



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DO SOLO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO**

**FRANCISCO ÍTALO FERNANDES DE OLIVEIRA**

**INFLUÊNCIA DO MODO DE IRRIGAÇÃO NA TOLERÂNCIA DE PLANTAS  
ORNAMENTAIS À SALINIDADE DA ÁGUA**

**FORTALEZA**

**2016**

FRANCISCO ÍTALO FERNANDES DE OLIVEIRA

INFLUÊNCIA DO MODO DE IRRIGAÇÃO NA TOLERÂNCIA DE PLANTAS  
ORNAMENTAIS À SALINIDADE DA ÁGUA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo. Área de concentração: Manejo do Solo e da Água.

Orientador: Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda.

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Federal do Ceará

Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

O47i

Oliveira, Francisco Ítalo Fernandes de.

Influência do modo de irrigação na tolerância de plantas ornamentais à salinidade da água / Francisco Ítalo Fernandes de Oliveira. – 2016.

105 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas), Fortaleza, 2016.

Orientação: Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda.

1. Estresse salino. 2. *Catharanthus roseus*. 3. *Allamanda cathartica*. 4. *Ixora coccinea*. 5. *Duranta erecta*.  
I. Título.

CDD 631.4

---

FRANCISCO ÍTALO FERNANDES DE OLIVEIRA

TOLERÂNCIA DE PLANTAS ORNAMENTAIS À SALINIDADE  
DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas. Área de concentração: Dinâmica do Solo e da água associada ao manejo do solo.

Aprovada em: 29/07/2016.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. José Adeilson Medeiros do Nascimento  
Instituto Federal do Ceará (IFCE)

---

Dr.<sup>a</sup> Antonia Leila Rocha Neves  
Bolsista PNPd (CAPES/INCTSal)

A Deus, pela fé que me mantém vivo e fiel à vida,  
ao trabalho e ao estudo;

À minha família, que nem sempre soube entender  
minha ausência, mas sempre me apoiou;

À minha querida noiva, pela ajuda e apoio  
durante os momentos de ansiedade e estresse.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas conquistas que tem me proporcionado e pela dádiva da vida.

Aos meus pais, Juvêncio Fernandes Neto e Helenilda Fernandes de Oliveira, que abdicaram de muitas coisas, para que eu pudesse realizar os meus sonhos. Obrigado por terem me ensinado o valor do saber.

Ao meu irmão Flaviano Fernandes de Oliveira, por está sempre torcendo por minhas conquistas.

À minha noiva, Júlia Medeiros, por está sempre ao meu lado, apoiando e acreditando em nós. Agradeço a Deus por ter colocado você em meu caminho, te amo!

À Universidade Federal do Ceará – UFC, pela estrutura física oferecida, e em especial, ao Departamento de Ciência do Solo, pela acolhida durante o curso de Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pelo apoio financeiro, com a manutenção da bolsa de auxílio.

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade – INCTSal, pelo apoio financeiro, que viabilizou a realização do experimento.

Ao Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda, pela amizade, orientação e dedicação.

Aos professores participantes da banca examinadora, Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda, Prof. Dr. José Adeilson M. do Nascimento, Dr<sup>a</sup>. Antonia Leila R. Neves, e aos suplentes Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Mirian Cristina G. Costa, Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante e Dr. Carlos Henrique C. de Sousa, pelo tempo dedicado e pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos professores que passaram por toda minha vida, pelos conhecimentos compartilhados, sugestões e correções.

Aos colegas da turma de mestrado, pelas reflexões, críticas e sugestões dadas.

Aos amigos do Laboratório de Relações Solo-Água-Planta, Júlia Medeiros, Carlos Henrique, Leila Neves, Davi Rodrigues, Régis Santos, Adriana, Mailson, Maria da Saúde (Sassá), Jardelson, Aureliano, Mayara e Emanuelle, pela ajuda e incentivo durante a condução do experimento.

Aos demais amigos da UFC, Denise de Castro, Josivan, Givanilson, Edineide e Ana Carolina, pela convivência durante esse período.

A todos que contribuíram para a realização desta pesquisa, o meu muito obrigado!

*“ Segue o teu destino,  
Rega as tuas plantas,  
Ama as tuas rosas.  
O resto é a sombra  
De árvores alheias. ”*

***(Fernando Pessoa)***

## RESUMO

O comércio mundial de flores e plantas ornamentais, do qual o ramo mais expressivo é o de flores de corte, seguido pelo de plantas vivas, é um segmento importante economicamente para o Brasil, sobretudo, para a região Nordeste. Embora a região Nordeste apresente condições climáticas favoráveis ao cultivo de flores e plantas ornamentais, a água de irrigação de baixa qualidade, revela-se como um problema. As espécies vegetais apresentam diferentes mecanismos de tolerância aos sais, em alguns casos, permitindo sua sobrevivência e produção. Dessa forma, a pesquisa objetivou avaliar a tolerância de quatro espécies ornamentais a níveis crescentes de salinidade da água de irrigação e diferentes modos de fornecimento da água. A pesquisa foi desenvolvida em ambiente protegido, no período de setembro a novembro de 2015, na área experimental da Estação Agrometeorológica, no Campus Universitário do Pici, da Universidade Federal do Ceará, município de Fortaleza – Ceará. Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados, arranjos em parcelas subdivididas, com quatro repetições, com seis níveis de salinidade da água de irrigação nas parcelas ( $A_1 - 0,6$ ;  $A_2 - 1,2$ ;  $A_3 - 1,8$ ;  $A_4 - 2,4$ ;  $A_5 - 3,0$  e  $A_6 - 3,6$   $dS\ m^{-1}$ ), dois modos de irrigação nas subparcelas ( $M_1$  - irrigação localizada e  $M_2$  - irrigação não localizada) e quatro espécies ornamentais nas subsubparcelas ( $E_1$  - *Catharanthus roseus*;  $E_2$  - *Allamanda cathartica*;  $E_3$  - *Ixora coccinea* e  $E_4$  - *Duranta erecta*), com 48 plantas em cada bloco, totalizando cento e noventa e duas unidades experimentais. As mudas das espécies ornamentais foram transplantadas para vasos de material plástico, com volume de 7 litros, preenchidos com uma camada de brita e com substrato, composto por uma mistura de areia e húmus de minhoca, na proporção de 2:1, respectivamente. Foram avaliados parâmetros biométricos, fisiológicos, nutricionais e sensoriais nas plantas. As variáveis mais adequadas para classificar as espécies, quanto a tolerância a salinidade, são as relacionadas a produção de biomassa. As espécies são mais sensíveis à irrigação pelo modo não localizado do que ao modo localizado. As espécies que se mostraram mais tolerantes a salinidade da água de irrigação foram a *Catharanthus roseus* e *Ixora coccinea*.

**Palavras-chave:** Estresse salino. Tolerância à salinidade. *Catharanthus roseus*. *Allamanda cathartica*. *Ixora coccinea*. *Duranta erecta*.



## ABSTRACT

World trade of flowers and ornamental plants, of which the most significant branch is cut flowers, followed by the live plants, is an important segment economically to Brazil especially for the Northeast. Although the Northeast region has favorable climatic conditions for the cultivation of flowers and ornamental plants, low quality irrigation water, it is revealed as a problem. The plant species exhibit different mechanisms of tolerance to salt, in some cases, allowing their survival and production. Thus, the research aimed to evaluate the tolerance of four ornamental species to increasing levels of salinity of irrigation water and different modes of supply of water. The research was conducted in a protected environment, in the period from September to November 2015, in the experimental area of the weather station at the University Campus of Pici, the Federal University of Ceará, Fortaleza - Ceará. The treatments were distributed in randomized blocks, arranged in a split plot design with four replications with six levels of salinity of irrigation water to the plots ( $A_1$  - 0.6;  $A_2$  - 1.2;  $A_3$  - 1.8;  $A_4$  - 2.4;  $A_5$  - 3.0 and  $A_6$  - 3.6 dS m<sup>-1</sup>), two modes of irrigation in the subplots ( $M_1$  - localized irrigation and  $M_2$  - not localized irrigation) and four ornamental species in subsubplots ( $E_1$  - *Catharanthus roseus*;  $E_2$  - *Allamanda cathartica*;  $E_3$  - *Ixora coccinea* and  $E_4$  - *Duranta erecta*), with 48 plants in each block, totaling one hundred ninety-two experimental units. The seedlings of ornamentals were transferred to plastic pots with a volume of 7 liters filled with a gravel layer and substrate, comprising a mixture of sand and earthworm humus, in the ratio 2:1 respectively. They were evaluated biometric, physiological, nutritional and sensorial parameters in plants. The most appropriate variables to classify the species as tolerance to salinity, are related to biomass production. The species are more sensitive to the irrigation method not located than the localized mode. The species that are more tolerant to salinity of irrigation water were *Catharanthus roseus* and *Ixora coccinea*.

**Keywords:** Salt stress. Salinity tolerance. *Catharanthus roseus*. *Allamanda cathartica*. *Ixora coccinea*. *Duranta erecta*.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1</b> – Ambiente protegido, do tipo casa de vegetação, utilizada para condução do experimento.....  | 26 |
| <b>Figura 2</b> – Valores médios diários referentes à temperatura e umidade relativa do ar (A) e luminosidade (B), durante a condução do experimento.....   | 27 |
| <b>Figura 3</b> – Croqui do experimento.....  | 29 |
| <b>Figura 4</b> – Modos de irrigação, irrigação localizada (A) e irrigação não localizada (B).....  | 30 |
| <b>Figura 5</b> – Espécies utilizadas no experimento, <i>Catharanthus roseus</i> (A); <i>Allamanda cathartica</i> (B); <i>Ixora coccinea</i> (C) e <i>Duranta erecta</i> (D), 15 dias após o transplântio.....                                      | 30 |
| <b>Figura 6</b> – Dimensões dos vasos (A) e preenchimento dos vasos (B).....  | 31 |
| <b>Figura 7</b> – Disposição dos vasos antes de serem preenchidos (A) e após o preenchimento e transplântio das mudas (B).....  | 31 |
| <b>Figura 8</b> – Mensuração do diâmetro caulinar das plantas ornamentais.....  | 33 |
| <b>Figura 9</b> – Mensuração da área foliar das plantas ornamentais.....  | 34 |
| <b>Figura 10</b> – Separação das plantas em raiz (B), caule (C) e folhas (D).....   | 36 |
| <b>Figura 11</b> – Avaliação das trocas gasosas das plantas ornamentais.....  | 37 |
| <b>Figura 12</b> – Análise sensorial realizada no Encontro Universitário da UFC, Campus do Pici.....  | 40 |
| <b>Figura 13</b> – Altura de plantas (AP) ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A) e não localizada (B).....   | 43 |
| <b>Figura 14</b> – Diâmetro caulinar (DC) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A) e não localizada (B).....  | 45 |
| <b>Figura 15</b> – Número de ramos de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A) e não localizada (B).....   | 46 |
| <b>Figura 16</b> – Área foliar (AF) e área foliar específica (AFE) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A e C) e não localizada (B e D), respectivamente.....                          | 48 |
| <b>Figura 17</b> – Razão de área foliar (RAF) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A) e não localizada (B).....  | 49 |
| <b>Figura 18</b> – Taxa de crescimento absoluto em altura (TCAA) e diâmetro caulinar (TCAD) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A e C) e não localizada (B e D), respectivamente..... | 51 |
| <b>Figura 19</b> – Taxas de crescimento relativo em altura (TCRA) e diâmetro caulinar (TCRD) de   |    |

|  |    |
|--|----|
| plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A e C) e não localizada (B e D), respectivamente. ....  | 53 |
| <b>Figura 20</b> – Biomassa seca radicular (BSR) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A) e não localizada (B).....  | 55 |
| <b>Figura 21</b> – Biomassa seca da parte aérea (BSPA) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A) e não localizada (B).....  | 56 |
| <b>Figura 22</b> – Biomassa seca total (BST) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A) e não localizada (B).....  | 58 |
| <b>Figura 23</b> – Condutância estomática (gs) (A e B), fotossíntese (A) (C e D), transpiração (E) (E e F) e concentração interna de CO <sub>2</sub> (Ci) (G e H) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada e não localizada, respectivamente. .... | 60 |
| <b>Figura 24</b> – Índice Spad de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A) e não localizada (B). ....   | 65 |
| <b>Figura 25</b> – Teor de cloro nos caules (Cl <sub>C</sub> ) e nas folhas (Cl <sub>F</sub> ) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A e C) e não localizada (B e D), respectivamente.....   | 67 |
| <b>Figura 26</b> – Teor de sódio nos caules (Na <sub>C</sub> ) e nas folhas (Na <sub>F</sub> ) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A e C) e não localizada (B e D), respectivamente.....   | 69 |
| <b>Figura 27</b> – Teor de cálcio nos caules (Ca <sub>C</sub> ) e nas folhas (Ca <sub>F</sub> ) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A e C) e não localizada (B e D), respectivamente.....  | 72 |
| <b>Figura 28</b> – Teor de potássio nos caules (K <sub>C</sub> ) e nas folhas (K <sub>F</sub> ) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A e C) e não localizada (B e D), respectivamente.....  | 73 |
| <b>Figura 29</b> – Teor de prolina nos caules (Pro <sub>C</sub> ) e nas folhas (Pro <sub>F</sub> ) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A e C) e não localizada (B e D), respectivamente.....   | 76 |
| <b>Figura 30</b> – Preferência dos julgadores quando questionados sobre qual das amostras de <i>C. roseus</i> (A), <i>A. cathartica</i> (B), <i>I. coccinea</i> (C) e <i>D. erecta</i> (D), submetidas a irrigação localizada (■) e não localizada (■) comprariam. ....                                    | 88 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabela 1</b> – Atributos químicos do material utilizado como substrato. ....  | 28 |
| <b>Tabela 2</b> – Atributos físicos do material utilizado como substrato. ....   | 28 |
| <b>Tabela 3</b> – Resultados da análise de qualidade da água do poço, utilizada para obter os níveis salinos.....  | 29 |
| <b>Tabela 4</b> – Classificação de genótipos quanto à tolerância à salinidade, baseando-se na redução da produção.....   | 39 |
| <b>Tabela 5</b> – Espécies, tratamentos e códigos de três dígitos que as amostras receberam antes da análise sensorial.....  | 41 |
| <b>Tabela 6</b> – Resumo das análises de variâncias, referentes aos dados de altura de plantas (AP), diâmetro caulinar (DC), número de ramos (NR), área foliar (AF), área foliar específica (AFE) e razão de área foliar (RAF) de plantas ornamentais, cultivadas com águas salinas e diferentes modos de irrigação. ....            | 42 |
| <b>Tabela 7</b> – Resumo das análises de variâncias referentes às taxas de crescimento absoluto em altura (TCAA), e em diâmetro (TCAD) e taxa de crescimento relativo em altura (TCRA) e em diâmetro (TCRD) de plantas ornamentais, cultivadas com água salina e diferentes modos de irrigação.....                                  | 50 |
| <b>Tabela 8</b> – Resumo das análises de variâncias referentes aos dados de biomassa seca radicular (BSR), biomassa seca da parte aérea (BSPA) e biomassa seca total (BST) de plantas ornamentais, cultivadas com água salina e diferentes modos de irrigação. ....  | 54 |
| <b>Tabela 9</b> – Resumo das análises de variâncias referentes aos dados de condutância estomática (gs), fotossíntese (A), transpiração (E) e concentração interna de CO <sub>2</sub> (C <sub>i</sub> ) de plantas ornamentais, cultivadas com água salina e diferentes modos de irrigação. ....                                     | 59 |
| <b>Tabela 10</b> – Resumo das análises de variâncias referentes aos dados de índice SPAD de plantas ornamentais, cultivadas com água salina e diferentes modos de irrigação.....   | 64 |
| <b>Tabela 11</b> – Resumo das análises de variâncias referentes aos teores de cloro nos caules (Cl <sub>C</sub> ) e nas folhas (Cl <sub>F</sub> ) e teores de sódio nos caules (Na <sub>C</sub> ) e nas folhas (Na <sub>F</sub> ) de plantas ornamentais, cultivadas com água salina e diferentes modos de irrigação. ....           | 66 |
| <b>Tabela 12</b> – Resumo das análises de variâncias referentes aos dados de teores de cálcio nos caules (Ca <sub>C</sub> ) e nas folhas (Ca <sub>F</sub> ) e teores de potássio nos caules (K <sub>C</sub> ) e nas folhas (K <sub>F</sub> ) de plantas ornamentais, cultivadas com água salina e diferentes modos de irrigação..... | 70 |
| <b>Tabela 13</b> – Resumo das análises de variâncias referentes aos dados de teores de prolina nos caules (Pro <sub>C</sub> ) e folhas (Pro <sub>F</sub> ) de plantas ornamentais, cultivadas com água salina e diferentes   |    |

|  |    |
|--|----|
| modos de irrigação. ....   | 75 |
| <b>Tabela 14</b> – Porcentagem de plantas ornamentais vivas ao final do experimento, cultivadas com água salina e diferentes modos de irrigação, aos 60 dias após a aplicação dos tratamentos salinos. ....  | 78 |
| <b>Tabela 15</b> – Redução da produção de BSR, BSPA, BST, AF e A de plantas da espécie <i>C. roseus</i> e classificação quanto à tolerância a salinidade, em resposta às combinações de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e diferentes modos de irrigação, aos 60 dias após o início dos tratamentos salinos. ....                        | 79 |
| <b>Tabela 16</b> – Redução da produção de BSR, BSPA, BST, AF e A de plantas da espécie <i>A. cathartica</i> e classificação quanto à tolerância a salinidade, em resposta às combinações de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e diferentes modos de irrigação, aos 60 dias após o início dos tratamentos salinos. ....                    | 80 |
| <b>Tabela 17</b> – Redução da produção de BSR, BSPA, BST, AF e A de plantas da espécie <i>I. coccinea</i> e classificação quanto à tolerância a salinidade, em resposta às combinações de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e diferentes modos de irrigação, aos 60 dias após o início dos tratamentos salinos. ....                      | 81 |
| <b>Tabela 18</b> – Redução da produção de BSR, BSPA, BST, AF e A de plantas da espécie <i>D. erecta</i> e classificação quanto à tolerância a salinidade, em resposta às combinações de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e diferentes modos de irrigação, aos 60 dias após o início dos tratamentos salinos. ....                        | 82 |
| <b>Tabela 19</b> – Notas atribuídas à cor das folhas ( $C_{FO}$ ), tamanho das folhas ( $T_{FO}$ ), aparência geral das folhas ( $AG_{FO}$ ), cor das flores ( $C_{FL}$ ), tamanho das flores ( $T_{FL}$ ) e aparência geral das flores ( $AG_{FL}$ ) de plantas de <i>C. roseus</i> , irrigadas com águas salinas e diferentes modos de irrigação. ....     | 84 |
| <b>Tabela 20</b> – Notas atribuídas à cor das folhas ( $C_{FO}$ ), tamanho das folhas ( $T_{FO}$ ), aparência geral das folhas ( $AG_{FO}$ ), cor das flores ( $C_{FL}$ ), tamanho das flores ( $T_{FL}$ ) e aparência geral das flores ( $AG_{FL}$ ) de plantas de <i>A. cathartica</i> , irrigadas com águas salinas e diferentes modos de irrigação. .... | 85 |
| <b>Tabela 21</b> – Notas atribuídas à cor das folhas ( $C_{FO}$ ), tamanho das folhas ( $T_{FO}$ ), aparência geral das folhas ( $AG_{FO}$ ), cor das flores ( $C_{FL}$ ), tamanho das flores ( $T_{FL}$ ) e aparência geral das flores ( $AG_{FL}$ ) de plantas de <i>I. coccinea</i> , irrigadas com águas salinas e diferentes modos de irrigação. ....   | 86 |
| <b>Tabela 22</b> – Notas atribuídas à cor das folhas ( $C_{FO}$ ), tamanho das folhas ( $T_{FO}$ ), aparência geral das folhas ( $AG_{FO}$ ), cor das flores ( $C_{FL}$ ), tamanho das flores ( $T_{FL}$ ) e aparência geral das flores  |    |

(AG<sub>FL</sub>) de plantas de *D. erecta*, irrigadas com águas salinas e diferentes modos de irrigação.  
..... 87

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....   | 18 |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....  | 20 |
| <b>2.1 Uso de água salina na agricultura</b> .....  | 20 |
| <b>2.2 Efeitos da salinidade sobre as plantas</b> .....   | 21 |
| <b>2.3 Métodos de aplicação de água de irrigação</b> .....  | 22 |
| <b>2.4 Mecanismos de tolerância das plantas à salinidade</b> .....  | 23 |
| <b>2.5 Plantas ornamentais no Brasil</b> .....  | 24 |
| <b>2.6 Espécies ornamentais: <i>Catharanthus roseus</i>, <i>Allamanda cathartica</i>, <i>Ixora coccinea</i> e <i>Duranta erecta</i></b> ..... | 24 |
| <b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....   | 26 |
| <b>3.1 Localização do experimento</b> .....   | 26 |
| <b>3.2 Estrutura física do experimento</b> .....  | 26 |
| <b>3.3 Caracterização do substrato</b> .....  | 27 |
| <b>3.4 Delineamento experimental e tratamentos</b> .....  | 28 |
| <b>3.5 Instalação do experimento</b> .....  | 31 |
| <b>3.6 Manejo e condução do experimento</b> .....   | 32 |
| <b>3.7 Variáveis analisadas</b> .....   | 32 |
| <b>3.7.1 Variáveis biométricas</b> .....  | 32 |
| 3.7.1.1 <i>Altura de plantas</i> .....  | 32 |
| 3.7.1.2 <i>Diâmetro caulinar</i> .....  | 32 |
| 3.7.1.3 <i>Número de ramos</i> .....  | 33 |
| 3.7.1.4 <i>Área foliar</i> .....  | 33 |
| 3.7.1.5 <i>Área foliar específica</i> .....   | 34 |
| 3.7.1.6 <i>Razão de área foliar</i> .....   | 34 |
| <b>3.7.2 Análises quantitativas de crescimento</b> .....  | 35 |
| 3.7.2.1 <i>Taxa de crescimento absoluto</i> .....   | 35 |
| 3.7.2.2 <i>Taxa de crescimento relativo</i> .....   | 35 |
| <b>3.7.3 Produção de biomassa</b> .....   | 36 |
| <b>3.7.4 Variáveis fisiológicas</b> .....   | 37 |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.7.4.1 Trocas gasosas .....                                     | 37        |
| 3.7.5 Teores de clorofila total: Índice SPAD .....               | 37        |
| 3.7.6 Análise química do tecido vegetal .....                    | 38        |
| 3.7.7 Porcentagem de plantas vivas ao final do experimento ..... | 39        |
| 3.7.8 Índices de tolerância à salinidade.....                    | 39        |
| 3.7.9 Análise sensorial.....                                     | 40        |
| 3.7.10 Análise estatística .....                                 | 41        |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                            | <b>42</b> |
| 4.1 Variáveis biométricas .....                                  | 42        |
| 4.1.1 Altura de plantas.....                                     | 43        |
| 4.1.2 Diâmetro caulinar .....                                    | 44        |
| 4.1.3 Número de ramos .....                                      | 45        |
| 4.1.4 Área foliar e área foliar específica .....                 | 47        |
| 4.2 Análises quantitativas de crescimento .....                  | 50        |
| 4.2.1 Taxa de crescimento absoluto .....                         | 51        |
| 4.2.2 Taxa de crescimento relativo .....                         | 52        |
| 4.3 Produção de biomassa.....                                    | 54        |
| 4.3.1 Biomassa seca da raiz.....                                 | 55        |
| 4.3.2 Biomassa seca da parte aérea .....                         | 56        |
| 4.3.3 Biomassa seca total .....                                  | 57        |
| 4.4 Variáveis fisiológicas .....                                 | 59        |
| 4.4.1 Trocas gasosas .....                                       | 60        |
| 4.5 Teores de clorofila total: Índice SPAD.....                  | 63        |
| 4.6 Análise química do tecido vegetal .....                      | 65        |
| 4.6.1 Teores de cloro nos caules e nas folhas .....              | 66        |
| 4.6.2 Teores de sódio nos caules e nas folhas.....               | 68        |
| 4.6.3 Teores de cálcio nos caules e nas folhas.....              | 71        |
| 4.6.4 Teores de potássio nos caules e nas folhas .....           | 73        |



|  |     |
|--|-----|
| 8.6.5 Teores de prolina nos caules e nas folhas .....          | 74  |
| 4.7 Porcentagem de plantas vivas ao final do experimento ..... | 77  |
| 4.8 Índice de tolerância à salinidade.....                     | 78  |
| 4.9 Análise sensorial .....                                    | 83  |
| 5 CONCLUSÕES .....   | 90  |
| REFERÊNCIAS .....  | 91  |
| APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS.....               | 105 |

## 1 INTRODUÇÃO

O comércio mundial de flores e plantas ornamentais movimenta anualmente bilhões de dólares, e se concentra nos países da União Europeia, Estados Unidos e Japão. O ramo mais expressivo é o de flores de corte, seguido pelo de plantas vivas e bulbos. A Holanda é o principal exportador e importador de produtos desse segmento, dominando o mercado internacional. Na América Latina, o principal exportador é a Colômbia, tendo como seu principal comprador os Estados Unidos.

No Brasil, o segmento de ornamentais se consolida como uma importante atividade econômica, devido principalmente aos aspectos climáticos, que favorecem o cultivo de espécies de clima temperado e tropical durante o ano todo. Na última década, esse segmento, apresentou crescimento bastante expressivo, gerando empregos diretos e indiretos, por requerer mão-de-obra intensiva ao longo de toda cadeia produtiva, evidenciando grande dinamismo. Estima-se que a atividade movimentou cerca de 3,8 bilhões de reais no ano de 2011 (JUNQUEIRA e PEETZ, 2011).

A região Nordeste, nos últimos anos, vem registrando taxas significativas de crescimento no segmento de flores e de espécies ornamentais, com destaque para o Estado do Ceará, como um dos principais produtores, sendo o segundo maior exportador de rosas e flores tropicais do País, ficando atrás somente do estado de São Paulo (IBRAFLOR, 2015). O diferencial do Estado do Ceará, em relação aos demais estados produtores, é a forte luminosidade, que influencia diretamente a produção de flores e plantas ornamentais.

Embora a região Nordeste apresente condições climáticas favoráveis ao cultivo de flores e plantas ornamentais, a água de irrigação, muitas vezes, é de baixa qualidade, devido aos altos teores de sais dissolvidos, que causam efeitos nocivos ao solo, principalmente pelas alterações em suas propriedades químicas e físicas, enquanto que nas plantas, reduz o crescimento e desenvolvimento, principalmente nas espécies com menor tolerância à salinidade. Essa situação é agravada durante o período de estiagem.

Para essa região, a agricultura irrigada é de grande importância, sobretudo, para o desenvolvimento econômico. Porém, a disponibilidade de recursos hídricos de boa qualidade é escassa, e a agricultura irrigada tem aumentado o interesse dos produtores pelo uso de fontes de águas salinas, e de espécies capazes de tolerar os efeitos deletérios dos sais, produzindo de forma satisfatória.

As espécies vegetais apresentam diferentes mecanismos de tolerância aos efeitos dos sais, permitindo sua sobrevivência e produção. A utilização de águas salinas na agricultura

deve, portanto, ser precedida de estudos científicos, que mostrem o seu impacto sobre a quantidade e qualidade dos produtos agrícolas, buscando encontrar genótipos mais adaptados e técnicas mais adequadas para atenuar os efeitos dos sais sobre as plantas.

Destaca-se, ainda, que as informações sobre o manejo da irrigação, mesmo quando se utilizam águas de baixa salinidade em plantas ornamentais são escassas. Embora existam espécies que se desenvolvem satisfatoriamente em condições salinas, a maioria das culturas se mostram sensíveis ao excesso de sais presentes na água de irrigação. A obtenção de cultivares mais tolerantes ainda é uma tarefa não alcançada. Dessa forma, surge a necessidade de novas abordagens nas pesquisas, devendo-se avaliar estratégias que possam resultar no melhor aproveitamento da terra e dos recursos hídricos com problemas de salinização.

Considerando o crescimento e a importância do segmento de flores e plantas ornamentais na região Nordeste, e que o grau de tolerância à salinidade da água de irrigação varia entre espécies, cultivares e até mesmo com a forma de aplicação, fazem-se necessários estudos, com espécies que possam apresentar mecanismos de tolerância aos sais presentes na água de irrigação. Para verificação desta hipótese, parâmetros biométricos, fisiológicos, nutricionais e sensoriais foram avaliados. A pesquisa teve como objetivo avaliar a tolerância das espécies ornamentais *Catharantus roseus*, *Allamanda cathartica*, *Ixora coccinea* e *Duranta erecta* a níveis crescentes de salinidade da água de irrigação e diferentes modos de fornecimento da água.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Uso de água salina na agricultura

Estima-se que, 45 milhões de hectares cultivadas com agricultura irrigada no mundo enfrentem problemas de salinidade, o que corresponde a aproximadamente 19,5% das áreas irrigadas do mundo, sendo que desse total, 40% localizam-se em regiões áridas e semiáridas (CARVALHO et al., 2012). No Brasil, a salinidade afeta aproximadamente 9 milhões de hectares, correspondendo a 2% das terras brasileiras (LACERDA et al., 2010). Segundo Ribeiro (2010), na região Nordeste, 9,1 mil hectares apresentam problemas de salinidade. Os estados da Bahia e Ceará são os principais afetados por sais, totalizando 44 e 25,5% da área total do País, respectivamente (LACERDA et al., 2010).

A agricultura enfrenta um grande problema em todo o mundo, a escassez de água de boa qualidade. Isso tem forçado muitos produtores a utilizar água salobra para irrigar as culturas (SAVVAS et al., 2007; DIAS; GHEYI; SOUSA NETO, 2014). O uso de águas de baixa qualidade na irrigação, associado a aplicações excessivas de fertilizantes, falta de drenagem e a baixa eficiência dos sistemas de irrigação, são as principais razões para o aumento da salinidade do solo em áreas produtivas (TRAVASSOS et al., 2011; DIAS; GHEYI; SOUSA NETO, 2014).

Devido à pressão demográfica e econômica exercida pela sociedade moderna, a disponibilidade de recursos hídricos tem diminuído em quantidade e qualidade. As águas utilizadas para irrigação contêm sais dissolvidos, estando diretamente relacionados à sua qualidade, que varia expressivamente, de acordo com o tipo e a quantidade de sais dissolvidos (DIAS; GHEYI; SOUSA NETO, 2014). Nas regiões áridas e semiáridas irrigadas, a água de baixa qualidade constitui um sério problema, tornando a produção agrícola limitada, já que, reduz a produtividade das culturas a níveis antieconômicos (TRAVASSOS et al., 2011).

Na última década, o uso pouco eficiente da água, a quantidade disponível para uso em diversos setores e a qualidade dessa água tem causado grande preocupação (SINGH; GUPTA, 2009). Nesse contexto, a agricultura bioassalina mostra-se como uma alternativa para o aproveitamento de águas com qualidade inferior, propondo o uso de espécies halófitas e/ou glicófitas, tolerantes à salinidade, tanto da água de irrigação, como do solo, e neste cenário se insere as plantas ornamentais.

## 2.2 Efeitos da salinidade sobre as plantas

No Brasil, devido à extensa área de semiárido existente, a salinidade do solo e da água de irrigação é bastante pesquisada. Os efeitos deletérios da salinidade sobre as plantas, associado à redução no potencial osmótico da solução do solo, distúrbio na nutrição da planta, efeitos de íons específicos ou a interação entre esses fatores, provoca sérios prejuízos à atividade agrícola (ASHRAF, 1994; CAVALCANTE et al., 2010).

Os aspectos fisiológicos, metabólicos e nutricionais das plantas são afetados pelos efeitos do estresse salino (ZHU, 2002; SCHOSSLER et al., 2012), prejudicando assim o desenvolvimento e crescimento das plantas (PRISCO; GOMES-FILHO, 2010). As espécies se comportam de forma diferenciada quanto aos efeitos dos sais, ou seja, cada espécie tolera certo nível de salinidade, sem perda de crescimento e capacidade produtiva, esse nível de tolerância é conhecido como salinidade limiar (AYERS; WESTCOT, 1999; ELOI et al., 2011).

A absorção de água pelas raízes é afetada pela salinidade, pois a presença de sais na solução do solo provoca aumento nas forças de retenção pelo efeito osmótico. O aumento da pressão osmótica pode atingir níveis, que a planta não consegue exercer força suficiente para absorver água, ainda que o solo se encontre aparentemente úmido, fenômeno conhecido como seca fisiológica (DIAS; BLANCO, 2010; ALVES et al., 2011). Dependendo do grau de salinidade do solo a que as plantas são submetidas, pode ocorrer plasmólise das células das raízes e ao invés de absorver, a planta, perde água para a solução do solo (DIAS; BLANCO, 2010).

Os efeitos degenerativos provocados pelos sais resultam em modificações nos mecanismos bioquímicos e fisiológicos das plantas, alterando, dentre outros, os teores foliares de clorofila e carotenoides, comprometendo a atividade fotossintética e, conseqüentemente, o crescimento, o desenvolvimento, a produção e a adaptabilidade aos ambientes adversos (CAVALCANTE et al., 2011a). O estudo sobre os efeitos causados pelos sais sobre as plantas é fundamental, sobretudo, para adoção de práticas de manejo que permitam a produção comercial, com o uso de água salina, diminuindo o uso de água de boa qualidade para a produção agrícola.

### 2.3 Métodos de aplicação de água de irrigação

A irrigação visa o fornecimento racional de água às plantas, proporcionando melhor qualidade e maior produção das culturas, sendo muito utilizada em regiões que apresentam déficit hídrico. Com base nas condições climáticas, de solo, da qualidade e quantidade de água disponível e do tipo de cultura, é realizada a escolha do método de irrigação, que é a forma como a água é levada até a planta (COSTA et al., 2008). A salinidade da água de irrigação é um fator preocupante na agricultura moderna, e influencia diretamente o manejo da irrigação.

Os sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão, são muito utilizados, principalmente pela eficiência do sistema que pode chegar a 90%. A qualidade da água, na agricultura, é utilizada para indicar a conveniência ou limitação de seu uso para fins de irrigação, no entanto, a determinação favorável ou contrária da utilização de água para fins de irrigação, requer o conhecimento das condições de caráter químico que ela apresenta, e também das características físico-químicas dos solos onde será aplicada, bem como da tolerância ou resistência das plantas que serão irrigadas (ALMEIDA, 2010).

A qualidade da água para irrigação relaciona-se com seus efeitos prejudiciais aos solos e as culturas (AYERS; WESTCOT, 1999). A associação de técnicas de manejo, como o uso de espécies tolerantes à salinidade, seleção de métodos de irrigação que reduzam a aplicação direta da água salina na cultura, e aplicação de lâminas de lixiviação do excesso de sais da zona radicular, possibilita o uso de águas salinas e salobras na irrigação (NEVES et al., 2014).

Sistemas de irrigação, que molhem a folhagem das plantas, podem provocar danos a elas, quando irrigadas com água salina. Além dos efeitos resultantes da própria salinidade, as plantas estão sujeitas a danos adicionais, causados pelo acúmulo de íons tóxicos, como o  $\text{Na}^+$  e o  $\text{Cl}^-$ , quando absorvidos diretamente pelas folhas nas células dos tecidos foliares (MAAS, 1986; KATERJI et al., 1996). Segundo Maas (1986), a suscetibilidade ao dano foliar da irrigação por aspersão, com águas salinas, varia consideravelmente entre as espécies, dependendo mais da taxa de absorção foliar e das características da folha do que, propriamente, da tolerância da planta à salinidade do solo.

## 2.4 Mecanismos de tolerância das plantas à salinidade

A salinidade afeta o crescimento das plantas, sobretudo, pela inibição do processo de divisão e expansão celular. A redução no crescimento é provocada, principalmente, pelo decréscimo no potencial hídrico da solução do solo, ao nível abaixo do necessário para que ocorra a absorção de água pelas células das raízes, conseqüentemente, impedindo a expansão celular, visto que, o potencial de pressão da célula tende a se igualar com o do solo, podendo induzir ao estresse hídrico na planta inteira (PARIDA; DAS, 2005; TAIZ; ZEIGER, 2013).

As plantas apresentam diferentes mecanismos de tolerância à salinidade, tanto em nível de célula, como de planta como um todo, podendo ser de baixa ou alta complexidade (MANSOUR; SALAMA, 2004; PARIDA; DAS, 2005). Esses mecanismos incluem: o acúmulo seletivo ou a exclusão de íons; o controle na absorção dos íons pelas raízes e seu transporte para as folhas; a compartimentalização dos íons no vacúolo; a síntese de solutos compatíveis; mudanças na rota fotossintética; alteração na estrutura das membranas; produção de enzimas antioxidantes e hormônios vegetais (TESTER; DAVENPORT, 2003; FLOWERS, 2004; PARIDA; DAS, 2005).

Plantas que apresentam maior eficiência no uso da água podem apresentar maior tolerância à salinidade, devido à maior regulação das perdas de água e pela ocorrência do retardamento no acúmulo de sais nas folhas (FERNANDES et al., 2010). O fechamento dos estômatos pode agir como sinal para ativar múltiplas respostas ao estresse, incluindo a inibição do crescimento de plantas, o que pode ser prejudicial em termos de rendimento (RUGGIERO et al., 2004). Por outro lado, o fechamento temporário dos estômatos evita a ocorrência de danos aos sistemas metabólicos, ajustando-os ao déficit hídrico na planta, seja ele decorrente da escassez de água ou do excesso de sais (MATOS; TEXEIRA JÚNIOR; SILVEIRA, 2003).

Existem também espécies como, por exemplo, a *Tamarix* sp. e *Atriplex* sp. que são capazes de cristalizar os sais nas folhas, isso ocorre devido à presença de glândulas de sal na superfície das folhas. Os íons absorvidos são transportados para as glândulas, onde é cristalizado, tornando-se não prejudicial para as plantas (TAIZ; ZEIGER, 2013). A tolerância ao estresse salino depende da habilidade das plantas em controlar o transporte do sal em pontos estratégicos, impedindo que os sais alcancem níveis tóxicos nas folhas, através da retenção dos sais em outras partes da planta ou na exclusão dos mesmos (DAVENPORT et al., 2005).

## 2.5 Plantas ornamentais no Brasil

No Brasil, a profissionalização e o dinamismo comercial da floricultura são relativamente recentes, porém a atividade apresenta números extremamente significativos. O mercado de flores movimentou R\$ 5,7 bilhões no ano de 2014, e apresentou uma previsão de crescimento de 8% no ano de 2015. A produção envolve 8.248 produtores, distribuídos em mais de 300 municípios, e essa atividade ocupa uma área de 14.992 hectares (IBRAFLOR, 2015).

O agronegócio de flores e plantas ornamentais, no Brasil, tem grande potencial de crescimento devido à diversidade de clima, solo e flora, fatores que contribuem para a expansão, possibilitando o cultivo de diversas espécies de plantas nativas e exóticas (BUAINAIN; BATALHA, 2007). Devido a essas características, é possível produzir flores, folhagem, plantas de vaso e outros derivados, durante todo o ano. Este setor necessita de tecnologias, conhecimento técnico do produtor e um sistema eficiente de distribuição e comercialização para ser competitivo (PEREIRA; MELO; DIAS, 2006).

Os imigrantes tiveram um papel fundamental no processo de organização e crescimento da floricultura brasileira, entre eles, os italianos, os alemães e, principalmente, os japoneses (VENCATO et al., 2006). Nos últimos anos, o setor de ornamentais, têm obtido crescimento bastante aceitável. O maior produtor, consumidor e exportador de flores e plantas ornamentais do Brasil é o Estado de São Paulo, que detém 74,5% da produção, no entanto, outros estados da região Nordeste começam a se destacar nesse cenário, como o Ceará, que se destaca como um dos principais produtores de flores e plantas ornamentais, devido principalmente às condições climáticas (IBRAFLOR, 2015).

## 2.6 Espécies ornamentais: *Catharanthus roseus*, *Allamanda cathartica*, *Ixora coccinea* e *Duranta erecta*

A floricultura é uma atividade inserida no segmento da agricultura irrigada. Consiste no cultivo de flores de corte, flores em vaso, plantas ornamentais, plantas para jardinagem, entre outros, apresentando alta rentabilidade por área cultivada, além da grande capacidade de geração de empregos diretos e indiretos (BEZERRA, 1997). Entre as plantas ornamentais cultivadas encontram-se as espécies: *Catharanthus roseus*, *Allamanda cathartica*, *Ixora coccinea* e *Duranta erecta*, que são utilizadas para a decoração de jardins e/ou cultivadas em vasos.



A *C. roseus*, conhecida popularmente no Brasil, como boa noite, vinca ou maria-sem-vergonha, é nativa de Madagascar, pertence à família Apocynaceae, é uma planta semi-herbácea, rústica, de porte subarborescente, ciclo de vida perene e cultivada em muitos países de clima tropical e subtropical como planta ornamental (MORGAN, 1994; FERREIRA, 2003). A planta apresenta crescimento rápido, podendo atingir de 40 a 80 cm de altura. É reconhecida por sua importância na medicina, devido ser rica em alcalóides que apresentam ação anticancerígena, antiglicêmica e antitérmica (SANTOS et al., 2009).

A *A. cathartica* é nativa do Brasil, da família Apocynaceae e conhecida popularmente como alamanda, alamanda amarela e mini alamanda. Segundo Nayak et al. (2006), as suas raízes são utilizadas na medicina para o tratamento da malária e icterícia no Suriname. Essa espécie é bastante conhecida e frequentemente cultivada em jardins, para formação de cercas vivas, sendo amplamente utilizada no paisagismo no Brasil, apresenta flores vistosas praticamente o ano inteiro, as folhas são verdes e brilhantes e apresenta crescimento moderado (LORENZI; SOUZA, 2001; LOSS et al., 2008).

A espécie *Ixora coccinea*, pertence à família Rubiaceae, originária da Malásia, é muito usada no paisagismo, especialmente em jardins de locais com clima tropical (ALMEIDA et al., 2008). É conhecida vulgarmente pelos nomes de ixora, mini laque ou louro de jardim, é um arbusto semi-herbáceo, ereto ramificado, podendo atingir 80 cm de altura, com florescimento atrativo, há variedades com inflorescência em tons vermelho-alaranjado, amarelo e rosa (LORENZI; SOUZA, 2001). Contudo, a *I. coccinea* não é uma planta exclusivamente ornamental, pois na Índia suas raízes e flores são utilizadas com fins medicinais (LORENZI; SOUZA, 2001).

A *Duranta erecta*, pertence à família Verbenaceae, nativa do México, é muito utilizada em todo o território brasileiro devido a facilidade de adaptação ao clima e solo, além de apresentar um grande potencial ornamental (AMARAL et al., 2012). É conhecida popularmente como pingo-de-ouro, sendo uma planta arbustiva, com ramagem densa e folhas de coloração amarelo-dourado, especialmente as folhas jovens (LORENZI; SOUSA, 2001).

Na literatura, são encontradas várias informações sobre o grau de tolerância ao estresse salino, para várias culturas (AYERS; WESTCOT, 1999; MAAS; GRATAN, 1999). No entanto, para as espécies de plantas ornamentais, essas informações são escassas, considerando que o grau de tolerância das plantas à salinidade da água é variável, estudos sobre o comportamento dessas espécies, em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, é de fundamental importância para o sucesso da atividade, principalmente na região Nordeste, onde a água de irrigação nem sempre apresenta qualidade desejável.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização do experimento

A pesquisa foi desenvolvida no período de setembro a novembro de 2015, na área experimental da Estação Agrometeorológica, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola, no Campus Universitário do Pici, da Universidade Federal do Ceará, município de Fortaleza - Ceará, situado nas coordenadas geográficas: 03° 45' de latitude Sul; 38° 33' de longitude oeste e aproximadamente 20 m de altitude.

O clima do município é do tipo Aw', tropical chuvoso, segundo o sistema de classificação de Koppen, apresentando duas estações bem definidas, sendo uma mais seca de ocorrência no inverno e outra com a ocorrência de chuvas no verão e outono. A umidade relativa média anual é de 77,30%, com média anual de temperatura máxima de 31,0 °C e temperatura mínima de 23,90 °C, conforme dados climáticos coletados no período compreendido entre janeiro de 2000 e janeiro de 2016 (INMET, 2016).

#### 3.2 Estrutura física do experimento

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, do tipo casa de vegetação, com estrutura metálica galvanizada, do tipo arco treliçado, medindo 3,50 m de altura na cumeeira e 2,50 m de pé direito, 6,40 m de largura e 12,50 m de comprimento. A cobertura consiste de filme de polietileno de baixa densidade, com aditivo contra radiação ultravioleta, e espessura de 0,15 mm, com transparência à radiação solar de 80%, apresentando tela anti-afídeos nas laterais, frente e no fundo (Figura 1).

**Figura 1** – Ambiente protegido, do tipo casa de vegetação, utilizada para condução do experimento.

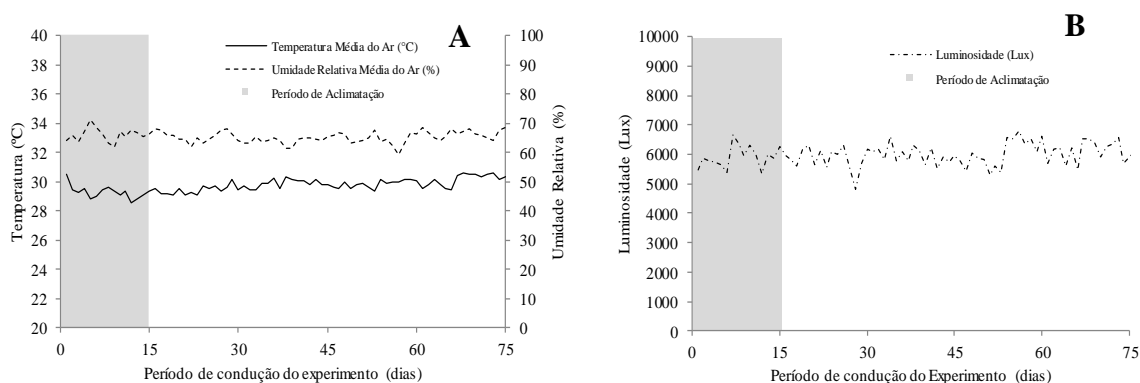


Fonte: autor.

Para fins de caracterização e monitoramento das condições meteorológicas, nas quais o experimento foi conduzido, os dados de temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade (foram consideradas as leituras de luminosidade entre 06:00 e 18:00 horas), no interior do ambiente, foram monitorados com auxílio de um *Data Logger*, fabricante Onset Computer Corporation (modelo HOBO® U12-012 Temp/RH/Light/Ext), instalado no centro do experimento, programado para registrar os dados a cada 30 minutos.

Conforme a Figura 2A, a temperatura média do ar no interior da casa de vegetação variou de 28,59 a 30,62 °C, enquanto a umidade relativa oscilou de 59,10 a 68,46%. Na Figura 2B, observa-se a luminosidade durante o período de condução do experimento, cuja oscilação ficou entre 4.821,73 e 6.802,76 Lux.

**Figura 2** – Valores médios diários referentes à temperatura e umidade relativa do ar (A) e luminosidade (B), durante a condução do experimento.



Fonte: elaborada pelo autor.

### 3.3 Caracterização do substrato

Utilizou-se, como substrato, uma mistura de areia e húmus, na proporção de 2:1, respectivamente. O material foi caracterizado quimicamente quanto à fertilidade, e fisicamente quanto à textura, densidade e porosidade, empregando as metodologias descritas por EMBRAPA (2011), sendo os atributos apresentados nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1** – Atributos químicos do material utilizado como substrato.

| Atributos químicos                 |  |                  |                 |                     |                                   |                                |                    |               |      |
|------------------------------------|--|------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------|---------------|------|
| pH                                 | Ca <sup>2+</sup>                               | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup>      | H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> | Al <sup>3+</sup>               | CE                 | Classificação |      |
| água                               | ----- cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> ----- |                  |                 |                     |                                   |                                | dS m <sup>-1</sup> | -----         |      |
| 6,30                               | 6,50   | 6,30             | 0,83            | 1,44                | 2,31                              | 0,20                           | 3,54               | Normal        |      |
| S                                  | T  | V                | m               | PST                 | P <sub>Assimilável</sub>          | M.O                            | C                  | N             | C/N  |
| cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> |  | ----- % -----    |                 | mg kg <sup>-1</sup> |                                   | ----- g kg <sup>-1</sup> ----- |                    |               |      |
| 15,1                               | 17,4   | 87,0             | 1,15            | 5,0                 | 337,0                             | 23,69                          | 13,74              | 1,51          | 9,10 |

pH – potencial hidrogeniônico. CE – condutividade elétrica do extrato de saturação. S – soma de bases trocáveis. T – capacidade de troca catiônica. V – saturação por bases. m – saturação por alumínio. PST – percentagem de sódio trocável. M.O – matéria orgânica.

Fonte: elaborada pelo autor.

**Tabela 2** – Atributos físicos do material utilizado como substrato.

| Atributos físicos                 |            |                                |        |                            |                                |               |    |    |      |
|-----------------------------------|------------|--------------------------------|--------|----------------------------|--------------------------------|---------------|----|----|------|
| Areia grossa                      | Areia fina | Silte                          | Argila | Ada                        | Classe textural                |               |    |    |      |
| ----- (g kg <sup>-1</sup> ) ----- |            |                                |        |                            |                                |               |    |    |      |
| 429                               | 352        | 139                            | 80     | 48                         | Franco Arenosa                 |               |    |    |      |
| Umidade                           |            | Ds                             | Dp     | Pt                         | GF                             | ID            | Ad |    |      |
| 0,33 atm (g 100g <sup>-1</sup> )  |            | 15 atm (g 100g <sup>-1</sup> ) |        | --- g cm <sup>-3</sup> --- | m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> | ----- % ----- |    |    |      |
| 12,25                             |            | 10,09                          |        | 1,32                       | 2,52                           | 0,48          | 39 | 61 | 2,16 |

Ada – argila dispersa em água. Ds – densidade do solo. Dp – densidade de partículas. Pt – porosidade total. GF – grau de flocculação. ID – índice de dispersão. Ad – água disponível.

Fonte: elaborada pelo autor.

### 3.4 Delineamento experimental e tratamentos

Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados, arranjados em parcelas subdivididas, com quatro repetições, com seis tratamentos nas parcelas, dois nas subparcelas e quatro nas subsubparcelas, com 48 plantas em cada bloco, totalizando cento e noventa e duas unidades experimentais, conforme a Figura 3, em que cada unidade experimental foi composta por uma planta por vaso.

Os tratamentos nas parcelas foram compostos por seis níveis crescentes de condutividade elétrica da água de irrigação. Os tratamentos nas subparcelas foram formados por dois modos de irrigação. As subsubparcelas foram constituídas por quatro espécies ornamentais.

Os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação foram de A<sub>1</sub> - 0,6; A<sub>2</sub> – 1,2; A<sub>3</sub> – 1,8; A<sub>4</sub> – 2,4; A<sub>5</sub> – 3,0 e A<sub>6</sub> – 3,6 dS m<sup>-1</sup>, obtidos pela dissolução dos sais de cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O) na proporção de 7:3, utilizando água de poço, com as características descritas na Tabela 3, para obtenção dos níveis salinos. A água (A<sub>1</sub>), foi obtida adicionando-se água destilada à água do poço, até atingir a condutividade elétrica

desejada. A proporção dos sais utilizados é uma aproximação representativa da maioria das fontes de água disponível para irrigação na região Nordeste do Brasil (MEDEIROS, 1992).

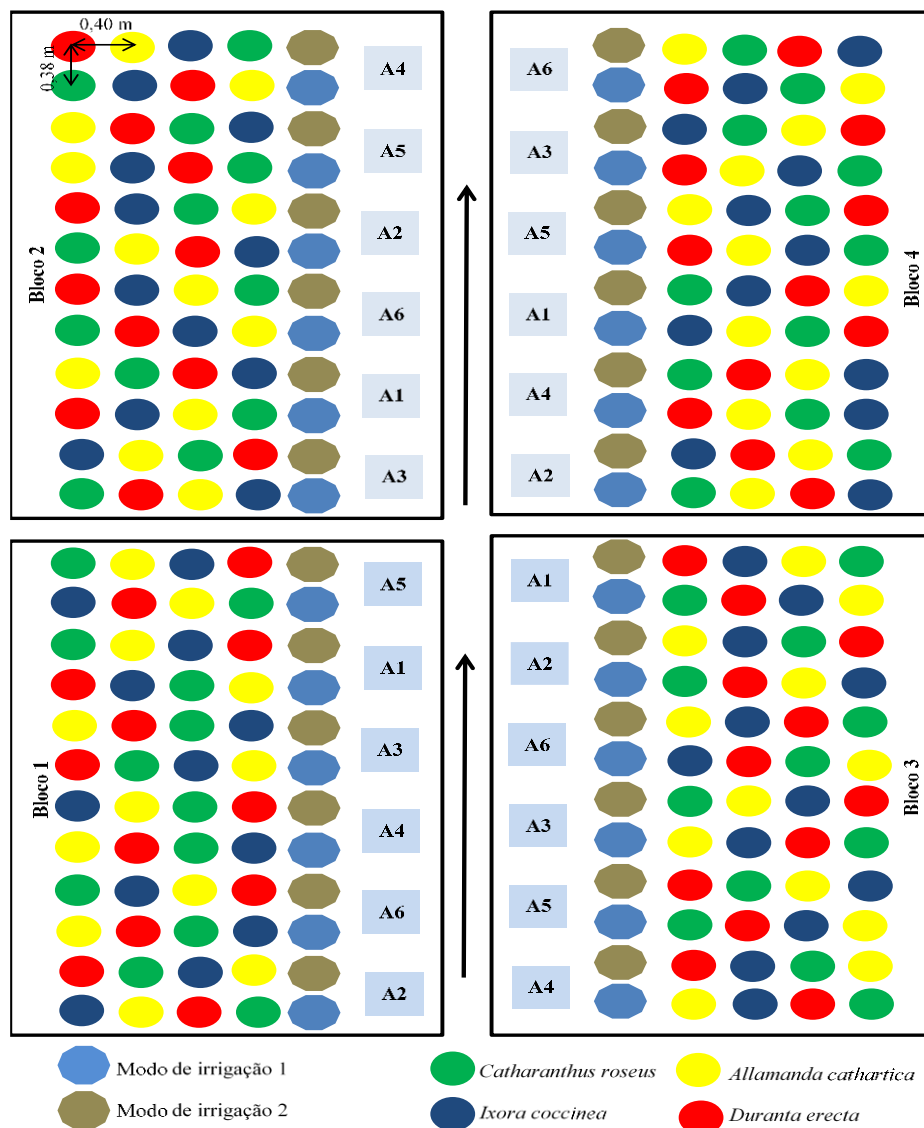
**Tabela 3** – Resultados da análise de qualidade da água do poço, utilizada para obter os níveis salinos.

| Ca <sup>2+</sup>                              | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup>                            | Cl <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> |
|---|------------------|-----------------|---|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| ----- mmol <sub>e</sub> L <sup>-1</sup> ----- |                  |                 |   |                 |                               |                               |                               |
| 1,0   | 2,5              | 5,3             | 0,3                                       | 9,1             | -                             | 0,2                           | -                             |
| CE (dS m <sup>-1</sup> )                      | RAS              | pH              | Sólidos dissolvidos (mg L <sup>-1</sup> ) |                 |                               | Classificação                 |                               |
| 0,92  | 2,84             | 7,4             | 920                                       |                 |                               | C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> |                               |

CE – Condutividade elétrica.

Fonte: elaborada pelo autor.

**Figura 3** – Croqui do experimento.



Fonte: elaborada pelo autor.

Os modos de irrigação foram: M<sub>1</sub> - aplicação da água de irrigação no solo sem molhar as folhas (irrigação localizada) e M<sub>2</sub> - aplicação da água de irrigação através de regador manual, molhando as folhas das plantas (irrigação não localizada) (Figura 4).

**Figura 4** – Modos de irrigação, irrigação localizada (A) e irrigação não localizada (B).



Fonte: autor.

As espécies ornamentais utilizadas foram a E<sub>1</sub> - *Catharanthus roseus*; E<sub>2</sub> - *Allamanda cathartica*; E<sub>3</sub> - *Ixora coccinea* e E<sub>4</sub> - *Duranta erecta*, (Figura 5). As mudas foram obtidas de produtores idôneos, com 45 dias de germinadas, registradas junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

**Figura 5** – Espécies utilizadas no experimento, *Catharanthus roseus* (A); *Allamanda cathartica* (B); *Ixora coccinea* (C) e *Duranta erecta* (D), 15 dias após o transplante.

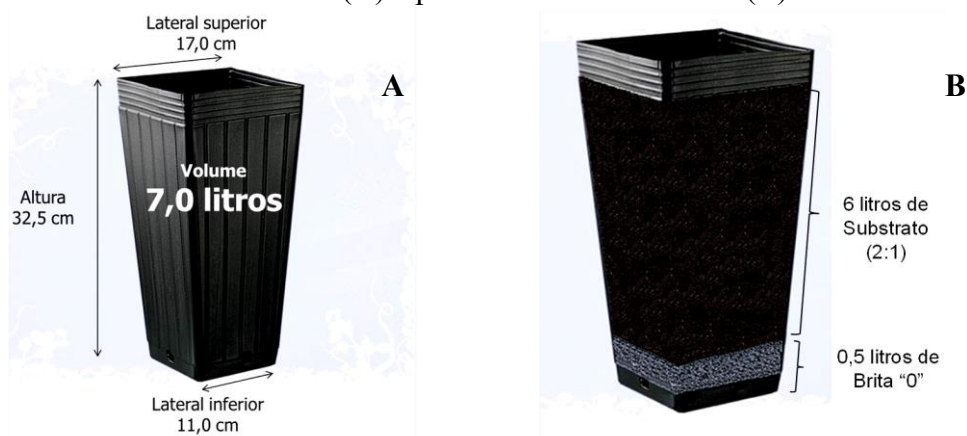


Fonte: autor.

### 3.5 Instalação do experimento

As mudas das espécies ornamentais foram padronizadas quanto à altura, diâmetro e número de ramos (hastes), buscando a maior uniformidade possível e depois foram transplantadas para vasos de material plástico, próprios para plantas ornamentais, com volume de 7 litros, contendo orifícios na extremidade inferior para promover a livre drenagem de eventuais excessos de água e sais, (Figura 6A). Os vasos foram preenchidos com uma camada de brita (número 0), de aproximadamente 2 a 3 cm de espessura, para facilitar a drenagem. Logo após, os vasos foram preenchidos com o substrato, composto por uma mistura de areia e húmus de minhoca, na proporção de 2:1, respectivamente, (Figura 6B). Antes do transplântio das mudas, o substrato de cada vaso recebeu 1 g da formulação 10-10-10 (N-P-K) (SIMÕES et al., 2002). Os vasos foram dispostos sobre tijolos de 8 furos ( $0,19 \times 0,19 \times 0,09$  m), conforme as Figuras 7A e 7B.

**Figura 6** – Dimensões dos vasos (A) e preenchimento dos vasos (B).



Fonte: elaborada pelo autor.

**Figura 7** – Disposição dos vasos antes de serem preenchidos (A) e após o preenchimento e transplântio das mudas (B).



Fonte: autor.

### **3.6 Manejo e condução do experimento**

Após o transplântio, as mudas foram aclimatadas durante 15 dias, no qual, foram irrigadas com água não salina, para que seu estabelecimento não fosse comprometido. Após esse período, as plantas passaram a ser irrigadas com as águas de diferentes concentrações salinas. O ensaio teve duração de 60 dias, contados a partir do início da aplicação dos tratamentos com águas salinas. A quantidade de água foi aplicada com o objetivo de proporcionar a livre drenagem pelos furos, localizados na parte inferior dos vasos (AYERS; WESTCOT, 1999), evitando o acúmulo excessivo de sais no substrato. Uma vez por semana, após o início da drenagem, foi fornecida uma fração de lixiviação de 15%.

Foram eliminadas as plantas daninhas, de forma manual, e realizado o manejo fitossanitário com aplicações de Decis 25 EC e Malathion 500 CE, com intuito de controlar a incidência de pulgões, entre os 30 e 45 dias após o transplântio das mudas. Aos 30 e 45 dias após o início dos tratamentos salinos, cada planta recebeu 1 g da formulação 10-10-10 (N-P-K) (SIMÕES et al., 2002). Para essas adubações, foram pesados 250 g da formulação, que posteriormente foi macerado e dissolvido em água, até completar o volume de 12,50 litros. A solução foi agitada constantemente, e cada vaso recebeu 50 mL da solução, sendo a agitação necessária para não ocorrer precipitação do adubo no fundo do recipiente.

### **3.7 Variáveis analisadas**

#### ***3.7.1 Variáveis biométricas***

##### ***3.7.1.1 Altura de plantas***

A altura de plantas foi mensurada aos 15, 30, 45 e 60 dias após o início dos tratamentos salinos, medindo-se com o auxílio de uma trena métrica graduada, em centímetros. A altura das plantas foi medida a partir da superfície do substrato, até a extremidade da haste principal, e expressa em cm.

##### ***3.7.1.2 Diâmetro caulinar***

Com o auxílio de um paquímetro digital, com resolução de 0,1 mm (Figura 8), aos 15, 30, 45 e 60 dias após o início dos tratamentos salinos, foi mensurado o diâmetro do caule das



plantas, a uma altura de aproximadamente 3 cm da superfície do solo, e o valor expresso em mm.

**Figura 8** – Mensuração do diâmetro caulinar das plantas ornamentais.



Fonte: autor.

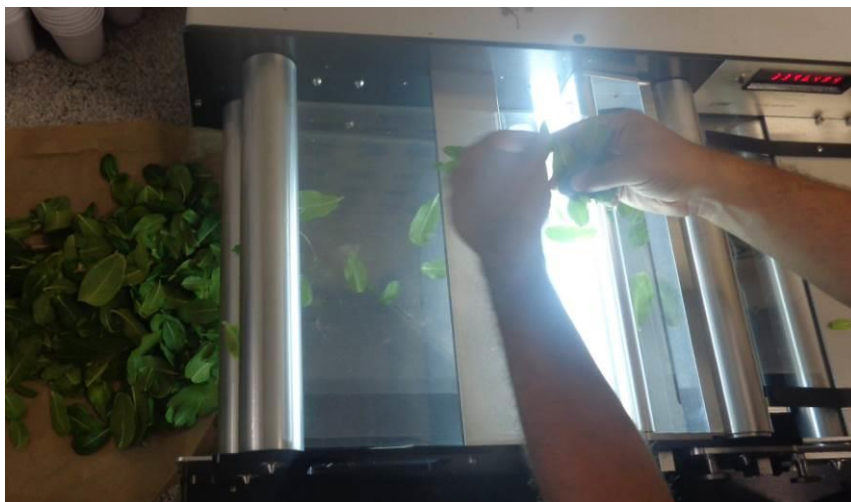
#### 3.7.1.3 Número de ramos

O número de ramos foi obtido pela contagem manual, a partir da base da planta até o ápice. As avaliações foram realizadas aos 15, 30, 45 e 60 dias após o início dos tratamentos salinos.

#### 3.7.1.4 Área foliar

A mensuração da área foliar foi realizada ao final do experimento, aos 60 dias após o início dos tratamentos salinos. Para a determinação da área foliar, as folhas foram destacadas do caule, e utilizado um integrador de área (Area meter, LI-3100, Li-Cor, Inc. Lincoln, NE, USA) (Figura 9), pertencente ao Laboratório da Estação Agrometeorológica, da Universidade Federal do Ceará, sendo o valor expresso em  $\text{m}^2 \text{ planta}^{-1}$ .

**Figura 9** – Mensuração da área foliar das plantas ornamentais.



Fonte: autor.

### 3.7.1.5 Área foliar específica

A área foliar específica foi obtida, através da divisão dos valores de área foliar pela biomassa seca foliar. Esta variável foi determinada utilizando a equação 1:

$$\mathbf{AFE} = \frac{\mathbf{AF}}{\mathbf{BS}_F} \quad (1)$$

Em que,

AFE - Área foliar específica ( $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ );

AF - Área foliar da planta ( $\text{cm}^2$ );

$\text{BS}_F$  - Biomassa seca foliar (g).

### 3.7.1.6 Razão de área foliar

A razão de área foliar foi obtida pela relação entre a área foliar e o peso da biomassa seca total da planta ( $\text{BS}_T$ ), este índice representa a área foliar disponível para a ocorrência da fotossíntese, e foi obtida mediante a equação 2:

$$\mathbf{RAF} = \frac{\mathbf{AF}}{\mathbf{BS}_T} \quad (2)$$

Em que,

RAF - razão de área foliar ( $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ );

AF - Área foliar da planta (cm<sup>2</sup>);

BS<sub>T</sub> - Biomassa seca total (g).

### 3.7.2 Análises quantitativas de crescimento

#### 3.7.2.1 Taxa de crescimento absoluto

A taxa de crescimento absoluto é a variação ou o incremento do crescimento entre duas amostragens ao longo do ciclo. Essa taxa foi calculada para os dados de crescimento em altura (TCAA, cm dia<sup>-1</sup>) e em diâmetro do caule (TCAD, mm dia<sup>-1</sup>), mediante a utilização dos dados que foram coletados e aplicados na seguinte equação:

$$TCA = \frac{AP_2 - AP_1}{T_2 - T_1} \quad (3)$$

Onde,

TCA - Taxa de crescimento absoluto com relação à altura e ao diâmetro;

AP<sub>2</sub> e AP<sub>1</sub> - Variação de crescimento da planta em altura e em diâmetro entre duas amostragens consecutivas tomadas nos tempos T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub>;

T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub> - Intervalo de tempo entre as avaliações, em dias, sem considerar os valores preexistentes, anteriores a essa variação.

#### 3.7.2.2 Taxa de crescimento relativo

A taxa de crescimento relativo (TCR) expressa o incremento no crescimento, por unidade de crescimento inicial, em um intervalo de tempo. Essa taxa também foi calculada para os dados de crescimento em altura (TCRA, cm cm<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) e em diâmetro do caule (TCRD, mm mm<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), mediante a utilização dos dados que foram coletados e aplicados na equação abaixo:

$$TCR = \frac{(\ln AP_1 - \ln AP_2)}{(T_2 - T_1)} \quad (4)$$

Em que,

TCR - Taxa de crescimento relativo com relação à altura e ao diâmetro;

Ln - Logaritmo neperiano;

$AP_1$  e  $AP_2$  - Variação de crescimento da planta em altura e em diâmetro, entre duas amostragens consecutivas tomadas nos tempos  $T_1$  e  $T_2$ ;

$T_1$  e  $T_2$  - Intervalo de tempo entre as avaliações.

### 3.7.3 Produção de biomassa

Aos 60 dias após o início dos tratamentos salinos, as plantas foram colhidas, para a determinação da produção de biomassa. Após a colheita, as plantas foram particionadas em raiz, caule, folhas e flores para a quantificação da produção de biomassa fresca de cada órgão (Figura 10).

**Figura 10** – Separação das plantas em raiz (B), caule (C) e folhas (D).



Fonte: autor.

As diferentes partes das plantas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa com circulação de ar forçado, mantendo-se a temperatura na faixa de  $65 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ . O tempo de secagem foi determinado por pesagens das amostras, até a manutenção de peso constante. Após a secagem, cada amostra foi pesada em balança analítica (0,001g), para aferição da biomassa seca acumulada em cada parte da planta, e os valores expressos em gramas, seguindo o método proposto por Benincasa (1988).

### 3.7.4 Variáveis fisiológicas

#### 3.7.4.1 Trocas gasosas

Foram realizadas medições das taxas de fotossíntese, transpiração, condutância estomática e concentração interna de CO<sub>2</sub>, em folhas totalmente expandidas (Figura 11), aos 15, 30, 45 e 60 dias após o início dos tratamentos salinos, utilizando-se o analisador de gases infravermelho portátil (IRGA), modelo Li – 6400XT (Portable Photosynthesis System - LI) da LICOR<sup>®</sup>, que infere o diferencial entre CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O em um fluxo de ar que passa pela câmara, onde está a unidade foliar. As medições foram realizadas sempre no período da manhã, em folhas completamente expandidas, expostas a luz solar, localizadas no terço médio das plantas, entre 08:00 e 10:00 h, em condições ambiente de temperatura, umidade relativa do ar e concentração de CO<sub>2</sub>. A intensidade luminosa utilizada nas medições de trocas gasosas foi de 1.600  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

**Figura 11** – Avaliação das trocas gasosas das plantas ornamentais.



Fonte: autor.

#### 3.7.5 Teores de clorofila total: Índice SPAD

Os teores de clorofila total foram determinados aos 15, 30, 45 e 60 dias após o início dos tratamentos salinos, com o auxílio de um medidor portátil (SPAD 502, Minolta Co, Ltd, Osaka, Japan), sendo os resultados expressos em unidades de leitura do aparelho. As leituras foram realizadas em três folhas por planta, em folhas completamente expandidas, expostas a luz solar, localizadas no terço médio das plantas, no horário entre 08:00 e 10:00 h.

### ***3.7.6 Análise química do tecido vegetal***

Aos 60 dias após o início dos tratamentos salinos e depois da pesagem das folhas e caules para obtenção da massa da matéria fresca, foi realizada uma homogeneização das folhas e caules e retirada uma amostra de folha e de caule, que foram utilizadas para a determinação do teor de potássio (K), cálcio (Ca) cloro (Cl), sódio (Na) e prolina (Pro). As análises foram realizadas no laboratório de Relações Solo-Água-Planta, do Departamento de Engenharia Agrícola, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará.

As amostras de folhas e caules foram coletadas, envolvidas em papel alumínio, identificadas, colocadas em nitrogênio líquido e levadas para o liofilizador. Após liofilizadas, pesaram-se 0,5 g de cada amostra e com auxílio de gral e pistilo, o material foi macerado com nitrogênio líquido para obtenção do pó. Em seguida, esse material (pó) foi repassado para tubos de ensaio, onde foram adicionados 25 mL de água deionizada. As amostras foram agitadas vigorosamente e incubadas por 1 hora em banho maria a  $45\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sendo agitadas a cada 15 minutos. Logo depois, as amostras foram centrifugadas a 3000 rpm durante 15 minutos, sendo o sobrenadante (extrato) coletado e filtrado em papel filtro qualitativo (poros com  $\varnothing$  de 14  $\mu\text{m}$ ) e armazenado em frascos a  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Os teores de sódio, cálcio e potássio no extrato foram determinados por fotometria de chama segundo a metodologia proposta por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) e os de cloreto conforme Gaines, Parker e Gascho (1984). Para a determinação do teor de cloreto, a 3 mL do extrato, convenientemente diluído em água deionizada, foram adicionados 0,5 mL do reagente formado a partir de  $\text{Hg}(\text{SCN})_2$  a 13,2 mM, em metanol, e  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  a 20,2%, na proporção de 4:1 (v/v). Após vigorosa agitação em agitador do tipo “vortex” e repouso durante 15 minutos, foram feitas leituras de absorbância a 460 nm, utilizando-se NaCl como padrão (branco).

A concentração de prolina foi determinada de acordo com Bates, Waldren e Teare (1973). Em que para uma alíquota de 1,0 mL do extrato, foram adicionados 1,0 mL do reagente ninhidrina ácida (1,25 g de ninhidrina, dissolvida em 30 mL de ácido acético glacial e 20 mL de ácido fosfórico a 6 M) e 1,0 mL de ácido acético glacial. Após esse procedimento os tubos de ensaio foram fechados e após homogeneização da mistura, foram colocados em banho maria durante 1 hora, à temperatura de  $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Decorrido esse período a reação foi interrompida em banho de gelo. Após resfriamento, adicionaram-se às amostras 2,0 mL de tolueno. As amostras foram agitadas vigorosamente e a fase superior menos densa foi aspirada com auxílio de uma pipeta de Pasteur e submetidas a leituras de absorbância em 520 nm, utilizando-se o tolueno como branco. A concentração de prolina foi estimada com base em

uma curva padrão ajustada a partir de concentrações crescentes de prolina.

### 3.7.7 Porcentagem de plantas vivas ao final do experimento

Os efeitos dos tratamentos sobre a sobrevivência das plantas foram avaliados após 60 dias do início dos tratamentos salinos, quando foi quantificado o número de plantas sobreviventes. Como critérios para esta avaliação, foram consideradas como plantas vivas, aquelas que apresentavam pelo menos uma folha verde.

### 3.7.8 Índices de tolerância à salinidade

As reduções na produção de biomassa seca da raiz (BSR), biomassa seca da parte aérea (BSPA), biomassa seca total (BST), área foliar (AF) e taxa fotossintética (A), das plantas submetidas aos diferentes níveis de irrigação com água salina, e modos de irrigação, foram quantificadas, comparando-as com a testemunha (plantas irrigadas com água não salina e com aplicação da água diretamente no solo, sem molhar as folhas), conforme a equação 5, proposta por Fageria (1985). Os resultados foram interpretados com o auxílio da Tabela 4, que dispõe a classificação de genótipos quanto à tolerância à salinidade, baseando-se na redução da produção.

$$RP = \frac{[(PSTS - PCTS)]}{PSTS} \cdot 100 \quad (5)$$

Onde,

RP - Redução da produção;

PSTS - Produção no tratamento irrigado com água não salina e com aplicação da água diretamente no solo, sem molhar as folhas (g planta<sup>-1</sup>);

PCTS - Produção nos tratamentos irrigados com água salina (g planta<sup>-1</sup>).

**Tabela 4** – Classificação de genótipos quanto à tolerância à salinidade, baseando-se na redução da produção.

| Redução da produção (%) | Classificação            |
|-------------------------|--------------------------|
| 0 – 20                  | Tolerante                |
| 21 – 40                 | Moderadamente tolerante  |
| 41 – 60                 | Moderadamente suscetível |
| > 60                    | Suscetível               |

### 3.7.9 Análise sensorial

Para as plantas ornamentais, os melhores resultados obtidos por análises biométricas nem sempre refletem plantas com as melhores características estéticas, desejadas pelos consumidores (KOELLN, 2012); por isso, foi realizada uma análise sensorial, para obter opinião de grupos de estudantes, professores e servidores da UFC (Figura 12), Campus do Pici, sobre a qualidade das plantas, em termos de aparência e preferência do consumidor. Devido à grande quantidade de plantas, para a análise sensorial foram selecionadas plantas cultivadas sob o modo de irrigação localizada ( $M_1$ ) e não localizada ( $M_2$ ) no nível mais baixo, intermediário e mais alto de salinidade da água de irrigação ( $A_1$  - 0,6;  $A_4$  - 2,4 e  $A_6$  - 3,6  $dS\ m^{-1}$ ).

**Figura 12** – Análise sensorial realizada no Encontro Universitário da UFC, Campus do Pici.



Fonte: autor.

Ao atingirem o ponto de comercialização, as plantas foram escolhidas de forma aleatória e submetidas à análise sensorial, conforme Ureña; D'Árrigo; Girón (1999), através do método discriminativo pela escala hedônica, com nove pontos numéricos, cujos limites foram: um (desgostei extremamente) e nove (gostei extremamente) e do método afetivo (teste de preferência), em que se fez a seguinte pergunta aos possíveis consumidores: “Em sua opinião como consumidor, qual das plantas você compraria? ”, conforme formulário de coleta de dados (Apêndice A).

A análise sensorial foi realizada por 240 julgadores escolhidos ao acaso, constituídos por alunos, funcionários e professores, durante o Encontro Universitário da Universidade Federal do Ceará, que ocorreu no período de 25 a 27 de novembro de 2015, no campus do Pici. O delineamento utilizado foi o inteiramente aleatorizado, com 60 repetições para



representar os julgadores não treinados. Para a realização dos testes, as amostras foram divididas por espécie e as posições das amostras de cada espécie foram escolhidas aleatoriamente e casualizadas entre os julgadores, sendo que cada espécie foi analisada por 60 julgadores. A codificação foi com números de três dígitos aleatórios, denominados conforme tabela 5.

**Tabela 5** – Espécies, tratamentos e códigos de três dígitos que as amostras receberam antes da análise sensorial.

| <b>Espécie</b>              | <b>Tratamento</b>                            | <b>Código</b> | <b>Tratamento</b>                            | <b>Código</b> |
|-----------------------------|--|---------------|--|---------------|
| <i>Catharanthus roseus</i>  | A <sub>1</sub> M <sub>1</sub> E <sub>1</sub> | 100           | A <sub>1</sub> M <sub>2</sub> E <sub>1</sub> | 120           |
|                             | A <sub>4</sub> M <sub>1</sub> E <sub>1</sub> | 180           | A <sub>4</sub> M <sub>2</sub> E <sub>1</sub> | 140           |
|                             | A <sub>6</sub> M <sub>1</sub> E <sub>1</sub> | 184           | A <sub>6</sub> M <sub>2</sub> E <sub>1</sub> | 189           |
| <i>Allamanda cathartica</i> | A <sub>1</sub> M <sub>1</sub> E <sub>2</sub> | 222           | A <sub>1</sub> M <sub>2</sub> E <sub>2</sub> | 229           |
|                             | A <sub>4</sub> M <sub>1</sub> E <sub>2</sub> | 244           | A <sub>4</sub> M <sub>2</sub> E <sub>2</sub> | 248           |
|                             | A <sub>6</sub> M <sub>1</sub> E <sub>2</sub> | 261           | A <sub>6</sub> M <sub>2</sub> E <sub>2</sub> | 266           |
| <i>Ixora coccinea</i>       | A <sub>1</sub> M <sub>1</sub> E <sub>3</sub> | 301           | A <sub>1</sub> M <sub>2</sub> E <sub>3</sub> | 308           |
|                             | A <sub>4</sub> M <sub>1</sub> E <sub>3</sub> | 311           | A <sub>4</sub> M <sub>2</sub> E <sub>3</sub> | 319           |
|                             | A <sub>6</sub> M <sub>1</sub> E <sub>3</sub> | 322           | A <sub>6</sub> M <sub>2</sub> E <sub>3</sub> | 333           |
| <i>Duranta erecta</i>       | A <sub>1</sub> M <sub>1</sub> E <sub>4</sub> | 461           | A <sub>1</sub> M <sub>2</sub> E <sub>4</sub> | 467           |
|                             | A <sub>4</sub> M <sub>1</sub> E <sub>4</sub> | 431           | A <sub>4</sub> M <sub>2</sub> E <sub>4</sub> | 441           |
|                             | A <sub>6</sub> M <sub>1</sub> E <sub>4</sub> | 418           | A <sub>6</sub> M <sub>2</sub> E <sub>4</sub> | 420           |

A<sub>1</sub>, A<sub>4</sub> e A<sub>6</sub> – água de irrigação de condutividade elétrica de 0,60; 2,40 e 3,60 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente. M<sub>1</sub> – modo de irrigação localizado. M<sub>2</sub> – modo de irrigação não localizado. E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub> e E<sub>4</sub> – espécie *C. roseus*, *A. cathartica*, *I. coccinea* e *D. erecta*, respectivamente.

Fonte: elaborado pelo autor.

### 3.7.10 Análise estatística

Antes da realização da análise estatística, foram obtidas médias com os dados coletados ao longo do tempo (apenas para as variáveis coletadas mais de uma vez), visto que, o fator épocas de avaliação possui relevância secundária, quando comparados aos demais, sendo que essas médias atribuem uma maior coerência aos resultados. Esses dados foram submetidos à análise de variância, para avaliar os efeitos significativos dos fatores e de suas interações através do teste F ( $p \leq 0,05$ ). As espécies e os modos de irrigação foram comparados através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e os efeitos quantitativos dos níveis de salinidade da água de irrigação foram testados por regressão, utilizando o teste F, para verificar a significância dos efeitos ortogonais, admitindo-se erro de até 5% de probabilidade e escolhendo-se o modelo de melhor ajuste, com maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software estatístico SISVAR<sup>®</sup>, versão 5.3 (FERREIRA, 2010).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Variáveis biométricas

Conforme a Tabela 6, as interações água salina  $\times$  modo de irrigação (A  $\times$  M), espécie  $\times$  água salina (E  $\times$  A), espécie  $\times$  modo de irrigação (E  $\times$  M) e a interação tripla espécie  $\times$  modo de irrigação  $\times$  água salina (E  $\times$  M  $\times$  A) exerceram efeitos significativos sobre as variáveis altura de plantas, diâmetro caulinar, número de ramos, área foliar, área foliar específica e razão de área foliar, exceto a interação espécie  $\times$  modo de irrigação que não exerceu efeito significativo em diâmetro caulinar, área foliar específica e razão de área foliar.

**Tabela 6** – Resumo das análises de variâncias, referentes aos dados de altura de plantas (AP), diâmetro caulinar (DC), número de ramos (NR), área foliar (AF), área foliar específica (AFE) e razão de área foliar (RAF) de plantas ornamentais, cultivadas com águas salinas e diferentes modos de irrigação.

| Fontes de variação                  | Gl  | Quadrados médios     |                      |                      |                     |                        |                        |
|-------------------------------------|-----|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|------------------------|------------------------|
|                                     |     | AP                   | DC                   | NR                   | AF                  | AFE                    | RAF                    |
| Blocos                              | 3   | 24,053 <sup>ns</sup> | 0,125 <sup>ns</sup>  | 2,811 <sup>ns</sup>  | 0,005 <sup>*</sup>  | 6357,5 <sup>**</sup>   | 1579,678 <sup>**</sup> |
| Salinidade da água (A)              | 5   | 28,948 <sup>ns</sup> | 0,809 <sup>ns</sup>  | 74,918 <sup>**</sup> | 0,031 <sup>**</sup> | 3962,9 <sup>*</sup>    | 482,218 <sup>*</sup>   |
| Resíduo (a)                         | 15  | 11,617               | 0,310                | 5,373                | 0,001               | 951,89                 | 119,486                |
| (Parcelas)                          | 23  | -                    | -                    | -                    | -                   | -                      | -                      |
| Modos (M)                           | 1   | 39,051 <sup>*</sup>  | 1,213 <sup>**</sup>  | 1,505 <sup>ns</sup>  | 0,002 <sup>ns</sup> | 21739,4 <sup>**</sup>  | 180,352 <sup>ns</sup>  |
| Interação (A $\times$ M)            | 5   | 73,220 <sup>**</sup> | 1,176 <sup>**</sup>  | 17,568 <sup>**</sup> | 0,006 <sup>*</sup>  | 2672,0 <sup>**</sup>   | 1202,009 <sup>**</sup> |
| Resíduo (b)                         | 18  | 6,973                | 0,090                | 2,113                | 0,002               | 1489,85                | 158,777                |
| (Subparcelas)                       | 47  | -                    | -                    | -                    | -                   | -                      | -                      |
| Espécies (E)                        | 3   | 1095,5 <sup>**</sup> | 12,815 <sup>**</sup> | 2676,9 <sup>**</sup> | 1,534 <sup>**</sup> | 506309,0 <sup>**</sup> | 116212,4 <sup>**</sup> |
| Interação (E $\times$ A)            | 15  | 95,844 <sup>**</sup> | 1,013 <sup>**</sup>  | 36,034 <sup>**</sup> | 0,013 <sup>**</sup> | 2639,1 <sup>*</sup>    | 577,675 <sup>**</sup>  |
| Interação (E $\times$ M)            | 3   | 30,528 <sup>**</sup> | 0,209 <sup>ns</sup>  | 11,033 <sup>*</sup>  | 0,011 <sup>**</sup> | 2069,2 <sup>ns</sup>   | 347,584 <sup>ns</sup>  |
| Interação (E $\times$ M $\times$ A) | 15  | 47,222 <sup>**</sup> | 0,811 <sup>**</sup>  | 10,179 <sup>**</sup> | 0,005 <sup>**</sup> | 2537,3 <sup>*</sup>    | 1095,569 <sup>**</sup> |
| Resíduo (c)                         | 108 | 7,086                | 0,194                | 4,090                | 0,002               | 1603,48                | 246,327                |
| Total                               | 191 | -                    | -                    | -                    | -                   | -                      | -                      |
| C.V. - A (%)                        | -   | 9,75                 | 8,12                 | 12,28                | 15,95               | 18,74                  | 17,53                  |
| C.V. - M (%)                        | -   | 7,55                 | 4,37                 | 7,70                 | 17,91               | 23,45                  | 20,21                  |

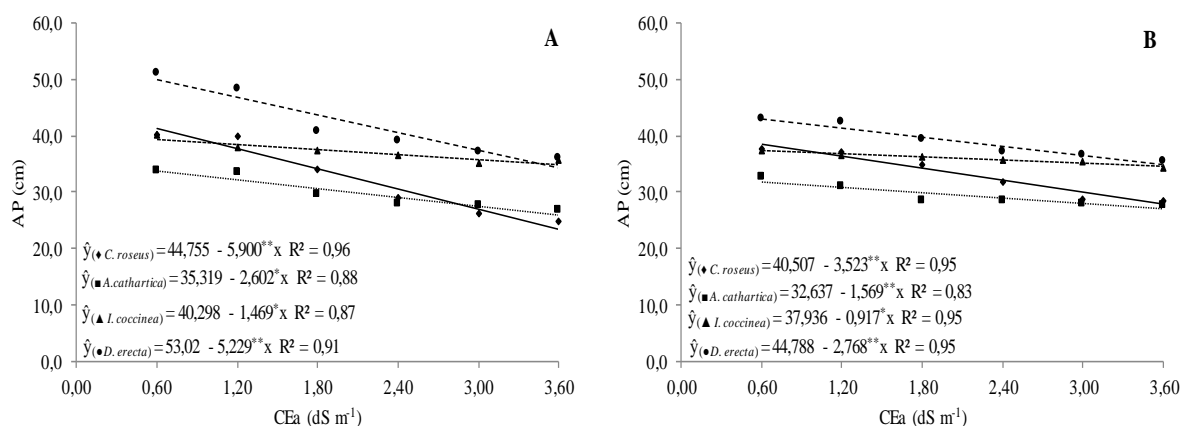
C.V. - E (%)                    -            7,61            6,43            10,72            19,27            24,32            25,17

<sup>ns</sup>, <sup>\*\*</sup> e <sup>\*</sup>: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, C.V. – coeficiente de variação. Gl – grau de liberdade.

#### 4.1.1 Altura de plantas

Na Figura 13 estão contidas as alturas das espécies ornamentais nos diferentes modos de irrigação, em função dos níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). Plantas submetidas à irrigação localizada (sem contato com as folhas) apresentaram maiores amplitudes de variação em altura, quando comparadas às plantas submetidas à irrigação não localizada (contato com as folhas). À medida que se aumentou a salinidade da água de irrigação, independente do modo de irrigação, e da espécie, ocorreram decréscimos lineares nesta variável.

**Figura 13** – Altura de plantas (AP) ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A) e não localizada (B).



Em geral, todas as espécies apresentaram tendência semelhante, com decréscimos em altura, em decorrência do aumento da salinidade da água de irrigação. A *C. roseus*, foi a espécie mais afetada, apresentando decréscimos lineares em altura, com perdas relativas estimadas de 42,95% e 27,53%, comparando-se às plantas do tratamento controle com as expostas ao maior nível salino, para o modo de irrigação localizada (sem molhar as folhas) (Figura 13A) e não localizada (molhando as folhas) (Figura 13B), respectivamente. A *I. coccinea* foi a espécie cujo efeito da salinidade foi mais ameno, apresentando reduções estimadas de 11,18% e 7,36%, nos modos de irrigação localizada e não localizada,

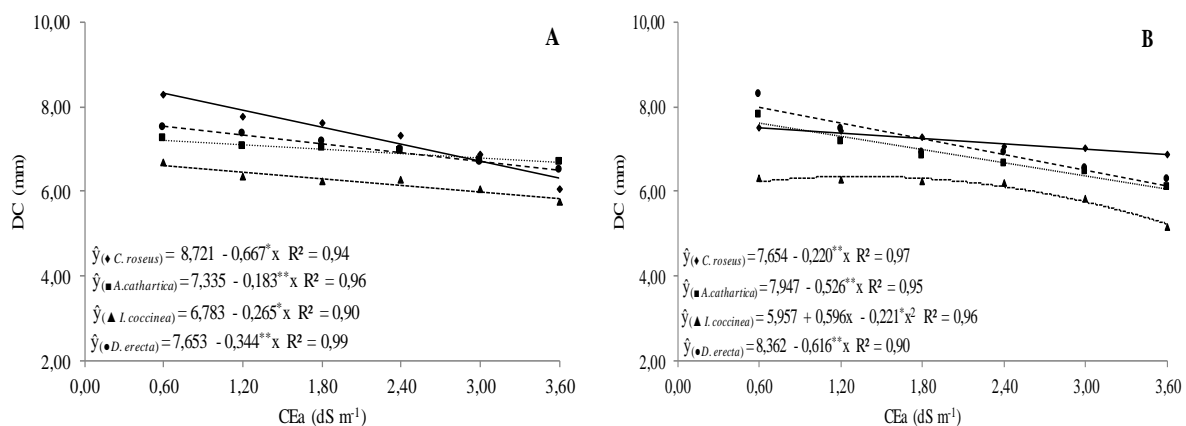
respectivamente. De posse desses resultados, podemos afirmar que o fator que mais limitou o crescimento em altura das plantas foi à salinidade da água de irrigação.

A elevação dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, e provavelmente do substrato, causou a inibição do crescimento em altura de plantas, possivelmente, devido à redução do potencial osmótico no ambiente radicular, provocando déficit hídrico e toxidez, pela ação específica dos íons, sobretudo, o  $\text{Na}^+$  e o  $\text{Cl}^-$ , sobre o protoplasma (DASGAN et al., 2002; MUNNS, 2002; LARCHER, 2006; ALVES et al., 2011). Zapryanova e Atanassova (2009) estudando os efeitos do estresse salino sobre o crescimento e florescimento de espécies ornamentais anuais, e Freire et al. (2010), estudando o crescimento inicial de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) e cinamomo (*Melia azedarach* Linn.) em diferentes solos, também observaram efeitos prejudiciais da salinidade da água de irrigação sobre o crescimento das plantas.

#### **4.1.2 Diâmetro caulinar**

O diâmetro caulinar das plantas foi inibido pelo acréscimo nos teores de sais da água de irrigação, nos dois modos de irrigação, de forma linear (Figura 14), exceto para a espécie *I. coccinea*, que ao ser submetida a irrigação não localizada, sofreu decréscimo de forma quadrática, atingindo valores máximos estimados de 6,36 mm, na salinidade máxima estimada de 1,35 dS  $\text{m}^{-1}$  (Figura 14B). As plantas submetidas à irrigação localizada (Figura 14A) apresentaram, em média, diâmetro 2% superior às plantas irrigadas com o modo não localizado (Figura 14B). Com isso, constata-se que, mesmo quando as plantas foram irrigadas com água em contato com as folhas, a inibição do crescimento em diâmetro foi mínima, quando comparadas aos decréscimos ocasionados pelo aumento da condutividade elétrica da água de irrigação.

**Figura 14** – Diâmetro caulinar (DC) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A) e não localizada (B).



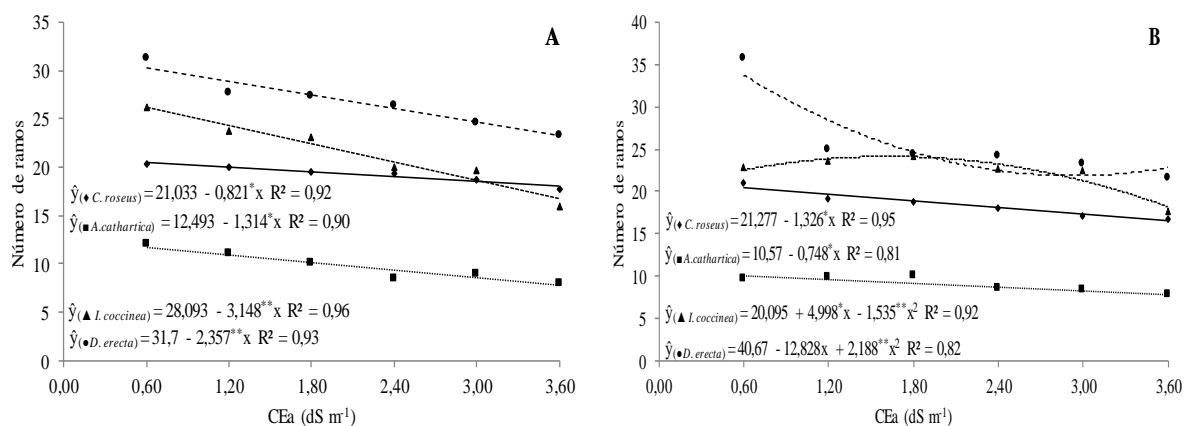
A elevação na salinidade da água de irrigação, possivelmente elevou os níveis de sais da solução do solo. Ao entrarem em contato com a solução do solo, as raízes das plantas, absorvem esses sais, podendo exceder o limite que as células das plantas toleram, causando desequilíbrio nutricional e inibição na absorção de outros cátions pelo sódio, que associado ao cloreto em excesso causa toxidez, comprometendo o processo de crescimento, alongamento, divisão e diferenciação celular, interferindo na acumulação de biomassa no caule e seu crescimento em diâmetro (SCHOSSLER et al., 2012; ARAÚJO et al., 2013).

Em condições de salinidade, o crescimento das plantas pode ser inibido pela diminuição na disponibilidade de água no solo, causado pelo efeito osmótico, o que faz as plantas gastarem mais energia para absorverem água, retardando ou inibindo o crescimento das plantas, conforme observado por Munns (2002). O aumento da pressão osmótica pode atingir níveis críticos, em que as plantas não terão força suficiente para absorver água, devido às condições de estresse, processo conhecido por seca fisiológica (DIAS; BLANCO, 2010).

#### 4.1.3 Número de ramos

O número de ramos de todas as espécies ornamentais foi influenciado pelos efeitos da salinidade da água e pelos modos de irrigação (Figuras 15). Todas as espécies apresentaram tendência semelhante, com decréscimos lineares em número de ramos, com o incremento da salinidade da água de irrigação, com exceção das espécies *D. erecta* e *I. coccinea*, que apresentaram respostas quadráticas, quando irrigadas pelo modo não localizado (Figura 15B).

**Figura 15** – Número de ramos de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A) e não localizada (B).



A espécie *D. erecta* se destacou entre as demais, apresentando o maior número de ramos, enquanto a *A. cathartica*, apresentou menos ramos, em comparação as demais. Foram constatadas reduções relativas de 11,99; 33,68; 36,04 e 23,35% no número de ramos para as espécies *C. roseus*, *A. cathartica*, *I. coccinea* e *D. erecta*, respectivamente, quando irrigadas pelo modo localizado. Para o modo de irrigação não localizado, as reduções foram de 19,42 e 22,17% para as espécies *C. roseus* e *A. cathartica*, respectivamente. A espécie *I. coccinea*, apresentou incremento no número de ramos até a salinidade máxima estimada de 1,63 dS m<sup>-1</sup>, resultando na produção de 24 ramos, enquanto que, a espécie *D. erecta* apresentou decréscimo até a salinidade mínima estimada de 2,93 dS m<sup>-1</sup>, produzindo 47 ramos. As espécies irrigadas com água salina foram expostas aos efeitos deletérios dos sais, independentemente do modo de irrigação, limitando seu crescimento vegetativo. Essa limitação ocorrida no número de ramos das plantas pode estar atrelada à redução da disponibilidade de água no substrato, e pelo acúmulo de íons potencialmente tóxicos, como Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>, causada pela salinidade da água. Além disso, o estresse salino também pode ter causado alterações no balanço hídrico e hormonal da planta, comprometendo seu crescimento e desenvolvimento vegetativo.

Álvarez e Sánchez-Blanco (2014) estudando o efeito da salinidade a longo prazo, em plantas ornamentais da espécie *Callistemon citrinus*, constataram que o estresse salino pode interferir na absorção de nutrientes essenciais, contribuindo para uma maior inibição do crescimento, afetando sua morfologia, ou mesmo, reduzindo a sobrevivência da planta. Barros et al. (2010), pesquisando os efeitos da salinidade da água de irrigação, em seis genótipos de helicônias, verificaram que a água de salinidade superior a 0,8 dS m<sup>-1</sup>, afetou negativamente a emissão foliar e o crescimento das plantas, e conseqüentemente, ocasionou perdas

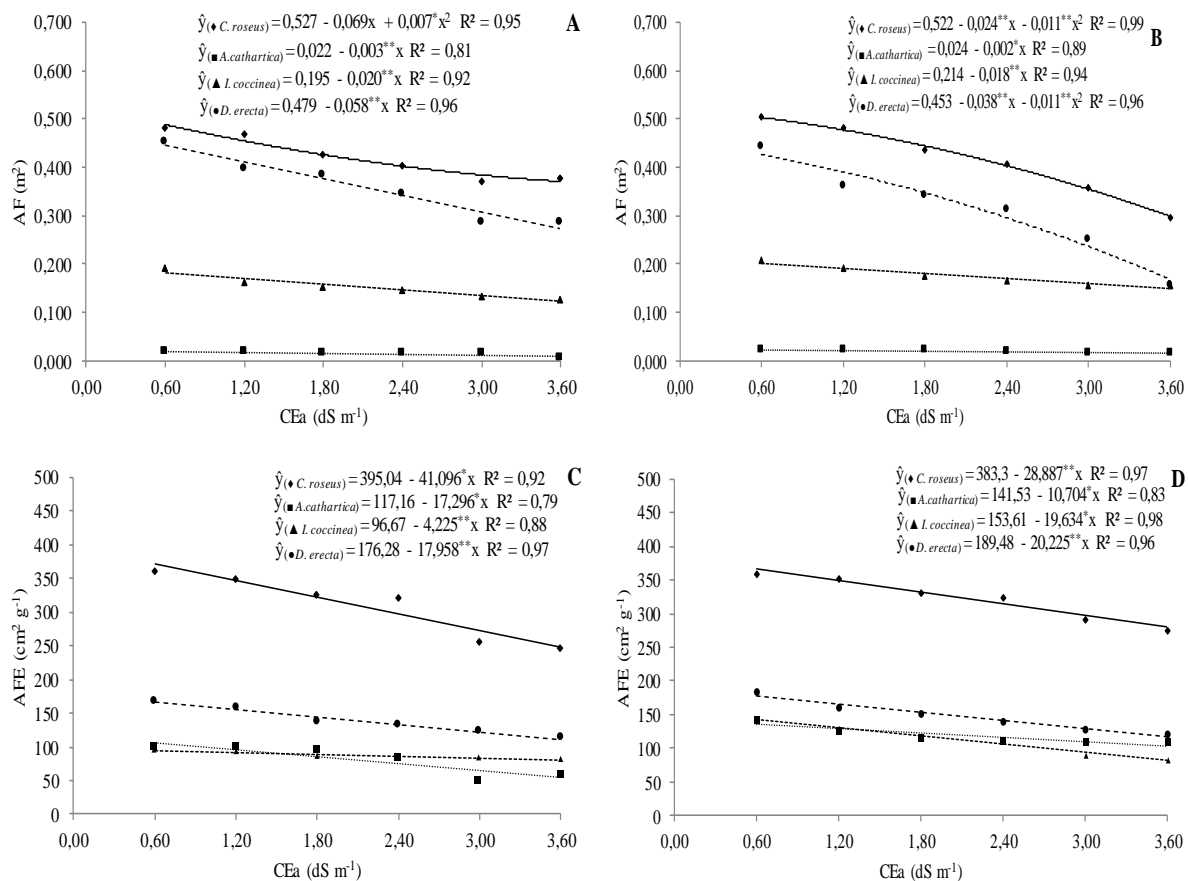
relacionadas ao porte e as características desejáveis nas ornamentais, em todos os genótipos. Navarro et al. (2008), relataram que a inibição do crescimento em plantas de *Arbutus unedo*, irrigadas com águas salinas, foi associado com a inibição da fotossíntese, indicando uma estreita relação entre os dois parâmetros.

#### ***4.1.4 Área foliar e área foliar específica***

Para a área foliar (Figuras 16A e 16B), foram verificados decréscimos, sobretudo, na espécie *D. erecta*, com o aumento dos níveis salinos da água, principalmente, associada à irrigação não localizada, com perdas relativas de 59,26% em relação ao tratamento controle (Figura 16B), no modo de irrigação localizada a redução foi de 39,17% (Figura 16A). A espécie *A. cathartica* apresentou reduções relativas de 44,55% na área foliar, no modo de irrigação localizado, já no modo não localizado, a redução foi de 26,32%, quando comparadas ao tratamento controle.

Para a área foliar específica (Figuras 16C e 16D), foram constatados decréscimos, principalmente, para a espécie *A. cathartica*, com reduções relativas de 48,59%, com o acréscimo nos teores de sais da água de irrigação, associado ao modo de irrigação localizado (Figura 16C). Já para o modo de irrigação não localizado a espécie que apresentou maior redução relativa de AFE foi a *I. coccinea*, com decréscimo relativo de 41,53%, em relação ao tratamento controle.

**Figura 16** – Área foliar (AF) e área foliar específica (AFE) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A e C) e não localizada (B e D), respectivamente.



Plantas submetidas ao estresse salino tem sua expansão foliar reduzida, devido ao retardamento na emissão foliar, que consequentemente, reduz a área foliar disponível para fotossíntese, sendo o efeito ainda mais acentuado, quando o tempo de exposição ao estresse é prolongado (NIU; STARMAN; BYRNE, 2013). Conforme James et al. (2008), a salinidade afeta o crescimento das plantas devido ao estresse osmótico provocado pelo acúmulo de sais em torno das raízes e por sua acumulação excessiva nas folhas, resultando em toxicidade. Coelho et al. (2014) relatam que plantas expostas à salinidade, tendem a uma maior absorção de íons  $Na^+$  e  $Cl^-$ , podendo alcançar níveis tóxicos, principalmente, quando aliado ao carregamento desses íons para a parte aérea, comprometendo a expansão da área foliar e o crescimento dos órgãos constituintes da planta.

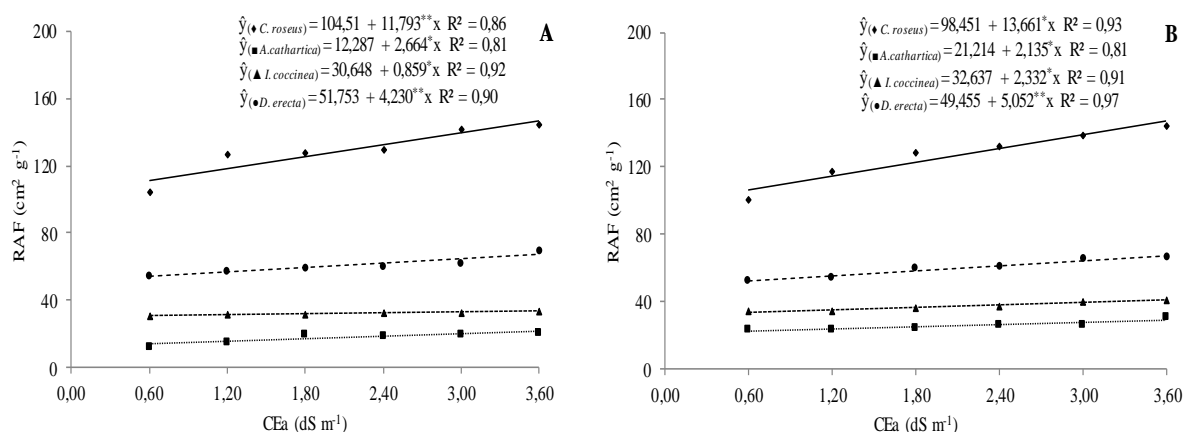
A absorção de íons cloreto e sódio, afeta a síntese e a translocação de hormônios entre as raízes e a parte aérea, resultando em diminuição da área foliar, uma vez que, esses são indispensáveis ao metabolismo celular e, por conseguinte, decréscimo na biomassa seca das



plantas (FERREIRA; TÁVORA; HERNANDEZ, 2001). Além da redução em área foliar, à salinidade causa inibição no crescimento do sistema radicular, retardo na emissão de gemas apicais, clorose com posterior necrose das bordas das folhas (ZHU, 2002; BARROS et al., 2010; NASCIMENTO et al., 2011).

A razão de área foliar das plantas ornamentais também foi influenciada pelos efeitos da salinidade da água e dos modos de irrigação, expressando acréscimos de 11,79; 2,66; 0,86; e 4,23  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ , a cada acréscimo unitário de condutividade elétrica da água de irrigação, para as espécies *C. roseus*, *A. cathartica*, *I. coccinea* e *D. erecta*, respectivamente, submetidas ao modo de irrigação localizada (Figura 17A), já quando essas mesmas espécies foram irrigadas pelo modo não localizada (Figura 17B) os acréscimos foram maiores apenas para as espécies *C. roseus*, *I. coccinea* e *D. erecta*, com valores de 13,66, 2,33 e 5,05  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ , respectivamente.

**Figura 17** – Razão de área foliar (RAF) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A) e não localizada (B).



O aumento da RAF expressa uma elevada transpiração, aumentando assim a demanda de água e a concentração de íons na parte aérea, podendo causar danos ao metabolismo das plantas, causando uma menor eficiência fotossintética, visto que, nessas condições, houve menor aproveitamento da área foliar fotossintetizante para a produção de biomassa seca. Neste contexto, sob condições de estresse salino, o aumento dos valores da RAF reflete em menores valores de biomassa seca, já que a redução da biomassa dos tecidos está diretamente relacionada à demanda de água e ao transporte de íons  $\text{Na}^+$  e/ou  $\text{Cl}^-$  para a parte aérea (AZEVEDO NETO; TABOSA, 2000).

## 4.2 Análises quantitativas de crescimento

De acordo com a Tabela 7, as variáveis, taxas de crescimento absoluto e relativo em altura e diâmetro, foram influenciadas pelas fontes de variação isoladas: água salina (M), modos de irrigação (M) (exceto TCAD e TCRD), e espécies (E). Também foram verificados efeitos significativos para as interações: água salina  $\times$  modos de irrigação (A  $\times$  M) (exceto TCAD e TCRD), espécie  $\times$  água salina (E  $\times$  A) (exceto TCAD), espécie  $\times$  modos de irrigação (E  $\times$  M) e a interação tripla espécie  $\times$  modos de irrigação  $\times$  água salina (E $\times$ M $\times$ A).

**Tabela 7** – Resumo das análises de variâncias referentes às taxas de crescimento absoluto em altura (TCAA), e em diâmetro (TCAD) e taxa de crescimento relativo em altura (TCRA) e em diâmetro (TCRD) de plantas ornamentais, cultivadas com água salina e diferentes modos de irrigação.

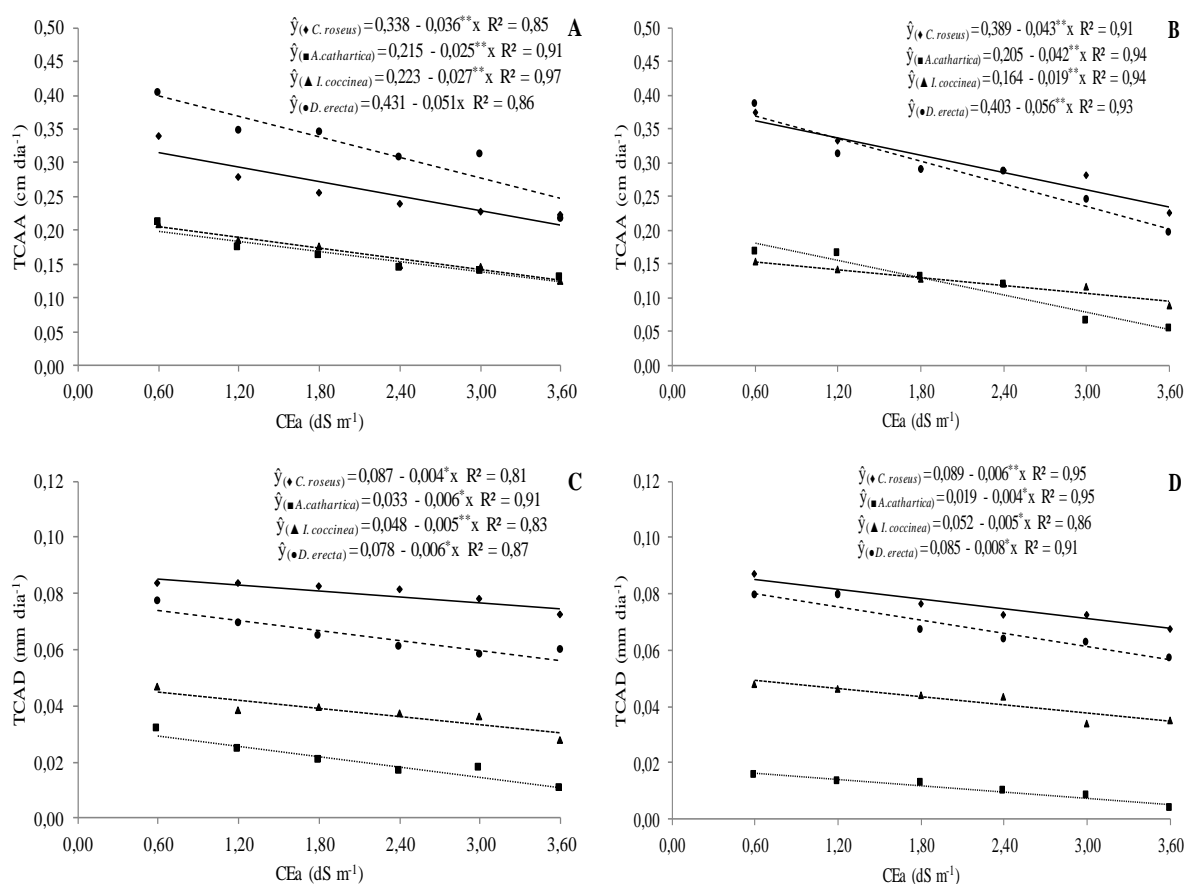
| Fontes de variação                  | Gl  | Quadrados médios    |                      |                      |                      |
|-------------------------------------|-----|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                                     |     | TCAA                | TCAD                 | TCRA                 | TCRD                 |
| Blocos                              | 3   | 0,001 <sup>ns</sup> | 0,0003 <sup>ns</sup> | 0,0001 <sup>ns</sup> | 0,0001 <sup>ns</sup> |
| Salinidade da água (A)              | 5   | 0,008*              | 0,0057**             | 0,0001**             | 0,0003**             |
| Resíduo (a)                         | 15  | 0,002               | 0,0005               | 0,0001               | 0,0001               |
| (Parcelas)                          | 23  | -                   | -                    | -                    | -                    |
| Modos (M)                           | 1   | 0,030**             | 0,0007 <sup>ns</sup> | 0,0003**             | 0,0005 <sup>ns</sup> |
| Interação (A $\times$ M)            | 5   | 0,009*              | 0,0004 <sup>ns</sup> | 0,0001*              | 0,0002 <sup>ns</sup> |
| Resíduo (b)                         | 18  | 0,002               | 0,0006               | 0,00002              | 0,0001               |
| (Subparcelas)                       | 47  | -                   | -                    | -                    | -                    |
| Espécies (E)                        | 3   | 0,356**             | 0,0386**             | 0,0034**             | 0,0009**             |
| Interação (E $\times$ A)            | 15  | 0,012**             | 0,0010 <sup>ns</sup> | 0,0001**             | 0,0001*              |
| Interação (E $\times$ M)            | 3   | 0,019**             | 0,0050**             | 0,0001**             | 0,0001**             |
| Interação (E $\times$ M $\times$ A) | 15  | 0,012**             | 0,0016*              | 0,0001**             | 0,0001**             |
| Resíduo (c)                         | 108 | 0,002               | 0,0008               | 0,00002              | 0,0002               |
| Total                               | 191 | -                   | -                    | -                    | -                    |
| C.V. - A (%)                        | -   | 22,08               | 13,96                | 20,06                | 14,18                |
| C.V. - M (%)                        | -   | 22,81               | 15,07                | 19,68                | 13,18                |
| C.V. - E (%)                        | -   | 21,38               | 18,30                | 20,56                | 17,65                |

<sup>ns</sup>, \*\* e \* : não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, C.V. – coeficiente de variação. Gl – grau de liberdade.

#### 4.2.1 Taxa de crescimento absoluto

Semelhantemente aos resultados encontrados nas variáveis, altura de plantas e diâmetro caulinar, as taxas de crescimento absoluto também sofreram influência da salinidade da água e dos modos de irrigação (Figura 18).

**Figura 18** – Taxa de crescimento absoluto em altura (TCAA) e diâmetro caulinar (TCAD) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A e C) e não localizada (B e D), respectivamente.



É notável, que as espécies *C. roseus* e *D. erecta* apresentaram as maiores taxas de crescimento, tanto em altura, como em diâmetro. Contudo, todas as espécies expressaram tendência semelhante, com decréscimos lineares com o aumento da condutividade elétrica da água, associado aos diferentes modos de irrigação. Para as plantas das espécies *C. roseus*, *A. cathartica*, *I. coccinea* e *D. erecta*, foram estimadas reduções relativas nas taxas de crescimento em altura de 34,13; 37,50; 39,17 e 38,21% quando submetidas a irrigação localizada (Figura 18A) e de 35,52; 70,08; 37,55 e 45,48% quando irrigadas pelo modo não

localizado (Figura 18B), respectivamente. Para o diâmetro as reduções, para as mesmas espécies, foram de 14,18; 61,22; 33,33 e 75,81%, enquanto que para as plantas irrigadas através do modo não localizado foi de 21,08; 72,29; 30,61 e 29,93% (Figuras 18C e 18D), respectivamente.

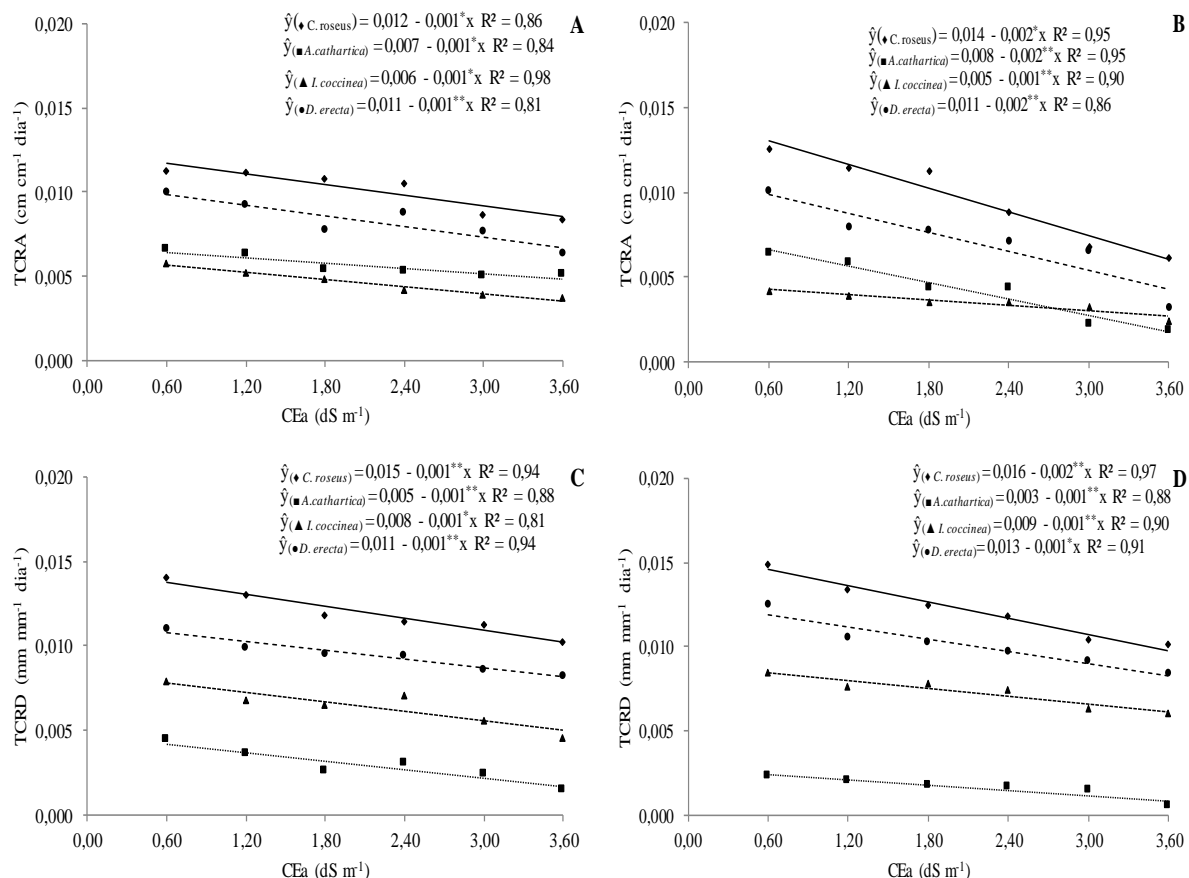
Essas respostas obtidas para as taxas de crescimento, reforçam os resultados encontrados por Valdés et al. (2014), estudando a espécie ornamental *Euphorbia pulcherrima* Willd. (cv. Vermelho clássico), em que verificaram reduções no crescimento das plantas, quando submetidas a níveis crescentes de salinidade da água, comprometendo o desenvolvimento, além de causar danos as folhas. Os autores apontam que, como resultado, o valor estético das plantas ornamentais foi reduzido, evidenciando que estes efeitos foram acompanhados por uma disfunção metabólica, incluindo a diminuição das taxas fotossintéticas e mudanças na atividade das enzimas.

Zhang et al. (2016) retratam que o incremento da salinidade da água de irrigação inibiu o crescimento de duas cultivares de crisântemo, após uma exposição de oito dias ao estresse salino, tendo as partes aéreas das duas cultivares comprometidas, apresentando-se atrofiadas e as folhas cloróticas.

#### **4.1.2 Taxa de crescimento relativo**

Comparando as plantas irrigadas com água de CE de 0,60 com as irrigadas com água de CE de 3,60 dS m<sup>-1</sup>, ocorreram decréscimos relativos nas taxas de crescimento relativo em altura na ordem de 26, 46, 55 e 28% para a *C. roseus*, *A. cathartica*, *I. coccinea* e *D. erecta*, respectivamente, quando foram irrigadas de modo localizado (Figura 19A) e de 46, 80, 68 e 61%, quando irrigadas pelo modo não localizado (Figura 19B). Para as taxas de crescimento relativo em diâmetro as reduções foram de aproximadamente 21, 68, 40 e 28% para o modo localizado e de 40, 70, 35 e 24% para o modo não localizado, respectivamente (Figuras 19C e 19D).

**Figura 19** – Taxas de crescimento relativo em altura (TCRA) e diâmetro caulinar (TCRD) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A e C) e não localizada (B e D), respectivamente.



O crescimento vegetal é resultante de uma série de processos metabólicos, que são sensíveis aos efeitos deletérios ocasionados pelo estresse salino. As reduções nas taxas de crescimento relativo podem ser resultado de mudanças na pressão osmótica e pela concentração de sais dissolvidos na solução do solo, os quais reduzem o potencial osmótico da solução, diminuindo a disponibilidade de água para absorção e realização desses processos pelas plantas.

As plantas podem cessar o crescimento para se adaptarem as condições adversas de estresse salino, esse fato, propicia a manutenção das atividades vitais. Segundo Prisco e Gomes-Filho (2010) essas modificações podem ser devido ao desbalanço hídrico, nutricional ou hormonal, ocasionando o fechamento dos estômatos e redução da transpiração, que resulta em menor crescimento das plantas.

### 4.3 Produção de biomassa

Pelo resumo das análises de variâncias para os dados de biomassa seca radicular (BSR), biomassa seca da parte aérea (BSPA) e biomassa seca total (BST) (Tabela 8), constatou-se que, as fontes de variação isoladas, água salina, modo de irrigação e espécie, exerceram efeitos significativos pelo teste F ( $p \leq 0,05$  ou  $p \leq 0,01$ ), exceto o modo de irrigação, que não exerceu efeito significativo sobre a BSR. Verificou-se ainda, que a interação tripla espécie  $\times$  modo de irrigação  $\times$  salinidade da água (E  $\times$  M  $\times$  A) foi significativa para todas as variáveis ( $p \leq 0,01$ ).

**Tabela 8** – Resumo das análises de variâncias referentes aos dados de biomassa seca radicular (BSR), biomassa seca da parte aérea (BSPA) e biomassa seca total (BST) de plantas ornamentais, cultivadas com água salina e diferentes modos de irrigação.

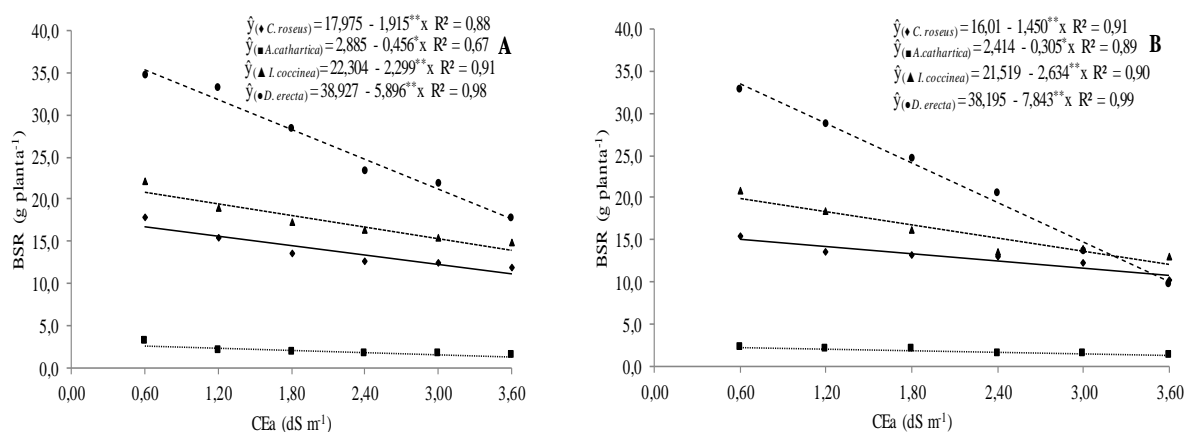
| Fontes de variação                  | Gl  | Quadrados médios       |                        |                         |
|-------------------------------------|-----|------------------------|------------------------|-------------------------|
|                                     |     | BSR                    | BSPA                   | BST                     |
| Blocos                              | 3   | 5,991 <sup>ns</sup>    | 6,894 <sup>ns</sup>    | 21,575 <sup>ns</sup>    |
| Salinidade da água (A)              | 5   | 81,141 <sup>**</sup>   | 755,53 <sup>**</sup>   | 1034,197 <sup>**</sup>  |
| Resíduo (a)                         | 15  | 3,937                  | 13,202                 | 35,025                  |
| (Parcelas)                          | 23  | -                      | -                      | -                       |
| Modos (M)                           | 1   | 8,556 <sup>ns</sup>    | 282,755 <sup>**</sup>  | 186,047 <sup>*</sup>    |
| Interação (A $\times$ M)            | 5   | 47,559 <sup>**</sup>   | 29,705 <sup>ns</sup>   | 135,097 <sup>*</sup>    |
| Resíduo (b)                         | 18  | 7,005                  | 15,839                 | 35,630                  |
| (Subparcelas)                       | 47  | -                      | -                      | -                       |
| Espécies (E)                        | 3   | 2777,491 <sup>**</sup> | 9568,422 <sup>**</sup> | 21264,464 <sup>**</sup> |
| Interação (E $\times$ A)            | 15  | 45,319 <sup>**</sup>   | 225,230 <sup>**</sup>  | 560,830 <sup>**</sup>   |
| Interação (E $\times$ M)            | 3   | 21,465 <sup>*</sup>    | 79,839 <sup>**</sup>   | 106,658 <sup>*</sup>    |
| Interação (E $\times$ M $\times$ A) | 15  | 21,326 <sup>**</sup>   | 51,172 <sup>**</sup>   | 109,441 <sup>**</sup>   |
| Resíduo (c)                         | 108 | 6,905                  | 14,694                 | 27,086                  |
| Total                               | 191 | -                      | -                      | -                       |
| C.V. - A (%)                        | -   | 20,24                  | 14,11                  | 16,39                   |
| C.V. - M (%)                        | -   | 27,00                  | 15,46                  | 16,53                   |
| C.V. - E (%)                        | -   | 26,81                  | 14,89                  | 14,41                   |

<sup>ns, \*\*</sup> e <sup>\*</sup>: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, C.V. – coeficiente de variação. Gl – grau de liberdade.

### 4.3.1 Biomassa seca da raiz

A biomassa seca da raiz decresceu linearmente para todas as espécies ornamentais estudadas com o acréscimo da condutividade elétrica da água, nos dois modos de irrigação (Figuras 20A e 20B). Foram observados decréscimos lineares maiores na BSR das espécies *D. erecta*, *I. coccinea* e *C. roseus*, com o incremento da salinidade da água, independentemente do modo de irrigação utilizado. Já a espécie *A. cathartica*, mostrou-se mais tolerante aos efeitos dos sais, apresentando pequenos decréscimos, quando comparada as demais.

**Figura 20** – Biomassa seca radicular (BSR) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A) e não localizada (B).



Apesar de todas as espécies terem exibido perdas nesta variável, a espécie mais afetada foi a *D. erecta*, apresentando reduções acentuadas de BSR, tanto pelos efeitos da salinidade da água, como pelo modo de irrigação não localizado. Foram verificados decréscimos na biomassa seca radicular de 5,90 e 7,84 g para a espécie *D. erecta*; 2,30 e 2,63 g para a *I. coccinea*; 1,92 e 1,45 g para a *C. roseus* e 0,46 e 0,31 g para a espécie *A. cathartica*, com o aumento de uma unidade na condutividade elétrica da água de irrigação, quando submetidas aos modos de irrigação localizado (Figura 20A) e não localizado (Figura 20B), respectivamente.

De posse desses resultados, podemos afirmar que a expansão da parede das células que compõem as raízes foi comprometida, com reduções decorrentes do estresse salino sofrido. As espécies ornamentais estudadas, sobretudo, as que exibiram maiores perdas na biomassa seca da raiz, não apresentaram estratégias morfológicas frente aos tratamentos salinos impostos. Guimarães et al. (2013), relatam que as raízes são altamente suscetíveis ao estresse salino,

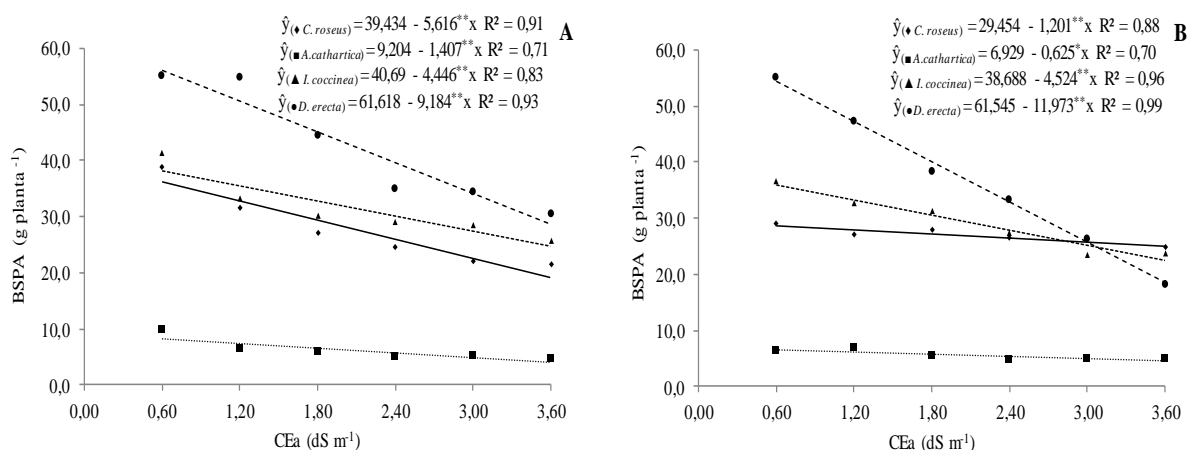
especialmente, pelo fato da ação deletéria dos sais resultar em considerável decréscimo em sua biomassa seca, visto que, o crescimento radicular é determinado por uma alta atividade metabólica, aliado ao fato de que a raiz é o único órgão diretamente exposto ao excesso de sais no solo.

Sabra, Daayf e Renault (2012), pesquisando os efeitos do estresse salino em três espécies ornamentais: *Echinacea pallida*, *Echinacea angustifolia* e *Echinacea purpúrea*, constataram que os níveis de salinidade da água de 1,04, 5,50, 7,89, e 9,96 dS m<sup>-1</sup>, não comprometeram o crescimento das raízes das plantas, porém tiveram reduções na condutância estomática e nas taxas fotossintéticas com o aumento dos níveis salinos. Os autores relatam que a tolerância dessas espécies está associada, principalmente, com a maior capacidade de exclusão dos sais, dessa forma, os danos morfológicos causados pela salinidade foram menores.

#### 4.3.2 Biomassa seca da parte aérea

As espécies estudadas exprimiram restrições acentuadas na biomassa seca da parte aérea, semelhantemente à inibição da área foliar, quando as plantas foram expostas aos níveis crescentes de salinidade da água e aos diferentes modos de irrigação (Figuras 21A e 21B).

**Figura 21** – Biomassa seca da parte aérea (BSPA) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A) e não localizada (B).



A biomassa seca da parte aérea das plantas, em sua maioria, expressou reduções acentuadas, sendo verificadas restrições no aumento da BSPA de 9,18 e 11,97 g para a *D. erecta*; 4,45 e 4,52 g para a *I. coccinea*; 5,62 e 1,20 g para a *C. roseus* e 1,41 e 0,63 g para a *A.*



*cathartica*, a cada incremento de 1,0 dS m<sup>-1</sup> de condutividade elétrica da água, associado aos modos de irrigação localizada e não localizada, respectivamente (Figuras 21A e 21B). Com isso, constata-se que a espécie que mais sofreu com o aumento da salinidade e o modo de irrigação não localizado foi a *D. erecta*, enquanto as demais também apresentaram reduções, porém inferiores a essa espécie, tendo a salinidade da água como fator estressante principal, tendo em vista, que o modo de irrigação não localizado não intensificou as perdas em BSPA nas outras espécies.

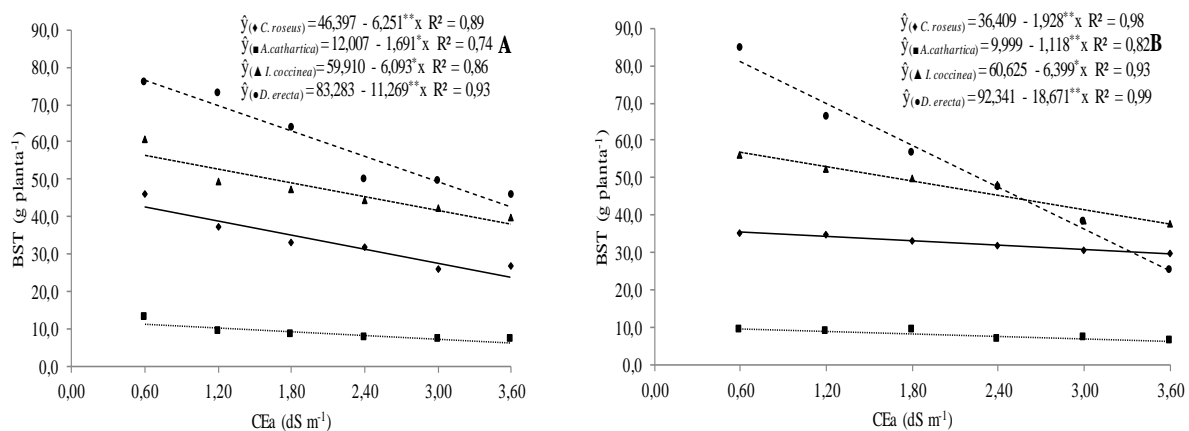
Fageria, Soares Filho e Gheyi (2010), relatam que a parte aérea é constituída dos órgãos mais sensíveis à salinidade, seja a exposição ao estresse de curta ou longa duração. Em experimentos conduzidos em casa de vegetação, foram constatados que a biomassa seca da parte aérea é mais afetada, com reduções mais acentuadas do que a biomassa de raízes, conferindo a parte aérea maior sensibilidade à salinidade, podendo ser considerada como o parâmetro mais adequado para classificação de espécies tolerantes e susceptíveis à salinidade.

Valdés et al. (2014), em experimento com a ornamental *Euphorbia pulcherrima* Willd. (cv. Vermelho clássico) em vasos, constataram que as plantas quando submetidas aos níveis de condutividade elétrica da água de 1,5; 2,0 e 2,5 dS m<sup>-1</sup> tiveram sua biomassa da parte aérea comprometida, exprimindo reduções pronunciadas, com valores na ordem de 29,4; 23,8 e 19,9 g, para os níveis salinos supracitados, enquanto o tratamento controle exibiu, em média, 38,4 g, totalizando perdas máximas em torno de 48%. Os autores, ainda reforçam que, a tolerância de plantas ornamentais aos sais presentes, seja no solo, ou na água de irrigação, é frequentemente determinada a partir da redução do crescimento da parte aérea, expondo que quanto menor for a redução, maior é a tolerância aos sais.

#### **4.3.3 Biomassa seca total**

Semelhantemente, à biomassa seca total das espécies ornamentais, responderam aos efeitos da salinidade da água e dos modos de irrigação (Figuras 22A e 22B).

**Figura 22** – Biomassa seca total (BST) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A) e não localizada (B).



Foram detectadas inibições no incremento da biomassa seca total das plantas, quando expostas aos níveis crescentes de salinidade da água, associada aos diferentes modos de irrigação (Figuras 22A e 22B). Em geral, as plantas da espécie *D. erecta* exprimiram os maiores valores em biomassa seca total, enquanto a *A. cathartica* apresentaram os menores valores. Em média, foram constatadas reduções de 11,27 e 18,34 g para a *D. erecta*; e 1,69 e 1,12 g para a *A. cathartica*, a cada incremento de 1,0 dS m<sup>-1</sup> de condutividade elétrica na água de irrigação, associadas aos modos de irrigação localizada e não localizada, respectivamente. Diante dos resultados, observa-se que, o modo de irrigação não localizado exerceu influência de forma negativa na espécie *D. erecta*, ocasionando perdas de biomassa total de até 44 e 69%, no maior nível de salinidade da água de irrigação (3,6 dS m<sup>-1</sup>), enquanto na espécie *A. cathartica* foram observadas reduções de 46 e 35%, quando irrigadas pelo modo localizado e não localizado, respectivamente.

Em algumas espécies vegetais, uma das primeiras respostas ao estresse salino é o fechamento dos estômatos, visto que, o aumento da salinidade ocasiona déficit hídrico pelo aumento da pressão osmótica no solo, com isso, ocorre uma redução na transpiração, ocasionando diminuição da capacidade fotossintética, pois o suprimento de CO<sub>2</sub> é comprometido, causando reflexos no crescimento (TAIZ; ZEIGER, 2013), conforme constatado anteriormente nas Figuras 13, 14, 15 e 16, para altura, diâmetro caulinar, número de ramos e área foliar, respectivamente, e evidentemente na produção de biomassa seca total.

A concentração elevada de íons na água de irrigação e conseqüentemente sua acumulação no substrato, pode ter ocasionado desbalanço iônico, causando toxicidade às plantas e decréscimo no crescimento e na produção de biomassa, por restringir à aquisição de elementos essenciais a nutrição da planta (ZAPRYANOVA; ATANASSOVA, 2009). Quando a

acumulação de íons, a exemplo do  $\text{Cl}^-$  e  $\text{Na}^+$  se dá nas folhas, inibe a atividade de enzimas envolvidas nos processos fotossintéticos, comprometendo o metabolismo de carboidratos que irão refletir diretamente na produção de biomassa (LARCHER, 2006; ALVES et al., 2011).

#### 4.4 Variáveis fisiológicas

As variáveis, transpiração, fotossíntese e concentração interna de  $\text{CO}_2$ , foram influenciadas significativamente pelo efeito da interação tripla espécie  $\times$  modo de irrigação  $\times$  salinidade da água. Todas as variáveis responderam significativamente as interações salinidade da água  $\times$  modo de irrigação e espécie  $\times$  modo de irrigação, conforme a Tabela 9.

**Tabela 9** – Resumo das análises de variâncias referentes aos dados de condutância estomática (gs), fotossíntese (A), transpiração (E) e concentração interna de  $\text{CO}_2$  (Ci) de plantas ornamentais, cultivadas com água salina e diferentes modos de irrigação.

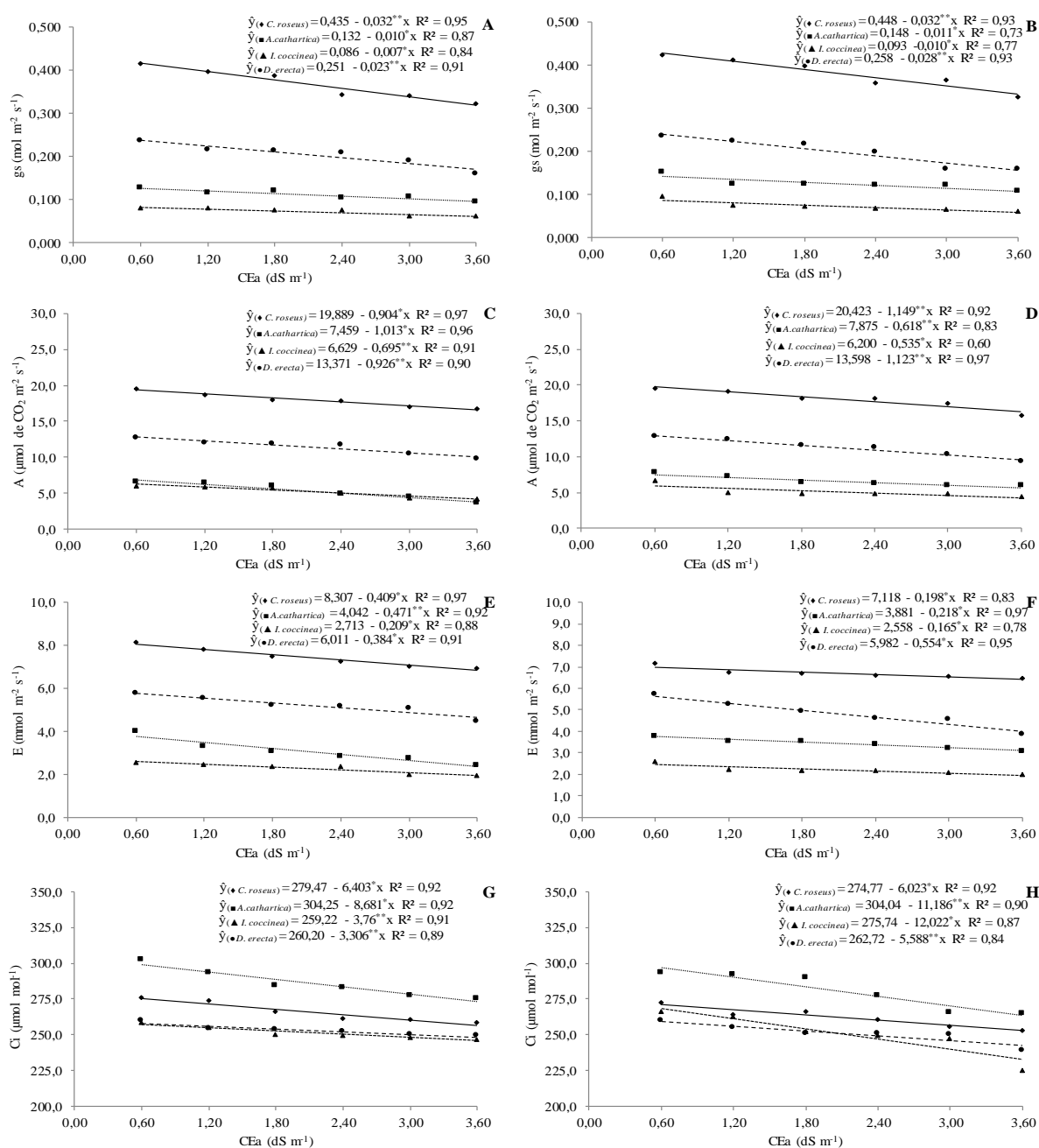
| Fontes de variação                  | Gl  | Quadrados médios     |                      |                      |                     |
|-------------------------------------|-----|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
|                                     |     | Gs                   | A                    | E                    | Ci                  |
| Blocos                              | 3   | 0,0053**             | 3,8030 <sup>ns</sup> | 5,9072**             | 370,76*             |
| Salinidade da água (A)              | 5   | 0,0071**             | 3,7676 <sup>ns</sup> | 0,7132 <sup>ns</sup> | 1070,31**           |
| Resíduo (a)                         | 15  | 0,0009               | 2,0682               | 0,6865               | 80,15               |
| (Parcelas)                          | 23  | -                    | -                    | -                    | -                   |
| Modos (M)                           | 1   | 0,0020*              | 2,9149*              | 0,0967 <sup>ns</sup> | 517,66**            |
| Interação (A $\times$ M)            | 5   | 0,0014*              | 2,7252*              | 1,1994**             | 152,10*             |
| Resíduo (b)                         | 18  | 0,0005               | 0,9345               | 0,1832               | 45,54               |
| (Subparcelas)                       | 47  | -                    | -                    | -                    | -                   |
| Espécies (E)                        | 3   | 0,8525**             | 1694,32**            | 262,41**             | 10937,79**          |
| Interação (E $\times$ A)            | 15  | 0,0032**             | 7,0653**             | 0,6959**             | 317,79**            |
| Interação (E $\times$ M)            | 3   | 0,0010 <sup>ns</sup> | 5,3962*              | 1,3890**             | 45,20 <sup>ns</sup> |
| Interação (E $\times$ M $\times$ A) | 15  | 0,0009 <sup>ns</sup> | 2,6497*              | 0,4803*              | 168,60*             |
| Resíduo (c)                         | 108 | 0,0008               | 1,5615               | 0,2899               | 78,86               |
| Total                               | 191 | -                    | -                    | -                    | -                   |
| C.V. - A (%)                        | -   | 15,89                | 14,24                | 18,34                | 13,41               |
| C.V. - M (%)                        | -   | 11,17                | 9,57                 | 9,47                 | 12,57               |
| C.V. - E (%)                        | -   | 15,19                | 12,37                | 11,92                | 13,38               |

<sup>ns</sup>, \*\* e \* : não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, C.V. – coeficiente de variação. Gl – grau de liberdade.

#### 4.4.1 Trocas gasosas

Na Figura 23, encontram-se os resultados referentes às trocas gasosas, em resposta a salinidade da água de irrigação e dos modos de irrigação utilizados.

**Figura 23** – Condutância estomática (gs) (A e B), fotossíntese (A) (C e D), transpiração (E) (E e F) e concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci) (G e H) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada e não localizada, respectivamente.



A condutância estomática sofreu influência dos efeitos nocivos da salinidade da água de irrigação, aliado aos modos de irrigação. Os valores médios mais elevados de condutância estomática foram observados para as plantas da espécie *C. roseus*, (0,367 e 0,381 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), enquanto que os menores valores foram apresentados pela espécie *I. coccinea*, (0,071 e 0,073 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), nos modos de irrigação localizado e não localizado, respectivamente. Ressalta-se que, para todas as espécies, houve decréscimos lineares em condutância estomática (Figuras 23A e 23B).

O incremento da salinidade da água de irrigação ocasionou limitações na condutância estomática, provocando reduções de 0,032; 0,010; 0,007 e 0,023 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> para as espécies *C. roseus*, *A. cathartica*, *I. coccinea* e *D. erecta*, cultivadas sob irrigação localizada (Figura 23A), e de 0,032; 0,011; 0,010 e 0,028 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, quando submetidas a irrigação não localizada (Figura 23B), a cada incremento de uma unidade de condutividade elétrica da água de irrigação. Verificando-se, assim, a sensibilidade das plantas ao estresse imposto pela salinidade da água, sobretudo, quando são irrigadas através do modo não localizado.

A condutância estomática é um indicador sensível do estresse osmótico, que ocorre devido a uma rápida resposta inicial de fechamento estomático ao estresse salino, sendo, portanto, a primeira e principal causa de declínio nas taxas de assimilação de CO<sub>2</sub> (JAMES et al., 2008). A diminuição da condutância estomática é uma resposta ao desequilíbrio osmótico e ao potencial de água da folha que reduz em condições de estresse salino (CAI et al., 2014).

Niu et al. (2010) estudaram as respostas de oito variedades de pimentas (*Capsicum annuum* L) a irrigação com água salina e constataram reduções na condutância estomática, para todas as variedades, exceto para as variedades “NuMex Sweet” e “Santa Fe Grande” em níveis mais elevados de salinidade. Cai et al. (2014) também relataram que a condutância estomática de seis variedades de rosas de jardim, 'The Fairy', 'Marie Pavie', 'Carefree Delight', 'New Dawn', e 'RADrazz', foi reduzida em 35,9%, 32,9 %, 26,5%, 23,1%, 22,6% e 19,4%, respectivamente, com o aumento nos níveis salinos da água de irrigação.

Com relação à fotossíntese, os maiores valores encontrados ocorreram nas plantas da espécie *C. roseus*, nos dois modos de irrigação, havendo reduções acentuadas com o incremento dos níveis salinos. As reduções estimadas da fotossíntese foram de 0,904; 1,013; 0,695 e 0,926 μmol de CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> para as espécies *C. roseus*, *A. cathartica*, *I. coccinea* e *D. erecta*, quando essas encontravam-se submetidas a irrigação localizada (Figura 23C), já quando submetidas a irrigação não localizada as perdas foram de 1,149; 0,618; 0,535 e 1,123 μmol de CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> respectivamente, a cada incremento de 1,0 dS m<sup>-1</sup> na água de irrigação (Figura 23D).

Uma das primeiras respostas das plantas ao estresse salino é a diminuição na abertura estomática, que pode restringir a fotossíntese líquida, devido às limitações no fornecimento de CO<sub>2</sub>, decorrentes do fechamento parcial dos estômatos ou alterações nos mecanismos bioquímicos de fixação de CO<sub>2</sub> (MUNNS, 2002; ACOSTA-MOTOS et al., 2015a), predominantemente devido ao decréscimo na condutância estomática (Figuras 23A e 23B), que inibe a fotossíntese.

A fotossíntese, em plantas cultivadas em condições de estresse salino, é limitada não somente pelo fechamento estomático, mas também pelo efeito danoso dos sais sobre processos secundários. As limitações não estomáticas potencialmente capazes de diminuir às atividades fotossintéticas são de naturezas bioquímicas, entre as principais, propõem-se, a inibição da atividade da Rubisco e da síntese de ATP, como respostas complementares às estomáticas, perante condições estressantes aos vegetais (FERREIRA-SILVA et al., 2010; SABRA; DAAYF; RENAULT, 2012).

A diminuição da fotossíntese sob condições de estresse pode se relacionar com as próprias reduções que ocorrem no tamanho das folhas pela inibição da divisão e alongamento celular (SANTOS et al., 2012), pela incapacidade das plantas produzirem folhas novas, acarretando diminuição na área foliar (Figuras 16A e 16B). Além disso, a redução na fotossíntese pode ser causada pelos agentes estressantes ao próprio aparelho fotossintético, a alterações bioquímicas que podem comprometer diretamente a eficiência fotossintética (FERREIRA-SILVA et al., 2010), ou ao efeito do sal sob os cloroplastos, em particular sobre o transporte de elétrons e sobre os processos secundários (LARCHER, 2006).

No que diz respeito à transpiração, evidenciou-se efeito linear decrescente com o aumento nos níveis de salinidade da água de irrigação de 0,60 dS m<sup>-1</sup> para 3,60 dS m<sup>-1</sup>, nos dois modos de irrigação, essas reduções ocorrem devido ao fechamento estomático. Nota-se que os menores valores de transpiração (Figuras 23E e 23 F), foram observados para a espécie *I. coccinea*, tendência semelhante a condutância estomática (Figuras 23A e 23B). As semelhanças entre transpiração e condutância estomática ocorrem, pois à medida que os estômatos se fecham, haverá uma redução no fluxo de vapor d'água para a atmosfera.

Os decréscimos em transpiração e condutância estomática é uma rápida resposta ao aumento da salinidade, o que permite uma diminuição na perda de água pela transpiração (LI et al., 2013; SUÁREZ, 2011). O aumento da salinidade ocasiona alterações morfofisiológicas, que reduzem a absorção de água, quantidade de estômatos por área foliar e a transpiração (ACOSTA-MOTOS et al., 2015a; FERNÁNDEZ-GARCÍA et al., 2014; GARRIDO et al.,

2014; LI et al., 2015). A baixa densidade em conjunto com o fechamento estomático, por período prolongado, restringe de forma drástica as trocas gasosas (ORSINI et al., 2012).

As limitações na condutância estomática e na transpiração comprometeram a fotossíntese (Figuras 23C e 23D). Todavia, essas alterações, podem proteger as plantas, evitando desidratação rápida e permitindo sua sobrevivência em condições de estresse temporário (ORSINI et al., 2012). Taiz e Zeiger (2013) afirmam que essas condições, refletem no crescimento das plantas, conforme evidenciado nas variáveis biométricas do presente estudo.

Para a concentração interna de CO<sub>2</sub>, ocorreram decréscimos lineares para todas as espécies estudadas, sendo esse declínio mais pronunciado para as espécies *A. cathartica* e *I. coccinea*, nos modos de irrigação localizada e não localizada, respectivamente (Figuras 23G e 23H). No modo de irrigação localizada, as espécies *I. coccinea* e *D. erecta*, apresentaram tendências semelhantes, com perdas relativas de 4,39 e 3,84%, respectivamente, na concentração interna de CO<sub>2</sub>, comparando-se as plantas do tratamento controle com as expostas ao maior nível salino (Figura 23G). Essa redução na concentração interna de CO<sub>2</sub>, aliada a diminuição na condutância estomática, provocou reduções na fotossíntese (Figuras 23C e 23D).

Os resultados observados são condizentes com as informações encontradas na literatura, em que ocorrem reduções da concentração interna de CO<sub>2</sub> com o incremento da salinidade (BHUIYAN et al., 2015; LI et al., 2015; ORSINI et al., 2012; SLAMA et al., 2015). As tendências evidenciam os efeitos deletérios da salinidade sobre as trocas gasosas das plantas.

#### **4.5 Teores de clorofila total: Índice SPAD**

O teor de clorofila total, medido através do índice SPAD, sofreu influência significativa das fontes de variação isoladas (salinidade da água de irrigação, modo de irrigação e das espécies). A variável em questão, também respondeu aos efeitos das interações salinidade da água de irrigação × modo de irrigação (A × M), espécies × salinidade da água de irrigação (E × A) e espécies × modo de irrigação (E × M). A interação tripla também exerceu efeito significativo sobre o índice SPAD (Tabela 10).

**Tabela 10** – Resumo das análises de variâncias referentes aos dados de índice SPAD de plantas ornamentais, cultivadas com água salina e diferentes modos de irrigação.

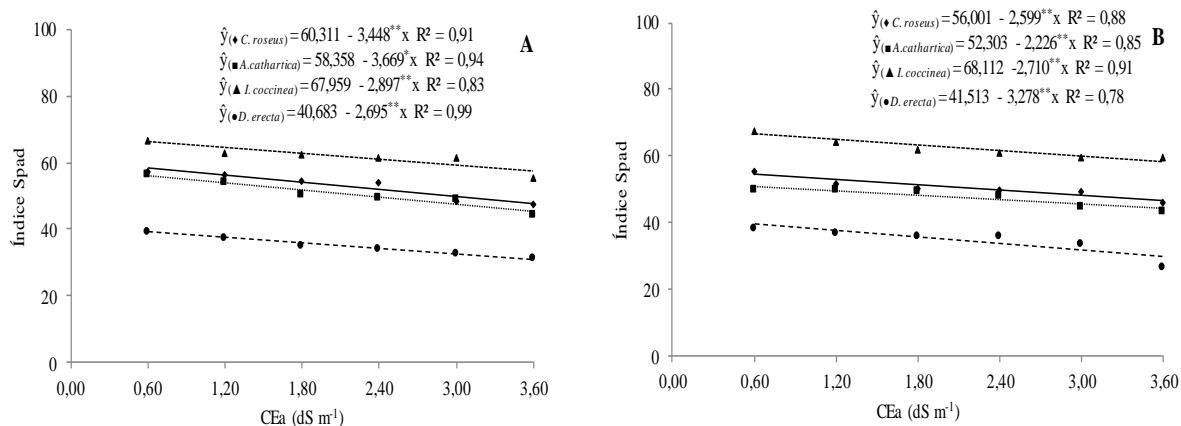
| Fontes de variação     | Gl  | Quadrados médios        |
|------------------------|-----|-------------------------|
|                        |     | Índice SPAD             |
| Blocos                 | 3   | 7,1240 <sup>ns</sup>    |
| Salinidade da água (A) | 5   | 103,1201 <sup>**</sup>  |
| Resíduo (a)            | 15  | 4,0925                  |
| (Parcelas)             | 23  | -                       |
| Modos (M)              | 1   | 96,3333 <sup>**</sup>   |
| Interação (A×M)        | 5   | 74,0187 <sup>**</sup>   |
| Resíduo (b)            | 18  | 8,6082                  |
| (Subparcelas)          | 47  | -                       |
| Espécies (E)           | 3   | 6154,1158 <sup>**</sup> |
| Interação (E×A)        | 15  | 44,7283 <sup>**</sup>   |
| Interação (E×M)        | 3   | 32,9011 <sup>**</sup>   |
| Interação (E×M×A)      | 15  | 27,9922 <sup>**</sup>   |
| Resíduo (c)            | 108 | 7,3032                  |
| Total                  | 191 | -                       |
| C.V. - A (%)           | -   | 4,09                    |
| C.V. - M (%)           | -   | 5,93                    |
| C.V. - E (%)           | -   | 5,47                    |

<sup>ns, \*\* e \*</sup>: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, C.V. – coeficiente de variação. Gl – grau de liberdade.

Seguindo a tendência da maioria das variáveis respostas apresentadas, os valores de índice Spad sofreram decréscimo com o incremento da salinidade para todas as espécies. Foram verificadas reduções de 3,45; 3,67; 2,90 e 2,70 unidades SPAD, para as espécies *C. roseus*, *A. cathartica*, *I. coccinea* e *D. erecta*, submetidas a irrigação localizada (Figura 24A), já ao serem irrigadas através do modo não localizada as reduções foram de 2,60; 2,23; 2,71 e 3,28 unidades SPAD, respectivamente, (Figura 24B), a cada incremento de 1,0 dS m<sup>-1</sup> na condutividade elétrica da água de irrigação.



**Figura 24** – Índice Spad de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A) e não localizada (B).



Os teores de clorofila de plantas cultivadas em ambiente salino são reduzidos devido ao aumento da clorofilase, enzima responsável pela degradação da clorofila, juntamente com a magnésio-chelataase, que induz a destruição da estrutura do cloroplasto e a instabilidade de complexos de proteínas do pigmento (TAIZ; ZEIGER, 2013; FREITAS et al., 2014). Os efeitos depreciativos dos sais causam alterações nos mecanismos bioquímicos e fisiológicos das plantas, modificando os teores de clorofila, e conseqüentemente no índice SPAD comprometendo a atividade fotossintética, o crescimento e desenvolvimento da planta (CAVALCANTE et al., 2011b).

A diminuição no índice de clorofila em condições salinas pode ser devido à destruição dos cloroplastos, do aparelho fotossintético e foto-oxidação da clorofila. O estresse oxidativo, provoca aumento nos teores de espécies reativas de oxigênio (ERO), gerando danos aos cloroplastos e causa reduções no índice SPAD (KARIMI; EINI TARI, 2016; KARIMI; NASROLAHPOUR-MOGHADAM, 2016). Decréscimos nas leituras do índice SPAD, refletem as reduções no conteúdo de clorofila, como resposta ao estresse salino (SILVA et al., 2011).

#### 4.6 Análise química do tecido vegetal

Os teores de cloro e sódio das folhas e do caule sofreram influência significativa das fontes de variação isoladas (salinidade da água de irrigação, modo de irrigação e das espécies). Foram constatadas respostas aos efeitos da interação salinidade da água de irrigação  $\times$  modo de irrigação (A  $\times$  M) apenas para os teores de  $Cl^-$  nas folhas e espécies  $\times$  salinidade

da água de irrigação (E × A) em todas as variáveis. As interações espécies × modo de irrigação (E × M) e a interação tripla também exerceram efeitos significativos sobre essas variáveis, com exceção dos teores de Cl<sup>-</sup> no caule (Tabela 11).

**Tabela 11** – Resumo das análises de variâncias referentes aos teores de cloro nos caules (Cl<sub>C</sub>) e nas folhas (Cl<sub>F</sub>) e teores de sódio nos caules (Na<sub>C</sub>) e nas folhas (Na<sub>F</sub>) de plantas ornamentais, cultivadas com água salina e diferentes modos de irrigação.

| Fontes de variação     | Gl  | Quadrados médios    |                      |                      |                      |
|------------------------|-----|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                        |     | Cl <sub>C</sub>     | Cl <sub>F</sub>      | Na <sub>C</sub>      | Na <sub>F</sub>      |
| Blocos                 | 3   | 0,167 <sup>ns</sup> | 1,208 <sup>ns</sup>  | 0,303 <sup>ns</sup>  | 0,006 <sup>ns</sup>  |
| Salinidade da água (A) | 5   | 0,721 <sup>**</sup> | 34,780 <sup>**</sup> | 1,723 <sup>**</sup>  | 27,203 <sup>**</sup> |
| Resíduo (a)            | 15  | 0,154               | 1,067                | 0,276                | 0,530                |
| (Parcelas)             | 23  | -                   | -                    | -                    | -                    |
| Modos (M)              | 1   | 1,333 <sup>**</sup> | 77,521 <sup>**</sup> | 2,423 <sup>*</sup>   | 91,411 <sup>**</sup> |
| Interação (A×M)        | 5   | 0,146 <sup>ns</sup> | 13,895 <sup>**</sup> | 0,499 <sup>ns</sup>  | 1,282 <sup>ns</sup>  |
| Resíduo (b)            | 18  | 0,149               | 0,944                | 0,295                | 0,953                |
| (Subparcelas)          | 47  | -                   | -                    | -                    | -                    |
| Espécies (E)           | 3   | 4,569 <sup>**</sup> | 25,222 <sup>**</sup> | 58,287 <sup>**</sup> | 65,403 <sup>**</sup> |
| Interação (E×A)        | 15  | 0,524 <sup>**</sup> | 6,514 <sup>**</sup>  | 0,839 <sup>**</sup>  | 7,826 <sup>**</sup>  |
| Interação (E×M)        | 3   | 0,264 <sup>ns</sup> | 5,688 <sup>*</sup>   | 1,304 <sup>**</sup>  | 6,406 <sup>**</sup>  |
| Interação (E×M×A)      | 15  | 0,576 <sup>*</sup>  | 8,079 <sup>**</sup>  | 0,812 <sup>**</sup>  | 2,890 <sup>**</sup>  |
| Resíduo (c)            | 108 | 0,134               | 1,527                | 0,255                | 0,645                |
| Total                  | 191 | -                   | -                    | -                    | -                    |
| C.V. - A (%)           | -   | 23,65               | 23,17                | 16,67                | 12,68                |
| C.V. - M (%)           | -   | 23,12               | 21,80                | 17,24                | 17,01                |
| C.V. - E (%)           | -   | 21,41               | 27,71                | 16,03                | 13,99                |

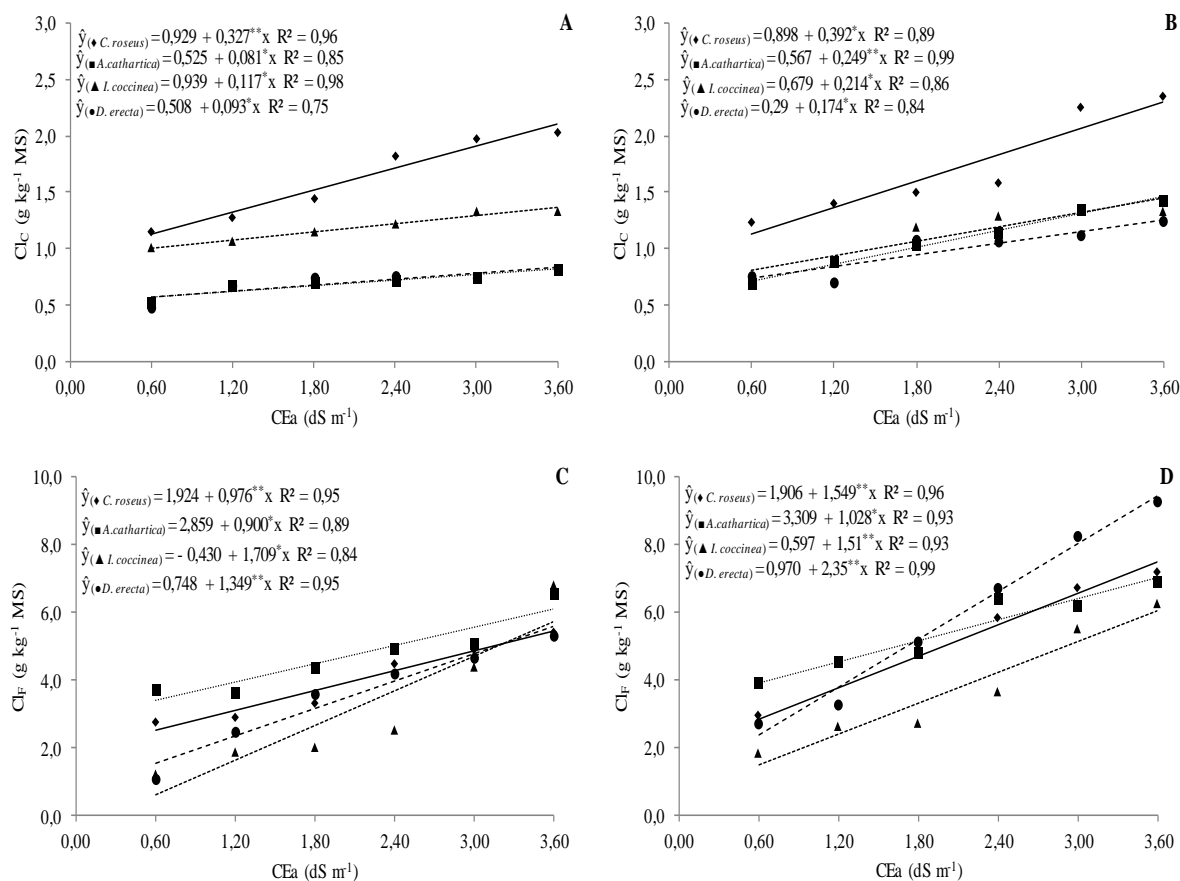
<sup>ns, \*\*</sup> e <sup>\*</sup>: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, C.V. – coeficiente de variação. Gl – grau de liberdade.

#### 4.6.1 Teores de cloro nos caules e nas folhas

Os teores de cloro nos caules e nas folhas das plantas ornamentais foram influenciados pela salinidade da água e pelos modos de irrigação, expressando incrementos desse micronutriente nos órgãos de todas as espécies ornamentais estudadas. Para os caules, foram verificados aumentos nos teores de cloro, independente do modo de irrigação utilizado.

Entretanto, a espécie *C. roseus* se destacou, expressando os maiores teores de  $\text{Cl}^-$  no caule, principalmente, nas plantas cultivadas no modo não localizado, enquanto as espécies *A. cathartica* e *D. erecta* apresentaram os menores valores. As plantas da espécie *C. roseus* exprimiram aumentos nos teores de cloro no caule, com valores de 0,33 e 0,39  $\text{g kg}^{-1}$  a cada acréscimo de 1,0  $\text{dS m}^{-1}$  na condutividade elétrica da água de irrigação, quando irrigadas de modo localizado e não localizado, respectivamente (Figuras 25 A e 25B).

**Figura 25** – Teor de cloro nos caules ( $\text{Cl}_C$ ) e nas folhas ( $\text{Cl}_F$ ) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A e C) e não localizada (B e D), respectivamente.



Nas folhas das plantas ornamentais, também ocorreram aumentos substanciais dos teores de cloro, em consequência do aumento da salinidade da água de irrigação. As espécies ornamentais *A. cathartica* e *D. erecta* apresentaram os maiores acúmulos de íons  $\text{Cl}^-$  nas folhas, nos modos de irrigação localizada e não localizada, respectivamente. Em contrapartida, no caule das espécies supracitadas, os teores desse micronutriente foram inferiores aos das demais espécies. Foram verificados incrementos nos teores foliares de cloro

de 0,90 e 1,35 g kg<sup>-1</sup>, para a espécie *A. cathartica* e *D. erecta*, a cada aumento de 1,0 dS m<sup>-1</sup> na condutividade elétrica da água de irrigação, quando as plantas foram irrigadas de modo localizado e de 1,03 e 2,35 g kg<sup>-1</sup>, para o modo não localizado, respectivamente (Figuras 25C e 25D).

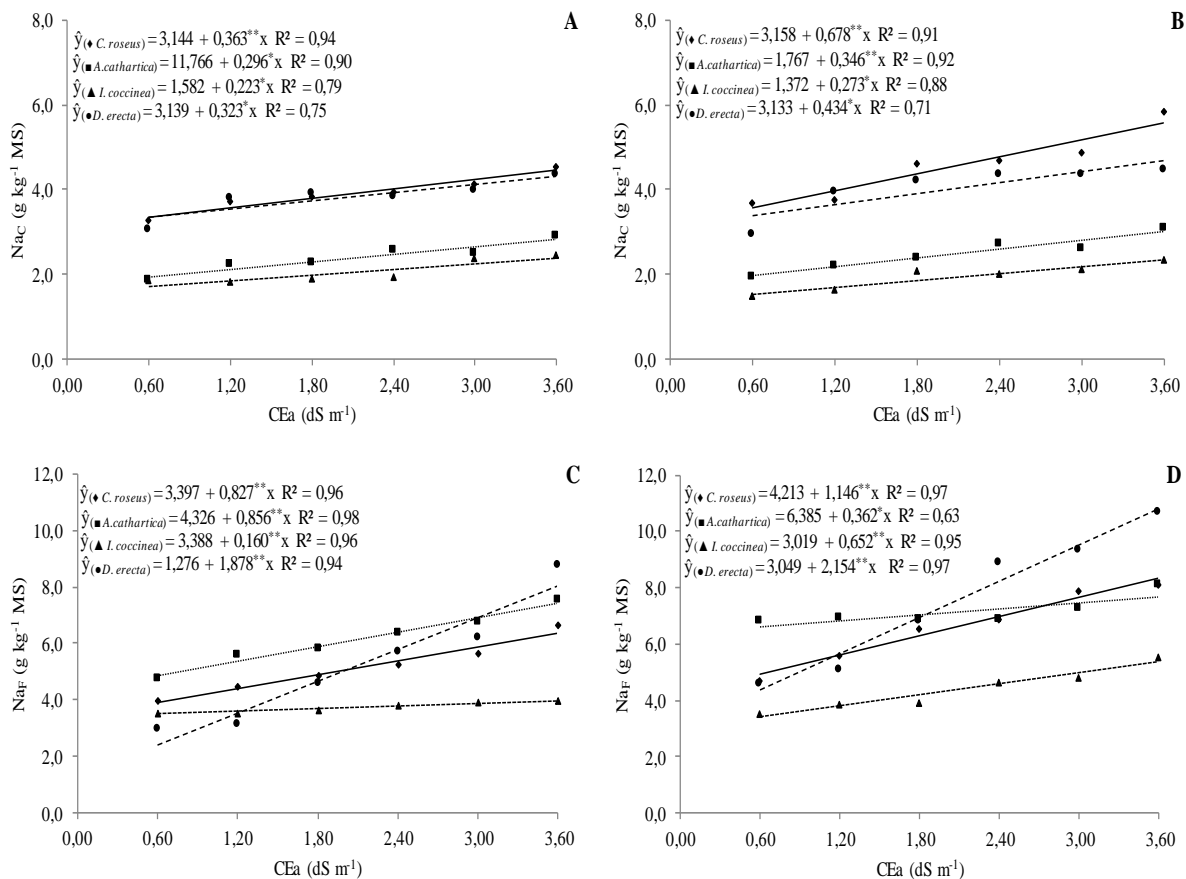
Semelhantemente aos resultados obtidos no presente estudo, Cai et al. (2014) pesquisando os efeitos da salinidade da água de irrigação em seis variedades de rosas de jardim, 'The Fairy', 'Marie Pavie', 'Carefree Delight', 'New Dawn', 'Caldwell Pink' e 'RADrazz', também constataram acréscimos nas concentrações de Cl<sup>-</sup> nos tecidos foliares, com o aumento dos níveis salinos da água de irrigação. Os autores ainda relatam que, além do acúmulo de Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> nos tecidos foliares, o estresse salino também comprometeu bastante o crescimento e as trocas gasosas das plantas, com inibições acentuadas, sobretudo, na área foliar, condutância estomática e nas taxas fotossintéticas.

Em geral, o estresse salino causado nas plantas induz ao aumento do Cl<sup>-</sup> a níveis mais altos, sobretudo, nas folhas, como observado em diversas espécies ornamentais (CASSANITI; LEONARDI; FLOWERS, 2009). Gómez-Bellot et al. (2013) relatam que, elevadas concentrações de Cl<sup>-</sup> na parte aérea provocam efeitos tóxicos direto sobre a fisiologia da planta e influenciam negativamente o crescimento das plantas, principalmente, por meio dos efeitos osmóticos e da redução da disponibilidade de nutrientes.

#### **4.6.2 Teores de sódio nos caules e nas folhas**

Os teores de sódio no caule das espécies ornamentais também exprimiram incrementos com o aumento da salinidade da água, associado aos diferentes modos de irrigação. As espécies *C. roseus* e *D. erecta* apresentaram os maiores teores de sódio no caule, em comparação as demais espécies, com acréscimos de 0,36 e 0,68 g kg<sup>-1</sup> para a *C. roseus* e 0,32 e 0,43 g kg<sup>-1</sup> para a *D. erecta*, a cada aumento de 1,0 dS m<sup>-1</sup> na CE da água, quando as plantas foram cultivadas sob irrigação localizada e não localizada, respectivamente (Figuras 26A e 26B).

**Figura 26** – Teor de sódio nos caules ( $Na_C$ ) e nas folhas ( $Na_F$ ) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A e C) e não localizada (B e D), respectivamente.



Os teores foliares de sódio nas espécies ornamentais, também exprimiram aumentos substanciais com o aumento dos níveis salinos da água, sobretudo, no modo de irrigação não localizado, possivelmente, devido ao contato direto dos sais de sódio presentes na água de irrigação com as folhas. Constatou-se que as plantas de *I. coccinea* mesmo expressando acréscimos relativo de 13,78 e 57,36% de sódio atrelado ao incremento da salinidade da água, quando irrigadas pelo modo de irrigação localizado e não localizado, respectivamente, ainda assim, apresentaram os menores valores de  $Na^+$  nos tecidos foliares, quando comparado as outras espécies ornamentais estudadas.

Cassaniti; Leonardi; Flowers (2009) estudando as respostas de doze arbustos ornamentais à salinidade da água de irrigação constataram que, o aumento dos teores foliares de  $Cl^-$  e  $Na^+$  estão correlacionados com a redução nas taxas de crescimento das plantas. Além disso, os autores observaram uma maior incidência de lesões necróticas acometidas nas folhas dos arbustos ornamentais com o aumento da salinidade da água.

García-Caparrós et al. (2016) pesquisando os mecanismos de tolerância de três plantas ornamentais verificaram que a salinidade desencadeou respostas diferentes em cada espécie estudada, sobretudo, nos teores de sódio nos tecidos foliares. Os autores afirmam que as plantas ornamentais apresentaram tendência semelhante às respostas biométricas, apresentando reduções, porém, a aparência geral delas não foi comprometida a ponto de torná-las inadequadas para a comercialização.

Na Tabela 12, podem ser observados que os teores de cálcio e potássio nos caules e nas folhas foram influenciados pelos efeitos isolados da salinidade da água de irrigação, pelos modos de irrigação (exceto os teores de cálcio nas folhas) e pelas espécies. Foram verificadas respostas aos efeitos das interações salinidade da água x modos de irrigação (A x M), espécies x salinidade da água de irrigação (E x A), espécies x modos de irrigação (exceto os teores de cálcio nas folhas E x M) e a interação tripla espécies x modos de irrigação e salinidade da água de irrigação (E x M x A).

**Tabela 12** – Resumo das análises de variâncias referentes aos dados de teores de cálcio nos caules ( $Ca_C$ ) e nas folhas ( $Ca_F$ ) e teores de potássio nos caules ( $K_C$ ) e nas folhas ( $K_F$ ) de plantas ornamentais, cultivadas com água salina e diferentes modos de irrigação.

| Fontes de variação     | Gl  | Quadrados médios    |                     |           |           |
|------------------------|-----|---------------------|---------------------|-----------|-----------|
|                        |     | $Ca_C$              | $Ca_F$              | $K_C$     | $K_F$     |
| Blocos                 | 3   | 2,445 <sup>ns</sup> | 2,057*              | 11,73*    | 19,62*    |
| Salinidade da água (A) | 5   | 5,963**             | 5,256**             | 29,11**   | 42,55**   |
| Resíduo (a)            | 15  | 1,137               | 0,555               | 4,31      | 7,45      |
| (Parcelas)             | 23  | -                   | -                   | -         | -         |
| Modos (M)              | 1   | 17,334**            | 0,015 <sup>ns</sup> | 129,33**  | 25,79*    |
| Interação (A x M)      | 5   | 11,673**            | 6,533**             | 16,35*    | 25,12**   |
| Resíduo (b)            | 18  | 1,185               | 1,008               | 4,59      | 4,74      |
| (Subparcelas)          | 47  | -                   | -                   | -         | -         |
| Espécies (E)           | 3   | 151,130**           | 40,375**            | 2917,20** | 1706,38** |
| Interação (E x A)      | 15  | 8,229**             | 3,669**             | 16,60**   | 27,19**   |
| Interação (E x M)      | 3   | 18,447**            | 1,052 <sup>ns</sup> | 52,75**   | 15,99*    |
| Interação (E x M x A)  | 15  | 5,829**             | 5,623**             | 24,94**   | 37,38**   |
| Resíduo (c)            | 108 | 0,739               | 0,876               | 5,49      | 4,11      |
| Total                  | 191 | -                   | -                   | -         | -         |

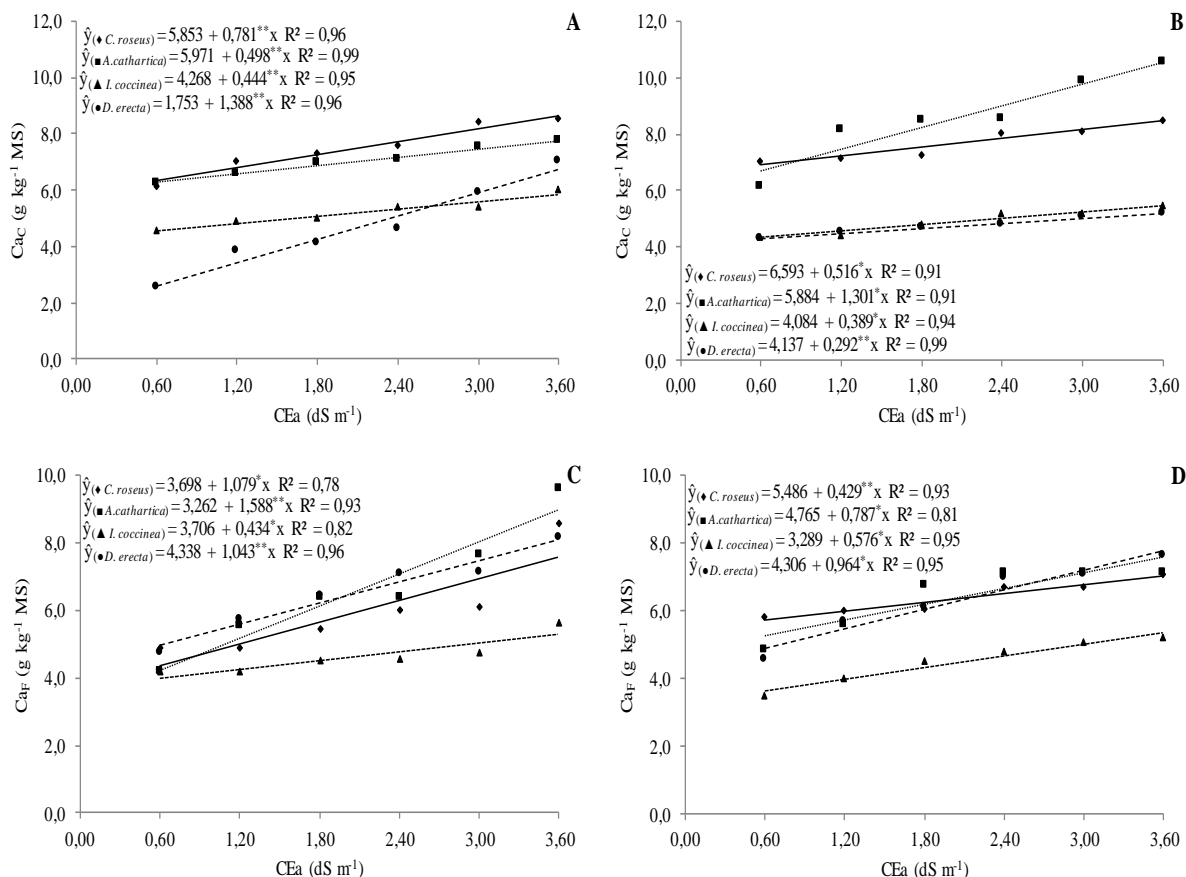
|              |   |       |       |       |       |
|--------------|---|-------|-------|-------|-------|
| C.V. - A (%) | - | 16,68 | 12,58 | 12,18 | 17,38 |
| C.V. - M (%) | - | 17,02 | 16,96 | 12,57 | 13,86 |
| C.V. - E (%) | - | 13,45 | 15,82 | 13,75 | 12,90 |

<sup>ns, \*\*</sup> e <sup>\*</sup>: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, C.V. – coeficiente de variação. GI – grau de liberdade.

#### 4.6.3 Teores de cálcio nos caules e nas folhas

As espécies ornamentais apresentaram incrementos nos teores de cálcio no caule e nas folhas, com o aumento da salinidade da água, associado aos diferentes modos de irrigação (Figura 27). Os maiores teores desse macronutriente nos caules das plantas foram verificados nas espécies *C. roseus* e *A. cathartica*, com acréscimos de 0,78 e 0,52 g kg<sup>-1</sup> para a *C. roseus*; 0,50 e 1,39 g kg<sup>-1</sup> para a *A. cathartica*, enquanto nas folhas dessas mesmas espécies, foram constatados incrementos nos teores de Ca<sup>2+</sup> de 1,08 e 0,43 g kg<sup>-1</sup> para a *C. roseus* e 1,59 e 0,79 g kg<sup>-1</sup> para *A. cathartica*, a cada aumento de uma unidade na CE da água de irrigação, quando as plantas foram cultivadas sob irrigação localizada e não localizada, respectivamente (Figuras 27A, 27B, 27C e 28D).

**Figura 27** – Teor de cálcio nos caules ( $Ca_C$ ) e nas folhas ( $Ca_F$ ) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A e C) e não localizada (B e D), respectivamente.



As plantas das espécies ornamentais, em geral, não apresentaram deficiências de cálcio, mostrando-se bem supridas desse macronutriente (Figura 27). Uma justificativa válida para o aumento desse macronutriente, está atrelado ao fato dele não ser um elemento móvel na planta, uma vez absorvido, ele não se desloca dos tecidos mais velhos para os mais jovens. Portanto, mesmo estressadas, as plantas mantiveram altos teores de cálcio nos tecidos. O aumento linear nos teores de  $Ca^{2+}$  nos caules e nas folhas, pode ser devido ao efeito da concentração, pois com o aumento da salinidade as plantas reduziram seu crescimento.

Lacerda et al. (2004) pesquisando a influência do cálcio sobre dois genótipos de sorgo forrageiro em condições de estresse salino, relatam que o aumento na concentração de  $Ca^{2+}$  no meio de cultivo amenizou parcialmente os efeitos da salinidade, sobretudo, na parte aérea, com concentrações adequadas desse cátion nas folhas.

Morgan et al. (2014), discorrem que a manutenção equilibrada dos teores de  $Ca^{2+}$  nas folhas é de grande importância, principalmente, no crescimento e no desenvolvimento vegetal,

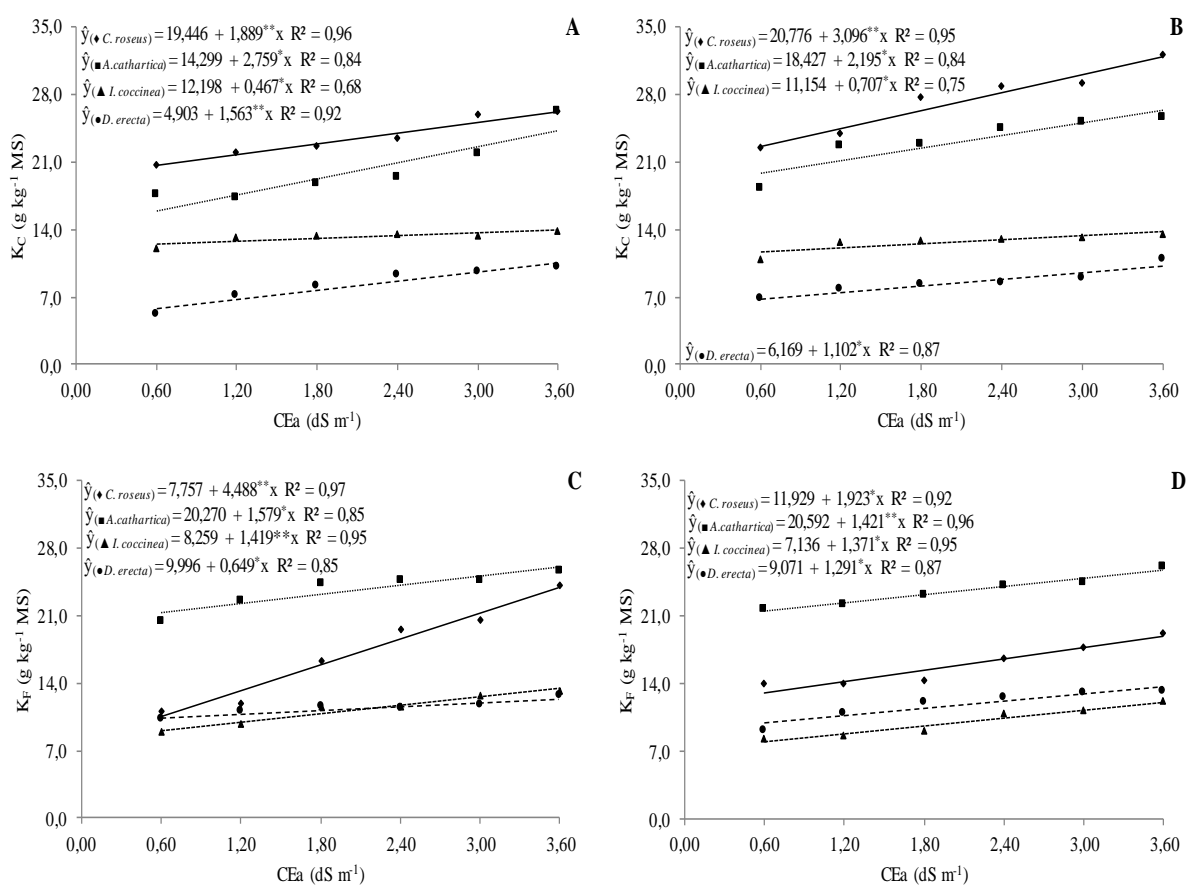


sobretudo, em condições salinas, em decorrência das funções desempenhadas pelo cálcio em vias de sinalização de estresse, que são, na maioria das vezes, ligadas à homeostase do pH citosólico. Os autores ainda complementam que, a salinidade pode comprometer várias funções fisiológicas e metabólicas desempenhadas pelo cálcio, que são essenciais às plantas, e em alguns casos, mesmo sem alterar suas concentrações nos tecidos vegetais.

#### 4.6.4 Teores de potássio nos caules e nas folhas

O aumento no nível de salinidade da água de irrigação promoveu aumento na concentração de  $K^+$  nos caules e nas folhas das plantas ornamentais, independente do modo de irrigação utilizado, ajustando-se ao modelo linear para todas as espécies (Figura 28).

**Figura 28** – Teor de potássio nos caules ( $K_C$ ) e nas folhas ( $K_F$ ) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A e C) e não localizada (B e D), respectivamente.



Os teores de potássio nos caules das plantas ornamentais apresentaram incrementos de forma linear, com valores de 1,89; 2,76; 0,47 e 1,56 g kg<sup>-1</sup> de matéria seca, a cada aumento de 1,0 dS m<sup>-1</sup> na CE da água de irrigação, para as espécies *C. roseus*, *A. cathartica*, *I. coccinea* e *D. erecta* submetidas ao modo de irrigação localizado (Figura 28A), e para as mesmas espécies quando irrigadas pelo modo não localizado os acréscimos foram de 3,10; 2,20; 0,71 e 1,10 g kg<sup>-1</sup> de matéria seca, respectivamente (Figura 28B).

Para os teores de potássio nas folhas, os incrementos foram de 4,49; 1,58; 1,42 e 0,65 g kg<sup>-1</sup> de matéria seca, a cada aumento de 1,0 dS m<sup>-1</sup> na CE da água de irrigação, para as espécies *C. roseus*, *A. cathartica*, *I. coccinea* e *D. erecta* submetidas ao modo de irrigação localizado (Figura 28C), e quando essas mesmas espécies foram irrigadas pelo modo não localizado os aumentos foram de 1,92; 1,42; 1,37 e 1,29 g kg<sup>-1</sup> de matéria seca, respectivamente (Figura 28D). Esse aumento linear nos teores de K<sup>+</sup>, tanto nos caules, quanto nas folhas, pode ser atribuído ao efeito da concentração, já que com o aumento da salinidade as plantas reduziram seu crescimento.

O potássio é o segundo elemento mais requerido pelas plantas, perdendo apenas para o nitrogênio, estando diretamente envolvido no transporte de açúcares, transporte e uso da água, ativador enzimático, além de desempenhar um importante papel na regulação do potencial osmótico das células vegetais e na fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O K<sup>+</sup> e o Na<sup>+</sup> podem ser transportados pelas mesmas proteínas, assim altas concentrações de Na<sup>+</sup> pode inibir a concentração de K<sup>+</sup> nas folhas (SHABALA, 2013). A relação entre a concentração de sódio e potássio no citosol é considerado um componente chave para a resistência das plantas ao estresse provocado pelo excesso de sal (SUN et al., 2010). Isso ocorre devido ao papel essencial do K<sup>+</sup> como ativador enzimático no citosol, dessa forma altas concentrações de Na<sup>+</sup> podem inibir a ativação de enzimas essenciais ao pleno funcionamento celular (MORGAN et al., 2014).

#### **8.6.5 Teores de prolina nos caules e nas folhas**

Os resultados da ANOVA, apresentados na Tabela 13, indicam que os teores de prolina nos caules e nas folhas foram influenciados significativamente pelos fatores isolados salinidade da água (A), modo de irrigação (M) e espécies (E). Observa-se que as interações salinidade da água × modos de irrigação (A×M) e espécie × modos de irrigação × salinidade da água (E×M×A) exerceram efeitos significativos sobre os teores de prolina no caule e nas

folhas. A interação espécie  $\times$  modo de irrigação (E $\times$ M) exerceu efeito somente sobre o teor de prolina das folhas.

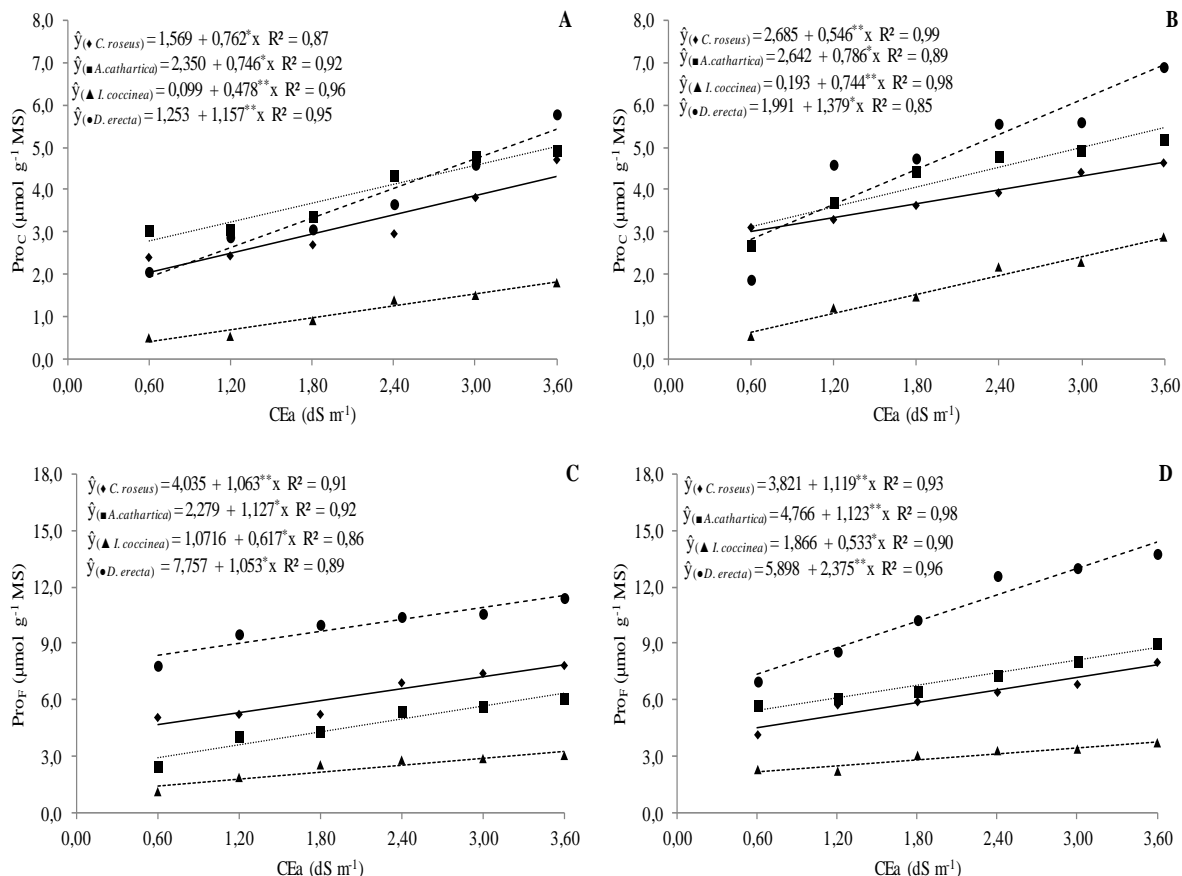
**Tabela 13** – Resumo das análises de variâncias referentes aos dados de teores de prolina nos caules (Pro<sub>C</sub>) e folhas (Pro<sub>F</sub>) de plantas ornamentais, cultivadas com água salina e diferentes modos de irrigação.

| Fontes de variação                  | Gl  | Quadrados médios      |                       |
|-------------------------------------|-----|-----------------------|-----------------------|
|                                     |     | Pro <sub>C</sub>      | Pro <sub>F</sub>      |
| Blocos                              | 3   | 0,339 <sup>ns</sup>   | 1,111 <sup>ns</sup>   |
| Salinidade da água (A)              | 5   | 7,168 <sup>**</sup>   | 3,925 <sup>**</sup>   |
| Resíduo (a)                         | 15  | 0,376                 | 0,686                 |
| (Parcelas)                          | 23  | -                     | -                     |
| Modos (M)                           | 1   | 16,922 <sup>**</sup>  | 21,333 <sup>**</sup>  |
| Interação (A $\times$ M)            | 5   | 4,659 <sup>**</sup>   | 14,833 <sup>**</sup>  |
| Resíduo (b)                         | 18  | 0,495                 | 0,931                 |
| (Subparcelas)                       | 47  | -                     | -                     |
| Espécies (E)                        | 3   | 109,839 <sup>**</sup> | 459,777 <sup>**</sup> |
| Interação (E $\times$ A)            | 15  | 7,009 <sup>**</sup>   | 15,703 <sup>**</sup>  |
| Interação (E $\times$ M)            | 3   | 0,380 <sup>ns</sup>   | 19,056 <sup>**</sup>  |
| Interação (E $\times$ M $\times$ A) | 15  | 13,751 <sup>**</sup>  | 33,922 <sup>**</sup>  |
| Resíduo (c)                         | 108 | 0,724                 | 1,071                 |
| Total                               | 191 | -                     | -                     |
| C.V. - A (%)                        | -   | 17,39                 | 12,27                 |
| C.V. - M (%)                        | -   | 19,95                 | 14,29                 |
| C.V. - E (%)                        | -   | 24,13                 | 15,33                 |

<sup>ns</sup>, <sup>\*\*</sup> e \* : não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, C.V. – coeficiente de variação. Gl – grau de liberdade.

Os teores de prolina no caule e nas folhas das espécies estudadas foram influenciados pelos efeitos da salinidade da água e dos modos de irrigação (Figura 29).

**Figura 29** – Teor de prolina nos caules ( $Pro_C$ ) e nas folhas ( $Pro_F$ ) de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A e C) e não localizada (B e D), respectivamente.



Os teores de prolina nos caules das plantas ornamentais sofreram incrementos de forma linear, com o aumento dos teores de sais na água de irrigação, com valores de 0,76; 0,75; 0,48 e 1,16  $\mu\text{mol g}^{-1}$  de matéria seca, a cada aumento de 1,0  $\text{dS m}^{-1}$  na CE da água de irrigação, para as espécies *C. roseus*, *A. cathartica*, *I. coccinea* e *D. erecta* submetidas ao modo de irrigação localizado (Figura 29A), já quando essas mesmas espécies foram irrigadas pelo modo não localizado os acréscimos foram de 0,55; 0,79; 0,74 e 1,38  $\mu\text{mol g}^{-1}$  de matéria seca, respectivamente (Figura 29B).

Para os teores de prolina nas folhas, os incrementos foram de 1,06; 1,13; 0,62 e 1,05  $\mu\text{mol g}^{-1}$  de matéria seca, a cada aumento de 1,0  $\text{dS m}^{-1}$  na CE da água de irrigação, para as espécies *C. roseus*, *A. cathartica*, *I. coccinea* e *D. erecta* submetidas ao modo de irrigação localizado (Figura 29C), e quando as espécies foram irrigadas pelo modo não localizado os aumentos foram de 1,12; 1,12; 0,53 e 2,38  $\mu\text{mol g}^{-1}$  de matéria seca, respectivamente (Figura 29D). Os aminoácidos, como a cisteína, arginina e metionina, presentes nas plantas,

constituem aproximadamente 55% dos aminoácidos livres que, tendem a diminuir quando as plantas são expostas ao estresse salino, no entanto, a concentração de prolina tende a aumentar como constatado por Saxena et al. (2013), Gupta e Huang (2014).

O estresse osmótico, causado pelo excesso de sais presentes na solução do solo, induz uma diminuição no potencial hídrico, dificultando a absorção de água pelas plantas e, conseqüentemente diminuindo o potencial nas folhas (ACOSTA-MOTOS et al., 2015b). As plantas podem usar a prolina para realizar o ajuste osmótico em condições salinas, conseguindo manter um nível relativo de água nas folhas (ÁLVAREZ et al., 2012; ACOSTA-MOTOS et al., 2015b). A acumulação de solutos orgânicos, como a prolina tem uma função osmoprotetora, protegendo as plantas de subprodutos tóxicos produzidos em condições de baixos teores de água, proporcionando a eliminação de radicais livres, além de se constituir uma fonte de carbono e de nitrogênio para as células quando as condições se tornarem favoráveis (ALVARENGA et al., 2011; SLABBERT; KRÜGER, 2014).

Zeng et al. (2013), estudando os efeitos do estresse salino sobre o crescimento e as respostas fisiológicas de *Stevia rebaudiana* Bertoni, constataram aumento no teor de prolina, em resposta ao estresse salino. O aumento nos teores de prolina de plantas ornamentais cultivadas em vaso e sob estresse salino foi relatado também por Murillo-Amador et al. (2014) nas raízes e folhas de plantas de *Aloe vera* L. Burn e por Don et al. (2010), em gérberas (*Gerbera jamesonii* L.).

#### **4.7 Porcentagem de plantas vivas ao final do experimento**

Na Tabela 14, apresenta-se a porcentagem de plantas vivas ao final do experimento. Verificou-se que as plantas ornamentais sobreviveram até os maiores níveis de salinidade da água de irrigação, quando irrigadas pelo modo localizado ( $M_1$ ), já quando foram irrigadas pelo modo não localizado ( $M_2$ ), as plantas, principalmente da espécie *A. cathartica*, apresentaram 25% de plantas mortas a partir da salinidade de  $1,20 \text{ dS m}^{-1}$  e do nível de  $3,60 \text{ dS m}^{-1}$  para a espécie *D. erecta*.

**Tabela 14** – Porcentagem de plantas ornamentais vivas ao final do experimento, cultivadas com água salina e diferentes modos de irrigação, aos 60 dias após a aplicação dos tratamentos salinos.

| Espécies             | Plantas vivas ao final do experimento (%)             |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|----------------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                      | Salinidade da água de irrigação (dS m <sup>-1</sup> ) |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|                      | 0,60  |                | 1,20           |                | 1,80           |                | 2,40           |                | 3,00           |                | 3,60           |                |
|                      | M <sub>1</sub>  | M <sub>2</sub> | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> |
| <i>C. roseus</i>     | 100   | 100            | 100            | 100            | 100            | 100            | 100            | 100            | 100            | 100            | 100            | 100            |
| <i>A. cathartica</i> | 100   | 100            | 100            | 75             | 100            | 75             | 100            | 75             | 100            | 75             | 100            | 75             |
| <i>I. coccinea</i>   | 100   | 100            | 100            | 100            | 100            | 100            | 100            | 100            | 100            | 100            | 100            | 100            |
| <i>D. erecta</i>     | 100   | 100            | 100            | 100            | 100            | 100            | 100            | 100            | 100            | 100            | 100            | 75             |

M<sub>1</sub> – modo de irrigação localizado e M<sub>2</sub> – modo de irrigação não localizado.

No entanto, com o aumento da salinidade ocorreram limitações no crescimento para todas as espécies estudadas. Muitas vezes, as restrições no crescimento têm por objetivo diminuir o gasto de energia, o que permite a sobrevivência das plantas ainda que de forma limitada (MANSOUR; SALAMA, 2004). Niu e Rodriguez (2006), estudando a tolerância relativa de plantas ornamentais herbáceas perenes, observaram que as plantas das espécies *Lavandula angustifolia*, *Penstemon eatonii*, *Penstemon pseudospectabilis* e *Penstemon strictus*, apresentaram lesões, necrose e escurecimento das folhas e a maioria não sobreviveram, quando irrigadas por aspersão com água de condutividade elétrica de 3,20 dS m<sup>-1</sup>.

#### 4.8 Índice de tolerância à salinidade

Na Tabela 15, expõem-se a redução da produção de BSR, BSPA, BST, AF e A e a classificação quanto à tolerância à salinidade das plantas da espécie *C. roseus*, em resposta as combinações de níveis de salinidade da água e modos de irrigação, segundo classificação de Fageria (1985).

**Tabela 15** – Redução da produção de BSR, BSPA, BST, AF e A de plantas da espécie *C. roseus* e classificação quanto à tolerância a salinidade, em resposta às combinações de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e diferentes modos de irrigação, aos 60 dias após o início dos tratamentos salinos.

| Redução da produção (%)                               |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |  |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|
| Salinidade da água de irrigação (dS m <sup>-1</sup> ) |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |  |
|   | 0,60           |                | 1,20           |                | 1,80           |                | 2,40           |                | 3,00           |                | 3,60           |  |
| Variáveis   | M <sub>2</sub> | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> |  |
| BSR   | 14 T           | 15 T           | 23 MT          | 28 MT          | 26 MT          | 34 MT          | 27 MT          | 34 MT          | 31 MT          | 39 MT          | 43 MS          |  |
| BSPA  | 25 MT          | 18 T           | 30 MT          | 30 MT          | 28 MT          | 37 MT          | 32 MT          | 43 MS          | 32 MT          | 45 MS          | 36 MT          |  |
| BST   | 24 MT          | 20 T           | 25 MT          | 29 T           | 28 MT          | 31 MT          | 31 MT          | 44 MS          | 34 MT          | 42 MS          | 36 MT          |  |
| AF  | 0 T            | 3 T            | 0 T            | 12 T           | 9 T            | 16 T           | 15 T           | 23 MT          | 26 MT          | 21 MT          | 38 MT          |  |
| A   | 0 T            | 4 T            | 2 T            | 8 T            | 7 T            | 9 T            | 7 T            | 13 T           | 11 T           | 14 T           | 19 T           |  |
| <b>Médias</b>   | <b>13 T</b>    | <b>12 T</b>    | <b>16 T</b>    | <b>21 MT</b>   | <b>20 T</b>    | <b>25 MT</b>   | <b>22 MT</b>   | <b>31 MT</b>   | <b>27 MT</b>   | <b>32 MT</b>   | <b>34 MT</b>   |  |

M<sub>1</sub> – Modo de irrigação localizado; M<sub>2</sub> – Modo de irrigação não localizado; C – Controle; T – Tolerante; MT – Moderadamente tolerante; MS – Moderadamente suscetível; S – Suscetível; BSR – Classificação baseada na redução da biomassa seca da raiz; BSPA – Classificação baseada na redução da biomassa seca da parte aérea; BST – Classificação baseada na redução da biomassa seca total; AF – Classificação baseada na redução de área foliar; A – Classificação baseada na redução da taxa fotossintética média; Classificação de tolerância à salinidade segundo Fageria (1985).

De acordo com os resultados obtidos na Tabela 15, a espécie *C. roseus* se mostra tolerante aos efeitos da salinidade da água de irrigação até a CE de 1,80 dSm<sup>-1</sup>, independente do modo de irrigação, exceto quando irrigada através do modo localizado na CE de 1,80 dS m<sup>-1</sup>, em que se mostrou moderadamente tolerante com reduções médias de 21%. Já ao serem irrigadas com água de CE entre 2,40 e 3,60 dS m<sup>-1</sup>, a espécie é classificada como moderadamente tolerante, com reduções médias entre 22 e 34%. Para a espécie em questão, a variável mais sensível ao aumento da salinidade da água é a biomassa seca da parte aérea, cujo, as reduções em relação ao controle são mais acentuadas.

Jaleel et al. (2007), estudando o efeito do estresse salino sobre a germinação, vigor de plântulas, peroxidação lipídica e o metabolismo da prolina em mudas de *C. roseus* variedade rósea e branca, concluiu que o aumento da concentração de NaCl inibiu a germinação e vigor de plântulas e que as respostas que ocorreram no metabolismo de ambas as variedades indicam sensibilidade da espécie a salinidade do solo.

Na Tabela 16, apresenta-se a redução relativa de BSR, BSPA, BST, AF e A, expressa em percentagem, e a classificação quanto à tolerância à salinidade de plantas da espécie *A. cathartica*, em resposta às combinações de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação

e diferentes modos de irrigação, aos 60 dias após o início dos tratamentos salinos, segundo classificação de Fageria (1985).

**Tabela 16** – Redução da produção de BSR, BSPA, BST, AF e A de plantas da espécie *A. cathartica* e classificação quanto à tolerância a salinidade, em resposta às combinações de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e diferentes modos de irrigação, aos 60 dias após o início dos tratamentos salinos.

| Redução da produção (%)                               |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |  |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|
| Salinidade da água de irrigação (dS m <sup>-1</sup> ) |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |  |
|   | 0,60           |                | 1,20           |                | 1,80           |                | 2,40           |                | 3,00           |                | 3,60           |  |
| Variáveis   | M <sub>2</sub> | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> |  |
| BSR   | 32 MT          | 59 MS          | 34 MT          | 71 S           | 34 MT          | 78 S           | 51 MS          | 79 S           | 53 MS          | 83 S           | 58 MS          |  |
| BSPA  | 35 MT          | 34 MT          | 30 MT          | 40 MT          | 44 MS          | 49 MS          | 51 MS          | 46 MS          | 49 MS          | 51 MS          | 49 MS          |  |
| BST   | 28 MT          | 30 MT          | 33 MT          | 37 MT          | 30 MT          | 42 MS          | 49 MS          | 46 MS          | 46 MS          | 45 MS          | 53 MS          |  |
| AF  | 0 T            | 7 T            | 0 T            | 18 T           | 0 T            | 20 T           | 0 T            | 25 MT          | 10 T           | 64 S           | 18 T           |  |
| A   | 0 T            | 2 T            | 0 T            | 9 T            | 4 T            | 26 MT          | 6 T            | 31 MT          | 9 T            | 44 MS          | 9 T            |  |
| <b>Médias</b>   | <b>19 T</b>    | <b>26 MT</b>   | <b>19 T</b>    | <b>35 MT</b>   | <b>22 MT</b>   | <b>43 MS</b>   | <b>31 MT</b>   | <b>45 MS</b>   | <b>33 MT</b>   | <b>57 MS</b>   | <b>37 MT</b>   |  |

M<sub>1</sub> – Modo de irrigação localizado; M<sub>2</sub> – Modo de irrigação não localizado; C – Controle; T – Tolerante; MT – Moderadamente tolerante; MS – Moderadamente suscetível; S – Suscetível; BSR – Classificação baseada na redução da biomassa seca da raiz; BSPA – Classificação baseada na redução da biomassa seca da parte aérea; BST – Classificação baseada na redução da biomassa seca total; AF – Classificação baseada na redução de área foliar; A – Classificação baseada na redução da taxa fotossintética média; Classificação de tolerância à salinidade segundo Fageria (1985).

Para a espécie *A. cathartica*, a variável que apresentou maior sensibilidade aos efeitos deletérios dos sais da água de irrigação foi a biomassa seca radicular, sendo considerada em muitos níveis como suscetíveis. Em média, a espécie se apresentou tolerante até a condutividade elétrica de 1,20 dS m<sup>-1</sup>, quando irrigada pelo modo não localizado e moderadamente tolerante quando irrigadas pelo modo localizado. Ao serem irrigadas com água de condutividade superior a 1,20 dS m<sup>-1</sup> apresentou-se como moderadamente tolerante e moderadamente suscetível.

As plantas com maior grau de tolerância ao estresse salino apresentam habilidades em controlar o transporte de sal em pontos estratégicos, impedindo a acumulação nas folhas, ou retê-los em outras partes (DAVENPORT et al., 2005). Existem plantas capazes de realizar o ajuste osmótico, através do acúmulo de íons nas células foliares, o que permite à permanência de um gradiente favorável a absorção de água pelas raízes, possibilitando a sobrevivência dessas plantas em ambientes salinos (DIAS; BLANCO, 2010).



Encontram-se na Tabela 17, as reduções em BSR, BSPA, BST, AF e A, em percentagem, bem como a referida classificação quanto a tolerância à salinidade de plantas da espécie *I. coccinea*, em função da salinidade da água de irrigação e diferentes modos de irrigação, aos 60 dias após o início dos tratamentos salinos, segundo classificação de Fageria (1985).

**Tabela 17** – Redução da produção de BSR, BSPA, BST, AF e A de plantas da espécie *I. coccinea* e classificação quanto à tolerância a salinidade, em resposta às combinações de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e diferentes modos de irrigação, aos 60 dias após o início dos tratamentos salinos.

| Redução da produção (%)                               |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |  |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|
| Salinidade da água de irrigação (dS m <sup>-1</sup> ) |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |  |
|   | 0,60           |                | 1,20           |                | 1,80           |                | 2,40           |                | 3,00           |                | 3,60           |  |
| Variáveis   | M <sub>2</sub> | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> |  |
| BSR   | 6 T            | 17 T           | 16 T           | 25 MT          | 27 MT          | 31 MT          | 39 MT          | 36 MT          | 37 MT          | 39 MT          | 41 MS          |  |
| BSPA  | 12 T           | 20 T           | 20 T           | 27 MT          | 25 MT          | 30 MT          | 34 MT          | 31 MT          | 43 MS          | 38 MT          | 42 MS          |  |
| BST   | 7 T            | 19 T           | 14 T           | 22 MT          | 17 T           | 27 MT          | 20 T           | 31 MT          | 36 MT          | 34 MT          | 38 MT          |  |
| AF  | 0 T            | 16 T           | 1 T            | 20 T           | 10 T           | 25 MT          | 14 T           | 30 MT          | 20 T           | 34 MT          | 20 T           |  |
| A   | 0 T            | 3 T            | 17 T           | 4 T            | 19 T           | 15 T           | 20 T           | 39 MT          | 20 T           | 31 MT          | 25 MT          |  |
| <b>Médias</b>   | <b>4 T</b>     | <b>15 T</b>    | <b>14 T</b>    | <b>20 T</b>    | <b>20 T</b>    | <b>26 MT</b>   | <b>25 MT</b>   | <b>33 MT</b>   | <b>31 MT</b>   | <b>35 MT</b>   | <b>33 MT</b>   |  |

M<sub>1</sub> – Modo de irrigação localizado; M<sub>2</sub> – Modo de irrigação não localizado; C – Controle; T – Tolerante; MT – Moderadamente tolerante; MS – Moderadamente suscetível; S – Suscetível; BSR – Classificação baseada na redução da biomassa seca da raiz; BSPA – Classificação baseada na redução da biomassa seca da parte aérea; BST – Classificação baseada na redução da biomassa seca total; AF – Classificação baseada na redução de área foliar; A – Classificação baseada na redução da taxa fotossintética média; Classificação de tolerância à salinidade segundo Fageria (1985).

Analisando os valores médios obtidos para a espécie *I. coccinea* nas diversas combinações de tratamentos avaliados, permitem constatar que a espécie *I. coccinea* foi tolerante até o nível de 1,80 dS m<sup>-1</sup>, ao serem irrigadas tanto através do modo localizado, como pelo modo não localizado. Quando irrigadas com água de condutividade superior a 1,80 dS m<sup>-1</sup>, independente do modo de irrigação, as plantas apresentaram-se como moderadamente tolerante. De forma semelhante a espécie *C. roseus*, a espécie *I. coccinea*, apresentou as maiores reduções para a variável biomassa seca da parte aérea, revelando-se, portanto, como a variável mais sensível ao aumento da salinidade da água.

A parte aérea é constituída dos órgãos mais sensíveis à salinidade, podendo ser considerada como o parâmetro mais adequado para classificação de espécies tolerantes e

susceptíveis à salinidade (FAGERIA, SOARES FILHO; GHEYI, 2010). Ainda segundo os referidos autores, plantas que são capazes de tolerar à salinidade devem apresentar capacidade de realizar o ajuste no seu potencial osmótico através da absorção e acumulação de íons, sendo que esse mecanismo pode variar entre espécie e até mesmo entre as diferentes partes da planta.

Na Tabela 18, mostra-se as reduções relativas de BSR, BSPA, BST, AF e A, expressa em percentagem, e a classificação quanto à tolerância à salinidade de plantas da espécie *D. erecta*, em resposta às combinações de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e diferentes modos de irrigação, aos 60 dias após o início dos tratamentos salinos, segundo classificação de Fageria (1985).

**Tabela 18** – Redução da produção de BSR, BSPA, BST, AF e A de plantas da espécie *D. erecta* e classificação quanto à tolerância a salinidade, em resposta às combinações de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e diferentes modos de irrigação, aos 60 dias após o início dos tratamentos salinos.

| Variáveis     | Redução da produção (%)                               |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |  |
|---------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|
|               | Salinidade da água de irrigação (dS m <sup>-1</sup> ) |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |  |
|               | 0,60  |                | 1,20           |                | 1,80           |                | 2,40           |                | 3,00           |                | 3,60           |  |
|               | M <sub>2</sub>  | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> |  |
| BSR           | 6 T   | 5 T            | 18 T           | 19 T           | 31 MT          | 34 MT          | 43 MS          | 39 MT          | 64 S           | 51 MS          | 76 S           |  |
| BSPA          | 0 T   | 1 T            | 14 T           | 19 T           | 31 MT          | 36 MT          | 39 MT          | 38 MT          | 52 MS          | 45 MS          | 67 S           |  |
| BST           | 0 T   | 4 T            | 13 T           | 16 T           | 25 MT          | 34 MT          | 38 MT          | 35 MT          | 50 MS          | 40 MT          | 67 S           |  |
| AF            | 2 T   | 12 T           | 20 T           | 15 T           | 25 MT          | 23 MT          | 30 MT          | 37 MT          | 44 MS          | 37 MT          | 66 S           |  |
| A             | 1 T   | 6 T            | 3 T            | 7 T            | 10 T           | 8 T            | 12 T           | 18 T           | 20 T           | 24 MT          | 27 MT          |  |
| <b>Médias</b> | <b>2 T</b>  | <b>6 T</b>     | <b>14 T</b>    | <b>15 T</b>    | <b>24 MT</b>   | <b>27 MT</b>   | <b>32 MT</b>   | <b>33 MT</b>   | <b>46 MS</b>   | <b>39 MT</b>   | <b>61 S</b>    |  |

M<sub>1</sub> – Modo de irrigação localizado; M<sub>2</sub> – Modo de irrigação não localizado; C – Controle; T – Tolerante; MT – Moderadamente tolerante; MS – Moderadamente suscetível; S – Suscetível; BSR – Classificação baseada na redução da biomassa seca da raiz; BSPA – Classificação baseada na redução da biomassa seca da parte aérea; BST – Classificação baseada na redução da biomassa seca total; AF – Classificação baseada na redução de área foliar; A – Classificação baseada na redução da taxa fotossintética média; Classificação de tolerância à salinidade segundo Fageria (1985).

É possível constatar, que a espécie *D. erecta* foi classificada como tolerante até a salinidade de 1,80 dS m<sup>-1</sup>, exceto quanto irrigada pelo modo de irrigação não localizado na salinidade de 1,80 dS m<sup>-1</sup>. No maior nível salino e irrigada pelo modo não localizado a espécie foi classificada como suscetível. Nos níveis de salinidade da água de irrigação de 2,40

e  $3,00 \text{ dS m}^{-1}$ , as plantas, dessa espécie, apresentaram perdas médias variando de 27 a 46%, independente do modo de irrigação, em relação ao tratamento controle.

As plantas toleram a salinidade até certo nível, acima desse nível, sua produção é reduzida com o aumento da salinidade, esse ponto é conhecido como salinidade limiar (MAAS, 1986). Este limiar difere de espécie para espécie, para a maioria das plantas ornamentais esse limiar é desconhecido. No entanto, para as plantas ornamentais, a aparência estética é mais importante do que os parâmetros biométricos (NIU; RODRIGUEZ, 2006). Desse modo, a tolerância de plantas ornamentais à salinidade, deve ser considerado o aspecto visual em conjunto com o biométrico.

#### **4.9 Análise sensorial**

Com relação à análise sensorial, os testes de avaliação de atributos e preferência, a partir dos dados de identificação, foram constituídos de amostras com 55% dos julgadores não treinados do sexo feminino e 45% do sexo masculino, sendo que do total de 87,9% apresentaram idade entre a faixa de 18 e 35 anos, 9,6% dos julgadores entre 36 e 55 anos e 2,5% dos julgadores com idade entre 56 a 70 anos, com predomínio de estudantes universitários.

Na Tabela 19, são apresentadas as notas atribuídas para a qualidade das folhas e flores, quanto à cor, ao tamanho e aparência geral das plantas da espécie *C. roseus*. Nota-se que, houve diferenças significativas para todas as variáveis em questão.

**Tabela 19** – Notas atribuídas à cor das folhas ( $C_{FO}$ ), tamanho das folhas ( $T_{FO}$ ), aparência geral das folhas ( $AG_{FO}$ ), cor das flores ( $C_{FL}$ ), tamanho das flores ( $T_{FL}$ ) e aparência geral das flores ( $AG_{FL}$ ) de plantas de *C. roseus*, irrigadas com águas salinas e diferentes modos de irrigação.

| Notas atribuídas                  |          |          |           |          |          |           |
|-----------------------------------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|
| Tratamentos                       | $C_{FO}$ | $T_{FO}$ | $AG_{FO}$ | $C_{FL}$ | $T_{FL}$ | $AG_{FL}$ |
| <b>A<sub>1</sub>M<sub>1</sub></b> | 7,50 a   | 7,20 a   | 7,28 a    | 7,53 a   | 7,02 a   | 7,08 a    |
| <b>A<sub>1</sub>M<sub>2</sub></b> | 6,58 b   | 6,63 ab  | 6,48 ab   | 5,58 b   | 5,85 b   | 5,72 b    |
| <b>A<sub>4</sub>M<sub>1</sub></b> | 7,05 ab  | 6,98 ab  | 6,93 a    | 7,65 a   | 7,60 a   | 7,43 a    |
| <b>A<sub>4</sub>M<sub>2</sub></b> | 5,70 c   | 6,27 bc  | 5,88 b    | 5,25 b   | 5,45 b   | 5,15 b    |
| <b>A<sub>6</sub>M<sub>1</sub></b> | 5,60 c   | 6,77 ab  | 6,55 ab   | 6,92 a   | 7,20 a   | 6,97 a    |
| <b>A<sub>6</sub>M<sub>2</sub></b> | 4,35 d   | 5,80 c   | 4,83 c    | 4,43 c   | 4,55 c   | 4,03 c    |
| <b>CV (%)</b>                     | 18,04    | 21,74    | 24,69     | 24,43    | 25,35    | 27,23     |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV (%) – coeficiente de variação. A<sub>1</sub>, A<sub>4</sub> e A<sub>6</sub> – água de irrigação de condutividade elétrica de 0,60; 2,40 e 3,60 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente. M<sub>1</sub> – modo de irrigação localizado. M<sub>2</sub> – modo de irrigação não localizado.

O tratamento A<sub>1</sub>M<sub>1</sub> apresentou as maiores médias, com relação aos atributos foliares. Para os atributos relacionados aos aspectos visuais das flores, as maiores médias foram obtidas no tratamento A<sub>4</sub>M<sub>1</sub>, embora não tenham diferido estatisticamente do tratamento A<sub>1</sub>M<sub>1</sub>. Já as menores médias, tanto para os atributos relacionados às folhas quanto as flores, foram conferidas ao tratamento A<sub>6</sub>M<sub>2</sub>. Nota-se neste fato que, segundo os julgadores, a qualidade visual das flores é mais importante que a altura de plantas e área foliar. Estes resultados corroboram com os observados por Koelln (2012), que constatou que para plantas ornamentais, os resultados biométricos nem sempre refletem plantas com as melhores características estéticas desejadas pelos consumidores.

Na Tabela 20, estão as notas atribuídas à cor, tamanho e aparência geral das folhas e flores de plantas da espécie *A. cathartica*, de acordo com os julgadores. Houve diferença estatística para todos os atributos avaliados.

**Tabela 20** – Notas atribuídas à cor das folhas ( $C_{FO}$ ), tamanho das folhas ( $T_{FO}$ ), aparência geral das folhas ( $AG_{FO}$ ), cor das flores ( $C_{FL}$ ), tamanho das flores ( $T_{FL}$ ) e aparência geral das flores ( $AG_{FL}$ ) de plantas de *A. cathartica*, irrigadas com águas salinas e diferentes modos de irrigação.

| Notas atribuídas |          |          |           |          |          |           |
|------------------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|
| Tratamentos      | $C_{FO}$ | $T_{FO}$ | $AG_{FO}$ | $C_{FL}$ | $T_{FL}$ | $AG_{FL}$ |
| $A_1M_1$         | 6,28 a   | 7,13 a   | 6,62 a    | 5,00 a   | 4,87 a   | 5,17 a    |
| $A_1M_2$         | 5,88 abc | 5,95 b   | 6,02 abc  | 1,90 c   | 1,80 c   | 1,83 c    |
| $A_4M_1$         | 5,47 bcd | 5,90 b   | 5,72 bcd  | 1,65 c   | 1,67 c   | 1,75 c    |
| $A_4M_2$         | 6,11 ab  | 5,88 b   | 6,35 ab   | 1,87 c   | 1,80 c   | 1,83 c    |
| $A_6M_1$         | 5,15 cd  | 5,13 bc  | 5,25 cd   | 3,37 b   | 3,68 b   | 3,43 b    |
| $A_6M_2$         | 5,07 d   | 4,92 c   | 5,10 d    | 1,72 c   | 1,77 c   | 1,80c     |
| CV (%)           | 25,31    | 26,86    | 26,02     | 29,38    | 28,41    | 24,42     |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV(%) – coeficiente de variação.  $A_1$ ,  $A_4$  e  $A_6$  – água de irrigação de condutividade elétrica de 0,60; 2,40 e 3,60 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente.  $M_1$  – modo de irrigação localizado.  $M_2$  – modo de irrigação não localizado.

Nos atributos cor, tamanho e aparência geral das folhas e flores o tratamento  $A_1M_1$  obteve as maiores médias. As menores médias, para os atributos relacionados às folhas, foram atribuídas ao tratamento  $A_6M_2$ , enquanto que, para os atributos relacionados as flores foi para o tratamento  $A_4M_1$ , que não diferiram estatisticamente dos tratamentos  $A_1M_2$  e  $A_6M_2$ .

Dentre todas as espécies, a *A. cathartica* foi a que recebeu as notas mais baixas, refletindo em médias inferiores as demais espécies. Isso ocorreu devido à qualidade estética das plantas, visto que essas apresentavam má formação, poucas folhas, com coloração pouco atraente, o que se constitui defeitos graves segundo os padrões de qualidade de plantas ornamentais para comercialização da Cooperativa Veiling® Holambra e adotados pelo IBRAFLOR (IBRAFLOR, 2016).

As notas atribuídas pelos julgadores à cor, tamanho e aparência geral das folhas e flores de plantas da espécie *I. coccinea* encontram-se na Tabela 21. Houve diferença estatística para todos os atributos avaliados. O tratamento  $A_1M_1$ , de forma semelhante ao que foi constatado para a espécie *A. cathartica*, foi o que apresentou as maiores notas, tanto para os atributos relacionados às folhas como os relacionados às flores. As menores notas, atribuídas aos atributos foliares, foram verificadas para o tratamento  $A_6M_1$ , enquanto que, para os foliares foi para o tratamento  $A_4M_2$  que, não diferiram estatisticamente dos tratamentos  $A_1M_2$  e do  $A_6M_1$ .

**Tabela 21** – Notas atribuídas à cor das folhas ( $C_{FO}$ ), tamanho das folhas ( $T_{FO}$ ), aparência geral das folhas ( $AG_{FO}$ ), cor das flores ( $C_{FL}$ ), tamanho das flores ( $T_{FL}$ ) e aparência geral das flores ( $AG_{FL}$ ) de plantas de *I. coccinea*, irrigadas com águas salinas e diferentes modos de irrigação.

| Notas atribuídas |          |          |           |          |          |           |
|------------------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|
| Tratamentos      | $C_{FO}$ | $T_{FO}$ | $AG_{FO}$ | $C_{FL}$ | $T_{FL}$ | $AG_{FL}$ |
| $A_1M_1$         | 7,42 a   | 7,38 a   | 7,60 a    | 7,85 a   | 7,78 a   | 7,62 a    |
| $A_1M_2$         | 7,13 a   | 6,90 ab  | 6,85 bc   | 2,45 c   | 2,43 c   | 2,47 c    |
| $A_4M_1$         | 6,90 ab  | 6,77 ab  | 6,83 bc   | 6,33 b   | 6,28 b   | 6,42 b    |
| $A_4M_2$         | 6,80 ab  | 7,25 a   | 6,97 ab   | 2,17 c   | 2,25 c   | 2,32 c    |
| $A_6M_1$         | 6,38 b   | 6,55 b   | 6,28 c    | 2,28 c   | 2,25 c   | 2,35 c    |
| $A_6M_2$         | 6,95 ab  | 7,01 ab  | 6,97 ab   | 6,58 b   | 6,43 b   | 6,43 b    |
| CV (%)           | 19,96    | 17,53    | 17,83     | 23,87    | 24,39    | 22,20     |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV(%) – coeficiente de variação.  $A_1$ ,  $A_4$  e  $A_6$  – água de irrigação de condutividade elétrica de 0,60; 2,40 e 3,60 dS  $m^{-1}$ , respectivamente.  $M_1$  – modo de irrigação localizado.  $M_2$  – modo de irrigação não localizado.

Das espécies estudadas a *I. coccinea* é a única produzida em escala comercial e apresenta critérios definidos com relação ao padrão de qualidade das plantas. Segundo os critérios de qualidade, o lote de plantas de *Ixora* devem apresentar 90% de uniformidade quanto à altura, formação da planta, número de inflorescências e ponto de abertura. As plantas dessa espécie apresentam a parte aérea compacta, ideal para formação de cercas vivas ou arbustos modelados, além de ser bem adaptada ao clima tropical. Esses fatores, em conjunto, fazem com que a espécie apresente grande potencial ornamental, especialmente para decoração de exteriores, podendo ser modelada de forma artística no momento da poda.

Observou-se que o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, retardou o aparecimento de inflorescência na espécie *I. coccinea*, o que pode justificar, em parte, as menores notas atribuídas para as flores das plantas tratadas com água de condutividade mais elevada, sobretudo, quando submetidas ao modo de irrigação não localizada.

Na Tabela 22, constam-se as médias das notas atribuídas pelos julgadores, para à cor, tamanho e aparência geral das folhas e flores de plantas da espécie *D. erecta*. Diferentemente de todas as demais espécies, o tratamento  $A_1M_2$ , da espécie *D. erecta*, foi o que recebeu as maiores notas tanto para os atributos foliares como os florais, embora não tenha diferença estatística do tratamento  $A_1M_1$ , com exceção das notas atribuídas ao tamanho das flores ( $T_{FL}$ ).

**Tabela 22** – Notas atribuídas à cor das folhas ( $C_{FO}$ ), tamanho das folhas ( $T_{FO}$ ), aparência geral das folhas ( $AG_{FO}$ ), cor das flores ( $C_{FL}$ ), tamanho das flores ( $T_{FL}$ ) e aparência geral das flores ( $AG_{FL}$ ) de plantas de *D. erecta*, irrigadas com águas salinas e diferentes modos de irrigação.

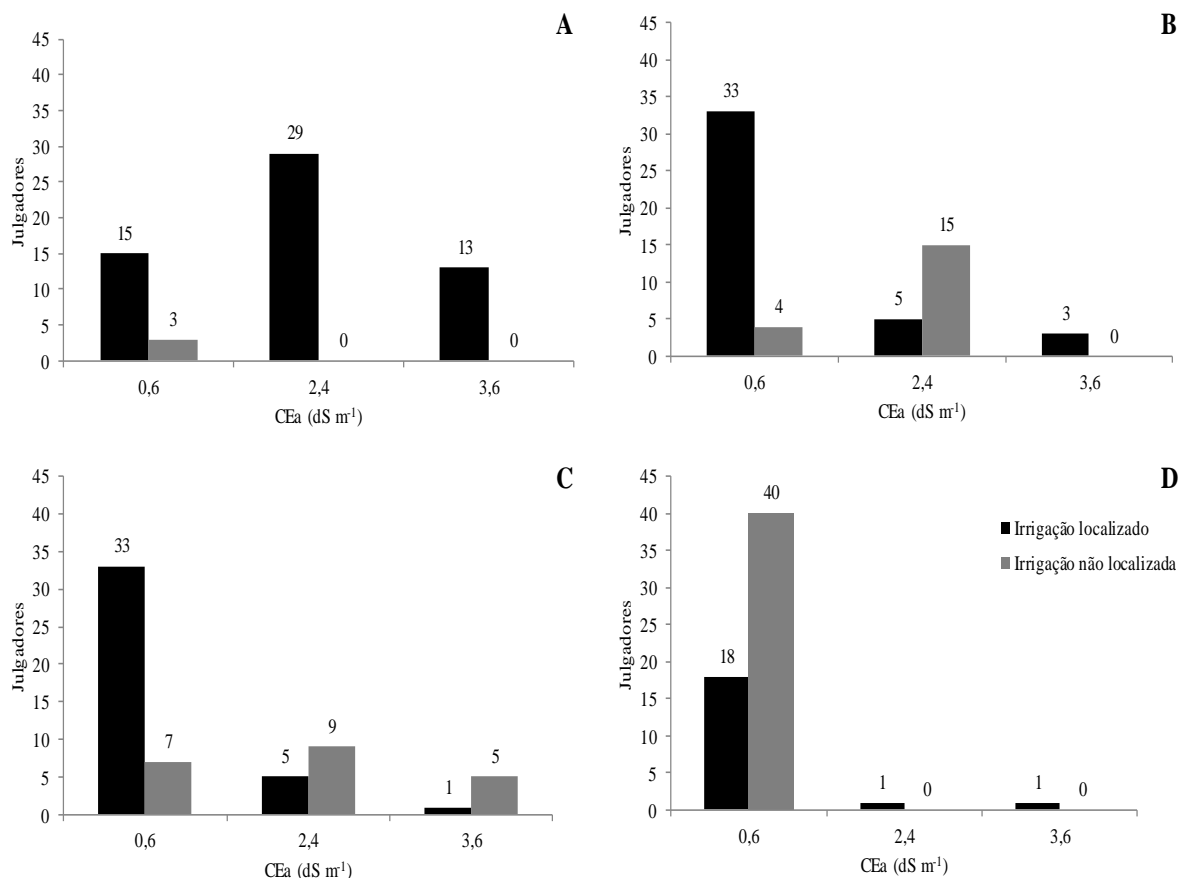
| Notas atribuídas |          |          |           |          |          |           |
|------------------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|
| Tratamentos      | $C_{FO}$ | $T_{FO}$ | $AG_{FO}$ | $C_{FL}$ | $T_{FL}$ | $AG_{FL}$ |
| $A_1M_1$         | 7,42 a   | 7,38 a   | 7,57 a    | 7,12 a   | 6,87 b   | 7,15 a    |
| $A_1M_2$         | 7,57 a   | 7,78 a   | 7,90 a    | 7,80 a   | 7,62 a   | 7,72 a    |
| $A_4M_1$         | 4,77 b   | 4,95 c   | 4,73 b    | 1,78 b   | 1,70 c   | 1,77 b    |
| $A_4M_2$         | 5,35 b   | 5,78 b   | 5,23 b    | 1,98 b   | 1,98 c   | 1,95 b    |
| $A_6M_1$         | 5,00 b   | 6,02 b   | 5,05 b    | 1,83 b   | 2,05 c   | 1,97 b    |
| $A_6M_2$         | 3,15 c   | 3,48 c   | 2,95 c    | 1,62 b   | 1,65 c   | 1,67 b    |
| <b>CV (%)</b>    | 24,33    | 23,17    | 25,95     | 22,85    | 24,37    | 24,30     |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV(%) – coeficiente de variação.  $A_1$ ,  $A_4$  e  $A_6$  – água de irrigação de condutividade elétrica de 0,60; 2,40 e 3,60  $dS\ m^{-1}$ , respectivamente.  $M_1$  – modo de irrigação localizado.  $M_2$  – modo de irrigação não localizado.

As menores notas, atribuídas as plantas irrigadas com água de condutividade elétrica de 2,40 e 3,60  $dS\ m^{-1}$ , independente do modo de irrigação, podem ter sido causadas devido a defeitos considerados graves, segundo os critérios de qualidade adotados para a comercialização de plantas ornamentais, apresentados pelas plantas, como folhas da parte inferior das plantas com bordas queimadas, causada pelo excesso de sal e também pelo conjunto pouco harmônico das ramificações da parte aérea, já que as plantas não foram podadas (IBRAFLOR, 2016). Segundo Noordegraaf (1994), plantas que apresentem uniformidade no tamanho e em volume, livres de resíduos químicos, pragas, doenças e com características inerentes a espécie, são qualidades importantes exigidas pelos consumidores.

Além do teste de avaliação dos atributos quanto à cor, tamanho e aparência das folhas e das flores, foi realizado o teste de preferência, conforme a Figura 30, onde foi feita a seguinte pergunta aos julgadores: “Em sua opinião como consumidor, qual das amostras você compraria? ”

**Figura 30** – Preferência dos julgadores quando questionados sobre qual das amostras de *C. roseus* (A), *A. cathartica* (B), *I. coccinea* (C) e *D. erecta* (D), submetidas a irrigação localizada (■) e não localizada (■) comprariam.



Observa-se que, para a espécie *C. roseus* a intenção de compra pelos julgadores, foi de 48,33%, quando irrigada pelo modo localizado com água de condutividade elétrica de 2,40 dS m<sup>-1</sup> (Figura 30A). Para as espécies *A. cathartica* e *I. coccinea*, a intenção de compra foi de 55%, quando irrigadas pelo modo localizado com água de condutividade de 0,60 dS m<sup>-1</sup>, Figuras 30B e 30C, respectivamente. Já para a espécie *D. erecta* (Figura 30D), 66,67% dos julgadores apresentaram intenção de compra, quando as plantas foram irrigadas pelo método não localizado e com condutividade elétrica de 0,60 dS m<sup>-1</sup>.

Os resultados obtidos mostram que, para os possíveis compradores, as características visuais das folhas e flores têm influência direta na escolha da planta, já que as melhores notas coincidem com as plantas que apresentaram as maiores intenções de compra, com exceção da espécie *C. roseus*, cujas notas atribuídas às características das folhas não refletem as maiores intenção de compra, isso pode ter ocorrido devido à exuberância e a quantidade de flores de coloração rosa escuro, como pode ser observado na Figura 4.



As plantas que receberam água através do modo não localizado apresentaram menor intenção de compra pelos consumidores, exceto para as espécies *A. cathartica*, *I. coccinea* e *D. erecta*, nos níveis de condutividades elétricas da água de irrigação de 2,40; 2,40 e 3,60; e 0,60 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente. A irrigação com água salina, quando se molha as folhas das plantas, pode provocar danos, causados principalmente pela absorção e acumulação de íons tóxicos, como o Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> pelas células das folhas, podendo resultar entre outros efeitos a queima das bordas ou das folhas como um todo. A sensibilidade aos danos foliares, provocado pela irrigação com água salina, varia consideravelmente entre espécies, estando sujeito às taxas de absorção foliares e das características das folhas do que, propriamente, da tolerância das plantas a salinidade (MAAS, 1986; KATERJI et al., 1996).

## 5 CONCLUSÕES

As variáveis mais adequadas para classificar as espécies ornamentais, quanto a tolerância a salinidade, são as relacionadas a produção de biomassa.

Espécies que apresentaram menores teores de sódio, cálcio e cloro nas folhas apresentaram maior tolerância à salinidade da água.

As espécies *Catharanthus roseus*, *Ixora coccinea* e *Duranta erecta*, são mais sensíveis à irrigação pelo modo não localizado do que pelo modo localizado.

As espécies *Catharanthus roseus* e *Ixora coccinea* se mostraram como sendo as mais tolerantes a salinidade da água de irrigação.

As plantas que apresentaram melhor aceitação do público foram as da espécie *Catharanthus roseus* submetidas a irrigação localizada com água de condutividade elétrica de 2,40 dS m<sup>-1</sup>, da *Allamanda cathartica* e *Ixora coccinea* irrigadas de modo localizado com água de condutividade de 0,60 dS m<sup>-1</sup> e para a *Duranta erecta* irrigadas pelo modo não localizado com água de 0,60 dS m<sup>-1</sup>.

## REFERÊNCIAS

ACOSTA-MOTOS, J. R.; DIAZ-VIVANCOS, P.; ÁLVAREZ, S.; FERNÁNDEZ-GARÍA, N.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J.; HERNÁNDEZ, J. A. NaCl-induced physiological and biochemical adaptative mechanisms in the ornamental *Myrtus communis* L. plants. **Journal of Plant Physiology**, v. 183 p. 41-51, 2015a.

ACOSTA-MOTOS, J. R.; DÍAZ-VIVANCOS, P.; ÁLVAREZ, S.; FERNÁNDEZ-GARCÍA, N.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J.; HERNÁNDEZ, J. A. Physiological and biochemical mechanisms of the ornamental *Eugenia myrtifolia* L. plants for coping with NaCl stress and recovery. **Planta** v. 242, n. 4, p. 829–849, 2015b.

ALMEIDA, E. F. A.; LUZ, P. B.; LESSA, M. A.; PAIVA, P. D. O.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; OLIVEIRA, M. V. C. Diferentes substratos e ambientes para enraizamento de mini-ixora (*Ixora coccinea* ‘compacta’). **Ciências agrotécnica**, v. 32, n. 5, p. 1449-1453, 2008.

ALMEIDA, O. A. Qualidade da água de irrigação. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 234 p.

ALVARENGA, I. C. A.; QUEIROZ, G. A.; HONÓRIO, I. C. G.; VALADARES, R. V.; MARTINS, E. R. Prolina livre em alecrim-pimenta sob estresse hídrico antes da colheita. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.13, n. especial, p. 539 – 541, 2011.

ALVES, F. A. L.; FERREIRA-SILVA, S. L.; SILVEIRA, J. A. G.; PEREIRA, V. L. A. Efeito do  $\text{Ca}^{2+}$  externo no conteúdo de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  em cajueiros expostos a salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.4, p.602-608, 2011.

ÁLVAREZ, S.; GÓMEZ-BELLOT, M. J.; CASTILLO, M.; BAÑÓN, S.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J. Osmotic and saline effect on growth, water relations, and ion uptake and translocation in *Phlomis purpurea* plants. **Environmental and Experimental Botany**, v. 78, p. 138–145, 2012.

ÁLVAREZ, S.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J. Long-term effect of salinity on plant quality, water relations, photosynthetic parameters and ion distribution in *Callistemon citrinus*. **Plant Biology**, v.16, p.757-764, 2014.

AMARAL, G. C.; BRITO, L. P. S.; AVELINO, R. C.; SILVA JÚNIOR, J. V.; MÁRKILLA ZUNETE BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; CAVALCANTE, Í. H. L. Produção de mudas de *Duranta repens* L. pelo processo de estaquia. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p.,134-142, 2012.

ARAÚJO, W. L.; SOUSA, J. R. M.; SOUSA JUNIOR, J. R.; SILVA, S. S.; ALEIXO, D. L.; PEREIRA, E. B. Produção de mudas de maracujazeiro-amarelo irrigadas com água salina. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.9, n.4, p.15-19, 2013.

ASHRAF, M. Organic substances responsible for salt tolerance in *Eruca sativa*. **Biologia Plantarum**, Praga, v.36, p.255-259, 1994.

AYERS, R. S.; WESTCOT. D. W. **A qualidade de água na agricultura**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1999. 53 p.

AZEVEDO NETO, A. D.; TABOSA, J. N. Estresse salino em plântulas de milho: Parte II Análise do crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.2, p.159-164, 2000.

BARROS, H. M. M.; GHEYI, H. R.; LOGES, V.; SANTOS, M. S.; SOARES, F. A. L. Influência da salinidade da água no crescimento de seis genótipos de Helicônias. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 16, n.2, p. 139-145, 2010.

BATES, L. S.; WALDREN, R. P.; TEARE, J. D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. **Plant and soil**, v. 39, p. 205-207, 1973.

BENINCASA, M. M. P. **Análise do crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42 p.

BEZERRA, F. C. **Curso de floricultura: aspectos gerais e técnicas de cultivo para flores tropicais**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1997. 38p.

BHUIYAN, M. S. I.; RAMAN, A.; HODGKINS, D. S.; MITCHELL, D.; NICOL, H. I. Salt Accumulation and physiology of naturally occurring grasses in saline soils in Australia. **Pedosphere**, v.25, p. 501-511, 2015.

BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. **Cadeias produtivas de flores e mel**. Brasília, DF: MAPA, 2007.

CAI, X.; NIU, G.; STARMAN, T.; HALL, C. Response of six garden roses (*Rosa × hybrida* L.) to salt stress. **Scientia Horticulturae**, v. 168, p 27–32, 2014.

CARVALHO, J. F.; TSIMPHO, C. J.; SILVA, E. F. F.; MEDEIROS, P. R. F.; SANTOS, M. H. V.; SANTOS, A. V. Produção e biometria do milho verde irrigado com água salina sob frações de lixiviação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.368-374, 2012.

CASSANITI, C.; LEONARDI, C.; FLOWERS, T. J. The effect of sodium chloride on ornamental shrubs. **Scientia Horticulturae**, v.122, p.586-593, 2009.

CAVALCANTE, L. F.; CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, Í. H. L.; DIAS, T. J. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, p.1281-1290, 2010.

CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; SENA, G. S. A.; NUNES, J. C. Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino na formação de mudas de pinhão-manso. **Irriga**, v.16, n.3, p. 288-300, 2011a.

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

COELHO, D. S.; SIMÕES, W. L.; MENDES, A. M. S.; DANTAS, B. F.; RODRIGUES, J. A. S.; SOUZA, M. A. Germinação e crescimento inicial de variedades de sorgo forrageiro submetidas ao estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.1, p.25-30, 2014.

COSTA, D. M. A.; MELO, H. N. S.; FERREIRA, S. R. ; HOLANDA, J. S. Crescimento e desenvolvimento do amaranto (*amaranthus* spp) sob estresse salino e cobertura morta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo (Online)**, v. 32, p. 43-48, 2008.

DASGAN, H. Y.; AKTAS, H.; ABAK, K.; CAKMAK. I. Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotypes responses. **Plant Science**, v.163, p.695-703, 2002.

DAVENPORT, R.; JAMES, R.A.; ZAKRISSON-PLOGANDER, A.; TESTER, M.; MUNNS, R. Control of sodium transport in durum wheat. **Plant Physiology**, v.137, p.807–818, 2005.

DIAS, N. D.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. p. 129-140, 2010.

DIAS, N. S.; GHEYI, H. R.; SOUSA NETO, O. N. de. Boas práticas na irrigação: Manejo integrado da irrigação, o solo e a aplicação de fertilizantes. In: LIMA, S. C.R. V; SOUSA, F; VALMIR JUNIOR, M; FRIZZONE, J. A; GHEYI, H. R. **Techological inovations in irrigation engineering: Impact on climate change, water quality and transfer of technology**. Fortaleza – CE: INOVAGRI, 2014. 278p.

DON, K. K. G.; XIA, Y. P.; ZHU, Z.; LE, C.; WIJERATNE, A.W. Some deleterious effects of long-term salt stress on growth nutrition, and physiology of Gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) and potential indicators of its salt tolerance. **Journal of Plant Nutrition**, v.33, n. 13, p. 2010–2027, 2010.

ELOI, W. M.; DUARTE, S. N.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; MIRANDA, J. H. Rendimento comercial do tomateiro em resposta à salinização ocasionada pela fertirrigação

em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 15, n. 5, p.471-476, 2011.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. 3 ed. Rio de Janeiro, 2011, 230 p.

FAGERIA, N. K. Salt tolerance of rice cultivars. **Plant and Soil**, v. 88, p. 237-243, 1985.

FAGERIA, N. K.; SOARES FILHO, W. dos S.; GHEYI, H. R. Melhoramento genético vegetal e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCT Sal, 2010, cap. 13, p.205-218.

FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; ANDRADE, A. P.; MEDEIROS, S. S. Biossalinidade e produção agrícola. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, p.181-199, 2010.

FERREIRA, D. F. SISVAR<sup>®</sup>: Sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 5.3. Lavras: DEX/UFLA, 2010. (Software estatístico).

FERREIRA, M. M. **Avaliação das características de crescimento e desenvolvimento da vinca (*Catharanthus roseus*) em relação à adubação e época de colheita**. Lavras – Minas Gerais: DAG/UFLA, 2003. 75p. Dissertação de Mestrado.

FERREIRA, R. G., TÁVORA, F. J. A. F; HERNANDEZ, F. F. F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 1, p79-88, 2001.

FERREIRA-SILVA, S. L.; SILVA, E. N.; CARVALHO, F. E. L.; LIMA, C. S.; ALVES, F. A. L.; SILVEIRA, J. A. G. Physiological alterations modulated by rootstock and scion combination in cashew under salinity. **Scientia Horticulturae**, v. 127, n. 1, 22, p. 39-45, 2010.

FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, p.307-319, 2004.

FREIRE, A. L. de O.; FILHO, G. M. de S.; MIRANDA, J. R. P. de; SOUTO, P. C.; ARAÚJO, L. V. C. de. Crescimento e nutrição mineral do nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) e cinamomo (*Melia azedarach* Linn.) submetidos à salinidade. **Ciência Florestal**, v. 20, n.2, p.207-215, 2010.

FREITAS, M. A. C.; AMORIM, A. V.; BEZERRA, A. M. E.; PEREIRA, M. S.; BESSA, M. C.; NOGUEIRA FILHO, F. P.; LACERDA, C. F. Crescimento e tolerância à salinidade em três espécies medicinais do gênero *Plectranthus* expostas a diferentes níveis de radiação. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.16, n.4, p.839-849, 2014.

FERNÁNDEZ-GARCÍA, N.; OLMOS, E.; BARDISI, E.; GARCÍA-DE, L. G. J.; LÓPEZ-BERENGUER, C.; RUBIO-ASENSIO, J. S. Intrinsic water use efficiency controls the adaptation to high salinity in a semi-arid adapted plant, henna (*Lawsonia inermis* L.). **Journal Plant Physiology**, v. 171, n. 5, p. 64–75, 2014.

GAINES, T. P.; PARKER, M. B.; GASCHO, G. J. Automated determination of chlorides in soil and plant tissue by sodium nitrate. **Agronomy Journal**, v. 76, p. 371-374, 1984.

GARCÍA-CAPARRÓS, P.; LLANDERAL, A.; PESTANA, M.; CORREIA, P. J.; LAO, M. T. Tolerance mechanisms of three potted ornamental plants grown under moderate salinity. **Scientia Horticulturae**, v.201, p.84-91, 2016.

GARRIDO, Y.; TUDELA, J. A.; MARÍN, A.; MESTRE, T.; MARTÍNEZ, V.; GIL, M. I. Physiological, phytochemical and structural changes of multi-leaf lettuce caused by salt stress. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, n. 8, p. 1592–1599, 2014.

GÓMEZ-BELLOT, M. J.; ÁLVAREZ, S.; BAÑON, S.; ORTUÑO, M. F.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J. Physiological mechanisms involved in the recovery of *Euonymus* and *Laurustinus* subjected to saline Waters. **Agricultural Water Management**, v.128, p.131-139, 2013.



GUIMARÃES, I. P.; OLIVEIRA, F. N.; VIEIRA, F. E. R.; TORRES, S. B. Efeito da salinidade da água de irrigação na emergência e crescimento inicial de plântulas de mulungu. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 1, p. 137 - 142, 2013.

GUPTA, B.; HUANG, B. Mechanism of Salinity Tolerance in Plants: Physiological, Biochemical, and Molecular Characterization. **International Journal of Genomics**, v. 2014, p. 1- 18, 2014.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados climáticos – Fortaleza**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em: 02 de junho de 2016.

IBRAFLOR-INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. O mercado de flores no Brasil. Campinas, IBRAFLOR, 2015. Disponível em: <http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=235>. Acesso em: 15 de julho de 2015.

IBRAFLOR-INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. Padrão de qualidade: Critérios de classificação. Brasil. Campinas, IBRAFLOR, 2016. Disponível em: [http://www.ibraflor.com/p\\_qualidade.php](http://www.ibraflor.com/p_qualidade.php). Acesso em: 28 de junho de 2016.

JALEEL, C. A.; GOPI, R.; SANKAR, B.; MANIVANN, P.; KISHOREKUMAR, A.; SRIDHARAN, R.; PANNEERSELVAM, R. Studies on germination, seedling vigour, lipid peroxidation and proline metabolism in *Catharanthus roseus* seedlings under salt stress. **South African Journal of Botany**, v. 73, p. 190-195, 2007.

JAMES, R. A., CAEMMERER, S. V., CONDON, A. G., ZWART, A. B., MUNNS, R. Genetic variation in tolerance to the osmotic stress component of salinity stress in durum wheat. **Functional Plant Biology**, v. 35, n. 2, p. 111-123, 2008.

JUNQUEIRA, A. H; PEETZ, M. da S. Perfil da Cadeia Produtiva de Flores e Plantas Ornamentais do Distrito Federal. Brasília: SEBRAE / DF. (Edição SEBRAE), 2005, 123p.

KARIMI, H. R.; NASROLAHOPOUR-MOGHADAM, S. Study of sex-related differences in growth indices and physiological parameters of pistachio seedlings (*Pistacia vera* cv.

Badami-Riz-e-Zarand) under salinity stress. **Scientia Horticulturae**, v. 202, p. 165-172, 2016.

KARIMI, H. R.; EINI TARI, F. NaHCO<sub>3</sub> effects on photosynthetic characteristics, iron and sodium transfer in pomegranate. **Journal of Plant Nutrition**, n. just-accepted, p. 00-00, 2016.

KATERJI, N.; HOORN, J. W. VAN; HAMDY, A. Effect of salinity on water stress, growth and yield of maize and sunflower. **Agricultural Water Management**, v. 30, n. 3, p. 237-249, 1996.

KOELLN, F. T. S. Produção de gérbas de vaso em resposta a adubos orgânicos líquidos obtidos de compostos de resíduos agroindustriais. 2012. 74 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2012.

LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; OLIVA, M. A.; RUIZ, H. A. Influência do cálcio sobre o crescimento e solutos em plântulas de sorgo estressadas com cloreto de sódio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, p.289-295, 2004.

LACERDA, C. F.; COSTA, R. N. T.; BEZERRA, M. A.; GHEYI, H. R. Estratégias de manejo para uso de água salina na agricultura. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.(ed). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. INCTSal: Fortaleza, 2010. Cap. 17, p303-317.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: São Paulo, RiMa, 2006. 550p.

LI, C.; WEI, Z.; LIANG, D.; ZHOU, S.; LI, Y.; LIU, C.; MA, F. Enhanced salt resistance in apple plants overexpressing a *Malus* vacuolar Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> antiporter gene is associated with differences in stomatal behavior and photosynthesis. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.70, p. 164-173, 2013.

LI, X.; KANG, Y.; WAN, S.; CHEN, X.; CHU, L. Reclamation of very heavy coastal saline soil using drip-irrigation with saline water on salt-sensitive plants. **Soil & Tillage Research**, v. 146, p.159-173, 2015.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. Plantas ornamentais no Brasil: Arbustos, herbáceas e trepadeiras. Nova Odessa: Platarum, 3.ed. 2001. 1088p.

LOSS, A.; TEIXEIRA, M. B.; ASSUNÇÃO, G. M.; HAIM, P. G.; LOUREIRO, D. C.; SOUZA, J. R. Enraizamento de estacas de *Allamanda cathartica* L. tratadas com ácido indolbutírico (AIB). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 4, p. 313-316, 2008.

MAAS, E. V. Salt tolerance of crops. **Applied Agricultural Research**, New York, v. 1, n. 1, p. 12-26, 1986.

MAAS, E. V.; GRATTAN, S. R. Crop yields as affected by salinity. In: SKAGGS, R. W.; Van Schilfgrarde, J. (ed.) **Agricultural drainage**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1999. p.55-108. (Agronomy Monograph 38).

MALAVOLTA, E; VITTI, G.C; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MANSOUR, M. M. F.; SALAMA, K. H. A. Cellular basis of salinity tolerance in plants. **Environmental and Experimental Botany**, Paris, v.52, n.2, p.113-122, 2004.

MATOS, N. N.; TEXEIRA JUNIOR, A. C.; SILVEIRA, J. A. G. da. Influência do porta-enxerto no comportamento fisiológico de mudas de cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) submetidas a estresses. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p.27-31, 2003.

MEDEIROS, J. F. de. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos Estados do RN, PB e CE**. Campina Grande: UFPB, 1992. 173p. Dissertação de Mestrado.

MORGAN, R. **Enciclopédia das ervas e plantas medicinais**. 8ª ed., São Paulo, p.141, 1994.

MORGAN, S. H.; MAITY, P. J.; GEILFUS, CHRISTOPH-MARTIN; LINDBERG, S.; MÜHLING, K. H. Leaf ion homeostasis and plasma membrane H<sup>+</sup>-ATPase activity in *Vicia*

*faba* change after extra calcium and potassium supply under salinity. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.82, s.n, p. 244 - 253, 2014.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant Cell Environ**, v.25, p.239-250, 2002.

MURILLO-AMADOR, B.; CÓRDOBA-MATSON, M. V.; VILLEGAS-ESPINOZA, J. A.; HERNÁNDEZ-MONTIEL, L. G.; TROYO-DIÉGUEZ, E.; GARCÍA-HERNÁNDEZ, J. L. Mineral content and biochemical variables of *Aloe vera* L. under salt stress. **PLoS One**, v. 9, n. 4, p. 1–9, 2014.

NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, P. D.; SILVA, S. A.; VIEIRA, M. S.; OLIVEIRA, A. P. Efeito da utilização de biofertilizante bovino na produção de mudas de pimentão irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n.2, p.258-264, 2011.

NAVARRO, A.; BAÑONA, S.; CONEJEROB, W.; SÁNCHEZ-BLANCO, M.J. Ornamental characters, ion accumulation and water status in *Arbutus unedo* seedlings irrigated with saline water and subsequent relief and transplanting. **Environmental and Experimental Botany**, v.62, p.364–370, 2008.

NAYAK, S.; NALABOTHU, P.; SANDIFORD, S.; BHOGADI, V.; ADOGWA, A. Evaluation of wound healing activity of *Allamanda cathartica* L. and *Laurus nobilis* L. extracts on rats. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 6, n. 12, p.1-6, 2006

NEVES, A. L. R; LACERDA, C. F; SOUSA, C. H. C; AMORIM, A. V; GHEYI, H. R; GOMES-FILHO, E. Fontes de água salina e estratégias de uso na agricultura. In: LIMA, S. C. R. V; SOUSA, F; VALMIR JUNIOR, M; FRIZZONE, J. A; GHEYI, H. R. **Techological inovations in irrigation engineering: Impact on climate change, water quality and transfer of technology**, Fortaleza – CE: INOVAGRI, 2014. 278p.

NIU, G.; RODRIGUEZ, D. S.; CALL, E.; BOSLAND, P. W.; ULERY, A.; ACOSTA, E. Responses of eight chile peppers to saline water irrigation. **Scientia Horticulturae**, v. 126, n. 2, p. 215-222, 2010.

NIU, G.; STARMAN, T.; BYRNE, D. Responses of growth and mineral nutrition of garden roses to saline water irrigation. **Hort Science**, v. 48, n. 6, p. 756-761, 2013.

NIU, G.; RODRIGUEZ, D. S. Relative salt tolerance of selected herbaceous perennials and groundcovers. **Scientia Horticulturae**, v.110, n. 4, p.352-358, 2006.

NOORDEGRAAF, C. V. Production and marketing of high quality plants. **Acta Horticulturae**, v.353, p.134-148, 1994.

ORSINI, F.; ALNAYEF, M.; BONA, S.; MAGGIO, A.; GIANQUINTO, G. Low stomatal density and reduced transpiration facilitate strawberry adaptation to salinity. **Environmental and Experimental Botany**, v. 81, p.1-10, 2012.

PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.60, p.324-349, 2005.

PEREIRA, C. M. M. A.; MELO, M. R.; DIAS, P. B. **Cadeia de produção de rosas na região de Barbacena, Estado de Minas Gerais**. Informações Econômicas, São Paulo, v. 36, n. 7, p. 22-31, jul. 2006.

PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Eds.). In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. INCTSal, Fortaleza. cap. 10, p. 143-160, 2010.

RIBEIRO, M. R. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.(ed). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. INCTSal: Fortaleza, 2010. p12-19.

RUGGIERO, B.; KOIWA, H.; MANABE, Y.; QUIST, T. M.; INAN, G.; SACCARDO, F.; JOLY, R. J.; HASEGAWA, P. M.; BRESSAN, R.A.; MAGGIO, A. Uncoupling the effects of ABA on plant growth and water relations: analysis of *sto1/nced3*, ABA deficient salt stress tolerant mutant in *Arabidopsis thaliana*. **Plant Physiology**, v. 136, n.1, p. 3134 – 3147, 2004.

SABRA, A.; DAAYF, F.; RENAULT, S. Differential physiological and biochemical responses of three *Echinacea* species to salinity stress. **Scientia Horticulturae**, v. 135, p. 23 – 31, 2012.

SANTOS, M. C.A.; FREITAS, S. P.; AROUCHA, E. M. M.; SANTOS, A. L. A. Anatomia e histoquímica de folhas e raízes de vinca (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 9, n. 1, p.24-30, 2009.

SANTOS, T. A.; MIELKE, M. S.; PEREIRA, H. A. S.; GOMES, F. P.; SILVA, D. C. Trocas gasosas foliares e crescimento de plantas jovens de *Protium heptaphyllum* March (Burseraceae) submetidas ao alagamento do solo em dois ambientes de luz. **Scientia Forestalis**, v.40, n.93, p.47-56, 2012.

SAVVAS, D.; STAMATI, E.; TSIROGIANNIS, I. L.; MANTZOS, N.; BAROUCAS, P. E.; KATSOULAS, N.; KITTAS, C. Interactions between salinity and irrigation frequency in greenhouse pepper grown in closed-cycle hydroponic systems. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 91, n. 1, p. 102-111, 2007.

SAXENA, S. C.; KAUR, H.; VERMA, P.; PETLA, B. P.; ANDUGULA, V. R.; MAJEE, M. Osmoprotectants: potential for crop improvement under adverse conditions. In: TUTEJA, N. e SARVAJEET, S. G. **Plant Acclimation to Environmental Stress**. New York, USA, 2013. 492p.

SCHOSSLER, T. R.; MACHADO, D. M.; ALAN MARIO ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R.; PIAULINO, A. C. Salinidade: Efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.8, n.15; p.1563-1578, 2012.

SHABALA, S. Learning from halophytes: physiological basis and strategies to improve abiotic stress tolerance in crops. **Annals of Botany Company**, v. 112, n. 7, p. 1209-1221, 2013.

SIMÕES, F. C.; PAIVA, P. D. O.; NERI, G. J. O.; PAIVA, R. **Noções básicas de jardinagem**. Lavras-MG: Universidade Federal de Lavras, 2002. p. 5-41. (Boletim de extensão).

SINGH, A. K.; GUPTA, S. K. Water management in salt affected soils: Issues and strategies. **Journal Soil Salinity & Water Quality**, v. 1, p. 14-24, 2009.

SILVA, E.N. da; RIBEIRO, R.V.; FERREIRA-SILVA, S.L.; VIÉGAS, R.A.; SILVEIRA, J.A.G. Salt stress induced damages on the photosynthesis of physic nut young plants. **Scientia Agricola**, v.68, p.62-68, 2011.

SLABBERT, M. M.; KRÜGER, G. H. J. Antioxidant enzyme activity, proline accumulation, leaf area and cell membrane stability in water stressed *Amaranthus* leaves. **South African Journal of Botany**, v.95, p. 123–128, 2014.

SLAMA, I.; M'RABET, R.; KSOURI, R.; TALBI, O.; DEBEZ, A.; ABDELLY, C. Water deficit stress applied only or combined with salinity affects physiological parameters and antioxidant capacity in *Sesuvium portulacastrum*. **Flora**, v.213, p. 69-76, 2015.

SOUZA, E. R.; MELO, H. F.; ALMEIDA, B. G.; MELO, D. V. M. Comparação de métodos de extração da solução do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.5, p.510-517, 2013.

SUÁREZ, N. Effects of short-and long-term salinity on leaf water relations, gas exchange, and growth in *Ipomoea pes-caprae*. **Flora**, v.206, p. 267-275, 2011.

SUN, J.; WANG, M. J.; DING, M. Q.; DENG, S. R.; LIU, M. Q.; LU, C. F.; ZHOU, X. Y.; SHEN, X.; ZHENG, X. J.; ZHANG, Z. K.; SONG, J.; HU, Z.M.; XU, Y.; CHEN, S. L. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and cytosolic Ca<sup>2+</sup> signals triggered by the PM H<sup>+</sup>-coupled transport system mediate K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> homeostasis in NaCl-stressed *Populus euphratica* cells. **Plant Cell e Environment**, v. 33, n. 6, p. 943-958, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 848 p.

TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. **Annals of Botany**, v. 91, n.5, p.503-527, 2003.

TRAVASSOS, K. D; SOARES, F. L.S; GHEYI, H. R; DIAS, N. S; NOBRE, R. G. Crescimento e produção de flores de girassol irrigado com água salobra. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.5, n. 2, p.123–133, 2011.

UREÑA, M. P.; D'ÁRRIGO, M. H.; GIRÓN, O. M. Evaluación sensorial de los alimentos. Peru, Universidade Nacional Agrária La Molina. 1999, 197p.

VALDÉS, R.; MIRALLES, J.; FRANCO, J. A.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J.; BAÑÓN, S. Using soil bulk electrical conductivity to manage saline irrigation in the production of potted Poinsettia. **Scientia Horticulturae**, v. 170, p. 1-7, 2014.

VENCATO, ÂNGELA; CORRÊA, S.; REETZ, E.; ROSA, G. R.; RIGON, L.; BELING, R. R. Anuário brasileiro das flores 2006. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2006.

ZAPRYANOVA, N.; ATANASSOVA, B. Effects of salt stress on growth and flowering of ornamental annual species. **Biotechnology & Biotechnological Equipment**, special edition/on-line, p.177-179, 2009.

ZENG, J.; CHEN, A.; LI, D.; YI, B.; WU, W. Effects of Salt Stress on the Growth, Physiological Responses, and Glycoside Contents of *Stevia rebaudiana* Bertoni. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, p. 5720-5726, 2013.

ZHANG, N.; SHI, X.; GUAN, Z.; ZHAO, S.; ZHANG, F.; CHEN, S.; FANG, W.; CHEN, F. Treatment with spermidine protects chrysanthemum seedlings against salinity stress damage. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 105, p.260-270, 2016.

ZHU, J. K. Salt and drought stress signal transduction in plants. **Annual Review of Plant Biology**, Oxford, v.53, n.1, p.247-273, 2002.



**APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS  
QUESTIONÁRIO UTILIZADO PARA ANÁLISE SENSORIAL**

**ANÁLISE SENSORIAL DA QUALIDADE VISUAL DE PLANTAS ORNAMENTAIS**

Você está sendo convidado (a) a participar da avaliação da qualidade visual de “*NOME DA ESPÉCIE*”, produzidas com águas salinas e diferentes modos de irrigação, por favor, dê sua opinião sincera sobre as amostras.

IDADE: ( ) 18 a 35 anos      ( ) 36 a 55 anos      ( ) 56 a 70 anos

SEXO: ( ) Feminino      ( ) Masculino

**DÊ SUA NOTA DE ACORDO COM A ESCALA HEDÔNICA**

- 1- Desgostei extremamente
- 2- Desgostei muito
- 3- Desgostei moderadamente
- 4- Desgostei ligeiramente
- 5- Indiferente
- 6- Gostei ligeiramente
- 7- Gostei moderadamente
- 8- Gostei muito
- 9- Gostei extremamente

| AVALIE COM RELAÇÃO ÀS FOLHAS |     |    |    |    |    |    |
|------------------------------|-----|----|----|----|----|----|
| AMOSTRAS                     |     |    |    |    |    |    |
|                              | NA* | NA | NA | NA | NA | NA |
| COR                          |     |    |    |    |    |    |
| TAMANHO                      |     |    |    |    |    |    |
| APARÊNCIA GERAL              |     |    |    |    |    |    |

| AVALIE COM RELAÇÃO ÀS FLORES |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| AMOSTRAS                     |    |    |    |    |    |    |
|                              | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| COR                          |    |    |    |    |    |    |
| TAMANHO                      |    |    |    |    |    |    |
| APARÊNCIA GERAL              |    |    |    |    |    |    |

Em sua opinião como consumidor (a), qual das amostras você compraria?

( ) NA      ( ) NA      ( ) NA      ( ) NA      ( ) NA      ( ) NA

\* Número da amostra a ser avaliada.



**Obrigado.  
DEUS O ABENÇÔE!!!**