumento da salinidade da água de irrigação até a condutividade de 1,1 dS m<sup>-1</sup> aumentou à 225,8 cm<sup>2</sup> a área foliar das mudas, reduzindo após esse nível salino para 88,4 cm<sup>2</sup> sob irrigação com água de 5,0 dS m<sup>-1</sup>. Sob irrigação em dias alternados a redução da área foliar foi constante, obtendo-se 183,3 e 97,1 cm<sup>2</sup> com às águas de 0,3 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente.



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

**Figura 7.** Área foliar de mudas de mamoeiro Havaí em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai).

A redução da área foliar, em decorrência do aumento da salinidade, pode ser resultado de desequilíbrios fisiológicos, resultando em redução da expansão celular, que se reflete em menor área foliar (BARBOSA, 2013); assim como, pode afetar a diferenciação foliar, podendo implicar em dificuldade na emissão de primórdios foliares e conseqüentemente número de folhas. Maior área foliar na irrigação diária pode ser atribuída ao menor período de estresse hídrico, levando em consideração a maior disponibilidade de umidade no substrato por mais tempo. Brito et al. (2014), relacionam menores valores de área foliar em mudas submetidas a salinidade a possíveis danos na divisão e expansão celular. Sá et al. (2013b), inferem que as reduções da área foliar são resultados da resposta do vegetal ao meio salino, especificamente aos mecanismos de absorção de CO<sub>2</sub> e liberação de vapor de água por transpiração, objetivando um melhor ajuste osmótico.

Brito et al. (2014), analisando a sensibilidade à salinidade de híbridos trifoliados e outros porta-enxertos de citros, notaram decréscimo da área foliar para a limoeiro Troyer' e o limoeiro 'Volkameriano', e quadrático para os limoeiros "Cravo Santa Cruz", tangerina "Sunki tropical", HTR-051 e HTR-069. Sousa et al. (2011) em mudas de cajueiro cultivares BRS 274 e BRS 275 e Sá et al. (2013a), com cultivares de mamoeiro também visualizaram decréscimos para área foliar das mudas em virtude da irrigação das plantas com águas com elevados teores de sais.

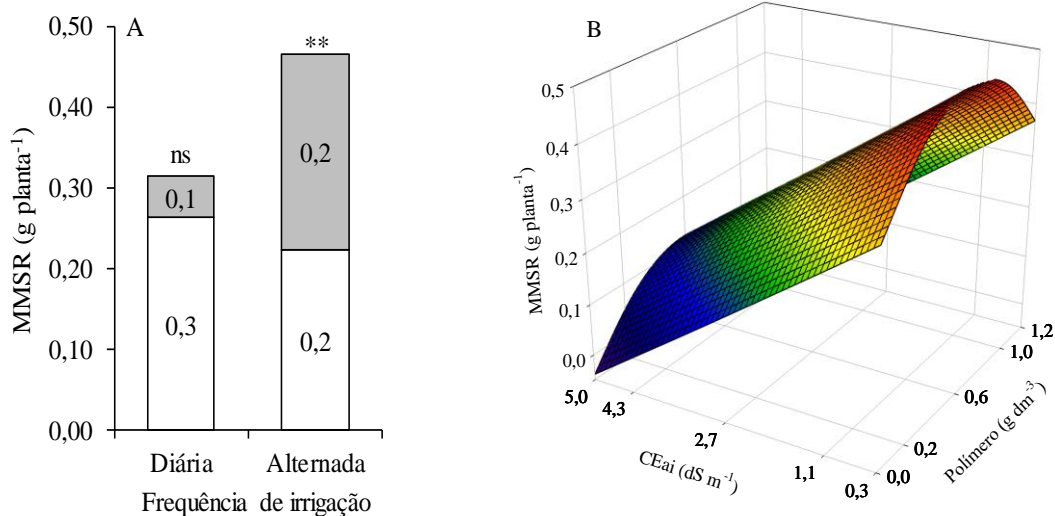
#### **4.1.5 Massa da matéria seca da raiz**

O acúmulo de biomassa seca nas raízes das mudas de mamoeiro não foi afetado pela frequência de irrigação (Tabela 3). Quanto ao volume de recipiente, apenas sob frequência alternada de irrigação observou-se efeito. Nessa situação, percebe-se um acréscimo com a utilização do recipiente com maior volume, com massa da matéria seca da raiz de 0,46 g por planta superando em 109% às mudas produzidas no recipiente de menor volume com 0,22 g de biomassa seca radicular por planta (Figura 8A).

A condutividade elétrica da água de irrigação reduziu consideravelmente a massa da matéria seca das raízes e o aumento nas doses de polímero até a dose 0,6 g dm<sup>-3</sup> proporcionou os maiores valores de biomassa radicular (0,54 g), com supremacia de 42% em relação a ausência de polímero (0,38 g), conforme indicado na Figura 8B.

$$\hat{y} = 0,38 + 0,5205^{ns}P - 0,4242^{**}P^2 - 0,0858^{**}CEai + 0,0004^{**}CEai^2$$

$$R^2 = 0,9454$$



<sup>ns</sup>: não significativo; <sup>\*\*</sup>: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

□ Efeito real: recipiente grande (1,30 dm<sup>3</sup>) - recipiente pequeno (0,75 dm<sup>3</sup>)

**Figura 8.** Massa da matéria seca da raiz de mudas de mamoeiro Havaí, efeitos dos contrastes entre recipientes com capacidade para 0,75 dm<sup>3</sup> e para 1,30 dm<sup>3</sup> sob as frequências de irrigação diária e alternada (A) e efeito das doses de polímero no substrato e da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) (B).

Diversos trabalhos estão documentados na literatura quanto ao efeito do volume dos recipientes no crescimento e desenvolvimento radicular. Vallone (2006), não observou diferença entre os recipientes analisados na produção de mudas de cafeeiro, atribuindo tal falta de efeito a uma possível resposta do vegetal a condição de estresse, emitindo assim maior quantidade de raízes, como explanado por Samôr et al. (2002). Por outro lado, Gervásio (2003), avaliando mudas de cafeeiro, observaram maior massa radicular às mudas em maior recipiente quando comparadas as submetidas a menor volume de substrato. Já Santos et al. (2012), avaliando mudas de maracujazeiro, observaram maior massa seca das raízes quando produzidas em recipiente com capacidade de 288 cm<sup>3</sup>, em comparação aos recipientes com volume de 50 e 573 cm<sup>3</sup>. Mesquita et al. (2012), em mudas de mamoeiro, verificaram maior biomassa de raízes quando produzidas em recipientes com 2L de substrato em comparação ao recipiente com volume de 1L. De acordo com os mesmos autores o maior espaço disponibilizado para parte radicular das mudas resultou em melhor desenvolvimento das raízes, proporcionando sistema radicular mais denso e vigoroso.

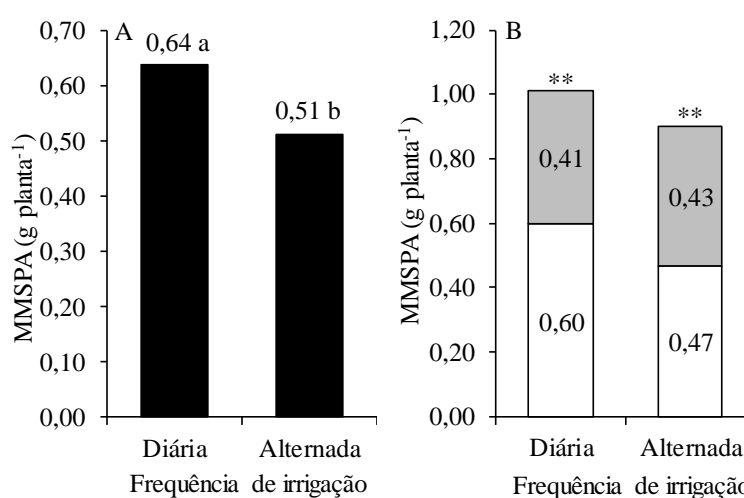
O aumento da salinidade reduz a produção de biomassa nas raízes assim como a parte aérea das plantas, ocasionando redução de crescimento, sendo estes decréscimos preponderantemente atribuídos as alterações nas relações hídricas da célula (WILLADINO e CÂMARA, 2010). Trabalho de Gurgel et al. (2007), com produção de porta enxertos de goiabeira, e Sá et al. (2015), em mudas de pinha, reforçam os resultados observados no presente estudo, apresentando reduções da massa da matéria seca das raízes com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. Sá et al. (2013a, b), com cultivares de mamoeiro sob estresse salino também observaram redução na biomassa radicular com o aumento da condição de estresse. Da mesma forma Cavalcante et al. (2010) observaram esse efeito em mudas de mamoeiro.

A utilização de polímero hidrorretentor pode contribuir para a produção de biomassa radicular. Navroski et al. (2016), concluem que a utilização de polímero hidrorretentor conferiu maior capacidade de retenção e disponibilização de água pelos substratos, todavia, os autores citam que a utilização de polímero também pode conferir perdas na aeração do substrato; provavelmente devido o preenchimento por maior tempo, dos poros com água. Marques et al. (2013), relatam que o excesso da utilização deste condicionador também leva ao estresse das plantas em decorrência da formação de grumos no solo. Zonta et al. (2009), em mudas de cafeeiro, observaram aumento na matéria radicular com o aumento das doses de polímero. Resultados de Marques et al. (2013) vem de encontro aos visualizados no presente trabalho. Os autores avaliando a utilização de hidrogel como substituto da irrigação complementar de mudas de cafeeiro produzidas em viveiro, verificaram que a utilização de polímero hidrorretentor na dosagem de 2g para 1,54 L de substrato se mostrou altamente eficiente no tangente ao incremento da biomassa das raízes, verificando valores superiores até aos observados para as plantas irrigadas, entretanto maior dosagem de polímero não proporcionou maior evolução para a variável. Por outro lado resultados controversos também são verificados na literatura. Mendonça (2016), observou decréscimo para a variável, quando na utilização de hidrogel associado a esterco caprino na aclimação de mudas de cultivares de abacaxizeiro.

#### **4.1.6 Massa da matéria seca da parte aérea**

A produção de biomassa na parte aérea das mudas de mamoeiro foi afetada pela frequência de irrigação e pelo volume de recipiente (Tabela 2). As mudas irrigadas diariamente

possuíam, em média, 0,64g por planta de matéria seca na parte aérea, 25% a mais do que às irrigadas em dias alternados, 0,51g planta<sup>-1</sup> (Figura 9A). Quando irrigadas diariamente, o recipiente de maior volume proporcionou mudas com biomassa da parte aérea de 1,01 g por planta, acréscimo de 68% ao observado nas mudas produzidas no menor volume de recipiente, 0,60 g por planta (Figura 9B). Outrossim, quando diminuída a frequência de irrigação, notou-se comportamento similar, tendo o recipiente com maior volume mudas com maior matéria seca (0,9g por planta), 91% maior ao observado na muda no recipiente de menor volume, que tinham 0,47 g.



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

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

□ Efeito real: recipiente grande (1,30 dm<sup>3</sup>) - recipiente pequeno (0,75 dm<sup>3</sup>)

**Figura 9.** Massa da matéria seca da parte aérea de mamoeiro Havaí, irrigadas diariamente e em dias alternados (A), e efeitos dos contrastes entre recipientes com capacidade para 0,75 dm<sup>3</sup> e para 1,30 dm<sup>3</sup> sob as frequências de irrigação diária e alternada (B).

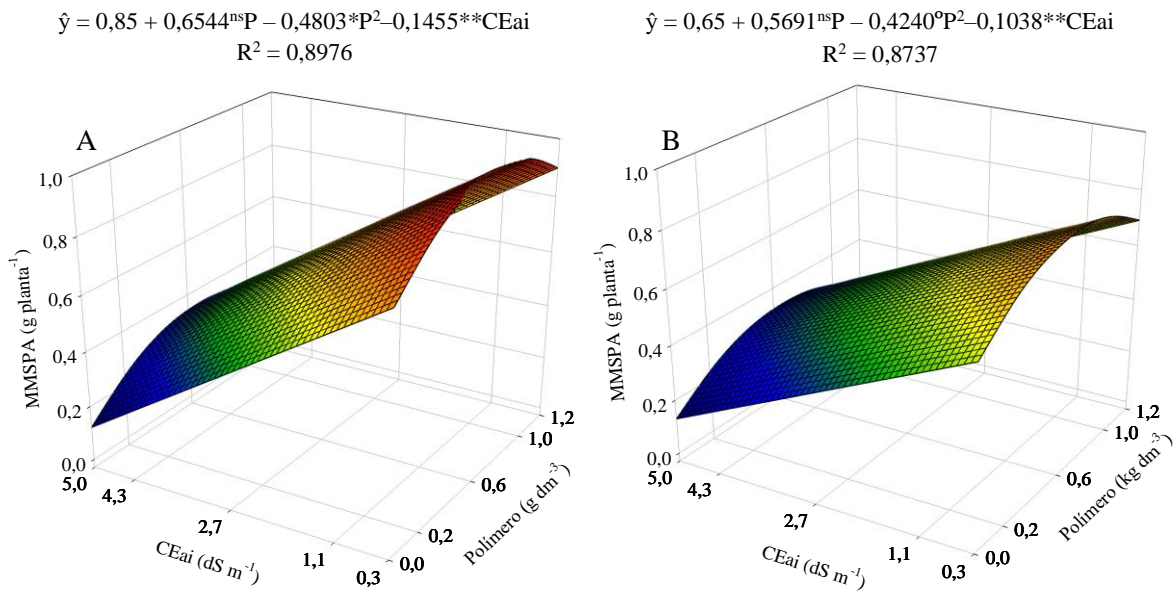
O efeito da frequência de irrigação pode ter sido resultado de menor período de estresse hídrico. De acordo com Oliveira et al. (2013), o estresse hídrico é definido por uma série de efeitos deletérios, entre eles, a diminuição do turgor das células, murchamento, alongamento celular, fechamento estomático e crescimento. Estes resultados vão de acordo com Carvalho et al. (2013), que observaram maior massa seca da parte aérea de mudas de maracujazeiro desenvolvidas sob irrigação diária, em relação as desenvolvidas sob irrigação alternada ou a cada dois dias e; Zonta et al. (2009) que notaram maiores estimativas para as mudas de cafeeiro

submetidas a distintas doses de polímero hidrorretentor e frequências de irrigação, para as plantas irrigadas com maior frequência.

Costa et al. (2009a), avaliando ambiente de cultivo, tipo e volume de substrato na formação de mudas de mamoeiro, notaram aumento na biomassa da parte aérea quando submetidas a maior volume de substrato. Este comportamento pode ser atribuído ao menor desenvolvimento do sistema radicular das plantas, como já apresentado neste trabalho. De acordo com os mesmos autores, as plantas desenvolvidas sob maior recipiente possivelmente tiveram maior disponibilidade de nutrientes, proporcionando melhor desenvolvimento radicular. A utilização de recipiente de maior volume resultou em acréscimos para a MMSPA das plantas em ambos os turnos de rega. O acréscimo da massa da parte aérea também é relatado por Mesquita et al. (2012), que avaliando diferentes doses de esterco bovino e volumes de recipiente na formação de mudas de mamoeiro observaram incremento da matéria seca da parte aérea quando as mudas foram produzidas em maior volume de recipiente. Lima et al. (2006), notaram aumento da biomassa aérea de mudas de mamona quando produzidas em recipiente com 2,5L, superior em 103% quando utilizou-se apenas 0,4L. Os autores apresentaram que as limitações ao crescimento, foram mais rapidamente visualizadas em recipientes de menor volume.

O aumento da condutividade elétrica da água, independentemente da frequência de irrigação, reduziu a produção de biomassa na parte aérea das mudas (Figura 10). A cada 1 dS  $m^{-1}$  a massa da matéria seca da parte aérea foi reduzida em 0,15 g por planta, sob irrigação diária (Figura 10A), e em 0,10 g por planta, com frequência alternada de irrigação (Figura 10B).

A aplicação de polímero estimulou a produção de biomassa seca na parte aérea das mudas, sendo observado na dose de 0,7 g  $dm^3$  os maiores valores que superam em 29% no substrato sem o hidroabsorvente, tanto sob frequência diária como alternada de irrigação (Figura 10).



<sup>ns</sup>, <sup>\*</sup>, <sup>\*\*</sup>: não significativo e significativo a 10%, 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Figura 10.** Massa da matéria seca da parte aérea de mamoeiro Havaí em função das doses de polímero no substrato e da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), aplicada com frequência diária (A) e alternada (B).

O decréscimo da massa da matéria seca da parte aérea nas mudas em decorrência da salinidade é, provavelmente, consequência dos efeitos deletérios causados pelo excesso de sais, que ocasionam prejuízos físicos, afetando o potencial osmótico da solução do solo, e fisiológicos pela menor absorção de água e ou, decorrentes do acúmulo de sais nos tecidos das plantas (MARSCHNER, 2012; PATEL et al., 2010; TAIZ; ZEIGER, 2013). O decréscimo da fitomassa seca devido a salinidade também podem ser atribuídas, como explanado por Santos et al. (2015), a maior gasto energético na utilização de algumas alternativas de ajuste osmótico, como a compartimentalização de açúcares, ácidos orgânicos e íons no vacúolo. Assim, parte da energia que poderia ser destinada ao crescimento e desenvolvimento das plantas são destinadas a mecanismos adaptativos das plantas para a condição de estresse salino. Gurgel et al. (2007), avaliando a produção de mudas de cultivares de goiabeira, observaram comportamento semelhante aos visualizados no corrente trabalho, quedas acentuadas da fitomassa seca da parte aérea das plantas de acordo com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. Já Santos et al. (2015), estudando a influência do balanço de sais sobre o crescimento inicial e

aspectos fisiológicos de mamoeiro, notaram que a massa seca da parte aérea decresceu em 13% por incremento unitário da condutividade elétrica do extrato de saturação.

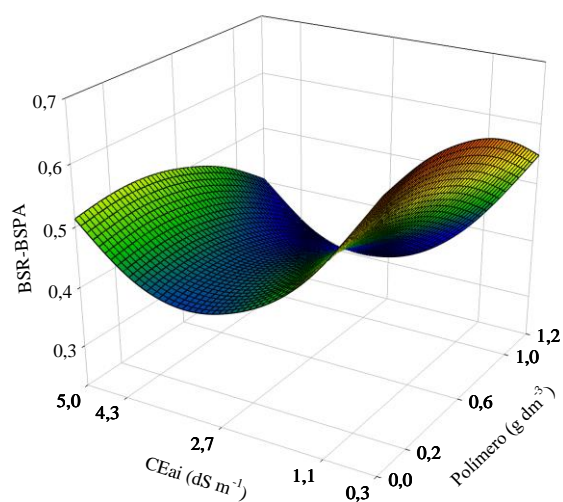
O efeito do polímero hidrorretentor pode ser atribuída a amenização do deficit hídrico sofrido pelas mudas; tendo em vista que o estresse hídrico afetao processo fotossintético que, conseqüentemente provoca uma redução do crescimento das plantas (FONTES et al., 2008).Fagundes et al. (2014), trabalhando com porta enxertos de citros, também notaram aumento da biomassa da parte aérea com a utilização de polímero no substrato, com ausencia de efeito apenas para a variedade ‘Sunki’ mandarin. Navroski et al. (2016), em mudas de *Eucalyptus dunnii*, observaram comportamento bastante similar aos visualizados aqui,mas atingindo valores máximos com a dosagem de 3,29 g dm<sup>-3</sup>. Todavia, Mendonça (2016), avaliando hidrogel e fontes orgâncias, não observou acréscimo para a massa da matéria seca da parta aérea quando adicionado hidrogel ao substrato, independentemente da fonte orgânica testadas, na aclimatação de mudas de cultivares de abacaxizeiro.

#### **4.1.7 Relação biomassa seca da raiz e biomassa seca parte área.**

A partição de biomassa seca entre raiz e parte aérea não foi afetada pela frequência de irrigação e pelo volume de recipiente (Tabela 2). Em relação a salinidade da água de irrigação, observou-se que a relação entre biomassa seca da raiz pela da parte aérea foi reduzida até a condutividade de 3,2 dS m<sup>-1</sup> (Figura 11). Enquanto o aumento do polímero até a dose de 0,3 g dm<sup>3</sup>proporcionou aumento na relação entre as massas da matéria seca da raiz pela parte aérea.

$$\hat{y} = 0,71 + 0,0735^{ns}P - 0,1365^{\circ}P^2 - 0,1879^{*}CEai + 0,0297^{*}CEai^2$$

$$R^2 = 0,4162$$



<sup>ns</sup>, <sup>°</sup>, \* e \*\*: não significativo, significativo a 10%, 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Figura 11.** Relação entre biomassa seca da raiz e da parte aérea de mudas de mamoeiro Havaí em função das doses de polímero no substrato e da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai).

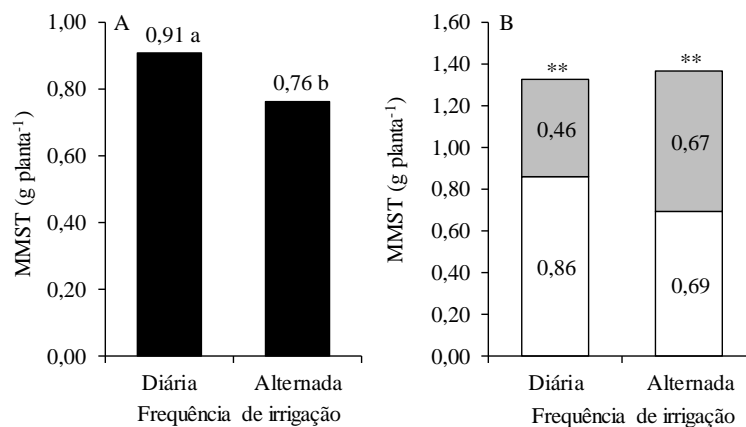
A redução na relação entre biomassa seca da raiz e parte aérea até a condutividade elétrica da água de irrigação de 3,2 dS m<sup>-1</sup>, reflete que o estresse afeta primeiramente o acúmulo de biomassa nas raízes, e com aumento do estresse salino ocorre redução na muda como um todo, retornando praticamente a partição de biomassa à situação sem estresse. Resultados variados são encontrados na literatura. Oliveira et al. (2016), encontraram um decréscimo na relação biomassa seca da raiz pela biomassa seca da parte aérea de cultivares de berinjela submetidas a diferentes condutividades elétricas da água de irrigação, observando as menores médias quando irrigadas com água de maior salinidade (3,0 dS m<sup>-1</sup>). Por outro lado, Sá et al. (2013b) estudando mudas de mamoeiro irrigadas com água salina, notaram acréscimo para relação entre massa seca da raiz e da parte aérea. Já Sá et al. (2013a) não apresentaram tendência lógica de aumento ou diminuição da parte aérea ou das raízes em decorrência do aumento da salinidade da água.

A utilização de polímero hidrorretentor afetou a relação entre biomassa seca radicular e da parte aérea. Os resultados obtidos por Souza et al. (2016), analisando polímero hidrorretentor no crescimento em mudas de cafeeiros, estão de acordo com os observados no presente estudo.

Onde a utilização da maior lâmina de irrigação de estudo, provocou prejuízos ao desenvolvimento radicular, e consequentemente aos valores da relação BSR/BSPA. Marques et al. (2013), encontraram maiores valores para relação ente biomassa seca da parte aérea e raiz em mudas de cafeeiro irrigadas convencionalmente, e quando se utilizou polímero no substrato sem o uso de irrigação. Samôr et al. (2002), associam maiores valores para na relação biomassa na raiz e parte aérea como indicativo de maior qualidade das mudas.

#### 4.1.8 Massa da matéria seca total

A frequência de irrigação e o volume do recipiente influenciaram a biomassa seca nas mudas de mamoeiro (Tabela 2). As mudas irrigadas diariamente possuíam média de 0,91 g por planta, 20% superior aos 0,76 g por planta obtido sob irrigação em dias alternados (Figura 12A). Em relação aos recipientes notou-se que os de maior volume proporcionaram maior biomassa nas mudas (Figura 12B). Sob irrigação diária obteve-se com recipiente de maior volume mudas com 1,32 g de massa seca total, ganho de 0,46 g por muda ou 53%. Quando diminuída a frequência de irrigação o ganho foi maior (96%) passando de 0,69 para 1,36 g por planta nos recipientes com capacidade de 0,75 e 1,30 dm<sup>3</sup>, respectivamente.



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

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

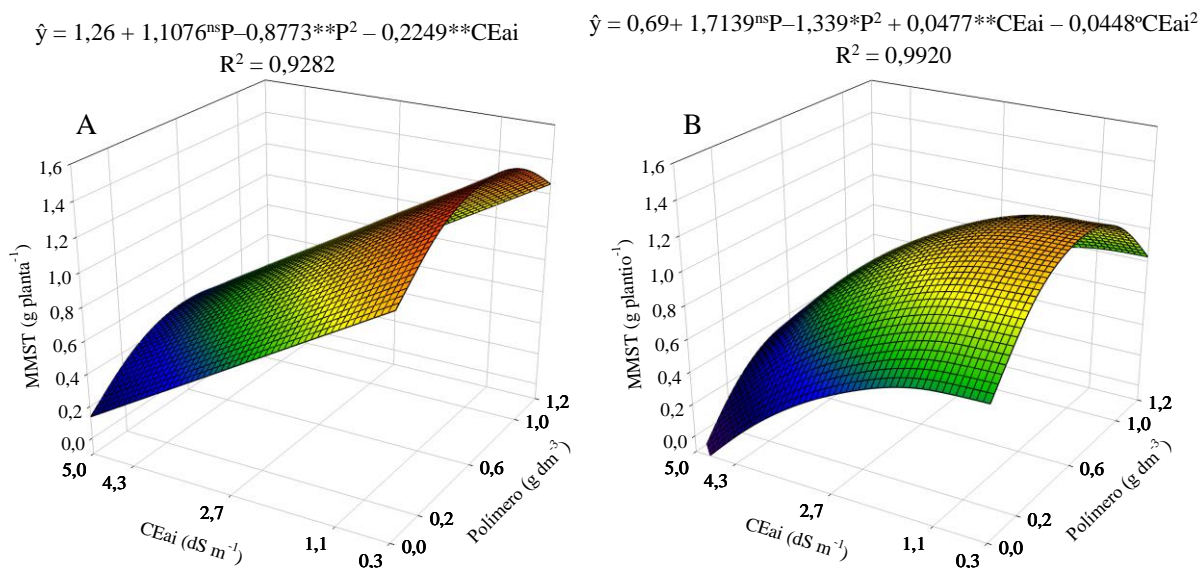
□ Efeito real: recipiente grande (1,30 dm<sup>3</sup>) - recipiente pequeno (0,75 dm<sup>3</sup>)

**Figura 12.** Massa da matéria seca total de mamoeiro Havaí irrigadas diariamente e em dias alternados (A), e efeitos dos contrastes entre recipientes com capacidade para 0,75 dm<sup>3</sup> e para 1,30 dm<sup>3</sup> sob as frequências de irrigação diária e alternada (B).

O efeito da frequência de irrigação pode ser atribuído a maior disponibilidade de água às mudas sob maior frequência, mantendo-as menos susceptíveis ao estresse hídrico. Como discutido por Navroski et al. (2015), menores valores de massa seca da parte aérea, assim como das raízes, pode ser atribuído a possível baixa disponibilidade hídrica. Os mesmos autores, notaram maiores médias para biomassa em mudas de *Eucalyptus dunnii* quando irrigadas com maiores lâminas de irrigação. Semelhantemente Silva et al. (2015,) estudando a biometria de mudas de eucalipto sob lâminas de irrigação, notaram maiores médias quando submetidas a maiores irrigações, refletindo o efeito da maior disponibilidade de água para a produção de biomassa.

O aumento do volume do recipiente contribuiu para a produção de biomassa; pois maiores volumes de substrato promovem maior disponibilidade de nutrientes, assim como maior espaço para o desenvolvimento das raízes (COSTA et al., 2009a), resultando em mudas mais vigorosas, com maior desenvolvimento vegetativo. Costa et al. (2009a) e Vallone (2006), trabalhando com mudas de mamoeiro e cafeeiro, respectivamente, observaram aumento expressivo de biomassa seca quando submetidas a maior volume de substrato. Da mesma forma Gervásio (2003), avaliando o desenvolvimento de cafeeiro em volumes de recipiente com a utilização de diferentes concentrações de polímero hidrorretentor, observaram ganho de biomassa quando produzidas em recipientes de maior volume.

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, independentemente da frequência de irrigação, reduziu a massa da matéria seca total das mudas (Figura 13). A taxa de redução da biomassa das mudas foi maior sob frequência diária (Figura 13A) que sob a frequência alternada (Figura 13B) em função da condutividade elétrica da água de irrigação, sendo que sob irrigação diária as mudas sempre tiveram maior biomassa. Já utilização de polímero hidroabsorvente até a doses  $0,6 \text{ g dm}^{-3}$ , tanto sob frequência diária (Figura 13A) como alternada (Figura 13B) de irrigação, proporcionou aumento na produção de matéria seca. Com a dose de  $0,6 \text{ g dm}^{-3}$  de polímero obteve-se mudas com 1,61 g, sob irrigação diária (Figura 13A) e, de 1,4 g com irrigação alternada (Figura 13B), resultando nos respectivos ganhos de 27% e 80% em relação as mudas produzidas em substrato sem polímero.



<sup>ns</sup>, <sup>o</sup>, \* e \*\*: não significativo, significativo a 10%, 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Figura 13.** Massa da matéria seca total de mamão Havaí, em função das doses de polímero no substrato e da condutividade elétrica da água de irrigação (CE<sub>ai</sub>), com frequência de aplicação diária (A) e alternada (B).

O decréscimo da massa da matéria seca total das mudas em função do aumento da condutividade elétrica da água de irrigação é atribuído aos efeitos negativos provocados pelo excesso de sais na produção de fitomassa. De acordo com Willadino e Camara (2010) o estresse salino ocasiona rápido e severo decréscimo ao crescimento foliar, proveniente da diminuição do número de células no processo de alongação e da taxa de expansão destas. Segundo os mesmos, solos com condutividade elétrica do extrato de saturação superiores a 4,0 dS m<sup>-1</sup>, já apresentam concentrações de sais suficientes para a diminuição das taxas de crescimento da maioria das espécies vegetais. Resultados como os de Gurgel et al. (2007), corroboram com os visualizados aqui. Estes autores, avaliando cultivares de mudas de goiaba, notaram redução na biomassa com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. Da mesma forma Sá et al. (2015), avaliando mudas de pinheira (*Annona squamosa* L.) irrigadas com água salina, observaram reduções na produção de fitomassa seca total quando submetidas a água de irrigação com condutividade elétrica superiores a 3,5 dS m<sup>-1</sup>. Sá et al. (2013a), com variedade de mamoeiro, também observaram redução na biomassa total com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, sendo as maiores reduções a partir da condutividade de 3,5 dS m<sup>-1</sup>.

A utilização de polímero hidrorretentor contribuiu para com a produção de biomassa. Fagundes et al. (2015), em mudas de maracujazeiro amarelo, notaram aumento nas médias diâmetro do caule, altura, número de folhas, matéria seca da raiz e da parte aérea em função da adição de hidrogel. Os autores concluem ainda, que a adição de 2 g L<sup>-1</sup> de polímero hidroabsorvente aos substratos reduziu as perdas de nutrientes por lixiviação, resultando em maior crescimento e concentração de nutrientes nas folhas das mudas. Fagundes et al. (2014) observaram aumento no crescimento inicial de porta enxertos de citrus com a utilização de polímero hidroabsorvente no substrato, notando aumento na altura, diâmetro do caule, número de raízes, área foliar e massa seca do sistema radicular. Já Chen et al. (2003) avaliando hidrogel na captação de íons salinos e Ca em *Populus euphratica* sobre condições salinas, verificaram ação benéfica da utilização de hidrogel para a biomassa seca das plantas, verificando grande diminuição dos efeitos deletérios da salinidade para as mesmas com a presença de hidrogel no substrato.

## 4.2 Índices Morfofisiológicos

Os fatores estudados não afetaram todos os índices morfofisiológicos (área foliar específica, razão de área foliar, razão de massa foliar e índice de qualidade de Dickson) nas mudas de mamoeiro, obtendo-se mais efeitos da condutividade elétrica da água de irrigação (Tabela 3).

**Tabela 4.** Resumo das análises de variância, regressão e contrastes para as variáveis área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF), razão de massa foliar (RMF) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de mamoeiro Havaí aos 55 dias após a semeadura sob os efeitos da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), de polímero hidroabsorvente (P), frequência de irrigação (F) e volume de recipiente.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio			
		AFE*	RMF*	RAF	IQD*
Bloco	3	0,0239 <sup>ns</sup>	0,0008 <sup>ns</sup>	5534,6167 <sup>ns</sup>	0,00007 <sup>ns</sup>
Tratamento	(19)	0,0405**	0,0010 <sup>ns</sup>	10281,4661**	0,0049**
Frequência (F)	1	0,0003 <sup>ns</sup>	0,0008 <sup>ns</sup>	136,9610 <sup>ns</sup>	0,0007 <sup>ns</sup>
CCB <sup>1</sup> x F	8	0,0219 <sup>ns</sup>	0,0012 <sup>ns</sup>	1800,2851 <sup>ns</sup>	0,0003 <sup>ns</sup>
Y1 <sup>3</sup>	1	0,0003 <sup>ns</sup>	0,00001 <sup>ns</sup>	168,7799 <sup>ns</sup>	0,0009 <sup>ns</sup>
Y2 <sup>3</sup>	1	0,0082 <sup>ns</sup>	0,0004 <sup>ns</sup>	4096,0737 <sup>ns</sup>	0,0090**
Resíduo	56	0,0105	0,0082	3046,7408	0,0005
CV (%)		4,01	14,06	25,08	31,62

Média		375,7675	0,6011	220,0674	0,1811
<b>Regressão<sup>2</sup></b>					
P-L	1	0,0174 <sup>ns</sup>	0,0006 <sup>ns</sup>	182,4336 <sup>ns</sup>	0,00003 <sup>ns</sup>
P-Q	1	0,0234 <sup>ns</sup>	0,0009 <sup>ns</sup>	11401,1484 <sup>o</sup>	0,0062 <sup>**</sup>
CEai-L	1	0,4192 <sup>**</sup>	0,0012 <sup>ns</sup>	130155,4402 <sup>**</sup>	0,0614 <sup>**</sup>
CEai-Q	1	0,0047 <sup>o</sup>	0,0029 <sup>o</sup>	7538,5005 <sup>ns</sup>	0,0049 <sup>**</sup>
P-L x CEai-L	1	0,0014 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>	2838,6245 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup>Refere-se as combinações entre os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e as doses de polímero hidroabsorvente, utilizando o Composto Central de Box;

<sup>2</sup>Ausência de efeito da frequência de irrigação;

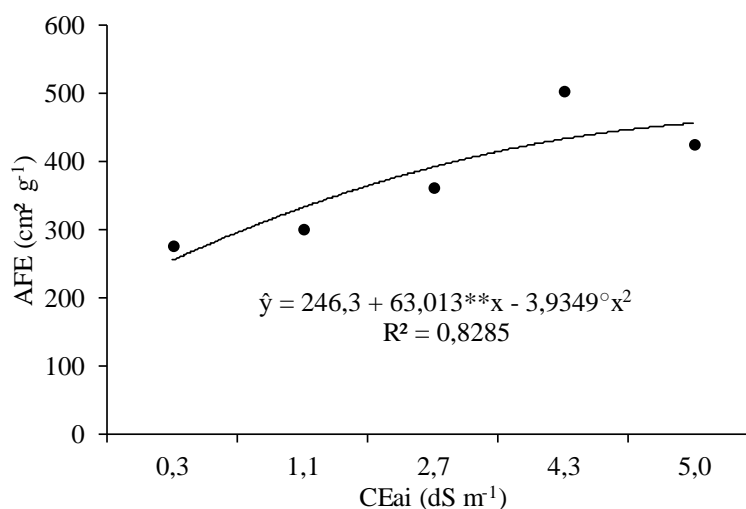
<sup>3</sup>Efeito do volume do recipiente (0,75 dm<sup>3</sup> x 1,30 dm<sup>3</sup>) nas frequências de irrigação diária (Y1) e alternada (Y2);

\*Dados transformados em log (y+10);

<sup>ns</sup>, <sup>o</sup>, e <sup>\*\*</sup>: não significativo e significativo a 10% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

### 5.2.1 Área foliar específica

A área foliar específica não foi afetada pela frequência de irrigação, pelo volume de recipiente e o ajuste dos dados a regressão em função das doses de polímero foi não significativo (Tabela 3), observando efeito apenas da condutividade elétrica da água de irrigação (Figura 14). O aumento da salinidade proporcionou incremento da área foliar específica, atingindo máximo de 463 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> sob a condutividade elétrica de 5,0 dS m<sup>-1</sup>, aumento 75% sobre o valor de 265 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> observado sob salinidade as água de 0,3 dS m<sup>-1</sup>.



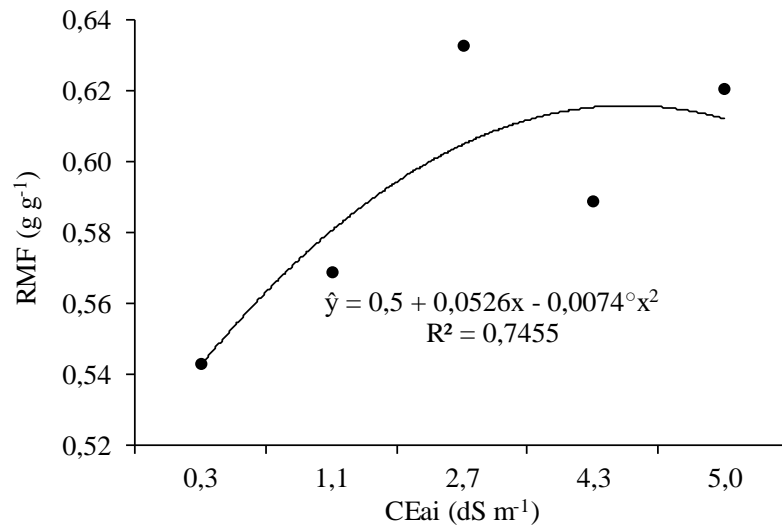
<sup>ns</sup>, <sup>o</sup> e <sup>\*\*</sup>: não significativo, significativo a 10% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Figura 14.** Área foliar específica de mudas de mamoeiro Havaí em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai).

A área foliar específica (AFE) é obtida em função da razão entre um parâmetro morfofisiológico, área foliar ( $\text{cm}^2$ ), e um parâmetro anatômico, massa seca das folhas (g), já que este último está relacionado à composição interna das folhas, a partir do número e tamanho das células do mesófilo foliar (DANTAS et al., 2009). A área foliar específica é um indicativo da espessura das folhas (BENINCASA, 2003; MAGALHÃES, 1979), onde menores valores indicam menor superfície foliar por unidade de massa seca das folhas. Desta forma pode-se inferir que as folhas de mamoeiro, quando irrigadas com água salina, tornam-se mais delgadas, o que pode ser resultado de uma resposta morfofisiológica do vegetal a condição de estresse. Aumento da área foliar específica, sobretudo quando sob estresse abiótico, é visualizado como um parâmetro de grande valia para as mesmas, pois refere-se a capacidade de ganho de carbono por unidade de massa foliar (EVANS e POORTER 2001).

#### **4.2.2 Razão da massa foliar**

A razão de massa foliar não foi afetada pela frequência de irrigação, pelo volume de recipiente e o ajuste dos dados a regressão em função das doses de polímero foi não significativo (Tabela 3), observando efeito apenas da condutividade elétrica da água de irrigação (Figura 15). O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação até  $3,6 \text{ dS m}^{-1}$  aumentou a razão de massa foliar, obtendo-se máximo de  $0,59 \text{ g g}^{-1}$  sob esta salinidade, superando em 13% a razão de massa foliar de  $0,52 \text{ g g}^{-1}$  sob condutividade de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ .



<sup>ns</sup>e °: não significativo, significativo a 10% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

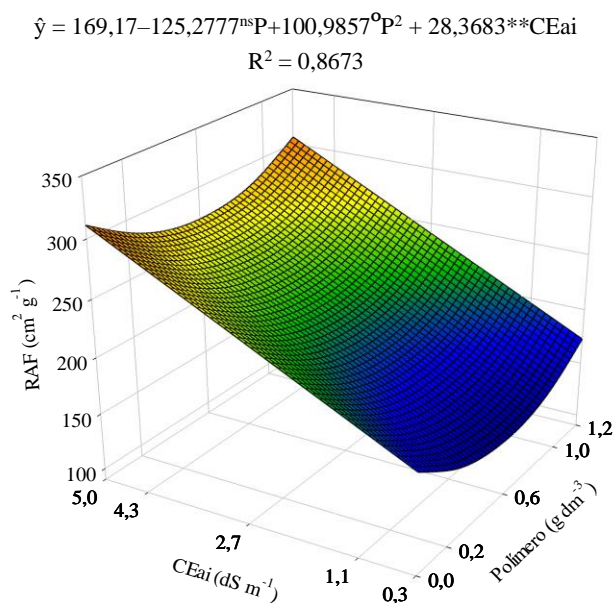
**Figura 15.** Razão da massa foliar de mudas de mamoeiro Havaí em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai).

Para Dantas et al. (2009), a razão de massa foliar representa a fração da matéria seca retida nas folhas e não exportadas para os demais órgãos. Lima (2014) e Melo et al. (2014) observaram redução da razão de massa foliar em função da salinidade em mudas de coqueiro Anão cv. Anão Verde. Já Coscolin (2012), verificou aumento da razão da massa foliar nas plantas de *Ocimum basilicum* L. com a redução das lâminas de irrigação. O decréscimo da razão de massa foliar em virtude de maiores condutividades elétricas da água de irrigação indicam que as plantas, sob esta condição, desprenderam menor quantidade de recursos à produção de massa foliar em comparação as plantas sem estresse. Esse comportamento pode ser atribuído a uma possível acumulação excessiva de sais, resultando em concentrações elevadas de íons potencialmente tóxicos, como Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>, que por sua vez podem ter causado reduções tanto na área foliar como na biomassa (LIMA, 2014).

#### 4.2.3 Razão da área foliar

A razão de área foliar não foi afetada pela frequência de irrigação e pelo volume de recipiente, mas os ajustes dos dados em função das doses de polímero e da condutividade elétrica da água de irrigação foi significativo (Tabela 3). A razão da área foliar aumentou em

função do aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, passando de 177,7  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$  para 311,0  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ , aumento de 75%, com o aumentar de 0,3 à 5,0  $\text{dS m}^{-1}$  da condutividade elétrica da água de irrigação (Figura 16). Já o aumento na dose do hidrorretentor, até a dose de 0,6  $\text{g dm}^{-3}$ , proporcionou menor razão de área foliar (130,4  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ ) que foi 23% menor aos 169,2  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$  observado sem aplicação do polímero.



<sup>ns</sup>, <sup>°</sup> e <sup>\*\*</sup>: não significativo, significativo a 10% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Figura 16.** Razão da área foliar de mudas de mamoeiro Havaí em função de doses de polímero e da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai).

A razão da área foliar (RAF) é obtida a partir da razão entre a área foliar ( $\text{cm}^2$ ) e a massa seca total (g), expressando a área foliar útil para a fotossíntese (MAGALHÃES, 1979). Para Lima et al. (2007), a razão de área foliar pode ser um índice de grande eficiência para a quantificação do desenvolvimento de mudas de mamoeiro do cultivar Golden e híbrido Tainung N°1, em casa de vegetação, podendo indicar materiais de maior rendimento agrônômico. O aumento da razão de área foliar em função da condutividade elétrica da água de irrigação é indicativo de estresse, pois sob mesma área foliar há menor conversão de fotoassimilados em biomassa, podendo ser tanto pela menor eficiência fotossintética como maior gasto em manutenção e restauração de compostos de carbono. Santos et al. (2015), estudando os efeitos dos sais sob mudas de mamoeiro, também obtiveram acréscimo da razão de área foliar em função da condutividade elétrica do extrato de saturação. Enquanto Sá et al. (2013b) já

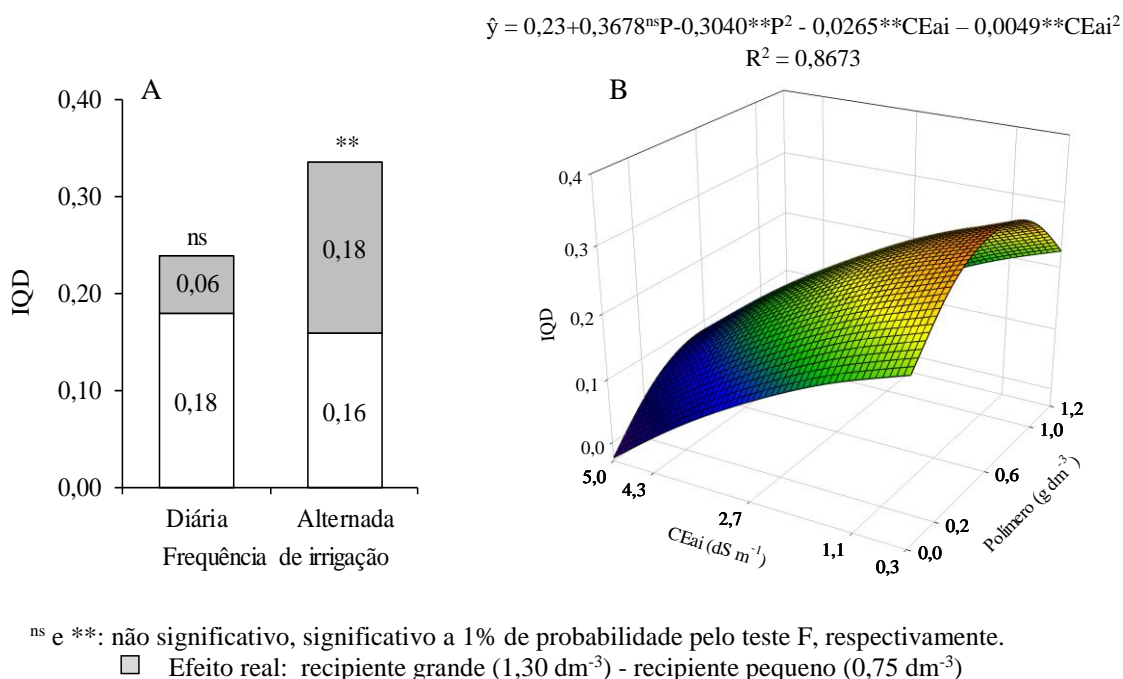
observaram redução na razão de área foliar em mudas de mamoeiro com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação.

O uso de polímero hidroabsorvente favoreceu o metabolismo da muda, podendo ser atribuído ao melhor condicionamento do substrato, pois menor área foliar foi necessária para a produção de um grama de massa seca. Carvalho et al. (2013) verificaram que a utilização de hidrogel conferiu melhor eficiência fotossintética, resultando em menores valores para razão de área foliar em mudas de maracujazeiro. Fagundes et al. (2015), avaliando polímero hidroabsorvente na redução de nutrientes lixiviados na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo, observaram redução da razão de área foliar em função do aumento das doses de hidrogel. Os mesmos autores relatam que a razão de área foliar é um parâmetro morfofisiológico de grande importância para a atividade fotossintética, pois demonstra a área foliar que é utilizada em virtude da produção de massa seca, onde menores valores implicam em maior eficiência fotossintética.

#### **4.2.4 Índice de qualidade de Dickson**

O índice de qualidade de Dickson foi influenciado pelo volume do recipiente, e o ajuste dos dados em função das doses de polímero e da condutividade elétrica da água de irrigação também foi significativo (Tabela 3). Quando irrigadas diariamente o efeito do volume do recipiente no índice de qualidade de Dickson foi não significativo, mas sob frequência alternada de irrigação obteve-se um ganho de 0,18 (113%) no índice com a utilização do recipiente de maior capacidade volumétrica (1,30 dm<sup>3</sup>) (Figura 17A).

O aumento na condutividade elétrica da água de irrigação reduziu o índice de qualidade de Dickson, com redução média de 0,05 (23%) nesse índice a cada aumento unitário na salinidade da água (Figura 17B). Já o aumento nas doses de polímero até 0,6 g dm<sup>3</sup> proporcionou o valor máximo de 0,34 no índice de qualidade de Dickson, maior em 49% ao obtido nas mudas produzidas no substrato sem polímero. Mas doses de polímero superior a 0,6 g dm<sup>3</sup> reduzem a qualidade das mudas, conforme o índice de qualidade de Dickson.



**Figura 17.** Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de mamoeiro Havaí, efeitos dos contrastes entre recipientes com capacidade para 0,75 dm<sup>3</sup> e para 1,30 dm<sup>3</sup> (A), e efeito das doses de polímero no substrato e da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) (B).

O índice de qualidade de Dickson é um importante parâmetro indicador de qualidade e robustez das mudas, sendo obtido por meio dos próprios caracteres morfológicos das plantas (CARVALHO, 2016). De acordo com Gomes (2001), maiores valores para a variável caracterizam mudas com maior qualidade. Mendonça et al. (2003) e Costa et al. (2010), em mudas de mamoeiro, Costa et al. (2009b), em maracujazeiro amarelo e Vallone et al. (2009), em cafeeiro, observaram maior qualidade das mudas quando produzidas em recipientes de maior volume. Maiores valores no índice de qualidade de Dickson obtidas em mudas produzidas em recipientes de maior capacidade volumétrica confirmam que, a quantidade de substrato disponibilizado para a formação das mudas influencia o crescimento e a qualidade das mudas.

O aumento da salinidade da água de irrigação compromete o bom desenvolvimento das mudas, resultando em plantas de menor qualidade. Resultados obtidos por Diniz Neto et al. (2014), vão de acordo com os observados neste trabalho. Os autores, em mudas de oiticica, também observaram redução no índice de qualidade de Dickson com o aumento da salinidade Souza et al. (2017), avaliando concentrações de macronutrientes e sódio em mudas de mogno (*Swietenia macrophylla*) sob estresse salino, verificaram decréscimo para na qualidade das

mudas da ordem de 48,3%, quando irrigadas com água com condutividade de 8,37 dS m<sup>-1</sup>, quando comparadas as mudas irrigadas com água de menor salinidade (1,7 dS m<sup>-1</sup>). Medeiros et al. (2016) também corroboram os resultados deste trabalho, pois com o incremento da concentração de sais na água de irrigação reduziu a qualidade de mudas de maracujazeiro amarelo.

O polímero hidroabsorvente contribuiu para a formação de mudas de melhor qualidade resultados em acordo com Navroski et al. (2016) ao conclurem que o polímero natural até a dose de 4g dm<sup>-3</sup> de substrato resultou em mudas de *Eucalyptus dunnii* de melhor qualidade. Navroski et al. (2015) também produziram mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden, de melhor qualidade em substrato com polímero retentor de água. Essas informações estão em consonância com Carvalho (2016) após avaliar o efeito de doses de polímero hidroabsorvente na produção de mudas de açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.) e constatar aumento no índice de qualidade de Dickson na dose do insumo orgânico 3 g dm<sup>-3</sup>.

### 4.3 Índices Foliares de Clorofila

Os efeitos dos fatores estudados (frequência de irrigação, volume de recipiente, polímero e água salina) sobre os índices foliares de clorofila *a*, *b* e *total*, e na relação entre os índice de clorofila *b* e clorofila *a* podem ser observados na Tabela 4.

**Tabela 5.** Resumo das análises de variância, regressão e contrastes para as variáveis índice foliar de clorofila *a* (ICLa), índice foliar de clorofila *b* (ICLb) e índice foliar de clorofila total (ICLt) de mudas de mamoeiro Havaí aos 55 dias após a semeadura sob os efeitos da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), de polímero hidroabsorvente (P), frequência de irrigação (F) e volume de recipiente.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio			
		ICLa*	ICLb	ICLa/ICLb	ICLtotal*
Bloco	3	0,0016 <sup>o</sup>	7,8845 <sup>ns</sup>	0,0163**	0,00006 <sup>ns</sup>
Tratamento	(19)	0,0012 <sup>o</sup>	285,2278**	0,0087**	0,0033**
Frequência (F)	1	0,00007 <sup>ns</sup>	4,5593 <sup>ns</sup>	0,0031 <sup>ns</sup>	0,0006 <sup>ns</sup>
CCB <sup>1</sup> x F	8	0,0004 <sup>ns</sup>	4,1675 <sup>ns</sup>	0,0034 <sup>ns</sup>	0,0006 <sup>ns</sup>
Resíduo	56	0,0007	5,2306	0,0028	0,0014
CV (%)		1,74	15,12	11,43	2,21
Média		32,60	15,12	0,46	47,72
<b>Regressão<sup>2</sup></b>					
P-L	1	0,0019 <sup>ns</sup>	8,4353 <sup>ns</sup>	0,0022 <sup>ns</sup>	0,0033 <sup>ns</sup>
P-Q	1	0,0037*	4,2381 <sup>ns</sup>	0,0002 <sup>ns</sup>	0,0043 <sup>o</sup>
CEai-L	1	0,0066**	87,9789**	0,0477**	0,0217**
CEai-Q	1	0,0082**	37,9090**	0,0118*	0,0153**

P-L x CEai-L	1	0,0018 <sup>ns</sup>	19,7114 <sup>o</sup>	0,0102 <sup>o</sup>	0,0051 <sup>o</sup>
<b>Contrastes<sup>3</sup></b>					
Y1	1	0,0006 <sup>ns</sup>	12,2513 <sup>ns</sup>	0,0055 <sup>ns</sup>	0,0021 <sup>ns</sup>
Y2	1	0,0001 <sup>ns</sup>	0,7503 <sup>ns</sup>	0,0019 <sup>ns</sup>	0,00000 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup>Refere-se as combinações entre os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e as doses de polímero hidroabsorvente, utilizando o Composto Central de Box;

<sup>2</sup>Ausência de efeito da frequência de irrigação;

<sup>3</sup>Efeito do volume do recipiente (0,75 dm<sup>3</sup> x 1,30 dm<sup>3</sup>) nas frequências de irrigação diária (Y1) e alternada (Y2);

\*Dados transformados em log (y+10);

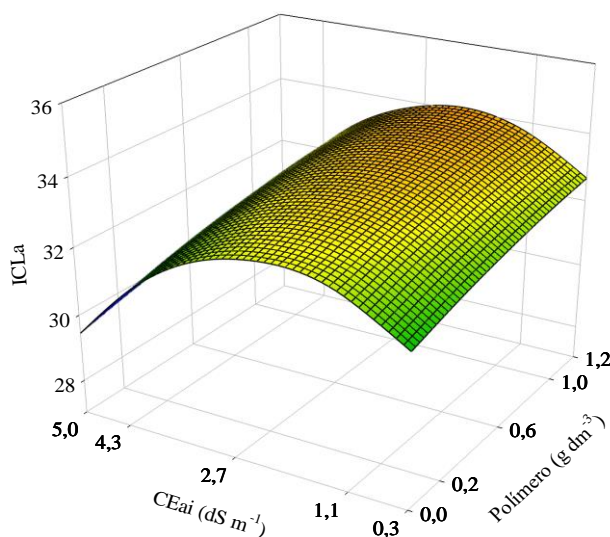
<sup>ns</sup>, <sup>o</sup>, \* e \*\*: não significativo e significativo a 10%, 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

### 4.3.1 Índices foliares de clorofila *a*

Os dados do índice foliar de clorofila *a* foram afetados pelas doses de polímero e pela condutividade elétrica da água de irrigação (Tabela 4). O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação até 2,1 dS m<sup>-1</sup> aumentou o índice foliar de clorofila *a*, mas após essa salinidade houve redução (Figura 18). Da condutividade elétrica de 0,3 para 2,1 dS m<sup>-1</sup> o índice foliar de clorofila *a* aumentou de 31,5 à 32,9 (5%), reduzindo para 29,5 sob a condutividade de 5,0 dS m<sup>-1</sup>. A utilização de polímero hidroabsorvente aumentou os índices foliares de clorofila *a*, sendo que a cada 0,1 g dm<sup>-3</sup> de polímero no substrato aumentou este índice em 0,3%, atingindo os valores de 31,0 e 32,2 para as mudas produzidas no substrato sem e com 1,2 g dm<sup>-3</sup> de polímero, respectivamente (Figura 18).

$$\hat{y} = 31,0 + 1,5015^{ns}P - 0,4287^{*}P^2 + 1,7847^{**}CEai - 0,4183^{**}CEai^2$$

$$R^2 = 0,8673$$



<sup>ns</sup>, \* e \*\*: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Figura 18.** Índice foliar de clorofila *a* em folhas de mudas de mamoeiro Havaí em função das doses de polímero e da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai).

A avaliação dos teores foliares de clorofila constitui importante parâmetro fisiológico, tendo em vista que relacionada com a capacidade fotossintéticas (Tohidi-Moghadam et al., 2009). O comportamento visualizado na figura 18B, discorda da maioria dos trabalhos apresentados na literatura, onde se verifica decréscimos para índice de clorofila na maioria das CEai analisadas. Todavia o decréscimo das estimativas para as maiores salinidades (4,3 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>) vão de acordo com os resultados explanados por Mendonça et al. (2010), que relatam que em condições de elevada salinidade se verifica comumente prejuízos para a atividade fotossintética e conteúdo de clorofila nas folhas. Lima (2014) observou redução do ICLa de coqueiro de acordo com o aumento da CEai. Igualmente, Freire et al. (2013), visualizaram decréscimo dos teores de clorofila *a* de maracujazeiro, quando submetidos a irrigação com água salina. Este comportamento, pode ser associado a possíveis danos ao aparelho fotossintético das mudas, sobretudo a partir da avariação do fotossistema II, provocados pela submissão das plantas ao estresse abiótico por tempo considerável (FREIRE et al., 2014), afetando a concentração de clorofila *a* nas folhas das plantas.

Foram observados leves acréscimos para o ICLa das plantas, em virtude da utilização de maiores doses de polímero hidroabsorvente. Tal comportamento pode ser atribuído a hipótese de que estas mudas teoricamente desprenderam menos energia metabólica para a absorção de água do que as desenvolvidas na ausência do condicionador. De acordo com Tohidi-Moghadam et al. (2009) períodos elevados de estresse hídrico às plantas provocam consideráveis perdas de clorofila. Neste sentido, os autores avaliando a utilização de hidrogel na atenuação de estresse hídrico a diferentes genótipos de canola (*Brassica napus* L), relatam em seu estudo, que a utilização de hidrogel contribuiu para o incremento de características agronômicas e fisiológicas das plantas, concluindo que a utilização do hidrorretentor possibilita uma maior disponibilização de água favorecendo a fotossíntese e o aumento dos níveis de clorofila.

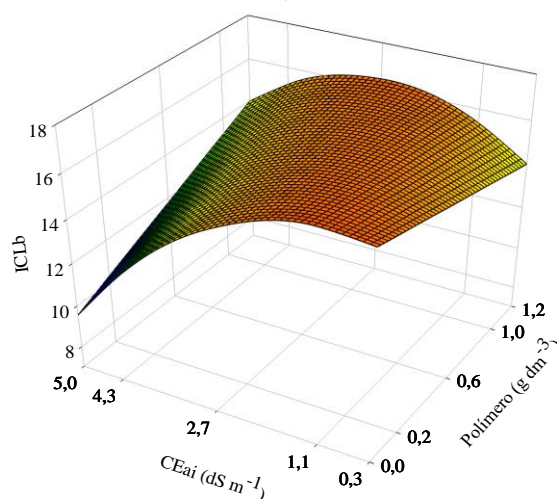
#### **4.3.2 Índice de clorofila b**

A figura 19 apresenta a superfície de resposta para o índice de clorofila *b*, obtida a partir da interação entre a CEai e das doses de polímero utilizadas. As estimativas para o índice de clorofila total foram afetadas pela interação entre as doses de polímero e condutividades elétricas da água de irrigação (Tabela 4). A elevação da CEai até 2,2 dS m<sup>-1</sup> proporcionou os

maiores valores para o índice de *CLb*, na maioria das doses de polímero analisadas. A utilização de hidrogel suavizou o decréscimo do índice quando considerada a irrigação com águas com maiores teores de sais, entretanto, quando associado a água de melhor qualidade ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ), a elevação das doses de hidrogel ao substrato, resultou no decréscimo das estimativas que na dose máxima de polímero ( $1,2 \text{ g dm}^{-3}$ ), chegaram a ser 14,86% inferiores as visualizadas na ausência do hidrorretentor. A maior estimativa para o *ICLb*, foi obtida a pela interação *CEai*  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$  e polímero  $0,7 \text{ g dm}^{-3}$ ,  $16,21 \text{ mg g MS}^{-1}$ , valor este superior em 7,09 e 25,11% aos obtidos quando sob *CEai* de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$  ( $15,06 \text{ mg g MS}^{-1}$ ) e  $5,0 \text{ dS m}^{-1}$  ( $12,14 \text{ mg g MS}^{-1}$ ) respectivamente.

$$\hat{y} = 16,3 - 2,4088^{\text{ns}}P + 0,8208^{**}CEai - 0,4327^{**}CEai^2 + 1,2183^{\circ}P \times CEai$$

$$R^2 = 0,8705$$



<sup>ns</sup>, <sup>o</sup> e <sup>\*\*</sup>: não significativo e significativo a 10% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Figura 19.** Índice foliar de clorofila *b* em mudas de mamoeiro Havaí em função de doses de polímero no substrato e da condutividade elétrica da água de irrigação (*CEai*).

As estimativas para o índice de clorofila *b* das mudas foram prejudicadas em função de maiores teores de sais, sendo os efeitos deletérios da salinidade atenuados de acordo com a presença de hidrogel no substrato. A diminuição dos teores de clorofila *b* em virtude do aumento da salinidade, concordam com os resultados obtidos por Lima (2014), Souto et al. (2015) e Cavalcante et al. (2016), em coqueiro, *Morinda citrifolia* L. e *Licania rigida* Benth respectivamente. Entretanto, divergem dos obtidos por Lima et al. (2004) em arroz e Graciano et al. (2011) em amendoim cultivar BR 1. Lima et al. (2004) atribuem a diminuição dos teores de clorofila para plantas submetidas à salinidade, ao aumento da atividade da clorofilase, assim

como, a uma possível inibição da síntese, ou degradação de carotenoides, que são pigmentos acessórios importantes na proteção da clorofila contra a fotooxidação.

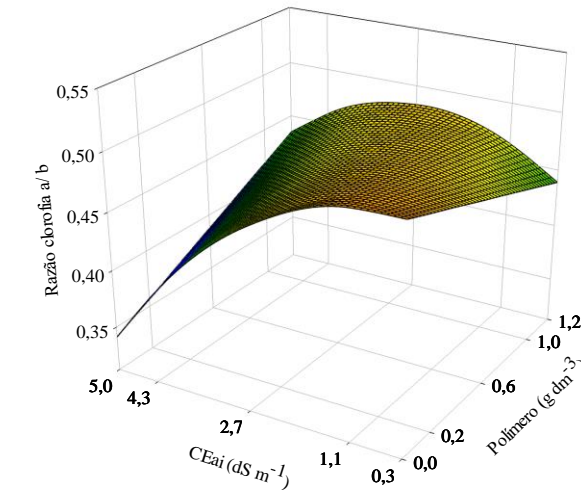
A atenuação dos efeitos negativos advindos da alta concentração de sais, por meio da utilização de polímero, pode ser associada a um maior período de manutenção do substrato úmido para as plantas, resultando assim no melhor desenvolvimento das mesmas, e elevação das estimativas de ICLb, sobretudo para as plantas desenvolvidas sob as maiores concentrações de sais (4,3 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>). Viana et al. (2002) em milho, relatam decréscimo da variável para as plantas submetidas a déficits hídricos mais severos. O aumento dos índices de clorofila *b* é fator importante, sobretudo para as plantas sob condições de maior adversidade, pois esta constituinte captura a energia luminosa de outros comprimentos de onda e as conduz para a clorofila *a* que efetivamente atua nas reações fotossintéticas (SCALON et al., 2003).

#### 4.3.3 Razão clorofila a/b

Os valores obtidos para a razão entre o índice de clorofila *a* e *b* foram afetados pela interação entre as doses de polímero e condutividades elétricas da água de irrigação (Tabela 4). As maiores estimativas para a razão ICLa/ICLb, foram encontradas com CEai de até 2,2 dS m<sup>-1</sup> na maioria das doses de hidroabsorvente analisadas, notando-se acentuado decréscimo para maiores teores de sais na água de irrigação. Quando utilizado associado a água de irrigação de 0,3 dS m<sup>-1</sup>, o incremento das doses do polímero resultaram em decréscimos nas estimativas da razão ICLa/ICLb, porém comportamento inverso foi notado de acordo com a elevação da CEai, verificando-se na CEai de 5,0 dS m<sup>-1</sup> um incremento de 27,45% nas estimativas, quando utilizado 1,2 g dm<sup>-3</sup> de polímero, em contraste a sua não aplicação. (Figura 20). A maior razão ICLa/ICLb foi verificada pela interação CEai 2,2 e polímero 1,0 g dm<sup>-3</sup>, 0,48, sendo superior em 6,25 e 12,5% aos visualizados quando sob CEai de 0,3 dS m<sup>-1</sup>(0,45) e 5,0 dS m<sup>-1</sup>(0,42) respectivamente.

$$\hat{y} = 0,5 - 0,0610^{ns}P + 0,0102^{**}CEai - 0,0084^{**}CEai^2 + 0,0278^{\circ}P \times CEai$$

$$R^2 = 0,7970$$



<sup>ns</sup>, <sup>°</sup> e <sup>\*\*</sup>: não significativo e significativo a 10% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Figura 20.** Razão entre índices foliares de clorofila *a* e clorofila *b* em mudas de mamoeiro Havaí em função de doses de polímero no substrato e da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai).

Asalinidade da água de irrigação e incorporação do hidrorretentor ao substrato, sobre a razão da clorofila *a* e *b* das mudas, proporcionou comportamento semelhantemente aos visualizados para os ICLa e ICLB (Figuras 18B e 19B), onde maiores CEai afetaram negativamente os valores estimados, sendo os efeitos deletérios da salinidade minimizados a partir da incorporação de maiores doses de hidrogel ao substrato. Esta redução é explicada devido os maiores teores de sais afetarem mais intensamente as estimativas do ICLa em relação ao ICLb, resultando em menores valores para a variável. De acordo com Loggini et al. (1999), sob condições de estresse os teores deste tipo de clorofila tende a se estabilizar ou aumentar. Souto et al. (2015), visualizaram decréscimos para a relação clorofila *a*/bem noni na ausência de proteção contra lixiviação, a partir da irrigação das plantas com água com concentração de sais superior a 1,84 dS m<sup>-1</sup>. Os autores explanam que os teores de clorofila *a* nas plantas irrigadas com águas com menor teor de sais, são maiores em relação a clorofila *b* proporcionando maior relação ICLa/ICLb, assim como atividade fotossintética.

Da mesma forma como explicado anteriormente, a mitigação dos efeitos negativos advindos da salinidade para as plantas, a partir da utilização de hidrogel, pode ser associada a um possível menor gasto de energia visualizado por estas quando sob condições de alta salinidade, resultando assim em menor estresse hídrico, resultando no incremento do ICLa e

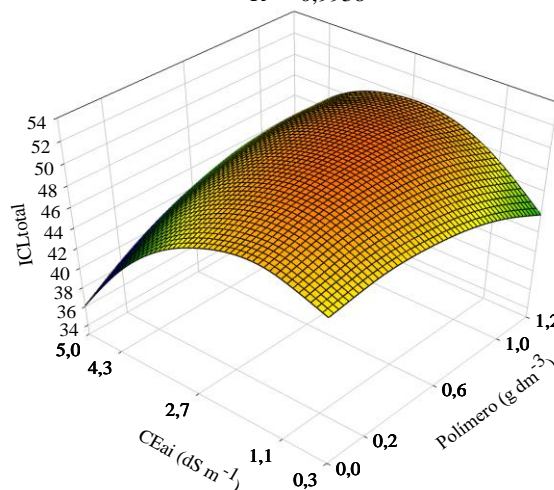
consequentemente da relação ICLa/ICLb. Viana et al. (2002) observaram, sob déficits hídricos mais severos, maiores decréscimos para os ICLa em relação ao ICLb em folhas de milho. Gholam et al. (2012) nas cultivares de figueira, Deyme Ahvaz e Sabz Estahban, e Liu et al. (2011) estudando espécies arbóreas, visualizaram declínio considerável para a relação clorofila a/b das plantas, quando submetidas a estresse hídrico.

### 4.3.3 Índice de clorofila total

As estimativas para o índice de clorofila total foram afetadas pelas doses de polímero, pela condutividade elétrica da água de irrigação, e pela interação de ambos (Tabela 4). A elevação da condutividade elétrica da água de irrigação até 2,7 dS m<sup>-1</sup> resultou em acréscimo para o índice de clorofila total, sobretudo quando associado a utilização das maiores doses de polímero ao substrato, havendo redução da variável para maiores CEai (Figura 21). Outrossim, quando considerada a utilização do hidrorretentor associado a água de maior qualidade (0,3 dS m<sup>-3</sup>), constatou-se manutenção dos índices foliares de clorofila total, até a incorporação de 0,6 g dm<sup>-3</sup> do polímero ao substrato. O maior ICLtotal das folhas, foi obtido a partir da interação CEai de 2,2 dS m<sup>-1</sup> e polímero 0,7 g dm<sup>-3</sup>, 51,10 mg g MS<sup>-1</sup>, sendo este valor diminuído à 48,51(5%), quando na inexistência do hidrogel ao substrato.

$$\hat{y} = 46,4 + 3,1769^{ns}P - 5,6833^oP^2 + 3,3133^{**}CEai - 1,0756^{**}CEai^2 + 2,0410^oPxCEai$$

$$R^2 = 0,9938$$



<sup>ns</sup>, <sup>o</sup> e <sup>\*\*</sup>: não significativo e significativo a 10% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Figura 21.** Índice foliar de clorofila total em mudas de mamoeiro Havaí em função de doses de polímero no substrato e da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai).

O teor de clorofila das folhas é um importante indicador da disponibilidade de nitrogênio, por se correlacionar positivamente com a quantidade de N na planta (BOOIJ et al., 2000). A capacidade clorofilática das mudas foi afetada em função de maiores teores de sais, sendo mitigada de acordo com a presença de hidrogel no substrato. A diminuição dos teores de clorofila em virtude da salinidade pode ser atribuída ao aumento da atividade da enzima clorofilase (FLOWERS e YEO, 1986; FREIRE et al., 2013), assim como, a uma possível resposta aclimatativa ao estresse, no sentido de economia de energia e captação de energia luminosa, evitando-se um possível estresse foto-oxidativo (SILVEIRA et al., 2010). Estes resultados vão de acordo com os obtidos por Lima (2014) e Santos et al. (2015), que notaram em coqueiro anão e mamoeiro nesta ordem, decréscimos lineares nos teores de clorofila total, em função do aumento da CE<sub>ai</sub> e CE<sub>es</sub> respectivamente. Por outro lado, contrastam com os de Diniz Neto et al. (2014) em mudas de oiticica (*Licania rigida* Benth), onde constataram maiores estimativas para clorofila total, para as plantas submetidas à águas de irrigação com condutividade elétrica de 4,6 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>.

Trabalhos associando a utilização de polímeros hidroabsorventes associados CE<sub>ai</sub>, sob o conteúdo de clorofila das plantas são escassos na literatura. Entretanto, pode-se inferir que a elevação das estimativas do ICL<sub>total</sub>, sobretudo para as águas com teores moderados de sais, em virtude da incorporação do hidroabsorvente, se deu devido este ter favorecido uma melhor condição hídrica as plantas, diminuindo os períodos de seca e potencial osmótico da solução do solo, assim como, terem possivelmente reduzido a perda de nutrientes por lixiviação, sobretudo o nitrogênio. Fagundes et al. (2015), avaliando a utilização de polímero na redução da lixiviação de nutrientes durante a produção de mudas de maracujazeiro-amarelo, verificaram para a maior dose de condicionador reduções nas perdas de nutrientes, visualizando-se reduções superiores a 30% do lixiviado de N, contribuindo com o incremento dos nutrientes foliares das mudas.

## 5. CONCLUSÕES

A irrigação diária foi mais adequada para o crescimento das mudas, proporcionando maiores médias para as variáveis biométricas.

Os recipientes de maior volume ( $1,30 \text{ dm}^3$ ) proporcionaram maiores médias para todas as variáveis morfológicas analisadas, assim como elevaram a qualidade das mudas, sendo mais adequados para a produção de mudas de mamoeiro Havaí.

Salinidade superior a  $2,2 \text{ dS m}^{-1}$  resultou em perda da qualidade das mudas, recomendando-se a utilização de águas com teor salino inferior ao supracitado, para a produção de mudas de mamoeiro Havaí.

O polímero hidroabsorvente na dose de  $0,6 \text{ g dm}^{-3}$  favoreceu o crescimento e a qualidade das mudas de mamoeiro em ambas as frequências de irrigação.

A aplicação de hydrogel ao substrato resultou em melhores índices clorofiláticos quando associado a salinidade, constituindo alternativa interessante para a produção de mudas de mamoeiro nestas condições.

## 6. REFERÊNCIAS

- ABEDI-KOUPAI, J.; ASADKAZEMI, J. Effects of a hydrophilic polymer on the field performance of an ornamental plant (*Cupressus arizonica*) under reduced irrigation regimes. **Poly. Jour.**, v.15, n. 9, 2006.
- AGABA, H.; ORIKIRIZA, L. J. B.; ESEGU, J. F. O.; OBUA, J.; KABASA, J. D.; HÜTTERMANN, A. Effects of Hydrogel Amendment to Different Soils on Plant Available Water and Survival of Trees under Drought Conditions, **Clean – Soil, Air, Water**, v.38, n. 4, p. 328–335, 2010.
- AHMED, E.M. Hydrogel: Preparation, characterization, and applications: **A rev. Jour. of Adv. Res.**, 2015.
- ARAÚJO, J. R. G.; ARAÚJO JÚNIOR, M. M.; MENEZES, R. H. N.; MARTINS, M. R.; LEMOS, R. N. S.; CERQUEIRA, M. C. M. Efeito do recipiente e ambiente de cultivo sobre o desenvolvimento de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 28, n. 3, p. 526-529, 2006.
- ARAÚJO, G. L.; REIS, E. F.; MORAES, W. B.; GARCIA, G. O.; NAZÁRIO, A. A. Influência do déficit hídrico no desenvolvimento inicial de duas cultivares de café conilon. **Irriga, Botucatu**, v. 16, n. 2, p. 115-124, 2011.
- ARAÚJO, E. B. G.; SÁ, F. V. S.; OLIVEIRA, F. A.; SOUTO, L. S.; PAIVA, E. P.; SILVA, M. K. N.; MESQUITA, E. F.; BRITO, M. E. B. Crescimento inicial e tolerância de cultivares de meloeiro à salinidade da água. **Rev. Amb. Água**, v. 11, n.2, 2016.
- ASSIS JÚNIOR, R. N.; SILVA, E. F. Efeito da qualidade da água de irrigação sobre os atributos físicos de um neossolo flúvico do município de Quixeré, Ce – Brasil. **Rev. Bras. Ciên. Solo**. 36:1778-1786, 2012.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. Qualidade da água na agricultura. In: GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J. L.; DAMASCENO, F. A. V. (Trad.). Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. 153 p. (**Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisado**). 1999.
- AZEVEDO, T. L. F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A. C. A.; FREITAS, P. S. L., FRIZZONE, J. A. Níveis de polímero superabsorvente, frequência de irrigação e crescimento de mudas de café. **Acta Scient.**, v. 24 n.5. p.1239-1243, 2002.
- AZEVEDO, G. T. O. S. Produção de mudas clonais de *Eucalyptus* spp. Com polímero hidrorretentor incorporado ao substrato. **Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais**. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 60 f. 2014.
- AZEVEDO, J. M. G.; REIS, E. F.; TOMAZ, M. A.; GARCIA, G. O.; NOGUEIRA, N. O.; DARDENGO, M. C. J. D. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café Conilon sob irrigação e hidrorretentor. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.**, v.9, n.3, p.432-439, 2014.

BAKASS, M; MOKHLISSE, A. Absorption and desorption of liquid water by a superabsorbent polymer: Effect of polymer in the drying of the soil and the quality of certain plants. **Jour. of app. poly.**, 2002.

BARBOSA, J. Q. Conservação pós-colheita de mamão ‘Sunrise Solo’ com uso de quitosana. **Dissertação (Mestrado em Sistemas Produção Vegetal)** - Universidade Federal do Acre. Rio Branco, 2012.

BARBOSA, T. C.; RODRIGUES, R. B.; COUTO, H. T. Z. Tamanhos de recipientes e o uso de hidrogel no estabelecimento de mudas de espécies florestais nativas. **Hoehnea**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 537-556, 2013.

BARBOSA, R. C. A. Tolerância à salinidade de genótipos de citros recomendados como porta-enxertos. **Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais)** – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2013.

BARDIVIESSO, D. M.; MARUYAMA, W. I.; REIS, L. L.; MODESTO, J. L.; REZENDE, W. E. Diferentes substratos e recipientes na produção de mudas de guabiroba (*Campomanesia pubescens* O.Berg). **Rer. Cient. Elet. Agro.**, v.18, n.1, p. 52-59, jun, 2011.

BARROSO, A. A. F.; GOMES, G. E.; LIMA, A. E. O.; PALÁCIO, H. A. Q.; LIMA, C. A. Avaliação da qualidade da água para irrigação na região Centro Sul no Estado do Ceará. **Rev. Bras. Eng. Agric. Amb.**, v.15, n.6, p.588-593, 2011.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal, SP: Funep, 2003. 41p.

BENETT, K. S. S.; BENETT, C. G. S.; SANTOS, G. G.; COSTA, E. Effects of hydrogel and nitrogen fertilization on the production of arugula in successive crops. **Afr. Jour. of Agric. Res.**, v. 10, n. 26, p. 2601-2607, 2015.

BEZERRA, M. A. F. Irrigação com água salina e adubação nitrogenada na formação e qualidade de mudas de maracujazeiro amarelo. **Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)** – Universidade Federal da Paraíba. Areia-PB, 2014.

BERNARDI, M. R.; SPEROTTO JUNIOR, M.; DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T. Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. **Cerne**, v. 18, n. 1, p. 67-74, 2012.

BHARDWAJ, A. K.; SHAINBERG, I.; GOLDSTEIN, D.; WARRINGTON, D.; LEVY, G. J. Water Retention and Hydraulic Conductivity of Cross-linked Polyacrylamides in Sandy Soils, **Soil Sci. Soc. Am. J.** 71 (2), 406–412. 2007.

BOOIJ, R.; VALENZUELA, J.L.; AGUILERA, C. Determination of crop nitrogen status using non-invasive methods. **In: HAVERKORT, A.J.; MACKERRON, D.K.L. (Eds.).** Management of nitrogen and water in potato production. The Netherlands, Wageningen Pers. p.72-82, 2000.

BRACHTVOGEL, E. L.; MALAVASI, U. C. Volume do recipiente, adubação e sua forma de mistura ao substrato no crescimento inicial de *Peltophorum dubium* (Sprengel) taubert em viveiro. **Rev. Árv.**, v. 34, n. 2, p. 223-232, 2010.

BRITO NETO, J.F.; PEREIRA, W.E.; CAVALCANTI, L.F.; ARAÚJO, R.C.; LACERDA, J.S. Produtividade e qualidade de frutos de mamoeiro ‘Sunrise Solo’ em função de doses de nitrogênio e boro. **Semina: Ciên. Agr.**, v. 32, n.1, p. 69-80, 2011.

BRITO, C. W. Q.; RODRIGUES, F. H. A.; FERNANDES, M.V. S.; SILVA, L. R. D.; RICARDO, N. M. P. S.; FEITOSA, J. P. A.; MUNIZ, E. C. Síntese e caracterização de hidrogéis compósitos a partir de copolímeros acrilamida-acrilato e caulim: efeito da constituição de diferentes caulins do nordeste brasileiro. **Quím. Nova**, v. 36, n. 1, p. 40-45, 2013.

BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SOARES, A. M.; SOARES FILHO, W. S.; SANTOS, R. T. Sensibilidade à salinidade de híbridos trifoliados e outros porta-enxertos de citros. **Rev. Caat.**, v.7, n. 1, 2014.

BUCHHOLZ, F. L.; GRAHAM, T. A. The Structure and Properties of Superabsorbent Polyacrylates, in *Modern Superabsorbent Polymer Technology* (Eds: F. L. Buchholz, A. T. Graham), **Wiley-VCH**, 1998.

CARVALHO, L. C. N. Produção de mudas de açaí sob diferentes níveis de depleção de água associada a doses de um polímero hidroabsorvente. **Dissertação (Mestrado)**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2016.

CARVALHO, R. P.; CRUZ, M. C. M.; MARTINS, L. M. Frequência de irrigação utilizando polímero hidroabsorvente na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Rev. Bras. Frutic**, v. 35, n. 2, p. 518-526, 2013.

CASTRO, A. M. C.; MAIA, G. M.; SOUZA, J. A.; MANFIO, F. L. A. Crescimento inicial de cafeeiro com uso de polímero hidrorretentor e diferentes intervalos de rega. **Coffee Science**, v. 9, n. 4, p. 465 – 471, 2014.

CAVALCANTE, L. F.; SILVA, M. N. B.; DINIZ, A. A.; CAVALCANTE, I. H. L.; CAMPOS, V. B. Biomassa do maracujazeiro-amarelo em solo irrigado com água salina protegido contra as perdas hídricas. **Rev. Verde**, v.3, n.3, p26-34, 2008.

CAVALCANTE, L. F.; CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, I. H. L.; DIAS, T. J. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. sunrise solo. **Semina: Ciên. Agrá.**, v. 31, n. 1, p. 1281-1290, 2010.

CAVALCANTE, A. C. P.; DINIZ NETO, M. A.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, A. G.; DINIZ, B. L. M. T; ARAUJO, R. C.; MESQUITA, E. F.; ZUZA, J. F. C. Saline water and organic matter in the development and quality of *Licania rigida* Benth. seedlings. **Afr. Jour. of Agric. Res.**, v. 11, p. 2796-2805, 2016.

CHEN, S.; ZOMMORODI, M.; FRITZ, E.; WANG, S.; HÜTTERMANN, A. Hydrogel modified uptake of salt ions and calcium in *Populus euphratica* under saline conditions. **Trees**, v. 18, n. 2, p.175-183. 2003.

COELHO, J. B. M. Aplicação de doses do polímero hidratassolo sobre a capacidade de retenção de água de solos e desenvolvimento da beterraba, em condições salinas. **Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)** – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Agronomia. 2004.

COELHO, D. C.; SILVA, E. C. B; SILVA, F. M. SOUSA, E. M. L.; NOBRE, R. G. Crescimento de mudas de mamoeiro em condições controladas com água salina. **Rev. Verde**, v. 10, n.1, p.01 - 05, 2015.

CORTES, D. F. M. Desenvolvimento de linhagens de mamoeiro assistido por imagens digitais. **Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)**. Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes, 2017.

COSCOLIN, R. B. S. Efeitos fisiológicos e bioquímicos induzidos por deficiência hídrica em plantas de *Ocimum basilicum* L. **Dissertação (PósGraduação em Irrigação e Drenagem)**. Faculdade de Ciências Agrônômicas. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Botucatu, 2012.

COSTA, E.; SANTOS, L. C. R.; VIEIRA, L. C. R. Produção de mudas de mamoeiro utilizando diferentes substratos, ambientes de cultivo e recipientes. **Eng. Agríc.**, v.29, n.4, p.528-537, 2009a.

COSTA, E.; RODRIGUES, E. T.; ALVES, V. B.; SANTOS, L. D.; VIEIRA, L. C. R. Efeitos da ambiência, recipientes e substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro-amarelo em Aquidauana-MS. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 31, n. 01, p. 236-244. 2009b.

COSTA, E.; MESQUITA, V. D. A. G.; LEAL, P. A. M.; FERNANDES, C. D.; ABOT, A. R. Formação de mudas de mamão em ambientes de cultivo protegido em diferentes substratos. **Rev. Ceres**, v. 57, n.5, p. 679-685, 2010.

CRUZ, J. L.; COELHO, E. F.; PELACAN, C. R.; COELHO FILHO, M. A.; DIAS, A. T.; SANTOS, M. T. Crescimento e partição de matéria seca e de carbono no mamoeiro em resposta à nutrição nitrogenada. **Bragantia**, v.63, n.3, p.351-361, 2004.

CRUZ, M. C. M.; HAFLE, O. M.; RAMOS, P. C. Desenvolvimento do porta-enxerto de tangerineira ‘cleópatra’. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 30, n. 2, p. 471-475, 2008.

DANNER, M. A.; CITADIN, I.; FERNANDES JÚNIOR, A. D. A.; ASSMANN, A. P.; MAZARO, S. M.; SASSO, S. A. Z. Formação de mudas de jaboticabeira (*Plinia* sp.) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 29, n. 1, p. 179-182, 2007.

DANTAS, J.L.L.; CASTRO NETO, M.T. Aspectos botânicos e fisiológicos. In: TRINDADE, A.V. (Org.). **Mamão, produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p.11-14. 2000.

DANTAS, J. L. L.; DANTAS, A. C. V. L.; LIMA, J. F. **Mamoeiro. In: Bruckner, C.H. Melhoramento de fruteiras tropicais.** Viçosa: UFV, p.309-349. 2002.

DANTAS, B.F.; LOPES, A.P.; SILVA, F.F.S. DA; LUCIO, A.A.; BATISTA, P.F; PIRES, M.M.M. L.; ARAGÃO, C.A. Taxas de crescimento de mudas de catingueira submetidas a diferentes substratos e sombreamentos. **Rev. Árv.**, v.33, n.3, p.413-423, 2009.

DEMARTELAERE, A. C. F.; DUTRA, I.; ALVES, S. S. V.; TEÓFILO, T. M. S.; ALVES, S. V. Utilização de polímero hidroabsorvente no meloeiro (*Cucumis melon L.*) sob diferentes lâminas de irrigação. **Ver. Caat.**, v. 22, n 3, p. 6-9, 2009.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In.: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Man. salin. agric.** estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal, cap. 9, 129-142, 2010.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Fore. Chro.**, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

DINIZ, A.; CAVALCANTE, L.; REBEQUI, A.; NUNES, J. Biomassa do maracujazeiro-amarelo em função da aplicação de biofertilizante e matéria orgânica no solo. **Rev. de Biol. e Ciên. Terra**, Suplemento Especial, n. 1, p. 1-9, 2009.

DINIZ NETO, M. A.; SILVA, I. F.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, B. L. M. T.; SILVA, J. C. A.; SILVA, E. C. Mudanças de oiticica irrigadas com águas salinas no solo com biofertilizante bovino e potássio. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Amb.**, v.18, n.1, p.10-18, 2014.

DONAGEMA, G.K.; CAMPOS, D.V.B. de; CALDERANO, S.B.; TEIXEIRA, W.G.; VIANA, J.H.M. (Org.). **Manual de métodos de análise de solos.** 2.ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p. (Embrapa Solos. Documentos, 132).

DORRAJI, S. S.; GOLCHIN, A.; AHMADI, S. The effects of hydrophilic polymer and soil salinity on corn growth in sandy and loamy soils. **Clean-Soil, Air, Water**, v. 38, n. 7, p.584-591, 2010.

DRANSKI, J. A. L.; PINTO JÚNIOR, A. S.; CAMPAGNOLO, M. A.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M.; GUIMARÃES, V. F. Sobrevivência e crescimento inicial de pinhão-mansão em função da época de plantio e do uso de hidrogel. **Ciên. Flor.**, v. 23, n. 3, 2013.

EKEBAFE, L. O.; OGBEIFUN, D. E.; OKIEIMEN, F. E. Polymer Applications in Agriculture. **Biokemistri**, v.23, n.2, p.81-89, 2011.

EVANS, J.R.; POORTER, H. Photosynthetic acclimation of plants to growth irradiance: the relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain. **Plant, Cell Envir.** v. 24, p. 755-767, 2001.

FAGUNDES, M. C. P.; CAMILO, S. S.; SOARES, B. C.; CRUZ, L. I. B.; MOREIRA, R. A.; CRUZ, M. C. E. M. Hydrogel polymer in emergency and early growth of citrus rootstocks. **Afr. Jour. of Agric. Res.** v. 9, n 35, p. 2681-2686. 2014.

FAGUNDES, M. C. P.; CRUZ, M. C. M.; CARVALHO, R. P.; OLIVEIRA, J. S. B. C. Polímero hidroabsorvente na redução de nutrientes lixiviados durante a produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Rev. Caat.** v. 28, n. 1, p. 121-129, 2015.

FALCÃO NETO, R.; SILVA JÚNIOR, G. B.; ROCHA, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; CAVALCANTE, M. Z. B. Características biométricas de mudas de castanha-do-gurguéia em função de calagem e NPK. **Rev. Ciên. Agro.**, n. 02, p.940-949, 2011.

FAOSTAT - **Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database. Crops database.** Disponível em: < <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E> >. Online. Acesso em: 28 de jun. 2017.

FERNANDES, D. A.; ARAUJO, M. M. V.; CAMILI, E. C. Crescimento de plântulas de maracujazeiro-amarelo sob diferentes lâminas de irrigação e uso de hidrogel. **Rev. Agric.** v.90, n.3, p. 229 - 236, 2015.

FERREIRA, E. A.; SILVA, V. A.; SILVA, E. A.; SILVEIRA, H. R. O. Eficiência do hidrogel e respostas fisiológicas de mudas de cultivares apirênicas de citros sob déficit hídrico. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 44, n. 2, p. 158-165, 2014.

FLOWERS, T. J.; YEO, A. R. Ion relations of plants under drought and salinity. **Austr. Jour. of Scient. Res.**, vol. 75, p. 91, 1986.

FONTES, R. V.; SANTOS, M. P.; FALQUETO, A. R.; SILVA, D. M.; BACARIN, M. A. Alterações fotossintéticas e de crescimento em plantas de mamoeiro em resposta a diferentes regimes hídricos. **Rev. Bras. Agroec.**, v.14, n.3-4, 182-187, 2008.

FONTES, R. V.; VIANA, A. P.; PEREIRA, M. G.; OLIVEIRA, J. G.; VIEIRA, H. D. Manejo da cultura do híbrido de mamoeiro (*Carica papaya* L.) do grupo 'formosa' UENF/CALIMAN - 01 para melhoria na qualidade do fruto com menor aplicação de adubação NPK. **Ver. Bras. Frut.**, v.34, n.1, p.143-151, 2012.

FRANCISCO, M. G. S.; MARUYAMA, W. T.; MENDONÇA, V.; SILVA, E. A.; REIS, L. L.; LEAL, E. T. Substratos e recipientes na produção de mudas de mamoeiro 'Sunrise Solo'. **Dourados**, v.3, n.9, p.267-274, 2010.

FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, R.; REBEQUI, A. M. Teores de clorofila e composição mineral foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas e biofertilizante. **Rev. de Ciên. Agr.**, v. 36, p. 57-70, 2013.

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. **Rev. Ciên. Agr.**, v. 45, n. 1, p. 82-91, 2014.

GERVÁSIO, E. S. Efeitos de lâminas de irrigação e doses de condicionador, associadas a diferentes tamanhos de tubetes, na produção de mudas de cafeeiro. **Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem)** - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2003.

GHOLAMI, M.; RAHEMI, M.; KHOLDEBARIN, B.; RASTEGAR, S. Biochemical responses in leaves of four fig cultivars subjected to water stress and recovery. **Scie. Hortic.**, vol. 148, n. 6, p. 109–117, 2012.

GOMES, J. M. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K. **Tese (Doutorado em Ciência Florestal)**. Universidade Federal de Viçosa, 2001.

GONÇALVES, A.N. Controle de qualidade na produção de mudas. **Curso de produção de mudas de espécies florestais exóticas e nativas**. Piracicaba: IPEF/ESALQ – USP. 3p. 1998.

GRACIANO, E. S. A.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; LIMA, D. R. M.; PACHECO, C. M.; SANTOS, R. C. Crescimento e capacidade fotossintética da cultivar de amendoim BR 1 sob condições de salinidade. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Amb.**, v.15, p.794-800, 2011.

GÜNES, T. Effect of Polymer on Seedling Survival and Growth of Transplanted Tomato Under Water-Stress. **Asi. Jour. Chemi.**, v. 19, n. 4, 2007.

GURGEL, M. T.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; SANTOS, F. J. S.; NOBRE, R. G. Crescimento inicial de porta-enxertos de goiabeira irrigados com águas salinas. **Rev. Caat.**, v.20, n.2, p.24-31, 2007.

HAFLE, O. M.; CRUZ, M. C. M.; RAMOS, J.; RAMOS, P. S.; SANTOS, V. A. Produção de mudas de maracujazeiro-doce através da estaquia utilizando polímero hidrorretentor. **Rev. Bras. Ciên. Agrá. – Braz. Jour. Agric. Scien.**, v. 3, n. 3, p. 232-236, 2008.

HÜTTERMANN, A.; ORIKIRIZA, L. J. B.; AGABA, H. Application of Superabsorbent Polymers for Improving the Ecological Chemistry of Degraded or Polluted Lands, **Clean – Soil, Air, Water**, v.37, n. 7, p., 517–526, 2009.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal: Culturas temporárias e permanentes - 2015**. Disponível em: <<http://sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 02 abril, 2017.

JESUS, R. M.; MENANDRO, M. S.; BATISTA, J. L. F.; COUTO, H. T. Z. Efeito do tamanho do recipiente, tipo de substrato e sombreamento na produção de mudas de louro (*Cordia trichotoma* (vell.) arrab.) e gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott). **IPEF**, Piracicaba, n.37, p.13-19, 1987.

LEITÃO, T. E. M. F.; TAVARES, J. C.; RODRIGUES, G. S. O.; GUIMARÃES, A. A.; DEMARTELAERE, A. C. F. Avaliação de mudas de mamão submetidas a diferentes níveis de adubação nitrogenada. **Ver. Caat.**, v. 22, n. 3, p. 156-161, 2009.

- LIMA, M. G. S.; LOPES, N. F.; BACARIN, M. A. E.; MENDES, C. R. Efeito do estresse salino sobre a concentração de pigmentos e prolina em folhas de arroz. **Bragantia**, 63, 3:335-340, 2004.
- LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; SILVA, M. I. L.; VALE, L. S.; BELTRÃO, N. E. M. Volume de recipientes e composição de substratos para produção de mudas de mamoneira. **Ciênc. agrotec.**, v. 30, n. 3, p. 480-486, 2006.
- LIMA, J. F.; PEIXOTO, C. P.; LEDO, C. A. S. Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em casa de vegetação. **Ciênc. Agrotec.**, v.31, p.1358-1363, 2007.
- LIMA, B. L. C. Respostas fisiológicas e morfométricas na produção de mudas de coqueiro anão irrigado com água salina. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2014.
- LIMA, R. S.; GARCÍA-TEJERO, I.; LOPES, T. S.; COSTA, J. M.; VAZ, M.; DURÁN-ZUAZO, V. H. D.; CHAVES, M.; GLENN, D. M.; CAMPOSTRINI, E. Linking thermal imaging to physiological indicators in *Carica papaya* L. under different watering regimes. **Agric. Water Manag.**, v. 164, p. 148-157, 2016.
- LIU, C.; LIU, Y.; GUO, K.; FAN, D.; LI, G.; ZHENG, Y.; YU, L.; YANG, R. Effect of drought on pigments, osmotic adjustment and antioxidant enzymes in six woody plant species in karst habitats of southwestern China. **Env. Exper. Bot.**, v.71, p. 174–183, 2011.
- LOGGINI, B.; SCARTAZZA, A.; BRUGNOLI, E.; NAVARI-IZZO, F. Antioxidative defense system, pigment composition, and photosynthetic efficiency in two wheat cultivars subjected to drought. **Plant Physiol.** 119:1091-9, 1999.
- LOPES, J. L.W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C.; SILVA, M. R. D. Efeitos da irrigação na sobrevivência, transpiração e no teor relativo de água na folha em mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos. **Scien. Forest.** n. 68, p.97-106, 2005.
- MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa do crescimento. **In: FERRI, M.G. (Coord.). Fisiologia Vegetal**. São Paulo: EPU, 1979. v.1, 362p.
- MALDONADO-BENITEZ, K. R.; ALDRETE, A.; LÓPEZ-UPTON, J.; VAQUERA-HUERTA, H.; CETINA-ALCALÁ, V. M. Producción de *Pinus greggii* engelm em mesclas de substrato com hidrogel y nego, em viveiro. **Agroc.**, v. 45, n. 3, 389-398. 2011.
- MAAS, E.V. **Crop salt tolerance**. In: TANJI, K.K. (ed.). Agricultural salinity assessment and management. New York: American Society of Civil Engineers, p.262-304, 1990.
- MARQUES, P. A. A.; BASTOS, R. O. Uso de diferentes doses de hidrogel para produção de mudas de pimentão. **Pesq. Apl. & Agrotec.**, v.3, n.2, p.53-57. 2010.
- MARQUES, P. A. A.; CRIPA, M. A. M.; MARTINEZ, E. H. Hidrogel como substituto da irrigação complementar em viveiro telado de mudas de cafeeiro. **Ciênc. Rur.**, v.43, n.1, p.1-7, 2013.

MARSCHNER, P. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 3<sup>a</sup> ed. San Diego: Elsevier®, 2012. 651p.

MEDEIROS, J.F.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M. J.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Amb.**, v.7, n.3, p. 469-472, 2003.

MEDEIROS, S. A. S.; CAVALCANTE, L. F.; BEZERRA, M. A. F.; NASCIMENTO, J. A. M., BEZERRA, F. T. C.; PRAZERES, S. S. Água salina e biofertilizante de esterco bovino na formação e qualidade de mudas de maracujazeiro amarelo. **IRRIGA**, v. 21, n. 4, p. 779-795, 2016.

MELO, C. A. C.; LIMA, B. L. C.; FERREIRA NETO, M.; LACERDA, C. F.; CAMPELO, A. D. H.; BEZERRA, M. E. Área foliar e relações morfométricas em mudas de coqueiro anão sob condições de estresse salino. **II INOVAGRI International Meeting**. Fortaleza, 2014.

MENDONÇA, V.; ARAUJO NETO, S.E. de; RAMOS, J.D. Diferentes substratos e recipientes na formação de mudas de mamoeiro ‘sunrise solo’. **Rev. Bras. Frut.**, v.25, n.1, p.127-130, 2003.

MENDONÇA, L. F. M. Fontes orgânicas, polímero hidroabsorvente e fertilizante organomineral na aclimação de mudas de cultivares de abacaxizeiro. **Tese (Doutorado)** – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, 2016.

MENDONÇA, A. V. R.; CARNEIRO, J. G. A.; FREITAS, T. A. S.; BARROSO, D. G. Características fisiológicas de mudas de *Eucalyptus* spp. submetidas a estresse salino. **Ciê. Flor.**, v. 20, n. 2, p. 255-267, 2010.

MESQUITA, E. F.; CHAVES, L. H. G.; FREITAS, B. V.; SILVA, G. A.; SOUSA, M. V. R.; ANDRADE, R. Produção de mudas de mamoeiro em função de substratos contendo esterco bovino e volumes de recipientes. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.**, v.7, n.1, p.58-65, 2012.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annu. Ver. Plant Biol.** 2008, 59:651-681.

MIKKELSEN, R.L. Using hydrophilic polymers to control nutrient release, **Fert. Res.**, 38, 53-59, 1994.

MONTEIRO, M. M. Efeito do hidrogel em plantios de mudas nativas do cerrado para recuperação de área degradada pela mineração no Distrito Federal. **Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais**, Publicação PPGEFL.DM – 241/2014. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 90 f. 2014.

MING, R.; MOORE, P. H. Genetics and Genomics of Papaya. **Springer**, New York, 2013.

NAVARRO, A.; BAÑON, S.; OLMOS, E.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. D. J. Effects of sodium chloride on water potential components, hydraulic conductivity, gas exchange and leaf ultrastructure of *Arbutus unedo* plants. **Plant Science**, v. 172, n. 3, p. 473-480, 2007.

NAVROSKI, M. C. Hidrogel como condicionador de substrato para produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Tese (doutorado)** – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2013.

NAVROSKI, M. C.; ARAUJO, M. M.; FIOR, C. S.; CUNHA, F. S.; BERGHETTI, Á. L. P.; PEREIRA, M. O. Uso de hidrogel possibilita redução da irrigação e melhora o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Scien. Forest.**, v. 43, n. 106, p. 467-476, 2015.

NAVROSKI, M. C.; ARAUJO, M. M.; REINIGER, L. R. S.; FIOR, C. S., SCHAFER, G.; PEREIRA, M. D. O. Initial growth of seedlings of *Eucalyptus dunnii* Maiden as influenced by the addition of natural polymer and farming substrates. **Rev. Árv.**, v.40, n.4, p.627-637, 2016.

NOVAES, R. F. de; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. de. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J. de; GARRIDO, W. E.; ARAUJO, J. D. de; LOURENÇO, S. **Método de Pesquisa em Fertilidade do Solo**. Brasília: Embrapa – SEA. p.189–253. 1991.

NOVAES, A. B.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G.; LELES, P. S. S. Desempenho de mudas de *Pinus taeda* produzidas em raiz nua e em dois tipos de recipientes, 24 meses após o plantio. **Floresta**, v.31, n.1, p.62-71, 2001.

NUNES, R.; LIMA, M.; DIAS, N.; ALMEIDA, J.; COSTA, J. Produção de mudas de pinha (*Annona squamosa* L.) utilizando água de rejeito salino. **Rev. Ver. Agroec. Desenv. Sust.**, v. 7, n. 1, p. 01-06, 2012.

PEDROTTI, A.; CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A. P. N.; LUCAS, A. A. T.; SANTOS, P. B. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Rev. Eletr. em Gest., Educ. e Tecn. Amb. Santa Maria**, v. 19, n. 2, 2015.

PREVEDELLO, C. L.; LOYOLA, J. M. T. Efeito de polímeros hidroretentores na infiltração da água no solo. **Scien. Agrar.**, v. 8, n. 3, p. 313-317, 2007.

OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, F. R. A.; CAMPOS, M. S.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, O. M. P. Interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.** v.5, n.4, p.479-484, 2010.

OLIVEIRA, A. B.; ALENCAR, N. L. M.; GOMES-FILHO, E. Comparison between the water and salt stress effects on plant growth and development. S. Akinci (Ed.). **INTECH Open Access Publisher**. 2013.

OLIVEIRA, N. K.; CASTRO, E. M.; GUMARÃES, R. J.; PIEVE, L. M.; BALIZA, D. P.; MACHADO, J. L.; FREITAS, T. Anatomia foliar de cafeeiros implantados com uso de polímero hidrorretentor. **Coffee Science**, v. 9, n. 2, p. 258-265, 2014.

OLIVEIRA, F. S.; SÁ, F. V. S.; SOUTO, L.; PAIVA, E. P.; OLIVEIRA, F. A.; ARAÚJO, E. B. G.; OLIVEIRA NETO, T.; MESQUITA, E. F.. Seedling of development and tolerance of eggplant cultivars under saline stress. **Afr. Jour. of Agric. Res.**, v. 11, n. 26, p. 2310-2315, 2016.

ORESCA, D. Interação salinidade, biofertilizante e adubação potássica na formação de mudas de maracujazeiro amarelo. Monografia (Trabalho de graduação apresentado à coordenação do curso de Agronomia) - **Universidade Federal da Paraíba**. Areia, 2016.

PATEL, A. D.; PANCHAL, N. S.; PANDEY, I. B.; PANDEY, A. N. Growth, water status and nutrient accumulation of seedlings of *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) in response to soil salinity. **Ana. Biol.**, v. 32, p. 59-71, 2010.

PETROVIĆ, G.; JOVIČIĆ, D.; NIKOLIĆ, Z.; TAMINDŽIĆ, G.; IGNJATOV, M.; MILOŠEVIĆ, D.; MILOŠEVIĆ, B. Comparative study of drought and salt stress effects on germination and seedling growth of pea. **Genetika**, vol. 48, no.1, 373-381, 2016.

PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F.; SENHOR, R. F.; MORAIS, P. L. D.; MENEZES, J. B. Qualidade de frutos do melão amarelo irrigado com. **Rev. Caat.**, v.22, n.1, p.193-198, 2009.

POSSE, S. C. P. Produção de mudas de mamoeiro: tratamento da semente, recipiente, substrato e condicionamento mecânico. **Tese (Doutorado em Produção Vegetal)** – Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes, 2005.

QUEIROZ, J.A.; MELÉM JÚNIOR, N.J. Efeito do tamanho do recipiente sobre o desenvolvimento de mudas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Rev. Bras. Frutic.**, v. 21, n. 1, p. 460-462, 2001.

Richards, L. A. (ed.). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: United States Salinity Laboratory, 1954, 160p. USDA. **Agric. Handbook**, 60.

ROY, S.J; NEGRÃO, S.; TESTER, M. Salt resistant crop plants. **Current Opinion in Biotechnology**. 2014.

a. SÁ, F. V. S.; PEREIRA, F. H. F.; LACERDA, F. H. D.; SILVA, A. D. Crescimento inicial e acúmulo de massa seca de cultivares de mamoeiro submetidas à salinidade da água em cultivo hidropônico. **Rev. Bras. Ciên. Agrár. – Braz. Jour. Agric. Scie.**,v. 8, n. 3, p. 435-440, 2013.

b. SÁ, F. V. S.; BRITO, M. E. B.; MELO, A. S.; ANTÔNIO NETO, P.; FERNANDES, P. D.; FERREIRA, I. B. b Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Amb.**, v. 17, n. 10, p. 1047-1054, 2013.

SÁ, F. V. S.; BRITO, M. E. B. FERREIRA, I. B.; ANTÔNIO NETO, P.; SILVA, L. A.; COSTA, F. B. Balanço de sais e crescimento inicial de mudas de pinheira (*Annona squamosa* L.) sob substratos irrigados com água salina. **Irr., Botucatu**, v. 20, n. 3, p. 544-556, 2015.

SÁ, F. V. S.; PAIVA, E. P. P.; MESQUITA, E. F.; BERTINO, A. M. P.; BARBOSA, M. A.; SOUTO, L. S. Tolerance of castor bean cultivars under salt stress. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Amb.**, v.20, n.6, p.557-563, 2016.

SAMÔR, O. J. M.; CARNEIRO, J. G. de A.; BARROSO, D. G.; LELES, P. S. dos S. Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Rev. Árv.**, v. 26, n. 2, p. 209-215, 2002.

SANTOS, C. B.; LONGHI, S. J.; HOPPE, J. M.; MOSCOVICH, F. A. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L. f.) D. Don. **Ciê. Flor.**, v. 10, n. 2, p. 1-15. 2000.

SANTOS, S. A.; SILVA, R. F.; PEREIRA, M. G.; ALVES, E. MACHADO, J. C.; BORÉM, F. M.; GUIMARÃES, R. M.; MARQUES, E. R. Estudos morfo-anatômicos de sementes de dois genótipos de mamão (*Carica papaya* L.). **Rev. Bras. Sem.**, v. 31, n. 2, p. 116-122, 2009.

SANTOS, J. L.; MATSUMOTO, S. N.; D'ARÊDE, L. O.; LUZ, I. D.; VIANA, A. E. S. Propagação vegetativa de estacas de *Passiflora cincinnata* Mast. em diferentes recipientes e substratos comerciais. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 34, n. 2, p. 581-588, 2012.

SANTOS, D. B.; COELHO, E. F.; SIMÕES, W. L.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; COELHO FILHO, M. A.; BATISTA, R. O. Influência do balanço de sais sobre o crescimento inicial e aspectos fisiológicos de mamoeiro. **Magistra**, v. 27, n. 1, p. 44 – 53, 2015.

SANTOS, V. A.; RAMOS, J. D.; LAREDO, R. R.; SILVA, F. O. R.; CHAGAS, E. A.; PASQUAL, M. Produção e qualidade de frutos de maracujazeiro-amarelo provenientes do cultivo com mudas em diferentes idades. **Rev. Ciê. Agrov.**, v.16, n.1, p.33-40, 2017.

SARAN, P. L.; SOLANKI, I. S.; CHOUDHARY, R. Papaya: biology, cultivation, production and uses. **CRC Press**. 2016.

SAS. Base SAS® 9.3 **Procedures Guide: Statistical Procedures**. 2a ed. Cary: SAS Institute Inc., 2012. 544p.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; SCALON FILHO, R. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Ver. Árv.**, v. 27, n. 6, p.753-758, 2003.

SILVA JÚNIOR, L. G. de A.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. de. Composição química de águas do cristalino do Nordeste Brasileiro. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Amb.**, v.3, n.1, p.11-17, 1999.

SILVA, J. A. T.; RASHID, Z.; NHUT, D.T.; SIVAKUMAR, D.; GERA, A.; SOUZA JÚNIOR, M. T.; TENNANT, P. F. Papaya (*Carica papaya* L.) biology and biotechnology. **Tre. Fores. Scie. Biotech.**, n.1, n.1, p.47-73. 2007.

SILVA, S. A.; CAVALCANTE, L. F.; BEZERRA, M. A. F.; BEZERRA, F. T. C.; PRAZERES, S. S.; SILVA, J. A. Água salina e insumos orgânicos líquidos na formação de mudas de genótipos de maracujazeiro amarelo. **II INOVAGRI International Meeting**. Fortaleza, 2014.

SILVA, C. R. A.; RIBEIRO, A.; OLIVEIRA, A. S.; KLIPPEL, V. H.; BARBOSA, R. L. P. Desenvolvimento biométrico de mudas de eucalipto sob diferentes lâminas de irrigação na fase de crescimento. **Pesq. Flor. Bras**, v. 35, n. 84, p. 381-390, 2015.

SILVEIRA, J. A.; SILVA, S. L. F.; SILVA, E. N.; VIEGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. **INCT Sal**, Fortaleza, 2010.

SOUSA, R. A.; AMARO FILHO, J. A.; MENEZES, V. C. L. Caracterização qualitativa das águas da microrregião do Vale do Açu – RN. **Rev. Bras. Agric. Irrig.** v.2, n.1, p.01–08, 2008.

SOUSA, A. B. O.; BEZERRA, M. A.; FARIAS, F. C. Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro comum sob irrigação com água salina. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Amb.**, v.15, n.4, p.390–394, 2011.

SOUTO, A. G. L.; CAVALCANTE, L. F.; GHEYI, H. R.; NUNES, J. C.; OLIVEIRA, F. I. F.; ORESCA, D. Photosynthetic pigments and biomass in noni irrigated with saline waters with and without leaching. **Rev. Bras. Engen. Agríc. Ambie.**, v.19, n.11, p.1035-1041, 2015.

SOUZA, A. J. D. J.; GUIMARÃES, R. J.; COLOMBO, A.; SANT'ANA, J. A. V.; CASTANHEIRA, D. T. Quantitative analysis of growth in coffee plants cultivated with a water-retaining polymer in an irrigated system. **Rev. Ciên. Agron.**, v. 47, n. 1, p.162-171, 2016.

SOUZA, R. S.; WEBER, O. L. S.; SCARAMUZZA, J. F.; RIBEIRO, E. S. Concentração de macronutrientes e de sódio em mudas de mogno submetidas ao estresse salino. **Nativa**, v. 5, n.2, p.127-132. 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p

TOHIDI-MOGHADAM, H. R.; SHIRANI-RAD, A. H.; NOUR-MOHAMMADI, G.; HABIBI, D.; MODARRES-SANAVY, S. A. M.; MASHHADI-AKBAR-BOOJAR, M.; DOLATABADIAN, A. Response of six oilseed rape genotypes to water stress and hydrogel application **Pesq. Agropec. Trop.**, v. 39, n. 3, p. 243-250, 2009.

TRINDADE, A.; FARIA, N.; ALMEIDA, F. Uso de esterco no desenvolvimento de mudas de mamoeiro colonizadas com fungos micorrízicos. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 35, n. 7, p. 1389-1394, 2000.

TSUKAMOTO FILHO, A. A; CARVALHO, J. L.O.; COSTA, R.B.; DALMOLIN, Â.C.; BRONDANI, G.E. Regime de regas e cobertura de substrato afetam o crescimento inicial de mudas de *Myracrodruon urundeuva*. **Flor. Amb.** v.20, n.4, p. 521-529, 2013.

VALLONE, H. S. Recipientes e substratos na produção de mudas e no desenvolvimento inicial de cafeeiros (*Coffea arabica* L). **Tese (Doutorado) UFLA – Lavras**, 2006.

VALLONE, H. S.; GUIMARÃES, R.J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S.; DIAS, F. P.; CARVALHO, A. M. Recipientes e substratos na produção de mudas e no desenvolvimento inicial de cafeeiros após o plantio. **Ciên. Agrot.**, v.33, p.327-1335. 2009.

VALLONE, H. S.; GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; CUNHA, R. L; CARVALHO, G. R.; DIAS, F. P. Efeito de recipientes e substratos utilizados na produção de mudas de cafeeiro no desenvolvimento inicial em casa de vegetação, sob estresse hídrico. **Ciênc. agrotec.**, v. 34, n. 2, p. 320-328, 2010.

VERVLOET FILHO, R. H. Utilização de hidrotentor em substrato semi-saturado na produção de mudas de eucalipto. **Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)** – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias. 2011.

VIANA, M. C. M.; QUEIROZ, C. G. S.; DURÃES, F. O. M.; SOUZA, I. R. P.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; MACHADO, R. A. F. Alterações em pigmentos e danos em membranas de milho submetido ao déficit hídrico. **In: XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo**. Florianópolis. Anais... Sete Lagoas: ABMS, 2002.

VIANA, J. S.; GONÇALVES, E. P.; ANDRADE, L. A.; OLIVEIRA, L. S. B.; SILVA, E. O. Crescimento de mudas de *Bauhinia Forficata* Link em diferentes tamanhos de recipientes. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 4, p. 663-671, 2008.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Encicl. Biosf.**, v.6, n.11, 2010.

ZONTA, H. J.; BRAUN, H.; REIS, E. F.; PAULUCIO, D.; ZONTA, J. B. Influência de diferentes turnos de rega e doses de hidroabsorvente no desenvolvimento inicial da cultura do café conillon (*Coffea canephora* Pierre). **Idesia (Chile)**, v.27 n. 3, p. 29-34, 2009.