



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**EMANUELE VICTOR DE OLIVEIRA**

**CLASSIFICAÇÃO DA TOLERÂNCIA À SALINIDADE EM PLANTAS  
ORNAMENTAIS UTILIZANDO-SE DIFERENTES METODOLOGIAS**

**FORTALEZA**

**2017**

EMANUELE VICTOR DE OLIVEIRA

CLASSIFICAÇÃO DA TOLERÂNCIA À SALINIDADE EM PLANTAS  
ORNAMENTAIS UTILIZANDO-SE DIFERENTES METODOLOGIAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem

Orientador: Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda

Coorientadora: Antônia Leila Rocha Neves

FORTALEZA

2017

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)

---

- 046c Oliveira, Emanuele Victor de.  
Classificação da tolerância à salinidade em plantas ornamentais utilizando-se diferentes metodologias  
/  
Emanuele Victor de Oliveira. – 2017.  
100 f. : il. color.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2017.  
Orientação: Profa. Dra. Claudivan Feitosa de Lacerda.  
Coorientação: Profª. Dra. Antônia Leila Rocha Neves.
1. Estresse salino. 2. água salobra. 3. crescimento. 4. salinidade limiar. 5. análise sensorial. I. Título.  
CDD 630
-

EMANUELE VICTOR DE OLIVEIRA

CLASSIFICAÇÃO DA TOLERÂNCIA À SALINIDADE EM PLANTAS  
ORNAMENTAIS UTILIZANDO-SE DIFERENTES METODOLOGIAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem

Orientador: Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda

Coorientadora: Dra. Antônia Leila Rocha Neves

Aprovada em 17/07/2017

BANCA EXAMINADORA

---

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

---

Prof. Dr. Marlos Alves Bezerra  
Embrapa Agroindústria Tropical

---

Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Hans Raj Gheyi  
Universidade Federal de Recôncavo da Bahia (UFRB)

À minha amada família, especialmente a minha avó e minha mãe, que sempre se preocuparam em me incentivar nos estudos, estando sempre presente e compartilhando comigo meus fracassos e vitórias.

Nossas dúvidas são traidoras e nos fazem perder o que, com frequência, poderíamos ganhar, por simples medo de arriscar. William Shakespeare

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por se fazer presente em todos os momentos, me dando força e coragem na conquista dos meus ideais.

Meus pais Mauro Sampaio de Oliveira e Lúcia de Fátima Victor de Oliveira pela oportunidade, amor, compreensão e incentivo.

A minha amada avó Ivone Lima Brasileiro por ter me criado, educado e ensinado a ser justa e honesta. Eu lhe amo muito.

A Universidade Federal do Ceará, através do Departamento de Engenharia Agrícola, pela oportunidade oferecida à realização deste curso.

Ao Professor Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda, exemplo de orientador, pela amizade, compreensão, carinho e dedicação a mim oferecida durante todas as etapas do curso. As palavras são insuficientes para expressar a minha gratidão.

Aos professores que passaram por toda minha vida, por ter me ensinado, passado os seus conhecimentos compartilhando sugestões.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Agrícola – UFC, pelo apoio, e amizade, em especial Ana Maria, Fátima e Maurício pela boa convivência e presteza.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – UFC, especialmente: Dr. Camboim Neto, Dr. Nonato Costa, Dr. Marcus Bezerra, Dr. Thales Vinícius, Dr. Carlos Alexandre e Dr. José Carlos.

Aos colegas Maria da Saúde (Sassá), Davi Rodrigues, Jordânia, Adriana Cruz, Honório Neto, Antônia Leila Rocha Neves, Regis Braz, Francisco Ítalo, Aureliano, Mayara, Carlos Henrique, Jardelson e Júlia Medeiros, pela ajuda, incentivo durante a condução do experimento e presteza sempre que precisei e também pela amizade.

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

Ao Ricardo e o Weverton Vieira, pela ajuda na condução do experimento, por mim aguenta nos momentos de estresse e também pela amizade.

A Leila Neves a minha coorientadora, pela ajuda nos momentos difíceis, por ter dado motivação para prosseguir.

Muito obrigada!

## RESUMO

As respostas das plantas à salinidade são observadas principalmente em termos de crescimento, produtividade e variáveis fisiológicas. No caso de plantas ornamentais é fundamental também avaliar os efeitos sobre a qualidade das plantas, pois a beleza na aquisição de uma planta ornamental nem sempre está associada com o seu tamanho. Dentro desse contexto, buscou-se avaliar os efeitos da intensificação do estresse e a tolerância à salinidade de quatro espécies ornamentais, utilizando-se dados de crescimento, respostas fisiológicas e análises sensoriais. A pesquisa foi conduzida na área experimental da Estação Agrometeorológica da Universidade Federal do Ceará-UFC, Brasil, em ambiente protegido, no período de setembro a novembro de 2016. O delineamento utilizado foi em blocos inteiramente casualizados, em arranjo fatorial 10x4, com quatro repetições, sendo dez níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,0 dS m<sup>-1</sup>) e quatro espécies ornamentais: (*Catharanthus roseus*, *Allamanda catártica*, *Ixora coccínea* e *Duranta erecta*). O trabalho foi apresentado em duas partes: Capítulo 1. Intensificação do estresse salino no desenvolvimento inicial de quatro espécies de plantas ornamentais – Nesse capítulo foram avaliadas respostas de crescimento e morfofisiológicas aos 30 e aos 60 dias após o início dos tratamentos salinos. Capítulo 2. Comparação de metodologias de avaliação da tolerância à salinidade em plantas ornamentais utilizando-se análises de crescimento, fisiológicas e sensoriais – Foram comparadas três metodologias de avaliação da tolerância à salinidade, utilizando-se dados de crescimento, respostas fisiológicas e análises sensoriais. As metodologias foram as seguintes: 1<sup>a</sup>. valor de salinidade limiar (adaptada de Maas e Hoffman, 1977); 2<sup>a</sup>. percentual de 25% de redução para faixas de salinidade pré-definidas (adaptada de Miyamoto et al., 2004); 3<sup>a</sup>. percentual de 20% de redução para cada nível de salinidade (adaptada de Fageria, 1985). O tempo e o aumento na concentração de sais intensificaram os efeitos do estresse salino sobre as plantas, porém as respostas diferiram entre as espécies estudadas, sendo que a maior tolerância da espécie *I. coccínea* parece estar relacionada à manutenção das características morfofisiológicas foliares. As três metodologias empregadas convergem no sentido de indicar as espécies *I. coccínea* e *D. erecta*, respectivamente, com maior e menor capacidade de se ajustar sob condições de salinidade; Os dados de trocas gasosas foliares se mostraram adequadas para a



classificação da tolerância á salinidade, independente da metodologia empregada. Os dados de altura de plantas, diâmetro de caule e índice relativo de clorofila se mostram inadequados para classificação da tolerância à salinidade, sendo essa inadequação mais significativa quando se utilizou a metodologia adaptada de Miyamoto et al. (2004). A avaliação qualitativa de plantas ornamentais depende de uma série de fatores, porém, a manutenção da cor verde das folhas e, principalmente, a produção de flores, pode eliminar efeitos depreciativos causados por níveis baixos e moderados de salinidade sobre o crescimento das plantas. Nesse sentido, uma metodologia semelhante à de Miyamoto et al. (2004) para a elaboração de índice global envolvendo características quantitativas e qualitativas, pode ser promissora para avaliação da tolerância à salinidade de plantas ornamentais.

**Palavras-chave:** Estresse salino. Água salobra. Crescimento. Salinidade limiar. Análise sensorial. Fotossíntese

## ABSTRACT

Plant responses to salinity are observed mainly in terms of growth, productivity and physiological variables. In the case of ornamental plants, it is also essential to evaluate the effects on the quality of the plants, since the beauty in the acquisition of an ornamental plant is not always associated with its size. Within this context, the effects of stress intensification and the salt tolerance of four ornamental species were evaluated, using growth data, physiological responses and sensorial analysis. The research was conducted in the experimental area of the Agrometeorological Station of the Federal University of Ceará-UFC, Brazil, in a greenhouse, from September to November 2016. The experimental design was in completely randomized blocks, in a 10x4 factorial arrangement, with four replications, ten levels of electrical conductivity of irrigation water (0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 8.0, 10.0, 12.0 dS m<sup>-1</sup>) and four ornamental species (*Catharanthus roseus*, *Allamanda cathartica*, *Ixora coccinea* and *Duranta erecta*). The work was presented in two parts: Chapter 1. Intensification of saline stress in the initial development of four ornamental plant species - In this chapter, growth and morphophysiological responses were evaluated at 30 and 60 days after the beginning of saline treatments. Chapter 2. Comparison of methodologies for evaluation of salinity tolerance in ornamental plants using growth, physiological and sensorial analyzes - Three salinity tolerance evaluation methods were compared using growth data, physiological responses and sensorial analyzes. The methodologies were as follows: 1st. Threshold salinity value (adapted from Maas and Hoffman, 1977); 2nd. Percentage of 25% reduction for pre-defined salinity ranges (adapted from Miyamoto et al., 2004); 3rd. Percentage of 20% reduction for each salinity level (adapted from Fageria, 1985). The time and increase in salt concentration intensified the effects of saline stress on plants, but the responses differed among the species studied. The higher tolerance of the *I. coccinea* species seems to be related to the maintenance of foliar morphophysiological characteristics. The three methodologies used converge to indicate the species *I. coccinea* and *D. erecta*, respectively, with higher and lower capacity to adjust under salinity conditions. The leaf gas exchange data were adequate for the classification of the tolerance to salinity, regardless of the methodology used. The plant height, stem diameter and relative chlorophyll index were inadequate for salinity tolerance classification, and this inadequacy was more significant when using the

adapted methodology of Miyamoto et al. (2004). The qualitative evaluation of ornamental plants depends on a number of factors, but the maintenance of the green color of the leaves and, especially, the production of flowers, can eliminate negative effects caused by low and moderate levels of salinity on the plant growth. In this sense, a methodology similar to that of Miyamoto et al. (2004) for the elaboration of a global index involving quantitative and qualitative characteristics, may be promising for the evaluation of the salt tolerance of ornamental plants.

**Keywords:** Salt stress. Brackish water. Plant growth. Salinity threshold. Sensory analysis. Photosynthesis

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>13</b>
2	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
3	<b>INTENSIFICAÇÃO DO ESTRESSE SALINO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE QUATRO ESPÉCIES DE PLANTAS ORNAMENTAIS..</b>	<b>29</b>
4	<b>COMPARAÇÃO DE METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DA TOLERÂNCIA À SALINIDADE EM PLANTAS ORNAMENTAIS UTILIZANDO-SE ANÁLISES DE CRESCIMENTO, FISIOLÓGICAS E SENSORIAIS.....</b>	<b>46</b>
5	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>88</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>89</b>
	<b>APÊNDICE A - INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS.....</b>	<b>100</b>
	<b>APÊNDICE B - EQUAÇÕES CONFORME MODELO DE MAAS E HOFFMAN (1977) E OUTROS MODELOS UTILIZADOS PARA DETERMINAR A SALINIDADE LIMIAR E LIMITES DE SOBREVIVÊNCIA DAS PLANTAS.....</b>	<b>101</b>

## INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, o cultivo de plantas ornamentais vem se consolidado como uma importante atividade econômica devido à diversidade climática, com grandes áreas sob condições edafoclimáticas que favorecem a cadeia de produção de flores e plantas ornamentais (BATISTA et al., 2008).

A floricultura brasileira tem apresentado desenvolvimento crescente desde a década de 60, isso devido ao aumento do mercado interno e às conquistas nas exportações, o que vem contribuindo para a fixação do homem no campo. O PIB da cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais no Brasil em 2014 em R\$ milhões ficou distribuído entre a floricultura 982,4, decoração 2337,1 e o paisagismo 648,8; em 2015 o faturamento foi de 6 bilhões contra 5,7 bilhões em 2014 (IBRAFLOR, 2015). O estado com maior produção é São Paulo. Na região Nordeste destaca-se o Estado do Ceará, sendo o segundo maior exportador de rosas e flores tropicais do País.

Apesar de apresentar condições climáticas que favorece a produção agrícola em diversos setores, como fruticultura, floricultura, dentre outros, a região Nordeste do Brasil se depara com outros problemas, com destaque para as altas temperaturas, escassez de água, salinização de solo e elevadas concentrações de sais nas fontes hídricas (HOLANDA et al., 2016). O excesso de sais na água de irrigação é um dos fatores limitantes para a produção agrícola, sendo que uma das alternativas para conviver com esse problema é a identificação de espécies tolerantes à salinidade.

As espécies vegetais em relação às suas respostas à salinidade podem ser agrupadas em halófitas e glicófitas. As halófitas são nativas de ambientes salinos e as glicófitas, que inclui a maioria das espécies cultivadas, sofrem inibições no crescimento mesmo em baixos níveis de sais (GHEYI et al, 2016). De maneira geral, a salinidade pode dificultar a absorção de água pela planta, interfere nos processos fisiológicos e, reduz o crescimento e o desenvolvimento das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2013). O conhecimento dos efeitos desse estresse abiótico na planta e no solo, bem como, os fenômenos envolvidos, é fundamental quando se pretende utilizar práticas adequadas de manejo da água e do cultivo em ambientes salinos (DIAS et al., 2016).

As plantas apresentam diferentes mecanismos de tolerância aos efeitos dos sais, os quais permitem a sobrevivência em ambientes naturalmente salinos, bem como manter níveis adequados de produção em áreas agrícolas que apresentam esse problema.

No entanto, pouco se sabe sobre os graus de tolerância e os mecanismos de adaptação ao excesso de sais das espécies ornamentais. Essas espécies apresentam outro aspecto interessante, visto que o interesse do consumidor nem sempre está relacionado ao tamanho da planta, mas principalmente a aspectos visuais e à produção de flores. Nesse sentido, estudos sobre aspectos fisiológicos, análises sensoriais e aplicação de metodologias visando quantificar os índices de tolerância à salinidade são relevantes e necessários para essas espécies.

Dentro do contexto acima, objetivou-se identificar respostas fisiológicas, análises sensoriais e os graus de tolerância à salinidade de quatro espécies de plantas ornamentais, *Catharanthus roseus* (Boa noite), *Allamanda catártica* (Alamandra amarela), *Ixora coccínea* (Mini lacre) e *Duranta erecta* (Pingo de ouro), visando obter informações que possam ser úteis na utilização de fontes de águas salinas na irrigação.

## REVISÃO DE LITERATURA

### Problemas de salinidade na agricultura

A salinização é um fator limitante para o desenvolvimento e para a produtividade das plantas (ALLAKHVERDIEV et al., 2000) e vem afetando os solos e os recursos hídricos de zonas áridas, semiáridas e mediterrâneas (ESTEVES; SUZUKI, 2008). O excesso de sais na zona radicular tem em geral um efeito deletério no crescimento das plantas que se manifesta por uma equivalente redução nas taxas de assimilação de carbono, no crescimento e na produtividade. A excessiva salinidade reduz o desenvolvimento devido ao aumento de energia que precisa ser despendida para absorver a água do solo e ao ajustamento bioquímico necessário para se sobreviver sob estresse (MUNNS, 2002).

A salinidade é um problema crescente em todo o mundo, principalmente nas regiões com climas árido e semiárido, onde o total anual de precipitação é insuficiente para lixiviar os sais presentes na zona radicular (VILLETA, 1999). Em termos globais, estima-se que mais de 1,0 bilhão de hectares são afetados pela salinidade e para sodicidade, principalmente no Oriente Médio (189 milhões de ha), Austrália (169 milhões de ha) e no Norte da África (144 milhões de ha). O sul da Ásia, incluindo a Índia, tem cerca de 52 milhões de hectares de solos afetados por sais (SHARMA; SINGH, 2016). Solos afetados por sais são também encontrados na Europa, América do Norte e América do Sul (BELTRÁN, 2016). De acordo com Wicke et al. (2011), a maior parte dessas áreas (~ 85%) é apenas ligeiramente a moderadamente afetada, enquanto o restante 15% sofre de limitações severas a extremas para o cultivo de culturas.

Para Dias (2004), a origem dos problemas da salinidade se confunde com a própria formação dos solos, que é um produto da intemperização das rochas, envolvendo processos físicos, químicos e biológicos, mediante a ação de fatores como clima, relevo, organismos vivos e o tempo. Porém, a ação humana também tem causado problemas de salinização, particularmente em áreas irrigadas, associadas a práticas inadequadas de manejo do solo e da água e de falta de um sistema de drenagem. Estima-se que dos 230 milhões de hectares de área irrigada no globo terrestre, a salinidade é um problema que já atinge cerca de 45 milhões de hectares (FAO, 2000).

A salinidade pode também ocorrer em áreas de cultivos protegidos (MEDEIROS; SILVA; DUARTE, 2016), visto que nesses ambientes a ausência de água de chuvas leva ao processo de acumulação de sais no solo. Porém, nesses casos, a salinidade do solo é oriunda do uso indevido de sais fertilizantes altamente solúveis, aplicados muito além das necessidades das culturas. De forma diferente, sob condições naturais predominam os sais de sódio, cálcio e magnésio, na forma de cloretos, sulfatos de bicarbonatos (RIBEIRO; RIBEIRO FILHO; JACOMINE, 2016).

### **Qualidade da água para irrigação**

Dentre os aspectos envolvendo o manejo da irrigação, um dos mais importantes é o estudo da qualidade da água (HOLANDA et al., 2016). Quaisquer águas, independentemente de serem oriundas de mananciais de superfície, como açudes, barragens, lagoas e rios ou de mananciais subterrâneos como poços amazonas, tubular, artesianos ou de aquíferos de alta profundidade, representam um complexo de sais. Qualitativamente, os elementos catiônicos mais encontrados nas fontes de água salina são cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), sódio ( $\text{Na}^{2+}$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ) e dentre os aniônicos, cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) e boro (CAVALCANTE, 2012).

O conceito de qualidade da água refere-se às características que podem afetar sua adaptabilidade para um determinado uso, ou seja, há uma relação entre a qualidade da água e as necessidades do usuário. As características físico-químicas são as mais utilizadas para a avaliação da qualidade da água para irrigação, sendo os parâmetros biológicos, os menos considerados (AYERS; WESTCOT, 1999).

As águas utilizadas para irrigação, mesmo com teores baixos de sais, podem ser um importante fator de comprometimento do solo se não for manejada corretamente, sendo este um dos principais impactos negativos da agricultura irrigada (SCALOPPI; BRITTO, 1986; ANDRADE et al., 2006).

Segundo Cordeiro (2001), outro problema que tange a qualidade da água é a alta proporção de sódio em relação ao cálcio e ao magnésio, o que pode resultar em solo sódico. Isso porque o sódio em excesso desloca o cálcio e o magnésio adsorvidos causando a dispersão dos coloides. Então, para a avaliação da qualidade da água para irrigação, em relação ao perigo de sódio, considera-se, além da relação de adsorção de sódio (RAS), o carbonato de sódio residual (CSR).



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.

Nesse contexto, a agricultura Brasileira mostra-se como uma alternativa para o aproveitamento de águas com qualidade inferior, sugerindo-se o uso de espécies halófitas e/ou glicófitas tolerantes à salinidade, e neste cenário se inserem as plantas ornamentais.

### **Efeitos da salinidade sobre as plantas**

A salinidade é um dos principais fatores abióticos que contribui para a diminuição da produtividade das plantas. As altas concentrações de sais no solo além de reduzir o potencial hídrico, podem provocar efeitos tóxicos nas plantas, causando distúrbios funcionais e injúrias no metabolismo (MUNNS; TESTER, 2008).

A salinidade afeta o crescimento das plantas, pela inibição do processo de divisão e expansão celular. A redução no crescimento é provocada pelo decréscimo no potencial hídrico da solução do solo que reduz a absorção de água pelas células das raízes e inibe a expansão celular (PARIDA; DAS, 2005; TAIZ; ZEIGER, 2013). 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).

Segundo Larcher (2006), limitações não estomáticas da fotossíntese têm sido atribuídas à redução na eficiência de carboxilação, a qual pode ser causada pela acumulação de sais no mesófilo, resultando em alterações na concentração intracelular de CO<sub>2</sub> independentemente do tipo de limitação, a salinidade, além de afetar a fotossíntese, pode alterar o conteúdo relativo de água e o potencial hídrico foliar, a condutância estomática, a transpiração e a temperatura foliar (SULTANA, 1999).

A salinidade pode reduzir a concentração de carboidratos das folhas mais jovens através do acúmulo de sais no citoplasma, após exceder a habilidade das folhas maduras de acumular os sais nos vacúolos (MUNNS, 2002). Como os carboidratos, entre outros compostos, é o substrato necessário para o crescimento vegetal, todos os outros órgãos da planta também têm seu crescimento afetado pela salinidade (PARIDA; DAS, 2005). Porém, a elevação nos teores de carboidratos solúveis totais nas folhas, está ligada à finalidade de se manter o nível de água na folha e induzir ajustamento osmótico na

planta, visando o equilíbrio osmótico na célula (KERBAUY, 2004; PRISCO; GOMES FILHO; MIRANDA, 2016).

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 o crescimento das plantas (PRISCO; GOMES FILHO; MIRANDA, 2016). Uma das respostas iniciais é a redução da expansão da superfície foliar, acompanhado de uma intensificação do estresse (WANG; NIL, 2000; LACERDA et al., 2006).

Para driblar os efeitos deletérios da salinidade, as plantas utilizam estratégias bioquímicas que incluem acumulação ou exclusão seletiva de íons, controle da entrada de íons pelas raízes e transporte para as folhas, compartimentalização de íons a nível celular e estrutural, síntese de osmólitos (e.g. prolina), alterações nas vias fotossintéticas, modificações na estrutura de membrana, indução de enzimas antioxidantes e hormônios (ESTEVEZ; SUZUKI, 2008; SILVEIRA et al., 2016).

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 de carotenóides, comprometendo a atividade fotossintética e, conseqüentemente, o crescimento, o desenvolvimento, a produção e a adaptabilidade aos ambientes adversos (CAVALCANTE et al., 2011; TAIZ; ZEIGER, 2013). O estudo sobre os efeitos causados pelos sais sobre as plantas é fundamental para a adoção de práticas de manejo que permitam a produção comercial com o uso de água salina e diminua o uso de água de boa qualidade para a produção agrícola.

### **Tolerância das plantas à salinidade**

Nem todas as culturas respondem igualmente à salinidade; algumas produzem rendimentos aceitáveis em níveis altos de salinidade e outras são sensíveis a níveis relativamente baixos. Essa diferença deve-se a capacidade de adaptação osmótica que algumas culturas têm o que lhes permite absorver, mesmo em condições de salinidade, maior quantidade de água. Tal capacidade de adaptação é muito útil e permite a seleção de culturas mais tolerantes e capazes de produzirem rendimentos economicamente aceitáveis, quando não se pode manter a salinidade do solo abaixo do nível tolerado pelas plantas (AYERS; WESTCOT, 1999).

A tolerância das plantas à salinidade é um dos temas bem estudado no meio científico, sendo as pesquisas voltadas principalmente para três aspectos: estudos dos mecanismos de tolerância, levando-se em conta análises fisiológicas, bioquímicas e moleculares (MUNNS; TESTER, 2008; PRISCO; GOMES FILHO; MIRANDA, 2016), identificação e avaliação do potencial de halófitas (COSTA; BONILLA, 2016; FERNANDES et al., 2016) e na avaliação do grau de tolerância de glicófitas. Todas essas pesquisas visam encontrar genótipos capazes de produzirem economicamente sob condições de salinidade, mas o sucesso nem sempre tem sido obtido mesmo com o emprego de técnicas modernas de engenharia genética (SOARES FILHO et al., 2016).

A avaliação da tolerância tem sido feita utilizando diversas metodologias, destacando-se a que se baseia no rendimento relativo, utilizando-se valores de salinidade limiar (MAAS; HOFFMAN, 1977), e as que se baseiam na redução relativa do crescimento ou produtividade (FAGERIA, 1985; MIYAMOTO et al., 2004; SOARES FILHO et al., 2016). Essas classificações têm servido de base para as diretrizes da tolerância relativa das culturas (AYERS; WESTCOT, 1999; MIYAMOTO et al., 2004). Nesses estudos, as respostas das plantas à salinidade são observadas principalmente em termos de sobrevivência, injúrias foliares, crescimento, produtividade (FAGERIA, 1985; AYERS; WESTCOT, 1999; MIYAMOTO et al., 2004). No entanto, variáveis fisiológicas podem também ser utilizadas nas avaliações de tolerância (NOBLE; ROGERS, 1992; MUNNS; TESTER, 2008; RAHNAMA et al., 2010; NEVES et al., 2017).

As plantas apresentam diferentes mecanismos de tolerância à salinidade. De uma forma geral, as plantas submetidas à salinidade desenvolvem mecanismos bioquímicos e moleculares para diminuir os efeitos nocivos do sal e esses mecanismos podem ser de alta ou de baixa complexidade (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, síntese de solutos compatíveis, mudanças na rota fotossintética, alteração na estrutura das membranas, produção de enzimas antioxidantes e hormônios vegetais (TESTER; DAVENPORT, 2005; FLOWERS, 2004; PARIDA; DAS, 2005).

Plantas que apresentam maior eficiência do uso da água podem apresentar maior tolerância à salinidade, não somente devido à maior regulação das perdas de água, como também por haver o retardamento na acumulação de sais nas folhas, ao limitar o

fluxo de sais para a parte aérea devido a menor taxa transpiratória (FERNANDES et al., 2016).

### **Plantas ornamentais no Brasil, com ênfase nas espécies avaliadas no presente estudo**

As plantas ornamentais podem ser consideradas todas as espécies e, ou variedades que proporcionam prazer estético e melhoram o meio ambiente e a vida das pessoas. Elas são usadas em todo o mundo para restaurar paisagens perturbadas, controlar a erosão, melhorar a qualidade estética das paisagens urbanas e rurais, das áreas recreativas, das paisagens interiores e dos locais comerciais (CASSANITI; ROMANO; FLOWERS, 2012; CASSANITI et al., 2013).

No Brasil, o cultivo de plantas ornamentais vem se consolidado como uma importante atividade econômica devido a diversidade climática, que favorece a cadeia de produção de flores e as plantas ornamentais e pontos estratégicos para a sua comercialização. Estima-se que o faturamento com o mercado de flores e plantas ornamentais aumentou de cerca de 2 bilhões de reais na última década (BATISTA et al., 2008) para cerca de 6 bilhões em 2015 (IBRAFLOR, 2015).

As espécies ornamentais de maior interesse comercial são rosas, crisântemos, violetas, gladiolos, cravos, tulipas, orquídeas, lírios, alstroemérias, margaridas, Iris e lisianthus. No entanto, o número de espécies de plantas ornamentais é muito grande, com uma diversidade de formas de cultivo: flores de corte, flores em vasos, plantas ornamentais, plantas para paisagismos, plantas para jardins entre outros, com isso apresentam alta realidade para a área onde se cultivam e também para aumentar a oferta de empregos direto e indireto (BEZERRA, 1997). Nesse contexto, inserem-se as quatro espécies utilizadas nessa pesquisa *Catharanthus roseus* (Boa noite), *Allamanda catártica* (Alamandra amarela), *Ixora coccínea* (Mini lacre) e *Duranta erecta* (Pingo de ouro), as quais são descritas abaixo.

A espécie *Catharanthus roseus*, foi descoberta pelos europeus é nativa de Madagascar e também conhecida popularmente no Brasil, como boa noite, vinca ou maria-sem-vergonha, vinca-de-gato, beijo-da-mulata. 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 (ROBBERS; SPEEDIE; TYLER, 1997; FERREIRA; MOTTA; PINTO, 2004; MORGAN, 1994). A

planta apresenta um porte de 40 a 80 cm de altura, pode ser verificar colorações de flores: rosa, roxa, branca e branca com pinta roxa, tem cinco pétalas por flores. É conhecida por ser uma planta medicinal, terapêutica, devido ser rica em alcalóides que apresentam ação anticancerígena, antiglicêmica e antitérmica, pode ser encontrado nas folhas e nas raízes da planta, porém as raízes se tornam tóxicas.

A espécie *Allamanda cathartica* é nativa do nordeste Brasileiro, da família Apocynaceae e conhecida popularmente como alamanda, alamanda amarela, mini alamanda e carolina. Apresentam ciclo de vida perene, tem um porte de aproximadamente 5 m de altura, tem coloração amarela, roxa e rosa, além disso, pode ser utilizada como arbustiva ou trepadeira e se adapta a quase todo tipo de clima. Segundo Nayak et al. (2006), as suas raízes podem ser 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, pouco exigente e precisa ser adubada uma vez por ano. Folhas são verdes e brilhantes e apresenta crescimento moderado (LORENZI; SOUZA, 2001; LOSS et al., 2008).

A espécie *Ixora coccínea*, é um arbusto semi-herbáceo, ereto, lenhoso, semi-lenhoso e ramificado, originária da Malásia e da Indonésia, pertence à família *Rubiaceae*. É uma espécie muito utilizada para paisagismo, especialmente em jardins que tenham um clima tropical (ALMEIDA et al., 2008). É conhecida popularmente como mini lacre, ixora, icsória, ixora-coral, ixória, seu porte pode chegar até 80 cm de altura, possui flores de várias clorações, rosa, creme, amarela, rosa alaranjada ou vermelha, cultivada em clima subtropical, tropical e equatorial. Esta espécie de planta ornamental é muito utilizada na Índia como planta medicinal (LORENZI; SOUZA, 2001).

A espécie *Duranta erecta*, pertence à família *Verbenaceae*, é originária de alguns países América do Sul, mas foi encontrada principalmente no México. Além disso, é uma espécie muito utilizada em todo o território brasileiro devido a facilidade de se adaptar ao clima e do solo, porém onde tem um grande potencial de planta ornamental (AMARAL et al., 2012). É uma espécie arbusto lenhoso, arbusto tropical, árvores e ramagens densa, flores de colorações roxa, azul e branca, é conhecida popularmente como pingo de ouro, durante, violeteira – dourada e violeteira, seu porte pode chegar a 3 a 6 m de altura, apresentam frutos amarelos, muito utilizada na paisagismo e também como cerca viva (LORENZI; SOUZA, 2001).

## **Plantas ornamentais e a salinidade**

Em termos mundiais, o setor de paisagismo e floricultura se apresenta como uma das possibilidades para reuso de água ou aplicação de águas de qualidade inferior. No Brasil, no entanto, o interesse pelo uso de água salina nessa atividade ainda é pequeno. Também são escassas informações sobre a tolerância à salinidade das plantas ornamentais, particularmente no Brasil, evidenciando a necessidade de estudos nessa área.

A maioria dos trabalhos relacionando a salinidade e plantas ornamentais buscam identificar espécies, variedades ou porta enxertos tolerantes (NIU; RODRIGUEZ; AGUININA, 2007; NIU; RODRIGUEZ, 2008; BARROS et al., 2010; NIU; CABRERA, 2010; NIU et al., 2011; CAI et al., 2014; WU, SUN; NIU, 2016), considerando-se a variabilidade genética intra e interespecífica para a tolerância à salinidade nesse tipo de vegetação (CASSANITI; ROMANO; FLOWERS, 2012). Essa tolerância parece estar relacionada, em parte, ao controle na absorção e ao transporte de íons potencialmente tóxicos para as folhas (NIU; RODRIGUEZ; MCKENNEY, 2012; CAI et al., 2014; OLIVEIRA, 2016).

Muitos resultados de pesquisa ressaltam o potencial de espécies ornamentais para irrigação com águas salobras (MACIEL et al., 2012; NIU et al., 2012; SANTOS JUNIOR et al., 2012; WU et al., 2016; GARCÍA-CAPARRÓS et al., 2016) e reforçam a necessidade de mais estudos em relação à tolerância à salinidade dessas plantas, buscando-se identificar espécies tolerantes, bem como compreender os mecanismos de adaptação e as relações entre respostas qualitativas e quantitativas. É importante ressaltar que para estas espécies é necessário avaliar também os efeitos da salinidade sobre a qualidade das plantas em termos visuais, por ser essa característica relevante na valorização das mesmas no processo de comercialização (BERNSTEIN et al., 1972; NIU; RODRIGUEZ, 2006; CASSANITI; ROMANO; FLOWERS, 2012; CASSANITI et al., 2013; NEVES et al., 2017). Nesse aspecto, a análise sensorial pode ser uma ferramenta importante para se identificar os efeitos da salinidade na qualidade das plantas.

## REFERÊNCIAS

ALLAKHVERDIEV, S. I.; SAKAMOTO, A.; NISHIYAMA, Y.; INABA, M. MURATA, N. *Ionic and osmotic effects of NaCl: induced inactivation of photosystems I and II in Synechococcus sp.* **Plant Physiology**, v.123, n.3, p.1047-1056, 2000.

ÁLVAREZ, S.; M. SÁNCHEZ-BLANCO, J. Comparison of individual and combined effects of salinity and deficit irrigation on physiological, nutritional and ornamental aspects of tolerance in *Callistemon laevis* plants. **Journal of Plant Physiology**, v.185, p.65-74, 2015.

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

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.

ANDRADE, E. M.; BATISTA, T. M.; TEIXEIRA, A. S.; MEIRELES, M.; SOUZA, B. F. S. Mapa de vulnerabilidade da bacia do Acaraú, Ceará, à qualidade das águas de irrigação, pelo emprego do GIS. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.3, p.280-287, 2006.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2.ed, Estudos FAO. Irrigação e Drenagem 29 (Revisado). Campina Grande: UFPB. 1999. 153p.

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.

BATISTA, D. S.; ANDRADE, L. O.; FIGUERÊDO, G. R. G.; FARIAS, G. A.; RÊGO, E. R. Desenvolvimento de mudas de crisântemo (*Chrysanthemum coronarium* cv Dobrado Sortido) em diferentes substratos. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.23, n.1, p.61-63, 2008.

BÉLTRAN, J. M. Integrated approach to address salinity problems in irrigated agriculture. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. 2.ed. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTsal, 2016, p.3-6.

BERNSTEIN, L.; FRANCOIS, L. E.; CLARK, R. A. Salt tolerance of ornamental shrubs and ground covers. **Journal American Society Hort. Science**, v.97, p.550-556, 1972.

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

BOHNERT, H. J.; NELSON, D. E.; JENSEN, R. G. Adaptations to environmental stresses. **Plant Cell**, v.7, n.6, p.1099-1111, 1995.

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.

CASSANITI, C.; ROMANO, D.; FLOWERS, T. J. The response of ornamental plants to saline irrigation water. In: GARCIA-GARIZABAL, I. **Irrigation - Water Management, Pollution and Alternative Strategies**. 2012. p.131-158,

CASSANITI, C.; ROMANO, D.; HOP, M.E.C.M.; FLOWERS, T. J. Growing floricultural crops with brackish water. **Environmental and Experimental Botany**, v.92, p.65 – 175, 2013.

CAVALCANTE, L. F. Água para agricultura. In: CAVALCANTE, L. F. **O maracujazeiro amarelo e a salinidade**. 1 ed. Areia: UFPB, . p.1-15, 2012.

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, 2011.

CORDEIRO, G. G. **Qualidade da água para fins de irrigação**: conceitos básicos e práticos. 1 ed. Petrolina: EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 2001. 32p.

COSTA, C. S. B.; BONILLA, O.H. Halófitas brasileiras: formas de cultivo e usos. In: GHEYI, H.R., DIAS, N.S. LACERDA, C.F., GOMES FILHO, E (eds). **Manejo da salinidade na agricultura**: estudos básicos e aplicados. 2,ed. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2016. p.243-258,

DIAS, N. S. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade em solo cultivado com melão rendilhado sob ambiente protegido**. 2004. p.110. Tese (Doutorado Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

DIAS N. S.; BLANCO F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. S. S.; SOUSA NETO, O. N.; QUEIROZ, I.S. R. Efeito dos sais no solo e na planta. In: GHEYI H. R.; DIAS N. S.; LACERDA F. C.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura**: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal. Cap. 9, 2016. p.151-162,

ESTEVES, B. S.; SUZUKI, M. S. Efeito da salinidade sobre as plantas. **Oecologia Brasilienses**, v.12, n.4, p.662-679, 2008.

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



FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Global network on integrated soil management for sustainable use of salt affected soils.** 2000.

FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; GHEYI, H. R.; ANDRADE, A. P.; MEDEIROS, S. S. Biossalinidade e produção agrícola. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. 2.ed. **Manejo da salinidade na agricultura:** estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTsal, 2016 p.209-242.

FERREIRA, M. M.; MOTTA, M. B.; PINTO, J. E. B. P. Crescimento e alocação de biomassa de plantas de vinca (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don) em função da adubação orgânica e época de colheita. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.6, n.2, p.72-76, 2004.

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

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.

GHEYI, H. R.; DIAS N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. 2.ed **Manejo da salinidade na agricultura:** estudos básicos e aplicados. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2016.504p.

HOLANDA, J. S. DE; AMORIM, J. R. A. DE; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C.; SÁ, F. V. Qualidade da água para irrigação In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. 2.ed. **Manejo da salinidade na agricultura:** estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTsal, 2016. p.35-47.

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

KARBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 452p.

LACERDA, C.F.; ASSIS JUNIOR, J.O.; LEMOS FILHOS, L.C.A; OLIVEIRA, T.S.; GUIMARÃES, F.V.A.; GOMES FILHO, E.; PRISCO, J.T.; BEZERRA, M.A. Morpho-physiological responses of cowpea leaves to salt stress. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v.18, p.455-465, 2006.

LARCHER W. **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos: Rima Artes e Textos, 2006. 550p,

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil:** arbustos, herbáceas e trepadeiras. 3.ed. Nova Odessa: Plantarum, 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.; HOFFMAN, G. H. Crop salt tolerance - Current assessment. **Journal of the Irrigation and Drainage Division ASCE**, v.103, p.115-134, 1977.

MACIEL, M. P.; SOARES, T. M.; GHEYI, H. R. REZENDE, E. P. L.; OLIVEIRA, G. X. S. Produção de girassol ornamental com uso de águas salobras em sistema hidropônico NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.2, p.165–172, 2012.

MEDEIROS, P. R. F. DE; SILVA, E. F. DE F. E; DUARTE, S. N. Salinidade em ambiente protegido. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. 2.ed. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTsal, 2016. p.113-120.

MIYAMOTO, S.; MARTINEZ, I.; PADILLA, M.; PORTILLO, A.; ORNELAS, D. **Landscape plant lists for salt tolerance assessment**. USDI, Bureau of Reclamation. Texas Agricultural Experiment Station, 2004. 15p.

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

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

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review Plant Biology**, v.59, p.651-681, 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.; OLIVEIRA, A.C.; SOUSA, C.H.C. Respostas quantitativas e qualitativas de *Catharanthus roseus* à salinidade e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, p.101-110, 2017.

NIU, G.; CABRERA, R. I.; STARMAN, T. W.; HALL, C. R. Water conservation team in ornamental crops through the use of alternative irrigation water sources. **HortTechnology**, v.21, n.6, p. 694-695, 2011.

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

NIU, G.; RODRIGUEZ, D. S. Responses of growth and ion uptake of four rose rootstocks to chloride- or sulfate-dominated salinity. **Journal American Society Horticultural Science**, v.133, n.5, p.663-669, 2008.

NIU, G., RODRIGUEZ, D. S.; AGUININA, L. Growth and landscape performance of ten herbaceous species in response to saline water irrigation. **Journal Environmental Horticulturae**, v.25, p.204-210, 2007.

NIU, G.; RODRIGUEZ, D. S.; MCKENNEY, C. Response of selected wildflower species to saline water irrigation. **HortScience**, v.47, p. 1351–1355, 2012.

NOBLE, C. L., ROGERS, M. E. Arguments for the use of physiological criteria for improving the salt tolerance in crops. **Plant Soil**, v. 146, p. 99-107, 1992.

OLIVEIRA, A. A. P.; BRAINER, M. S. C. P. **Floricultura**: caracterização e mercado. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, p.180, 2007.

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.

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, Fortaleza: INCTSal, cap. 10, p. 143-160, 2010.

PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E.; MIRANDA, R. de S. Physiology and biochemistry of plants growing under salt stress. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. 2.ed. **Manejo da salinidade na agricultura**: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTsal, p.163-176, 2016.

RAHNAMA, A.; JAMES, R. A.; POUSTINI, K.; MUNNS, R. Stomatal conductance as a screen for osmotic stress tolerance in durum wheat growing in saline soil. **Functional Plant Biology**, v.37, p.255–269, 2010.

RIBEIRO, M. R.; RIBEIRO FILHO, M. R.; JACOMINE, P. K. T. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. 2.ed. **Manejo da salinidade na agricultura**: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTsal, p.9-15. 2016.

ROBBERS, J. E.; SPEEDIE, M. K.; TYLER, V. E. **Farmacognosia e Farmacobiocotecnologia**. São Paulo: Premier, p.372,1997.

ROTSTEIN, J. **Brasil Século XXI**. Rio de Janeiro: Espaço e Tempo. p.141, 1996.

RUGGEIRO, B.; KOIWA, H.; MANABE, Y.; QUIST, T. M.; INAN, G.; SACCARD, 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 stol/need3, ABA deficient salt stress tolerant mutant in *Arabidopsis thaliana*. **Plant Physiology**, v.136, n.1, p.3134-3147, 2004.

SANTOS JÚNIOR, J.A.; GHEYI, H.R.; CAVALCANTE, A.R.; DIAS, N.S.; MEDEIROS, S.S. Produção e pós-colheita de flores de girassóis sob estresse salino em hidroponia de baixo custo. **Engenharia Agrícola**, v.36, p.420-432, 2016.

SARZI, I.; MOTA, P. R. D. A.; VILLAS BOAS, R. L. Característica químicas e longevidade de plantas envasadas de crisântemo em função da adubação final. **Científica**, v.33, n.1, p.57-61, 2005.

SCALOPPI, E. D.; BRITTO, R. A. L. Qualidade da água e do solo para irrigação. **Informe Agropecuário**, v.139, p.80-94, 1986.

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

SHARMA, D. K.; SINGH, A. Salinity research in India-achievements, challenges and future -rospects. **Water and Energy International**, Water Resources Section, v,xx, p.35-45, 2015.

SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, S. L. F. SILVA, E. N.; VIEGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. 2.ed. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTsal, p.181-196, 2016.

SOARES FILHO, W. S.; GHEYI, H. R.; BRITO, M.E.B; NOBRE, R.G.; FERNANDES, P.D.; MIRANDA, R.S. Melhoramento genético vegetal e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. In: GHEYI, H.R., DIAS, N.S.. LACERDA, C.F., GOMES FILHO, E (eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados (2ed)**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, p. 259-274, 2016.

SULTANA, N. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. **Environmental and Experimental Botany**, v.42, p.211-220, 1999.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, p.954, 2013.

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.

VILLETA, S. M. **Combate á seca no semiárido nordestino** – meu depoimento. 1999. Disponível em: <http://www.sds.org.br/aguadebaber/contribuicao/swawi.htm>. Acesso em: 29 de jun. 2017.

WANG, Y.; NIL, N. Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase-oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.75, p.623-627, 2000.

WICKE, B.; SMEETS, E.; DORNBURG, V.; VASHEV, B.; GAISER, T.; TURKENBURG, W.; FAAIJ, A. The global technical and economic potential of bioenergy from salt-affected soils. **Energy & Environmental Science**, v.4, p.2669-2681, 2011.

WU, S., SUN N., Y.; NIU, G. Morphological and physiological responses of nine ornamental species to saline water irrigation. **HortScience**, v.51, p. 285-290, 2016.

ZHU, J.K. Salt and drought stress signal transduction in plants. **Annual Review Plant Biology**, v. 53, p.247-273, 2000

## CAPÍTULO 1: INTENSIFICAÇÃO DO ESTRESSE SALINO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE QUATRO ESPÉCIES DE PLANTAS ORNAMENTAIS

### RESUMO

A salinidade afeta o desenvolvimento das plantas, porém a intensidade dos efeitos depende de diversos fatores, incluindo o tempo de estresse, a concentração e os tipos de sais e o genótipo estudado. Objetivou-se avaliar o crescimento e respostas morfofisiológicas de quatro espécies ornamentais, sob concentrações crescentes de sais na água de irrigação e diferentes tempos de estresse (30 e aos 60 dias após o início dos tratamentos salinos). A pesquisa foi conduzida na área experimental da Estação Agrometeorológica da Universidade Federal do Ceará-UFC, Brasil, em ambiente protegido, no período de setembro a novembro de 2016. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos inteiramente casualizados, em arranjo fatorial 10x4, com quatro repetições e duas plantas por repetição. Foram utilizados dez níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (S<sub>1</sub>- 0,5; S<sub>2</sub>-1,0; S<sub>3</sub>- 2,0; S<sub>4</sub>-3,0; S<sub>5</sub>- 4,0; S<sub>6</sub>- 5,0; S<sub>7</sub>- 6,0; S<sub>8</sub>- 8,0; S<sub>9</sub>- 10,0; S<sub>10</sub>- 12,0 dS m<sup>-1</sup>) e quatro espécies ornamentais: (*Catharanthus roseus*, *Allamanda catártica*, *Ixora coccínea* e *Duranta erecta*). O tempo e o aumento na concentração de sais intensificaram os efeitos do estresse salino sobre as plantas, porém as respostas diferiram entre as espécies estudadas. Em geral, as análises de crescimento e das respostas fisiológicas e morfofisiológicas foliares indicam que a espécie *Ixora coccínea* e *Duranta erecta* se mostram, respectivamente, com maior e menor capacidade de se desenvolver sob irrigação com água salina. A maior tolerância da espécie *I. coccínea* parece está relacionada à manutenção das características morfofisiológicas foliares. Causas estomáticas e não estomáticas explicam a redução da taxa fotossintética provocada pela salinidade, sendo que a participação desses tipos de efeitos depende da espécie estudada e da intensidade e duração do estresse salino.

**Palavras-chave:** Salinidade. Taxas de Crescimento. Fotossíntese. Características foliares

## CHAPTER 1: INTENSIFICATION OF THE SALT STRESS ON THE INITIAL DEVELOPMENT OF FOUR ORNAMENTAL PLANT SPECIES

### ABSTRACT

Salinity affects the development of plants, but the intensity of the effects depends on several factors, including the stress time, the concentration and the types of salts and the studied genotype. The objective was to evaluate the growth and morphophysiological responses of four ornamental species under increasing concentrations of salts in irrigation water and different times of stress (30 and 60 days after the beginning of saline treatments). The research was conducted in the experimental area (Meteorological Station) of the Federal University of Ceará, Brazil-UFC, in a greenhouse, from September to November 2016. The statistical design was in a completely randomized blocks, in a 10x4 factorial arrangement, with four replications and two plants per replicate. Ten levels of electrical conductivity of irrigation water (S<sub>1</sub>- 0.5; S<sub>2</sub>-1.0; S<sub>3</sub>- 2.0; S<sub>4</sub>-3.0; S<sub>5</sub>- 4.0; S<sub>6</sub>- 5.0; S<sub>7</sub>- 6.0; S<sub>8</sub>- 8.0; S<sub>9</sub>- 10.0; S<sub>10</sub>- 12.0 dS m<sup>-1</sup>) and four ornamental species (*Catharanthus roseus*, *Allamanda cathartica*, *Ixora coccinea*, and *Duranta erecta*) were used. The time and increase in salt concentration intensified the effects of saline stress on plants, but the responses differed among the species studied. The combined analysis of growth, physiological and morphophysiological foliar responses indicate that the *Ixora coccinea* and *Duranta erecta* species show, respectively, higher and lower capacity to develop under irrigation with saline water. The higher tolerance of the *I. coccinea* species seems to be related to the maintenance of foliar morphophysiological characteristics. Stomatal and non-stomatal causes explain the reduction of the photosynthetic rate caused by salinity, and the participation of these types of effects depends on the species studied and on the intensity and duration of saline stress.

**Keywords:** Salinity. Growth Rates. Photosynthesis. Leaf Characteristics

## INTRODUÇÃO

No Brasil, dentre os setores da agricultura irrigada, o cultivo de plantas ornamentais vem se consolidando como uma importante atividade econômica devido à diversidade climática, que favorece a cadeia de produção de flores e de plantas ornamentais e pontos estratégicos para a sua comercialização (IBRAFLOR, 2015). A floricultura brasileira tem apresentado desenvolvimento crescente desde a década de 1960, isso devido ao aumento do mercado interno e a conquista nas exportações, o que vem contribuindo para a fixação do homem no campo. Estima-se que o faturamento com o mercado de flores e plantas ornamentais aumentou de cerca de 2 bilhões de reais na última década (BATISTA et al., 2008) para cerca de 6 bilhões em 2015 (IBRAFLOR, 2015).

A agricultura irrigada é um setor que demanda grandes volumes de água, de modo que a quantidade e a qualidade das fontes hídricas são fatores determinantes do sucesso do empreendimento agrícola. Na região semiárida brasileira, no entanto, além da escassez em muitas áreas e em períodos de secas prolongadas, também se observa problema com a qualidade das águas, principalmente associadas com salinidade e sodicidade. A utilização dessas fontes hídricas de qualidade inferior depende de estratégias que buscam minimizar os impactos sobre o solo e sobre as culturas (NEVES et al., 2015).

Sem um manejo adequado, o uso de águas salobras ou salinas pode ocasionar acúmulo excessivo de sais no solo, que pode levar à redução na produtividade das culturas, o abandono de áreas ou tornar a terra inadequada à exploração agrícola (COELHO et al., 2014; NEVES et al., 2015). No entanto, o uso de diversas estratégias pode possibilitar o uso dessas fontes hídricas, com destaque para uso de glicófitas tolerantes e moderadamente tolerantes, cultivo de halófitas, mistura de águas de diferentes salinidades, uso cíclico de água, uso de águas salinas nos estádios em que a cultura apresenta maior tolerância, biodrenagem, estabelecimento de condições específicas para a germinação (pré-tratamentos de sementes, usar quantidade de sementes além da necessidade, elevado potencial mátrico), dentre outras (BARBOSA et al., 2012).

O elevado teor de sais no solo e na água de irrigação é um agente abiótico capaz de comprometer o desenvolvimento das culturas, sendo mais expressivo em regiões áridas e semiáridas (MUNNS; TESTER, 2008). De maneira geral, a salinidade pode

dificultar a absorção de água pela planta, interfere nos processos fisiológicos e, reduz o crescimento e o desenvolvimento das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2013). O conhecimento dos efeitos desse estresse abiótico na planta e no solo, bem como, os fenômenos envolvidos, é fundamental quando se pretende utilizar práticas adequadas de manejo da água e do cultivo em ambientes salinos (DIAS et al., 2016). Vale ressaltar que os estudos sobre mecanismos de tolerância à salinidade são escassos em plantas ornamentais, particularmente no Brasil.

Nesse contexto, buscou-se avaliar os efeitos da intensificação do estresse salino sobre o crescimento e respostas fisiológicas de quatro espécies ornamentais, visando identificar espécies com potencial para serem irrigadas com águas salobras.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Localização e caracterização da área experimental**

O experimento foi desenvolvido de setembro a novembro de 2016, 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, Brasil, situado nas coordenadas geográficas: 03°45' de latitude Sul; 38°33' de longitude oeste e aproximadamente 19 m de altitude.

O clima é do tipo Aw', tropical chuvoso, segundo o sistema de classificação de Köppen, apresentando duas estações bem definidas, sendo uma mais seca de ocorrência no inverno e outra com a ocorrência de chuvas no verão e outono (AGUIAR et al., 2003).

A precipitação média anual é de 1.506,75mm ano<sup>-1</sup>, umidade relativa média anual de 78,47%, com média anual de temperatura máxima de 31,1°C e temperatura mínima de 23,9°C, conforme dados climáticos coletados no período compreendido entre janeiro de 1985 e janeiro de 2015 (INMET, 2015).

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 parte central e 2,50 m de pé direito, 6,40 m de largura, 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, transparência à radiação solar de 80%, apresentando tela anti-afídios nas laterais e nos fundos e tela de sombreamento cinza com



a finalidade de dar uma sombra uniforme e quebra da luz direta convertendo-a em luz difusa (Figura 1).

**Figura 1-** Vista parcial de casa de vegetação

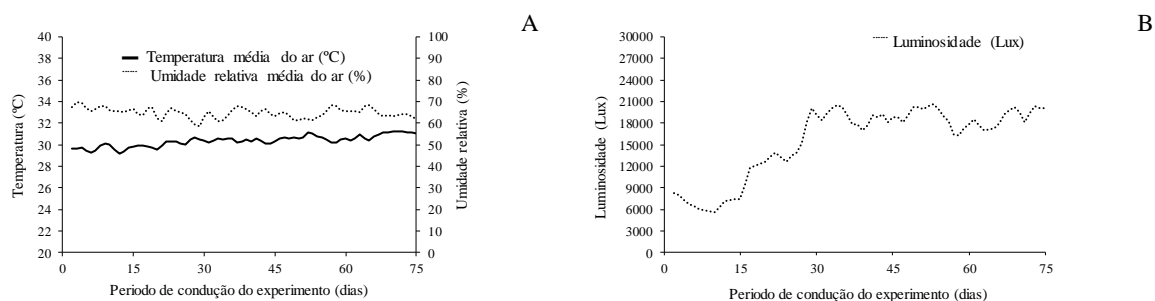


Fonte: Autor

Para fins de caracterização e monitoramento das condições meteorológicas nas quais o experimento foi conduzido, foi instalado no interior do ambiente protegido, no centro do experimento, um *data-logger* da marca Onset, modelo Hobo<sup>®</sup> para o monitoramento dos dados de temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade, com os dados coletados a cada 30 minutos e, no qual foram realizadas leituras diárias, visando o manejo da irrigação.

Conforme a Figura 2A, a temperatura média do ar no interior da casa de vegetação variou de 29,1 a 31,3°C, enquanto a umidade relativa oscilou de 57,8 a 70,2%. Na Figura 2B, observa-se a luminosidade média diária (das 6 às 18 horas) durante o período de condução do experimento, cuja oscilação ficou entre 5.475,0 e 20.755,6 Lux.

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



## Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi conduzido sob delineamento em blocos inteiramente casualizados no esquema fatorial 10 x 4 x 2, referentes a 10 concentrações salinas da água de irrigação, quatro espécies de plantas ornamentais e duas épocas de avaliação. Foram utilizados quatro blocos, totalizando 320 unidades experimentais, cada uma formada por dois vasos, cada um com uma planta. Foram realizadas observações nas mesmas plantas aos 30 e 60 dias após o início dos tratamentos salinos (DATS).

Os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação para o experimento foram S<sub>1</sub>- 0,5; S<sub>2</sub>- 1,0; S<sub>3</sub>- 2,0; S<sub>4</sub>-3,0; S<sub>5</sub>- 4,0; S<sub>6</sub>- 5,0; S<sub>7</sub>- 6,0; S<sub>8</sub>- 8,0; S<sub>9</sub>- 10,0; S<sub>10</sub>- 12,0 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, adicionados à água de um poço (Tabela 1). 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). Para o nível de menor salinidade foi realizada a diluição da água de poço com água coletada da chuva.

**Tabela 1** – 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>c</sub> L <sup>-1</sup> -----							
1,2	2,8	4,9	0,4	7,2	-	2,3	-
CE (dS m <sup>-1</sup> )	RAS	pH	Sólidos dissolvidos (mg L <sup>-1</sup> )		Classificação		
0,96	3,10	7,7	614		C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>		

CE – Condutividade elétrica; Fonte: elaborada pelo autor.

Utilizaram-se mudas de quatro espécies ornamentais, a saber: *Catharanthus roseus*, *Allamanda catártica*, *Ixora coccínea* e *Duranta erecta*, conhecidas com nomes populares de boa noite, alamanda amarela, mini lacre e pingo de ouro, respectivamente. As mudas com 45 dias de germinadas (através de sementes) foram obtidas de produtor idôneo com registro junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Figura 3).

**Figura 3** - Mudas das espécies estudadas aos 45 dias de idade: (A) *Catharanthus roseus*, (B) *Allamanda catártica*, (C) *Ixora coccínea* e (D) *Duranta erecta*



Fonte: Autor.

### Instalação e condução do experimento

As mudas das espécies ornamentais foram padronizadas em relação à altura, diâmetro e número de ramos, buscando uma uniformidade viável e depois foram transplantadas para vasos de material plástico, com volume de 7 litros, com orifícios na extremidade inferior para promover a drenagem de eventuais excessos de água. Os vasos foram preenchidos com uma camada de brita (número 0) de 2 a 3 cm de espessura no fundo, para facilitar a drenagem e o restante com o substrato composto por uma mistura de arisco, húmus de minhoca e solo na proporção de 7:1:2, respectivamente. Antes da montagem do experimento, foi feita análise química do substrato utilizado (Tabela 2), conforme metodologias descritas por EMBRAPA (2011).

**Tabela 2** – Atributos químicos do substrato utilizado

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>	-	
5,7	3,1	0,8	0,43	0,39	1,98	0,35	0,6	Normal	
SB	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>			
4,7	6,7	70	7	6,4	116	10,64	5,94	0,59	10

pH – potencial hidrogeniônico. CE – Condutividade elétrica do extrato de saturação. SB – 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.

Após o transplântio (Figura 4) as mudas foram irrigadas, com água não salina, durante um período de 15 dias, para que seu estabelecimento não fosse comprometido; depois 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 salinos.

**Figura 4** – Vista parcial do experimento, logo após o transplântio das mudas



Fonte: Autor

A quantidade de água aplicada seguiu o princípio do lisímetro de drenagem, buscando-se manter o solo na capacidade de campo e aplicando-se uma fração de lixiviação de 0,15, conforme Ayers e Westcot (1999). O intervalo de irrigação foi de três dias, sendo a aplicação da água salina com diferentes valores para cada tratamento realizadas manualmente e de forma localizada.

### **Variáveis analisadas**

Aos 30 e aos 60 dias após o início dos tratamentos salinos (DATS) foram realizadas avaliações de crescimento (altura e diâmetro do caule), trocas gasosas foliares e índice relativo de clorofila. Aos 60 DATS as plantas foram colhidas e mensuradas a área foliar (AF), razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE) e o grau de suculência foliar (GS).

A altura das plantas foi obtida com auxílio de uma régua graduada, em centímetros. O diâmetro do caule foi obtido com a utilização de um paquímetro digital

com resolução de 0,01 mm, sendo medido a uma altura de aproximadamente 3,0 cm da superfície do solo, e expresso em mm.

As medições das taxas de fotossíntese (A), transpiração (E), condutância estomática (gs) e concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci) foram realizadas em folhas completamente expandidas e em bom estado fitossanitário, utilizando-se um analisador de gases infravermelho portátil (IRGA), modelo Li - 6400XT da LICOR<sup>®</sup>. As avaliações foram realizadas no período da manhã, entre 8:00 e 11:00 h, utilizando-se radiação saturante (1.500 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), concentração de CO<sub>2</sub> de 400 mol mol<sup>-1</sup> e sob condições ambiente de temperatura e umidade relativa do ar. Com os dados de trocas gasosas foi determinada a eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci).

O índice relativo de clorofila foi obtido 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 pontos de cada folha e com três repetições, no período das 7:00 às 10:00 horas da manhã, nas mesmas folhas utilizadas para as análises de trocas gasosas.

Ao final do experimento, aos 60 DATS, foi medida a área foliar utilizando-se um integrador de área (Area meter, LI-3100, Li-Cor, Inc. Lincoln, NE, USA), sendo o valor expresso em m<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>. A área foliar específica foi obtida, através da divisão dos valores de área foliar pela biomassa seca foliar. A razão de área foliar foi obtida pela relação entre a área foliar e o peso da biomassa seca total da planta (BS<sub>T</sub>). Para cálculo do grau de suculência foliar utilizou-se a metodologia adaptada de Mantovani (1999).

A taxa de crescimento absoluto (TCA) 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 Equação 1:

$$TCA = \frac{AP_2 - AP_1}{T_2 - T_1} \quad (1)$$

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> (dias);

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.

A taxa de crescimento relativo (TCR) 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:

$$\text{TCR} = \frac{(\text{LnAP}_1 - \text{LnAP}_2)}{(\text{T}_2 - \text{T}_1)} \quad (2)$$

Em que,

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

Ln - Logaritmo neperiano;

AP<sub>1</sub> e AP<sub>2</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> (dias);

T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub> - Intervalo de tempo (dias) entre as avaliações.

Após a coleta das plantas o solo de cada vaso foi homogeneizado e, após seco e peneirado, as mostras foram utilizadas para determinação da condutividade elétrica do extrato 1:1 (solo: água), conforme EMBRAPA (1997).

### **Análise estatística**

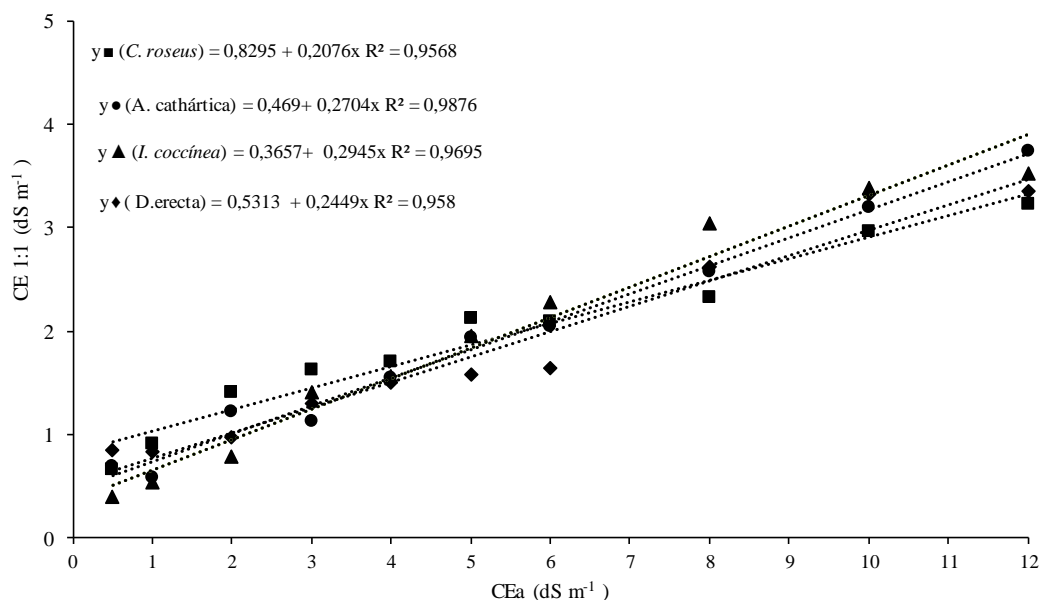
Os resultados foram submetidos à análise de variância para verificar a existência de efeitos isolados e interações entre os fatores, utilizando-se como ferramenta de apoio o software estatístico SISVAR<sup>®</sup>, versão 5.3 (FERREIRA, 2010). Para facilitar a observação dos resultados ao longo do tempo, optou por apresentar os valores médios mais ou menos o erro padrão da média e análise de regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Salinidade do solo no final do experimento*

A salinidade do solo ao final do experimento, medida pela condutividade elétrica do extrato 1:1 (solo:água destilada) aumentou em todas as espécies (Figura 5). Os valores médios obtidos ao final do estudo foram 3,22, 3,19, 3,38 e 3,32 dS m<sup>-1</sup> nos vasos cultivados com *C. roseus*, *A. cathártica*, *I. coccínea* e *D. erecta*, respectivamente. Considerando-se a média dos dados das quatro espécies estudadas, verifica-se aumento de 0,26 dS m<sup>-1</sup> na CE<sub>1:1</sub> para cada aumento unitário da CEa. É importante salientar que por se tratar de um substrato mais poroso, é possível que os valores de CE<sub>1:1</sub> sejam de 4 vezes menores do que a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes), visto que a amostra é bem mais diluída quando se utiliza o extrato 1:1 (HOGG; HENRY, 1984).

**Figura 5** – Condutividade elétrica do extrato solo:água (CE1:1) obtida ao final do experimento nos vasos cultivados com *C. roseus*, *A. cathártica*, *I. coccínea* e *D. erecta* sob irrigação com água de diferentes salinidade



Fonte: Elaborada pelo autor

### *Análise de crescimento*

Os resultados analisados estatisticamente apresentados na Tabela 3 indicam que as variáveis altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) foram influenciadas significativamente pelo efeito isolado da salinidade da água de irrigação, espécie analisada e idade ao nível de 1% de probabilidade. Todas as variáveis analisadas se mostraram significativas ao nível de 1% de probabilidade para as interações água salina x espécies. A interação salinidade x idade foi significativa ao nível de 5% de probabilidade apenas para a altura da planta. Não houve efeito significativo para interação tripla entre a água salina x espécies x idade (AxExI), para todas as variáveis analisadas.

**Tabela 3** – Resumo da análise de variância para os dados da altura de plantas (AP) e diâmetro e caulinar (DC), em plantas ornamentais cultivadas em diferentes níveis de salinidade

Fontes de Variação	Quadrados médios		
	GL	AP	DC
Blocos	3	61,81*	1,64ns
Salinidade (A)	9	479,61*	9,16**
Espécies (E)	3	5439,49*	88,00**
Idade (I)	1	3683,23*	80,60**
Interação (AxE)	27	55,16*	1,99*
Interação (AxI)	9	64,28*	0,83ns
Interação (IxE)	3	0,71ns	0,16ns
Interação (AxExI)	27	0,28ns	0,28ns
Resíduo	-	16,32	0,92
Total	319	-	-
Média 30		37,94	7,26
Média 60		44,73	8,27
CV (%)	-	9,77	12,37

ns, \*\* e \* : não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, C.V. – coeficiente de variação. GL – Grau de liberdade; Média 30 e 60- dias após tratamentos salinos

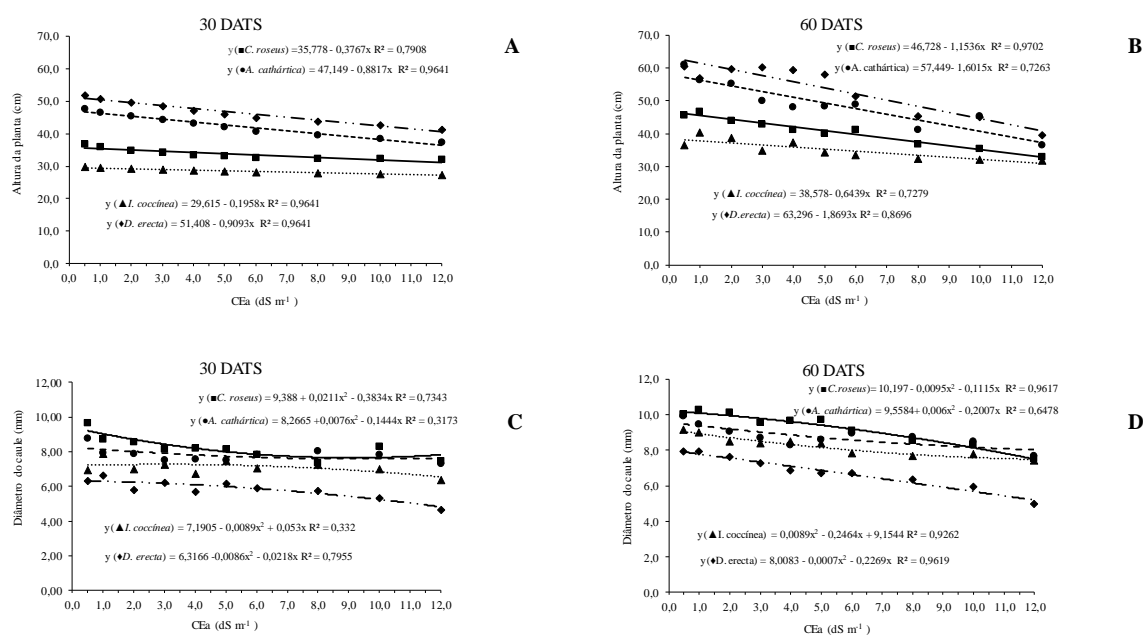
Fonte: Elaborada pelo autor

A salinidade provocou decréscimo na altura das plantas e diâmetro do caule, para todas as espécies estudadas, sendo que as reduções, de modo geral, foram maiores no maior tempo de exposição ao estresse salino (Figura 6A e B). As reduções em altura se adequaram a modelos lineares, enquanto as reduções no diâmetro do caule seguiram modelos quadráticos. Comparando os níveis extremos de salinidade aos 60 DATS,



observam-se reduções na altura da planta (Figura 6B) de 28,8, 32,5, 19,3 e 34,5% para as espécies *C. roseus*, *Allamanda cathártica*, *I. coccinea* e *Duranta erecta*, respectivamente. Para o diâmetro do caule essas reduções alcançaram 26,1, 15,3, 17,2 e 34,7%, respectivamente.

**Figura 6** – Altura-AP (A e B) e diâmetro do caule-DC (C e D) de plantas ornamentais submetidas a diferentes níveis de salinidade e avaliações biométricas 30 e 60 dias após o início dos tratamentos salinos



Fonte: Elaborada pelo autor

Os resultados indicam, de modo geral, que o grau de redução nas variáveis de crescimento se intensifica com o tempo de estresse salino, provavelmente pelo maior acúmulo de sais no solo e dos efeitos acumulados do estresse ao longo da vida da planta, os quais limitam o crescimento celular e diversos processos vitais do metabolismo celular (MUNNS; TESTER, 2008). Resultados semelhantes com outras plantas ornamentais foram obtidos com *Callistemon citrinus* (ÁLVAREZ; SÁNCHEZ-BLANCO, 2014), genótipos de amaranto (OMAMI; HAMMES; ROBERTSE, 2006), maracujá ornamental (MESQUITA et al., 2012) e de girassol ornamental (GUEDES FILHO et al., 2013; SILVA et al., 2009; MACIEL et al.; 2012; SANTOS JUNIOR, 2016).

De acordo com a Tabela 4, a interação salinidade x espécie (AxE) foi significativa ao nível de 5 e 1% de probabilidade para as taxas de crescimento absoluto e relativo, estimadas com base em dados de altura e diâmetro do caule. Conforme pode ser

visto na figura 7, a espécie *I. coccínea* se destacou em relação às demais, apresentando menores reduções nas taxas de crescimento, e manutenção de maiores valores dessas taxas no maior nível de salinidade.

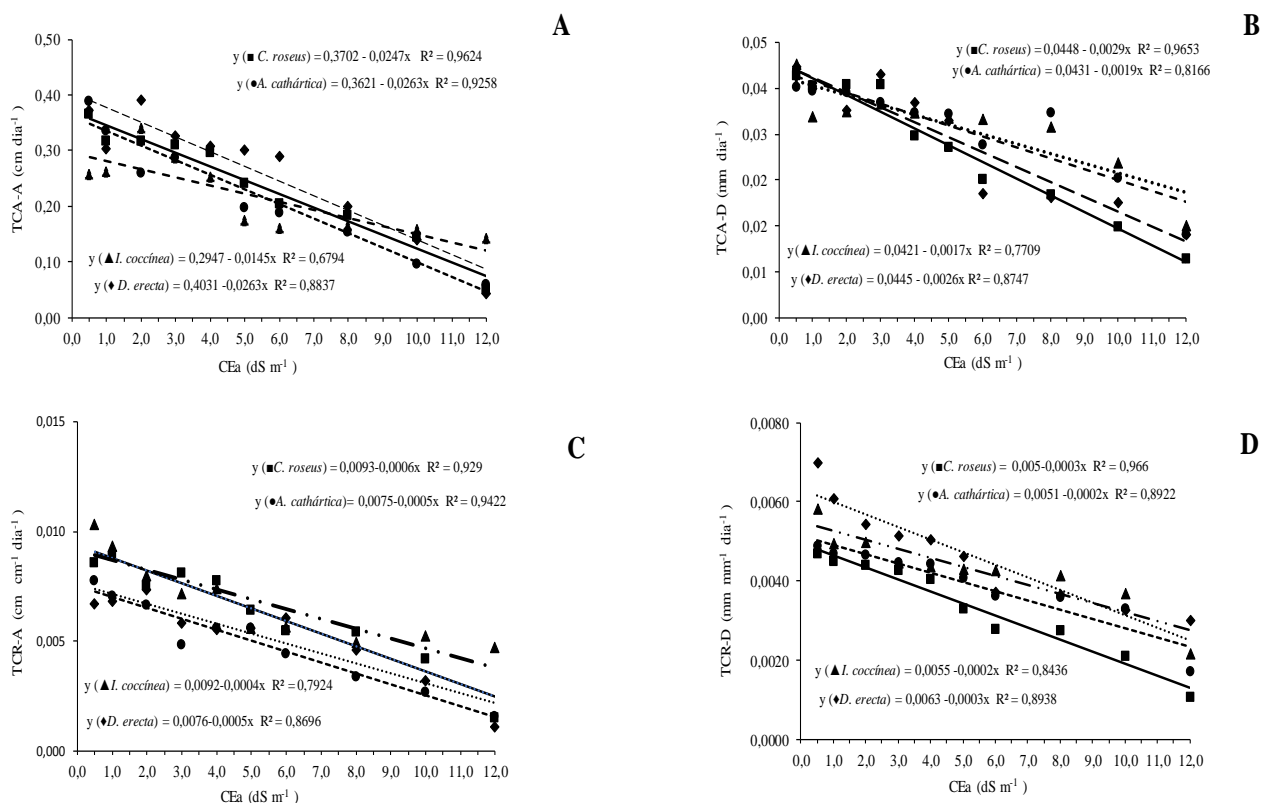
**Tabela 4** - Resumo das análises de variância referentes às taxas de crescimento absoluto em altura (TCAA) e diâmetro (TCAD) e taxa de crescimento relativo em altura (TCRA) e diâmetro (TCRD), em plantas ornamentais, cultivar em diferentes níveis de salinidade no intervalo de 30 – 60 dias após o início dos tratamentos salinos

Fontes de variação	Quadrados médios				
	GL	TCAA	TCAD	TCRA	TCRD
Blocos	3	0,0011 <sup>ns</sup>	0,001*	0,001*	0,0001 <sup>ns</sup>
Salinidade (A)	9	0,109**	0,0003**	0,0003**	0,002**
Espécies (E)	3	0,177**	0,0002**	0,001*	0,001**
Interação (Ax E)	27	0,127**	0,0005**	0,00002**	0,00003*
Resíduo	117	0,003	0,00009	0,00001	0,0003
Total	159	-	-	-	-
Média 60		0,239	0,0318	0,1229	0,603
C.V(%)	-	24,04	28,34	11,13	8,90

<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; Média 60 dias após tratamentos salinos

Fonte: elaborada pelo autor

**Figura 7** - Taxa de crescimento absoluto em altura (TCAA), em diâmetro (TCAD), taxa de crescimento relativo em altura (TCRA) e em diâmetro (TCRD) em plantas ornamentais submetidas a diferentes níveis



de salinidade na água de irrigação

Fonte: Elaborada pelo autor

Comparando-se as espécies com base nas variáveis de crescimento, verifica-se que o grau de efeito do estresse salino foi menor na espécie *I. coccínea* e maior na espécie *D. erecta*. As espécies *A. cathártica* e *C. roseus* mostraram resultados intermediários, relativamente às duas anteriores. Esses resultados evidenciam a existência de variabilidade genética entre as espécies devido ao efeito da salinidade, fato que pode ser ampliado com estudos de outras espécies ornamentais. Barros et al. (2010), trabalhando em casa de vegetação com seis espécies de helicônias e seis níveis de salinidade na água de irrigação, observaram também redução no crescimento da planta com aumento da salinidade ao longo do experimento, havendo também diferenças entre as espécies estudadas. Essas diferenças nos graus de tolerância à salinidade podem estar relacionadas, em parte, ao controle na absorção e transporte de íons potencialmente tóxicos para as folhas (NIU; RODRIGUEZ, 2012; CAI et al., 2014; OLIVEIRA et al. 2017).

O efeito da salinidade em espécies vegetais está relacionado ao efeito osmótico e toxicidade com aumento dos teores de sais que se acumula na célula. No entanto, o limite de toxidez pode variar entre espécies e genótipos de uma mesma espécie, com os estádios fenológicos, órgãos de mesma planta e células (HENDRICKS; BUSHNELL, 2009). Suplementarmente, para Taiz e Zeiger (2013) é provável que o crescimento em altura e no diâmetro do caule seja influenciado pelos mesmos princípios que comandam a redução do crescimento das folhas, diante do déficit hídrico e toxicidade iônica, provocados pelo excesso de sais na zona radicular da planta.

### ***Trocas gasosas foliares e teores de clorofila***

Os resultados da ANOVA apresentados na Tabela 5 indicam que as trocas gasosas foliares e o índice relativo de clorofila (IRC) foram influenciadas significativamente pelos fatores insolados água salina e espécies ( $p \leq 0,05$  ou  $p \leq 0,01$ ). Essas respostas, no entanto, variaram conforme a espécie, visto que a interação salinidade x espécies foi também significativa no nível de 1% de probabilidade. Para a maioria das variáveis, não se verificou efeito significativo para interação água salina x espécies x idade (AxExI). Entretanto apresentaram-se os dados das respostas das espécies à

salinidade para cada época de avaliação, considerando-se que os efeitos sobre algumas variáveis foram intensificados com o tempo de estresse salino.

**Tabela 5** - Resumo das análises de variâncias, referentes aos dados de condutância estomática (gs), fotossíntese (A), transpiração (E), concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci), a eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci) e índice relativo de clorofila (IRC), em plantas ornamentais, cultivar em diferentes níveis de salinidade e em diferentes idades (30 e 60 dias após o início dos tratamentos salinos)

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		gs	A	E	Ci	A/Ci	IRC
Blocos	3	0,01**	31,65**	29,73**	28402,03**	0,003**	580,32**
Salinidade (A)	9	0,38**	559,52**	183,50**	19410,79**	0,004**	2203,72**
Espécies (E)	3	0,32**	138,37**	98,1**	23221,13**	0,003**	12431,82**
Idade (I)	1	0,76**	284,24**	120,62**	149008,30**	0,0004 <sup>ns</sup>	3,19 <sup>ns</sup>
Interação (AxI)	9	0,009**	19,16**	3,78 <sup>ns</sup>	931,94 <sup>ns</sup>	0,0002 <sup>ns</sup>	434,63**
Interação (AxE)	27	0,03**	30,27**	12,70**	1710,96*	0,0004**	152,41**
Interação (IxE)	3	0,07**	79,86**	17,39**	4273,42**	0,002**	1864,90**
Interação (AxExI)	27	0,006*	5,53 <sup>ns</sup>	2,32 <sup>ns</sup>	1113,87 <sup>ns</sup>	0,00008 <sup>ns</sup>	91,39**
Resíduos	237	0,003	5,6	3,083	972,8	0,0002	39,69
Total	319	-	-	-	-	-	-
Média 30		0,244	12,288	5,624	261,865	0,046	77,703
Média 60		0,146	10,403	4,393	218,704	0,048	77,506
CV (%)	-	28,62	20,86	25,04	12,98	29,55	8,12

<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; Média 30 e 60- dias após tratamentos salinos

Fonte: elaborada pelo autor

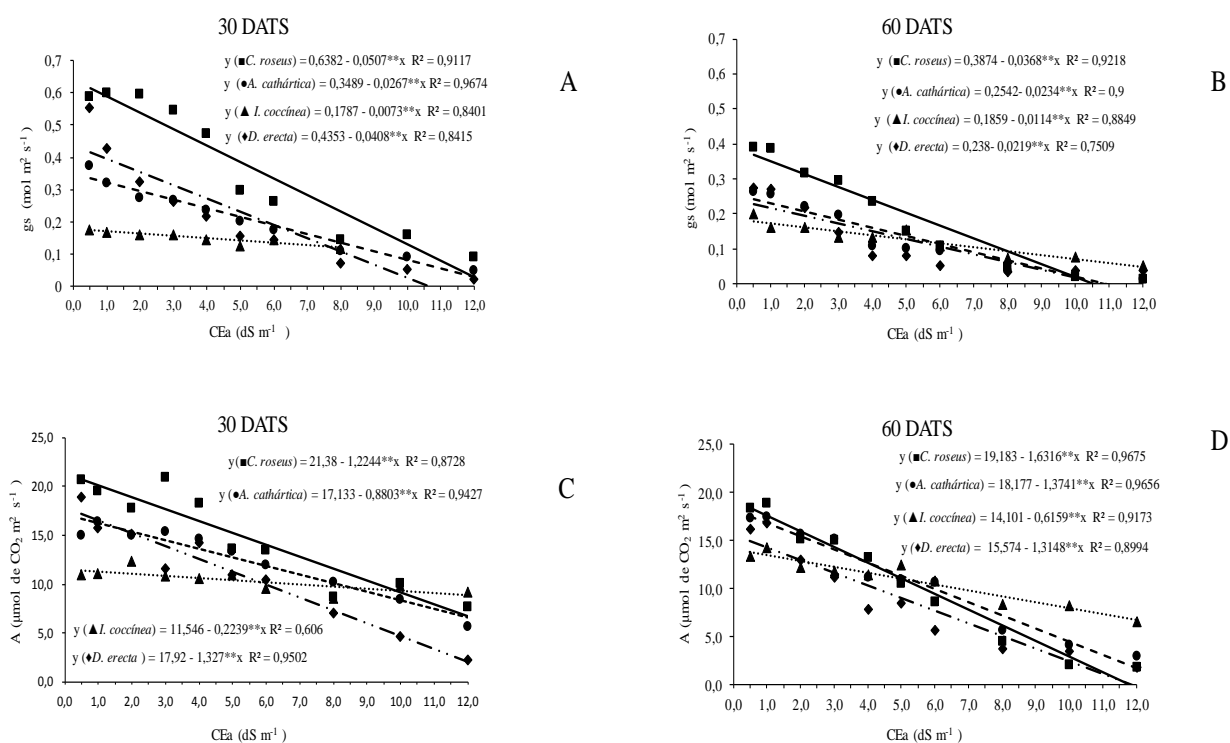
Na Figura 8 são apresentados os resultados referentes às taxas de condutância estomática, fotossíntese líquida e transpiração, em resposta a salinidade na água de irrigação, aos 30 e 60 dias após o início dos tratamentos salinos. Observa-se primeiramente que a espécie *C. roseus* se destaca com maiores valores de gs (Figuras 8A e B), A (Figuras 8C e D) e E (Figuras 8E e F) sob condições de baixa salinidade, enquanto que a espécie *I. coccínea* apresenta menores valores nestas mesmas condições. Os dados das Figuras também mostram claramente a intensificação dos efeitos do estresse salino com o tempo de exposição, sendo aos 60 DATS os valores menores, especialmente nos maiores níveis de salinidade.

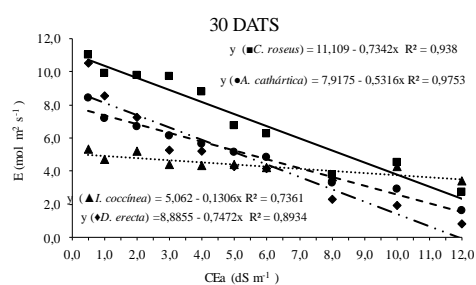
Comprando-se os efeitos da salinidade sobre as espécies, fica evidente que aos 30 DATS a espécie *I. coccínea* sofreu pequena influência do estresse, enquanto as taxas observadas para *D. erecta* se aproximam de zero nos maiores níveis de salinidade (Figuras 8A, C e E). Verifica-se que há reduções na taxa fotossintética para maiores níveis de salinidade de 67, 61, 22 e 91%, aos 30 DATS, respectivamente para as espécies

*C. roseus*, *Allamanda cathartica*, *I. coccinea* e *Duranta erecta*. Aos 60 DATS as reduções foram intensificadas, alcançando 100, 90, 51 e 100%, respectivamente. Os percentuais de redução da  $g_s$  e  $E$  também aumentaram com a intensificação do estresse e foram similares aos de  $A$ , sendo mais intensos em *D. erecta* e menos intenso em *I. coccinea*.

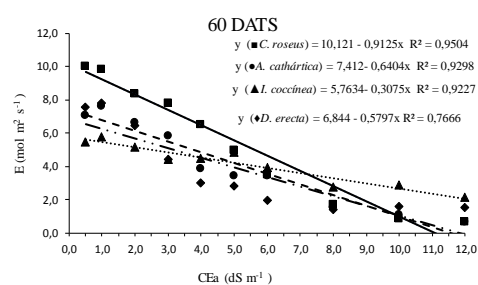
As quedas proporcionais em  $g_s$  e  $A$ , indicam que as quedas nas taxas de fotossíntese podem estar relacionadas aos efeitos estomáticos, que limitam a entrada de  $CO_2$  para o processo de assimilação. Entretanto, os dados de  $C_i$  (Figura 9A e B) e  $A/C_i$  (Figuras 9C e D) indicam que causas não estomáticas podem ter atuado nessa inibição. As quedas nos valores de  $C_i$  e  $A/C_i$  ocorreram nas quatro espécies e foram maiores no maior tempo de exposição ao estresse salino. No entanto, aos 60 DATS as reduções na  $C_i$  foram menores nas espécies que tiveram maior inibição no processo fotossintético, *C. roseus* e *D. erecta*, o que resultou na maior queda na eficiência instantânea de carboxilação. Comparando-se os extremos de salinidade, verificam-se reduções de 34, 57, 33 e 28% na  $C_i$  para as espécies *C. roseus*, *Allamanda cathartica*, *I. coccinea* e *Duranta erecta*, respectivamente. Para a relação  $A/C_i$  as reduções foram de 77, 46, 16 e 93%, respectivamente.

**Figura 8** – Condutância estomática - $g_s$  (A e B), fotossíntese - $A$  (C e D) e transpiração- $E$  (E e F) medidas aos 30 e 60 dias após o início dos tratamentos salinos





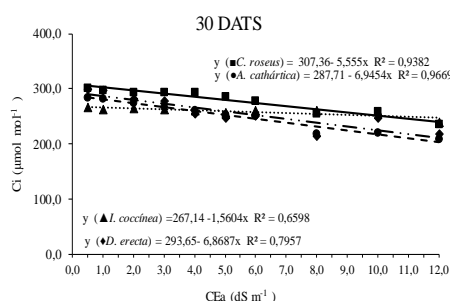
E



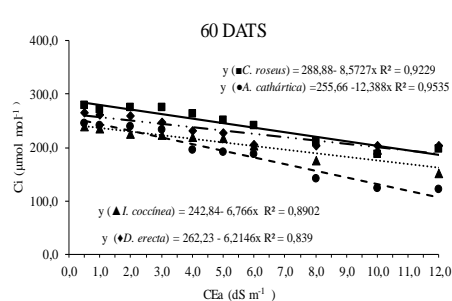
F

Fonte: Elaborada pelo autor

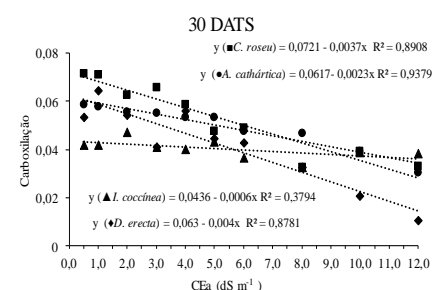
**Figura 9** – Concentração interna de  $\text{CO}_2$ -Ci (A e B) e eficiência instantânea de carboxilação-A/Ci (C e D) estimadas aos 30 e 60 dias após o início dos tratamentos salinos



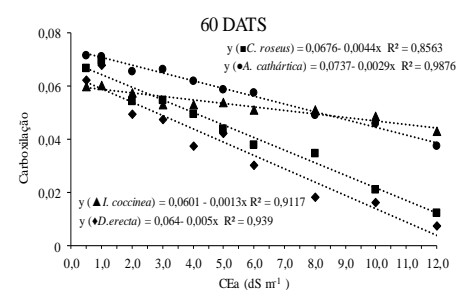
A



B



C



D

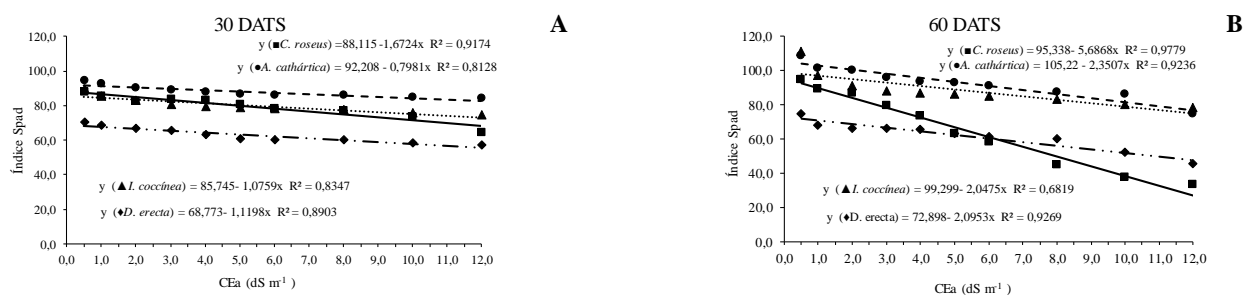
Fonte: Elaborada pelo autor

Os dados de trocas gasosas (Figuras 8 e 9) estão em concordância com os dados de crescimento apresentados anteriormente (Figuras 6 e 7), os quais conjuntamente indicaram que as respostas dessas quatro espécies diferiram em relação ao estresse salino, notadamente no maior tempo de exposição ao estresse. A redução do crescimento da planta pode ser explicada, em parte, pela limitação da taxa fotossintética, em consequência, principalmente, do fechamento estomático. Essa redução na  $g_s$  é a principal forma da planta diminuir a perda de água sob estresse salino, porém também resulta em menor taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  (DEBEZ et al., 2008; TAARIT et al., 2010).

Observou-se que a espécie *I. coccínea* se destaca por apresentar maiores taxas de trocas gasosas, notadamente sob condições de elevadas salinidades. Por outro lado, as espécies *D. erecta* e *C. roseus* apresentaram as maiores limitações. Para estas espécies fica evidente que a queda na taxa de fotossíntese está associada a causas estomáticas e não estomáticas, notadamente nos maiores níveis salinos, conforme tem sido relatado em outros estudos (FREIRE et al., 2014). Em plantas submetidas aos maiores níveis salinos ocorre diminuição da fotossíntese, a qual está associada à baixa condutância estomática e à inibição no processo enzimático de assimilação do CO<sub>2</sub> (SILVA et al., 2011).

O índice relativo de clorofila apresentou tendência semelhante à maioria das variáveis analisadas, sofrendo decréscimo com o incremento da salinidade para todas as espécies estudadas. Observa-se uma intensificação dos efeitos negativos com o aumento do tempo de estresse, sendo que na medição aos 60 DATS foram observados decréscimos de 55,85, 28,75, 12,06 e 28,48%, para as espécies *C. roseus*, *A. cathártica*, *I. coccínea* e *D. erecta*, respectivamente, comparando-se o tratamento controle com o de maior nível de salinidade na água de irrigação (Figura 10). A perda da clorofila foi contundente na espécie *C. roseus*, tendo sido possível constatar visualmente. O aumento da clorofilase, enzima que atua no processo de degradação dessa molécula, seria um dos mecanismos pelos quais o estresse salino reduz o teor de clorofila nas folhas (TAIZ; ZEIGER, 2013).

**Figura 10** – Índice relativo de clorofila de plantas ornamentais sob diferentes níveis de salinidade na água de irrigação e avaliações realizadas aos 30 e 60, dias após o início dos tratamentos salinos



Fonte: Elaborada pelo autor

### 3.4 Características morfofisiológicas foliares

Os resultados analisados estatisticamente apresentados na Tabela 6 indicam que as variáveis área foliar (AF), área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF) e grau de suculência foram influenciadas, significativamente, pelo efeito isolado da

salinidade da água de irrigação e espécie, como também pela interação entre salinidade e espécie, ao nível de 1% de probabilidade.

**Tabela 6** - Resumo das análises de variáveis, referentes aos dados área foliar (AF), área foliar especificar (AFE), razão de área foliar (RAF) e suculência foliar (GS), em plantas ornamentais, cultivar em diferentes níveis de salinidade

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		AF	AFE	RAF	GS
Blocos	3	112058,323ns	1748,175ns	4525,489ns	0,139**
Salinidade (A)	9	4778111,917**	19922,850**	96011,378**	0,0002**
Espécies (E)	3	987904,789**	257211,242**	543757,106**	0,003**
Interação (Ax E)	27	258007,558**	5192,681**	592359,869**	0,0001**
Resíduos (a)	117	50238,182	990,158	2181,318	0,00003
Total	159	-	-	-	-
Média 60		1053,45	171,67	218,72	0,028
CV (%)		21,28	18,33	21,35	17,85

ns, e \*\*: não significativo e significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, C.V. – coeficiente de variação.

Gl – grau de liberdade; Média 60- dias após tratamentos salinos

Fonte: elaborada pelo autor

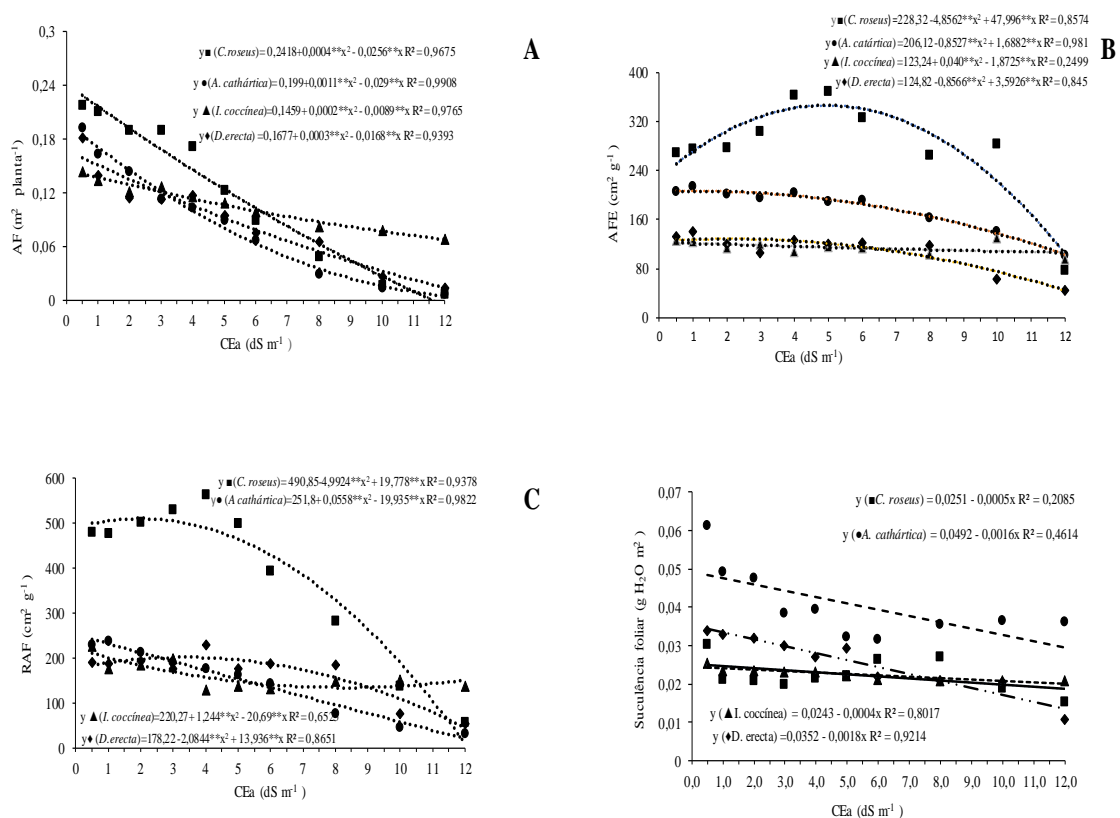
Na Figura 11 estão apresentadas as equações de regressão para as variáveis foliares avaliadas ao final do experimento, 60 DATS. Verifica-se que o crescimento foliar foi fortemente afetado com o aumento da salinidade da água de irrigação (Figura 11A), sendo os efeitos menos expressivos na espécie *I. coccínea*, espécie que também mostrou menores efeitos da salinidade sobre as variáveis de trocas gasosas e análises de crescimento mostradas anteriormente. A manutenção de maior área destinada ao processo fotossíntese e maiores taxas fotossintéticas por unidade de área foliar são dois importantes indicadores da tolerância ao estresse salino (MUNNS; TESTER, 2008), sendo essas características apresentadas de forma clara apenas na espécie *I. coccínea*.

As características morfofisiológicas foliares (Figuras 11B, 11C e 11D) também sofreram influência do aumento da salinidade da água de irrigação, exceto nas folhas de *I. coccínea* que mantiveram os valores de AFE, RAF e GS praticamente inalterados. Nos menores níveis de salinidade as plantas de *C. roseus* apresentaram os maiores valores de AFE e RAF, e menores valores de GS, resultados similares aos obtidos por Oliveira et al. (2017). Essa espécie conseguiu manter e até aumentar os valores de AFE e RAF até níveis moderados de salinidade, porém a queda se torna drástica nos níveis mais elevados, especialmente para a RAF. As demais



espécies (*A. cathartica* e *D. erecta*) também apresentaram redução nas variáveis AFE e RAF, sendo menos pronunciadas que em *C. roseus*. A maior redução na suculência foliar se deu na espécie *D. erecta*.

**Figura 11** - Área foliar-AF (A), área foliar especificar-AFE (B), razão de área foliar-RAF (C) e suculência foliar-GS (D), em plantas ornamentais submetidas a diferentes níveis de salinidade na água de irrigação



Fonte: Elaborada pelo autor

## CONCLUSÕES

O tempo e o aumento na concentração de sais intensificaram os efeitos do estresse salino sobre as plantas, porém as respostas à salinidade diferiram entre as espécies estudadas;

A análise conjunta das análises de crescimento e das respostas fisiológicas e morfofisiológicas foliares indicam que a espécie *Ixora coccinea* e *Duranta erecta* se mostram, respectivamente, com maior e menor capacidade de se desenvolver sob irrigação com água salina;

A maior tolerância da espécie *I. coccinea* parece está relacionada à manutenção das características morfofisiológicas foliares; Causas estomáticas explicam a redução da taxa fotossintética provocada pela salinidade, sendo que a participação desses tipos de efeitos dependeu da espécie estudada e da intensidade e duração do estresse salino;

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, M. J.; VIANA, T. V. A.; AGUIAR, J. V.; LINO, J. B.; CRISOSTOMO JÚNIOR, R. R.; AQUIM, F. C.; BARRETO JÚNIOR, J. H. C. **Dados climatológicos:** Estação de Fortaleza, 2002. Fortaleza: Embrapa tropical, p.19, 2003.

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.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura.** Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, p.153,1999.

BARBOSA, F. S.; LACERDA, C. F.; GHEYI, H. R.; FARIAS, G. C.; SILVA JÚNIOR, R. J. C.; LAGE, Y.A.; HERNANDEZ, F. F. F. Productivity and ion content in maize irrigated with saline water in a continuous or alternating system. **Ciência Rural**, v.42, p.1731-1737, 2012.

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.

BATISTA, D. S.; ANDRADE, L. O.; FIGUERÊDO, G. R. G.; FARIAS, G. A.; RÊGO, E. R. Desenvolvimento de mudas de crisântemo (*Chrysanthemum coronarium* cv Dobrado Sortido) em diferentes substratos. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.23, n.1, p.61-63, 2008.

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.

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, 2011.

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.

DEBEZ, A. et al. Relationship between the photosynthetic activity and the performance of *Cakile maritime* after long-term salt treatment. **Physiologia Plantarum**, v.133, n.2, p.373-385, 2008.

DIAS N. S.; BLANCO F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. S. S.; SOUSA NETO, O. N.; QUEIROZ, I.S. R. Efeito dos sais no solo e na planta. In: GHEYI H. R.; DIAS N. S.; LACERDA F. C. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados.** Fortaleza: INCTSal. Cap. 9, p.151-162, 2016.

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, p.212,1997.

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

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

FREIRE, J. L. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob Salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, v.25, n.1, p.82-91, 2014.

GUEDES FILHO, D. H.; SANTOS, J. B.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, L. F.; FARIAS, H. L. Biometria do girassol em função da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.7, n.5, p.277-289, 2013.

HENDRICKS, R. C.; BUSHNELL, D. M. **Halophytes, algae and bacteria food and fuel feedstocks**. **National Aeronautics and Space Administration** / Washington: NASA, TM-215294, p.45, 2009.

HOGG, T. J.; HENRY, J. L. Comparison of 1:1 and 1:2 suspensions and extracts with the saturation extract in stimulating salinity in Saskatchewan soils. **Canadian Journal of Soil Science**, v.64, p.699–704, 1984

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

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados climáticos – Fortaleza**. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 02 de nov. de 2015.

KARBAUY, G. B. Fisiologia vegetal. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.452, 2004..

MANTOVANI, A. A method to improve leaf succulence quantification. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.42, n.1, p.9-14, 1999.

MACIEL, M. P.; SOARES, T. M.; GHEYI, H. R. REZENDE, E. P. L.; OLIVEIRA, G. X. S. Produção de girassol ornamental com uso de águas salobras em sistema hidropônico NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.2, p.165–172, 2012.

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**. 1992. 173 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1992.

MESQUITA, F. O; REBEQUI, A. M; CALVACANTE, L. F; SOUTO, A. G. L. Crescimento absoluto e relativo de mudas de maracujazeiro sob biofertilizante e água salina. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n.1, 2012.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review Plant Biology**, v.59, p. 651-681, 2008.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F. DE; SOUSA, C. H. C. DE; SILVA, F. L. B. DA; GHEYI, H. R. Growth and yield of cowpea/sunflower crop rotation under different irrigation management strategies with saline water. **Ciência Rural**, v.45, n.5, p.814-820, 2015.

NIU, G.; RODRIGUEZ, D. S.; MCKENNEY, C. Response of selected wildflower species to saline water irrigation. **HortScience**, v.47, p.1351-1355, 2012.

OLIVEIRA, F. I. F; MEDEIROS, W. J. F; LACERDA, C. F; NEVES, A. L. R; OLIVEIRA, D. R. Saline water irrigation managements on growth of ornamental plants. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.11, p. 739-734, 2017.

OMAMI, E.N.; HAMMES, P.J.; ROBBERTSE, P. J. Differences in salinity tolerance for growth and water use efficiency in some Amaranth (*Amaranthus* spp) genotypes **New Zealand Journal Colheita Horticulturae Science**, v.34, p.11-22, 2006.

SANTOS JÚNIOR, J.A.; GHEYI, H.R.; CAVALCANTE, A.R.; DIAS, N.S.; MEDEIROS, S.S. Produção e pós-colheita de flores de girassóis sob estresse salino em hidroponia de baixo custo. **Engenharia Agrícola**, v.36, p.420-432, 2016.

SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S.; GROSSI, J. A. S.; BARBOSA, J. G.; MOURA, C. R. W.; MUNIZ, M. A. Crescimento do girassol ornamental cultivado em ambiente protegido sob diferentes níveis de condutividade elétrica de fertirrigação. **Revista Cores**, v.56, n.5, p.602-610, 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.

TAARIT, M. B.; MSAADA, K.; HOSNI, K.; MARZOUK, B. Changes in fatty acid and essential oil composition of sage (*Salvia officinalis* L.) leaves under NaCl stress. **Food Chemistry**, v.119, n.3, p.951 – 956, 2010.

## CAPÍTULO 2: COMPARAÇÃO DE METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DA TOLERÂNCIA À SALINIDADE EM PLANTAS ORNAMENTAIS UTILIZANDO-SE ANÁLISES DE CRESCIMENTO, FISIOLÓGICAS E SENSORIAIS

### RESUMO

As respostas das plantas à salinidade são observadas principalmente em termos de crescimento, produtividade e variáveis fisiológicas. No caso de plantas ornamentais é fundamental também avaliar os efeitos sobre a qualidade das plantas, pois a beleza na aquisição de uma planta ornamental nem sempre está associada com o seu tamanho. Dentro desse contexto, buscou-se avaliar a tolerância à salinidade de quatro espécies ornamentais, utilizando-se dados de crescimento, respostas fisiológicas e análise sensorial. O delineamento utilizado foi em blocos inteiramente casualizados, em arranjo fatorial 10x4, com quatro repetições, sendo dez níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,0 dS m<sup>-1</sup>) e quatro espécies ornamentais (*Catharanthus roseus*, *Allamanda catártica*, *Ixora coccínea* e *Duranta erecta*). A avaliação da tolerância à salinidade foi baseada em três metodologias: 1. valor de salinidade limiar (adaptada de Maas e Hoffman, 1977); 2. percentual de 25% de redução para faixas de salinidade pré-definidas (adaptada de Miyamoto et al., 2004); 3. percentual de 20% de redução para cada nível de salinidade (adaptada de Fageria, 1985). As três metodologias empregadas convergem no sentido de indicar as espécies *I. coccínea* e *D. erecta*, respectivamente, com maior e menor capacidade de se ajustar sob condições de salinidade. Com base nos valores de salinidade limiar (Maas e Hoffman, 1977) e utilizando-se dados de biomassa seca da parte aérea, temos a seguinte classificação quanto a tolerância à salinidade: *C. roseus* (Sensível), *A. cathartica* (Sensível), *I. coccínea* (Moderadamente tolerante) e *D. erecta* (Sensível). Utilizando-se os critérios adaptados de Miyamoto et al. (2004) e os dados de biomassa seca da parte aérea temos a seguinte classificação quanto a tolerância à salinidade: *C. roseus* (Moderadamente sensível), *A. cathartica* (Moderadamente sensível), *I. coccínea* (Tolerante) e *D. erecta* (Sensível). A metodologia adaptada de Miyamoto et al. (2004) mostrou boa capacidade de separação das espécies quando a tolerância à salinidade, especialmente quando se utilizou dados de biomassa da parte aérea e dados de trocas gasosas foliares. Os dados de trocas gasosas foliares se mostraram adequadas para a classificação da tolerância à salinidade, independente da metodologia empregada. Os dados de altura de plantas, diâmetro de caule e índice relativo de clorofila se mostram inadequados para classificação da tolerância à salinidade, sendo essa inadequação mais significativa quando se utilizou a metodologia adaptada de Miyamoto et al. (2004). A avaliação qualitativa de plantas ornamentais depende de uma série de fatores, porém, a manutenção da cor verde das folhas e, principalmente, a produção de flores, pode eliminar efeitos depreciativos causados por níveis baixos e moderados de salinidade sobre o crescimento das plantas. Nesse sentido, uma metodologia semelhante à de Miyamoto et al. (2004) para a elaboração de índice global envolvendo características quantitativas e qualitativas, pode ser promissora para avaliação da tolerância à salinidade de plantas ornamentais.

**Palavras-chave:** Estresse salino. Água salobra. salinidade Limiar. Análise sensorial.  
Fotossíntese

## CHAPTER 2: COMPARISON OF METHODOLOGIES FOR SALT TOLERANCE EVALUATION IN ORNAMENTAL PLANTS USING GROWTH, PHYSIOLOGICAL AND SENSORY ANALYSIS

### ABSTRACT

Plant responses to salinity are observed mainly in terms of growth, productivity and physiological variables. In the case of ornamental plants, it is also essential to evaluate the effects on the quality of the plants, since the beauty in the acquisition of an ornamental plant is not always associated with its size. Within this context, we sought to evaluate the tolerance to salinity of four ornamental species, using growth data, physiological responses and sensorial analysis. The design was completely randomized in a 10x4 factorial arrangement, with four replications, ten levels of electrical conductivity of irrigation water (0.5; 1.0; 2.0; 3.0; 4.0; 5.0; 6.0; 8.0; 10.0 and 12.0 dS m<sup>-1</sup>) and four ornamental species (*Catharanthus roseus*, *Allamanda cathartica*, *Ixora coccinea* and *Duranta erecta*). The evaluation of the salinity tolerance was based on three methodologies: 1. threshold salinity value (adapted from Maas and Hoffman, 1977); 2. percentage of 25% reduction for pre-defined salinity ranges (adapted from Miyamoto et al., 2004); 3. percentage of 20% reduction for each salinity level (adapted from Fageria, 1985). The three methods employed converge to indicate the species *I. coccinea* and *D. erecta*, respectively, with higher and lower capacity to adjust under salinity conditions. Based on the values of threshold salinity (Maas and Hoffman, 1977) and using shoots dry biomass, we have the following classification for the salt tolerance: *C. roseus* (Sensitive), *A. cathartica* (Sensitive), *I. coccinea* (Moderately tolerant) and *D. erecta* (Sensitive). Using the criteria adapted from Miyamoto et al. (2004) and the data of shoots dry biomass, we have the following classification for the salt tolerance: *C. roseus* (Moderately sensitive), *A. cathartica* (Moderately sensitive), *I. coccinea* (Tolerant) and *D. erecta* (Sensitive). The methodology adapted from Miyamoto et al. (2004) showed good capacity to separate the species in relation to the salt tolerance, especially when using shoot biomass and leaf gas exchange data. The leaf gas exchange data were adequate for the classification of the tolerance to salinity, regardless of the methodology used. The plant height, stem diameter and relative chlorophyll index were inadequate for salinity tolerance classification, and this inadequacy was more significant when using the adapted methodology of Miyamoto et al. (2004). The qualitative evaluation of ornamental plants depends on a number of factors, but the maintenance of the green color of the leaves and, especially, the production of flowers, can eliminate negative effects caused by low and moderate levels of salinity on the plant growth. In this sense, a methodology similar to that of Miyamoto et al. (2004) for the elaboration of a global index involving quantitative and qualitative characteristics, may be promising for the evaluation of the salinity tolerance of ornamental plants.

**Keywords:** Salt stress. Brackish water. Salinity threshold. Sensory analysis. Photosynthesis



## INTRODUÇÃO

A tolerância das plantas à salinidade é um tema bastante estudado no meio científico. Esses estudos se concentram nos estudos dos mecanismos de tolerância, levando-se em conta análises fisiológicas, bioquímicas e moleculares (MUNNS; TESTER, 2008), na identificação e na avaliação do potencial de halófitas (COSTA; BONILLA, 2016; FERNANDES et al., 2016) e na avaliação do grau de tolerância de glicófitas. Essas avaliações muitas vezes estão relacionadas ao melhoramento genético, tanto nos métodos convencionais como nos estudos de engenharia genética (SOARES FILHO et al., 2016).

As metodologias empregadas para classificar a tolerância de glicófitas à salinidade partem do pressuposto que existe ampla variabilidade genética intra e interespecífica o que pode resultar em espécies ou variedades com baixa, média ou alta capacidade de tolerar o excesso de sais no meio de crescimento (FAGERIA, 1985; SOARES FILHO et al., 2016). Nesses estudos, as respostas das plantas à salinidade são observadas principalmente em termos de sobrevivência, injúrias foliares, crescimento, produtividade e variáveis fisiológicas (FAGERIA, 1985; NOBLE; ROGERS, 1992; AYERS; WESTCOT, 1999; MIYAMOTO et al., 2004; MUNNS; TESTER, 2008; RAHNAMA et al., 2010).

Dentre as metodologias de avaliação da tolerância das plantas à salinidade, destacam-se: a metodologia proposta por Maas e Hoffman (1977), a metodologia de Fageria (1985), e a proposta por Miyamoto et al. (2004). Essas metodologias podem ser aplicadas na avaliação da tolerância à salinidade do solo ou da água de irrigação, e permitem identificar genótipos sensíveis, moderadamente sensíveis, moderadamente tolerantes e tolerantes. Historicamente, têm sido aplicadas com dados de produção, crescimento, sobrevivência e ocorrência de injúrias foliares. Entretanto, outros tipos de variáveis, incluindo variáveis fisiológicas, podem também ser empregadas (NEVES et al., 2017).

A metodologia proposta por Maas e Hoffman (1977) é a mais amplamente utilizada, tendo servido de base para as diretrizes da tolerância relativa das culturas publicadas no documento FAO 29 (AYERS; WESTCOT, 1999). Essa classificação utiliza valores de produção relativa e considera que as respostas da planta permanecem inalteradas até certo nível de salinidade, definido como salinidade limiar. A partir desse

limite as respostas decrescem de modo linear, até alcançarem o valor zero para a variável, sendo esse o limite máximo de sobrevivência da planta. Para utilização dessa metodologia é necessário, portanto, se estudar as respostas da planta em faixa ampla de salinidade, de modo a se obter os valores precisos de salinidade limiar, a queda percentual no rendimento e o limite de sobrevivência do genótipo.

A classificação foi proposta por Fageria (1985) inicialmente para identificar genótipos de arroz com diferentes graus de tolerância à salinidade. Essa metodologia se baseia na redução relativa das variáveis de produção ou de crescimento, obtidas nos tratamentos salinos em relação a um tratamento de referência ou não salino. Trata-se de uma metodologia mais simples que a anterior, pois pode ser empregada com grande número de genótipos e pode ser empregada mesmo quando se utilizam poucos tratamentos. Exemplos de aplicação dessa metodologia podem ser observado em Dantas et al. (2002); Silva et al. (2016), Soares Filho et al. (2016) e Neves et al. (2017).

A metodologia proposta por Miyamoto et al. (2004) teve como objetivo a obtenção de tabelas de tolerância à salinidade de vários tipos de culturas, as quais podem ser utilizadas por horticultores e planejadores de paisagem, tanto para identificar espécies sensíveis ao sal para evitar perdas como também são usadas para identificar espécies adaptadas a áreas com problema de salinidade. Essa classificação é baseada na redução no crescimento (50 ou 25%) ou danos causados às folhas (pelo menos 25% das folhas danificadas), levando-se em consideração a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes). De acordo com esse critério os autores classificaram as plantas dentro de cinco categorias: sensível (0 a 3 dS m<sup>-1</sup>); moderadamente sensível (3 a 6 dS m<sup>-1</sup>); moderadamente tolerante (6 a 8 dS m<sup>-1</sup>); tolerante (8 a 10 dS m<sup>-1</sup>); e altamente tolerante (>10 dS m<sup>-1</sup>).

Apesar de existirem muitos estudos com aplicação das metodologias mencionadas acima, pouco se tem em termos de comparação entre as mesmas, principalmente quando se estuda a tolerância à salinidade de plantas ornamentais. Para estas espécies, tem se observado que além do crescimento, é também fundamental avaliar os efeitos sobre a qualidade das plantas em termos visuais, por ser essa característica relevante na valorização das mesmas no processo de comercialização (BERNSTEIN; FRANÇOIS; CLARK, 1972; NIU; RODRIGUEZ, 2006a; CASSANITI et al., 2013). Nesse aspecto, a análise sensorial pode ser uma ferramenta importante para identificar os efeitos da salinidade na qualidade das plantas.

Dentro do contexto acima, o objetivo do atual trabalho é comparar metodologias de classificação da tolerância à salinidade em quatro espécies de plantas ornamentais, levando-se em conta variáveis de crescimento, fisiológicas e sensoriais.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Localização e caracterização da área experimental**

Descrito no Capítulo 1

### **Composições dos tratamentos e delineamento experimental**

Descrito no Capítulo 1

### **Instalação e condução do experimento**

Descrito no Capítulo 1

### **Análises de crescimento, trocas gasosas e índice de clorofila**

Aos 60 dias após o início dos tratamentos salinos (DATS) foram realizadas avaliações de trocas gasosas foliares, índice relativo de clorofila, altura da planta, diâmetro do caule, área foliar e produção de biomassa.

As medições das taxas de fotossíntese (A), transpiração (E) e condutância estomática (gs) foram realizadas em folhas completamente expandidas e em bom estado fitossanitário, utilizando-se um analisador de gases infravermelho portátil (IRGA), modelo Li – 6400XT da LICOR<sup>®</sup>. As avaliações foram realizadas no período da manhã, entre 8:00 e 11:00 h, utilizando-se radiação saturante ( $1.500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), concentração de CO<sub>2</sub> de  $400 \text{ mol mol}^{-1}$  e sob condições ambiente de temperatura e umidade relativa do ar.

O índice relativo de clorofila foi obtido 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 pontos de cada folha e com três repetições em cada espécie estudadas, no período das 7:00 às 10:00 horas da manhã, nas mesmas folhas utilizadas para as análises de trocas gasosas.

A altura foi obtida com auxílio de uma régua graduada, em centímetros. O diâmetro do caule foi obtido com a utilização de um paquímetro digital com resolução de 0,01 mm, sendo medido a uma altura de aproximadamente 3,0 cm da superfície do solo, e expresso em mm.

Logo após a coleta das plantas a área foliar foi medida utilizando um medido de superfície (Area meter, LI-3100, Licor, USA). e, em seguida, as plantas foram separadas em flores, folhas, caules e raízes (Figura 1). 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° a 70°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 para aferição da fitomassa seca acumulada em cada parte da planta.

**Figura 1** – Coleta das plantas ornamentais em (a) folhas, (b) folhas e caule e (c) raiz



Fonte: Autor

## Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada para obter opinião de grupos de possíveis consumidores, sobre a qualidade das plantas, em termos de aparência geral e preferência (Figura 2). Devido à grande quantidade de plantas, para a análise sensorial foram selecionadas ao todo 40 plantas que representam comportamento médio cultivadas em diferentes níveis de salinidade ( $S_1$ - 0,5;  $S_2$ -1,0;  $S_3$ - 2,0;  $S_4$ -3,0;  $S_5$ - 4,0;  $S_6$ - 5,0;  $S_7$ - 6,0;  $S_8$ - 8,0;  $S_9$ - 10,0;  $S_{10}$ - 12,0  $dS\ m^{-1}$ ), sendo uma planta para cada tratamento.

**Figura 2** - Análise sensorial realizada no restaurante universitário da Universidade Federal do Ceará, campus do pici, Fortaleza, Ceará, Brasil



Fonte: Autor

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

A análise sensorial foi realizada por 352 julgadores escolhidos ao acaso, constituídos por alunos, funcionários e professores da UFC, no restaurante universitário da Universidade Federal do Ceará no dia 24 de novembro de 2016, no Campus do Pici

em Fortaleza, Ceará, Brasil. O delineamento utilizado foi o inteiramente aleatorizado, com 40 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 88 julgadores. A codificação foi com números de três dígitos aleatórios, denominados de acordo com a Tabela 1.

**Tabela 1** – Espécies de plantas ornamentais, 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> E <sub>1</sub>	200	A <sub>6</sub> E <sub>1</sub>	220
	A <sub>2</sub> E <sub>1</sub>	210	A <sub>7</sub> E <sub>1</sub>	206
	A <sub>3</sub> E <sub>1</sub>	280	A <sub>8</sub> E <sub>1</sub>	229
	A <sub>4</sub> E <sub>1</sub>	240	A <sub>9</sub> E <sub>1</sub>	266
	A <sub>5</sub> E <sub>1</sub>	208	A <sub>10</sub> E <sub>1</sub>	262
<i>Allamanda cathartica</i>	A <sub>1</sub> E <sub>2</sub>	100	A <sub>6</sub> E <sub>2</sub>	180
	A <sub>2</sub> E <sub>2</sub>	120	A <sub>7</sub> E <sub>2</sub>	140
	A <sub>3</sub> E <sub>2</sub>	166	A <sub>8</sub> E <sub>2</sub>	108
	A <sub>4</sub> E <sub>2</sub>	171	A <sub>9</sub> E <sub>2</sub>	128
	A <sub>5</sub> E <sub>2</sub>	189	A <sub>10</sub> E <sub>2</sub>	184
<i>Ixora coccinea</i>	A <sub>1</sub> E <sub>3</sub>	301	A <sub>6</sub> E <sub>3</sub>	308
	A <sub>2</sub> E <sub>3</sub>	366	A <sub>7</sub> E <sub>3</sub>	310
	A <sub>3</sub> E <sub>3</sub>	380	A <sub>8</sub> E <sub>3</sub>	340
	A <sub>4</sub> E <sub>3</sub>	311	A <sub>9</sub> E <sub>3</sub>	319
	A <sub>5</sub> E <sub>3</sub>	322	A <sub>10</sub> E <sub>3</sub>	333
<i>Duranta erecta</i>	A <sub>1</sub> E <sub>4</sub>	461	A <sub>6</sub> E <sub>4</sub>	467
	A <sub>2</sub> E <sub>4</sub>	410	A <sub>7</sub> E <sub>4</sub>	400
	A <sub>3</sub> E <sub>4</sub>	401	A <sub>8</sub> E <sub>4</sub>	479
	A <sub>4</sub> E <sub>4</sub>	431	A <sub>9</sub> E <sub>4</sub>	441
	A <sub>5</sub> E <sub>4</sub>	418	A <sub>10</sub> E <sub>4</sub>	420

A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub>, A<sub>8</sub>, A<sub>9</sub> e A<sub>10</sub> – água de irrigação com condutividade elétrica 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,0 dS m<sup>-1</sup> respectivamente. 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: Elaborada pelo autor

### **Avaliação da tolerância à salinidade**

Para a classificação da tolerância à salinidade das quatro espécies foram utilizados dados de crescimento (Altura da planta, diâmetro do caule, área foliar, massa seca de flores, massa seca da parte aérea, massa seca radicular e massa seca total), respostas morfofisiológicas (taxa de fotossíntese líquida, condutância estomática, taxa de transpiração e índice relativo de clorofila) e análises sensoriais (aparência geral das plantas). A produção de biomassa seca da parte aérea (MSPA) foi considerada a variável de referência, por representar uma resposta integral da planta ao estresse salino e pela relevância dessa variável para as plantas ornamentais. Também foi avaliada a quantidade de plantas que sobreviveram ao estresse salino imposto. Todos os dados foram obtidos 60 dias após o início da imposição dos tratamentos salinos (60 DATS).

Para comparação das metodologias e dos próprios tipos de variáveis, as mesmas foram divididas da seguinte forma: produção de biomassa (matéria seca da raiz-MSR, matéria seca da parte aérea-MSPA, matéria seca total-MST e matéria seca de flores-MSFlor), crescimento foliar (área foliar-AF), crescimento do caule (altura da planta-AP e diâmetro do caule-DC), trocas gasosas foliares (taxa de fotossíntese-A, condutância estomática-gs e taxa de transpiração-E) e variáveis qualitativas (índice relativo de clorofila-IRC e aparência geral das plantas-AG).

### **Tolerância à salinidade com base na salinidade limiar (Maas e Hoffman, 1977)**

A classificação proposta por Maas e Hoffman (1977) foi aplicada aos dados obtidos, separando-se os graus de tolerância com base nos valores de salinidade limiar, conforme estabelecidos na Tabela 2. Como alguns dados não seguiram o comportamento linear sugerido por Maas e Hoffman (1977), com reduções bruscas em baixos níveis de salinidade, buscou-se definir a salinidade limiar utilizando-se modelos que melhor representassem os dados obtidos. Para estes casos não foi determinada a queda percentual acima da salinidade limiar, porém determinou-se o limite máximo utilizando-se a faixa de pontos lineares. No Apêndice B são apresentadas as equações, conforme Maas e Hoffman (1977) ou outros modelos matemáticos, conforme o caso.



**Tabela 2** - Classificação de tolerância relativa para salinidade da água de irrigação de acordo com Maas e Hofmann (1977)

Tolerância relativa	Salinidade limiar
Sensível (S)	<0,9
Moderadamente sensível (MS)	0,9 a 2,0
Moderadamente tolerante (MT)	2,0 a 4,0
Tolerante (T)	4,0 a 7,0
Altamente tolerante (AT)	>7,0

Fonte: Adaptada de Maas e Hoffman (1977)

### **Tolerância à salinidade utilizando metodologia adaptada de Miyamoto et al. (2004)**

No presente trabalho utilizou-se uma adaptação da metodologia de Miyamoto et al. (2004), adotando redução de 25% para as diferentes variáveis avaliadas (crescimento, fisiológicas e sensoriais). Por se tratar de água de irrigação considerou-se uma relação entre a CEEs e a condutividade elétrica da água (CEa) de irrigação em torno de  $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ , porém, mantendo-se intervalos equidistantes. De acordo com esses critérios teremos as plantas foram classificadas dentro das seguintes categorias: sensível (CEa = 0 a  $2 \text{ dS m}^{-1}$ ); moderadamente sensível (CEa = 2 a  $4 \text{ dS m}^{-1}$ ); moderadamente tolerante (CEa = 4 a  $6 \text{ dS m}^{-1}$ ); tolerante (CEa = 6 a  $8 \text{ dS m}^{-1}$ ); e altamente tolerante (CEa  $>8 \text{ dS m}^{-1}$ ).

### **Tolerância à salinidade com base no percentual de redução (Fageria, 1985)**

Para a metodologia definida por Fageria (1985), foram calculados os percentuais de redução nas diferentes variáveis conforme a equação 1, utilizando-se o tratamento de menor salinidade ( $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) como referencial para os demais. Os resultados foram interpretados conforme a Tabela 3, adaptada de Fageria (1985).

$$\text{RP} = \frac{[\text{PSTS} - \text{PCTS}]}{\text{PSTS}} \cdot 100 \quad (1)$$

PSTS

Onde,

RP - Redução da produção;

PSTS – Valor obtido no tratamento irrigado com água não salina e com aplicação da água diretamente no solo, sem molhar as folhas;

PCTS – Valor obtido nos tratamentos irrigados com água salina.

**Tabela 3** – Classificação de genótipos quanto à tolerância à salinidade, baseando-se na redução da produção

Redução da produção de matéria seca (%)	Classificação
0 – 20	Tolerante
20,1 e 40	Moderadamente tolerante
40,1 – 60	Moderadamente suscetível
> 60	Suscetível

Fonte: Adaptada de Fageria (1985)

### 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, quantificando-se o número de plantas sobreviventes, e como critérios para esta avaliação foram utilizados os propostos por Marinho (2002), onde foram consideradas plantas vivas aquelas que apresentavam pelo menos uma folha verde. Os valores de sobrevivência foram comparados com os limites de sobrevivência obtidos de acordo com Maas e Hoffman (1977).

### Análise estatística

Antes dos cálculos dos índices de tolerância, os dados foram submetidos à análise de variância visando-se identificar a significância dos fatores salinidade e espécies, bem como a interação entre eles e valores médios mais ou menos o erro padrão da média. Para esse procedimento foi utilizado software estatístico SISVAR<sup>®</sup>, versão 5.3 (FERREIRA, 2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Análise de variância para os dados de crescimento e respostas fisiológicas*

Os resultados da análise de variância para os dados de crescimento (Tabela 4) e respostas fisiológicas (Tabela 5) indicaram efeitos altamente significativos para todas as variáveis, considerando-se tanto os efeitos isolados dos fatores salinidade e espécies como os efeitos da interação entre esses dois fatores. Essa interação significativa é relevante e fortalece as avaliações seguintes com as metodologias de tolerância à salinidade, pois indica claramente que as espécies não responderam de forma semelhante aos níveis de sais impostos. Considerando-se os valores de coeficiente de variação verifica-se que apenas a biomassa seca de flores apresentou valor elevado, o que se explica pelo fato do desenvolvimento das flores ter sido desuniforme entre as plantas.

**Tabela 4-** Resumo das análises de variâncias referente aos dados de altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), área foliar (AF), matéria seca da flor (MSFlor), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca total (MST), em plantas de quatro espécies ornamentais sob diferentes níveis de salinidade de água durante 60 dias

Quadrados Médios								
Fontes de Variação	GL	AP	DC	AF	MSFlor	MSPA	MSR	MST
Blocos	3	35,04 <sup>ns</sup>	1,42 <sup>ns</sup>	112058,32 <sup>ns</sup>	0,123 <sup>ns</sup>	4,01 <sup>ns</sup>	6,31 <sup>**</sup>	12,49 <sup>ns</sup>
Sal	9	434,25 <sup>**</sup>	7,35 <sup>**</sup>	4778111,92 <sup>**</sup>	0,670 <sup>**</sup>	346,90 <sup>**</sup>	22,43 <sup>**</sup>	536,58 <sup>**</sup>
Espécie	3	2737,55 <sup>**</sup>	43,88 <sup>**</sup>	987904,79 <sup>**</sup>	0,889 <sup>**</sup>	319,83 <sup>**</sup>	160,77 <sup>**</sup>	938,92 <sup>**</sup>
Sal x Esp	27	43,88 <sup>**</sup>	0,69 <sup>**</sup>	258007,56 <sup>**</sup>	0,347 <sup>**</sup>	15,49 <sup>**</sup>	6,06 <sup>**</sup>	34,19 <sup>**</sup>
Resíduo	117	22,11	0,96	50238,18	0,198	5,21	1,51	9,91
Total	159	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	10,50	11,87	21,28	84,15	17,37	25,85	17,57

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

**Tabela 5-** Resumo das análises de variâncias referente aos dados de taxa de fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs), taxa de transpiração (E) e índice relativo de clorofila (IRC) em plantas de quatro espécies ornamentais sob diferentes níveis de salinidade de água durante 60 dias

<b>Quadrados Médios</b>					
<b>Fontes de Variação</b>	<b>GL</b>	<b>A</b>	<b>gs</b>	<b>E</b>	<b>IRC</b>
Blocos	3	11,06 <sup>ns</sup>	0,025 <sup>ns</sup>	7,56 <sup>**</sup>	191,61 <sup>**</sup>
Sal	9	374,44 <sup>**</sup>	0,143 <sup>**</sup>	95,62 <sup>**</sup>	433,65 <sup>**</sup>
Espécie	3	46,19 <sup>**</sup>	0,048 <sup>**</sup>	19,47 <sup>**</sup>	2076,58 <sup>**</sup>
Sal x Esp	27	15,02 <sup>**</sup>	0,009 <sup>**</sup>	5,14 <sup>**</sup>	52,63 <sup>**</sup>
Resíduo	117	5,41	0,002	1,36	8,36
Total	159	-	-	-	-
CV (%)	-	22,35	33,30	26,52	7,48

Fonte: Elaborada pelo autor

### ***Tolerância à salinidade com base na salinidade limiar (Maas e Hoffman, 1977)***

Considerando-se os valores de salinidade limiar para os dados de MSPA e MST (Tabela 6), verifica-se que três espécies foram classificadas como sensíveis (*C. roseus*, *A. cathártica* e *D. erecta*) e uma foi classificada como moderadamente tolerante (*I. coccínea*). Os limites máximos de sobrevivência, considerando-se a MSPA foram 12,9, 14,3, 22,4 e 11,8 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente para *C. roseus*, *A. cathártica*, *I. coccínea* e *D. erecta* (Tabela 7). Esses limites para MST foram 13,3, 13,5, 33,4 e 10,9 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente para *C. roseus*, *A. cathártica*, *I. coccínea* e *D. erecta*. Todos esses dados confirmam que a espécie *I. coccínea* se destaca em relação às demais, apresentando maior tolerância relativa.

Considerando-se a MSPA como variável de referência, verificam-se variações tanto nos índices de tolerância como nos indicadores de sobrevivência das espécies para as demais variáveis (Tabelas 6 e 7), sendo que a classificação como altamente tolerante só existiu em três situações em que não foram observadas diferenças significativas para a espécie *I. coccínea*. A MSR, por exemplo, foi menos influenciada pela salinidade na espécie *C. roseus* e não sofreu influência em *I. coccínea*, passando essas espécies a serem classificadas como moderadamente sensível e altamente tolerante, respectivamente. Esses resultados indicam que o crescimento radicular é menos sensível à salinidade do que o da parte aérea, mas essa resposta parece depender da espécie e das condições de cultivo, fato confirmado por outros estudos que indicam resultados conflitantes (LACERDA et al.,

2001; CORREIA et al., 2005; SOUSA et al., 2010). É importante salientar que a tolerância com base em crescimento de raízes pode ser interessante para culturas em que as mesmas são aproveitadas, o que não é o caso para a maioria das plantas ornamentais.

Os dados de crescimento do caule e de crescimento foliar apresentaram discrepâncias em relação aos dados de MSPA (Tabelas 6 e 7), e os mesmos devem ser utilizados com cautela na classificação da tolerância à salinidade. O crescimento foliar, medido pela área das folhas, foi a variável mais sensível, e classificou todas as espécies como sensíveis ou moderadamente sensíveis, com baixos valores de salinidade limiar. A área foliar é uma variável relevante não somente do ponto de vista da fisiologia e da produtividade da planta, mas também do ponto de vista experimental, visto que a mesma pode ser obtida por métodos não destrutivos. Porém maior área foliar total não reflete necessariamente em maior rendimento, visto que a captação de luz pode ser prejudicada, resultando em menores taxas de assimilação de CO<sub>2</sub> (LARCHER, 2000; LACERDA et al., 2011). Isso fica claro na análise dos dados de *I. coccínea*, que teve sua salinidade limiar de 2,98 dS m<sup>-1</sup> (MSPA) para 0,76 dS m<sup>-1</sup> (AF), indicando claramente que as plantas conseguiram acumular mais biomassa mesmo com reduções moderadas na sua área foliar.

Os dados de altura de plantas (AP) e diâmetro do caule (DC) foram os que apresentaram maiores discrepâncias em relação aos índices obtidos com base nos dados de MSPA (Tabelas 6 e 7). Os dados de AP aumentaram o nível de tolerância da espécie *D. erecta*, a qual apresentou os menores valores de SL para os dados de produção de biomassa, passando essa espécie de sensível para moderadamente tolerante. De forma contrária, os dados de DC aumentaram a tolerância das espécies, exceto para *D. erecta*. Além disso, foram obtidos limites de sobrevivência que foram de 2 a 4 vezes maiores, resultado incompatível com as observações visuais e com os demais dados de crescimento e respostas fisiológicas (Tabela 7).

Os dados de trocas foliares resultaram em resultados que mais se aproximam daqueles obtidos com os dados de biomassa da parte aérea. Considerando-se os dados das taxas de fotossíntese verifica-se que duas espécies foram classificadas como moderadamente sensíveis (*C. roseus* e *A. cathartica*), uma com moderadamente tolerante (*I. coccínea*) e outra como sensível (*D. erecta*). Verifica-se ainda, que os limites de sobrevivência foram semelhantes, notadamente quando se compara aos dados de biomassa da parte aérea com os dados de fotossíntese. De modo geral, os dados de

salinidade limiar e limites de sobrevivência decrescem na seguinte ordem: *I. coccínea* > (*C. roseus* = *A. catártica*) > *D. erecta*.

As variáveis qualitativas guardam mais relação entre si do que com os dados de biomassa, sendo um aspecto relevante a ser considerado no caso de plantas ornamentais (NIU, RODRIGUEZ; AGUININA, 2007). A avaliação da tolerância à salinidade com base na aparência geral (AG) se mostra altamente relacionada com a produção de flores (MS<sub>flor</sub>), apresentando praticamente a mesma classificação para todas as espécies (Tabela 6). Considerando-se esses dois aspectos verifica-se que as espécies foram assim classificadas: *C. roseus* (moderadamente tolerante), *A. catártica* (sensível), *I. coccínea* (tolerante), *D. erecta* (moderadamente tolerante). A discrepância fica clara para as espécies *C. roseus* e *D. erecta*, para as quais a produção de flores foi menos sensível que o crescimento total da planta, refletindo diferencialmente na avaliação sensorial. Resultados semelhantes foram obtidos para *C. roseus* (NEVES et al., 2017) e em estudo com variedades de Rosas (CAI et al., 2014).

Os valores de IRC representam uma característica que também pode influenciar a avaliação de uma planta ornamental, notadamente na sua aparência geral. No entanto, no presente estudo essa influência deve ter ocorrido nos maiores níveis de salinidade, notadamente para as espécies mais sensíveis. Isso se deve ao fato de que os graus de queda com o aumento da salinidade não foram tão elevados, sendo, por exemplo, bem inferiores às taxas de declínio nas trocas gasosas foliares. Embora o IRC tenha separado as espécies em relação à tolerância à salinidade, ele pode não ser um bom indicador para todas as espécies, pois tem se observado até aumento nos valores de IRC, mesmo em condições que causam reduções significativas no crescimento foliar e da planta como um todo (LACERDA et al., 2006; GRACIANO et al., 2011).

**Tabela 6** – Valores de salinidade limiar (SL) e classificação quanto a tolerância á salinidade segundo metodologia de Maas e Hoffman (1977) de *Catharanthus roseus*, *Allamanda catártica*, *Ixora coccínea* e *Duranta erecta*, considerando dados de crescimento, respostas fisiológicas e análise sensorial

Variável	<i>C. roseus</i>			<i>A. catártica</i>			<i>I. coccínea</i>			<i>D. erecta</i>		
	SL	Decliv	Classe	SL	Declivi	Classe	SL	Decliv	Classe	SL	Decliv	Class.
MSPA	0,82	Sam	S	0,65	sam	S	2,98	5,2	MT	0,50	Sam	S
MSR	1,68	Sam	MS	0,71	Sam	S	Rns	-	AT	0,38	Sam	S
MST	0,84	Sam	S	0,66	Sam	S	3,29	3,3	MT	0,46	Sam	S
AP	0,87	2,55	S	0,79	4,37	S	3,09	2,55	MT	2,66	3,74	MT
DC	3,53	4,26	MT	1,04	3,14	MS	4,39	1,49	T	0,65	3,04	S
AF	0,96	10,41	MS	0,67	Sam	S	0,76	Sam	S	0,56	Sam	S
Gs	0,95	14,25	MS	0,81	12,67	S	2,70	9,88	MT	0,89	17,61	S
A	1,0	10,48	MS	0,99	8,85	MS	2,20	5,30	MT	0,75	12,85	S
E	0,94	12,37	MS	1,30	12,22	MS	1,40	5,95	MS	0,85	15,68	S
IRC	0,37	6,58	S	0,41	3,75	S	1,25	5,64	MS	0,07	3,06	S
MSFlor	3,16	13,5	MT	0,48	Sam	S	Rns	-	AT	3,82	24,9	MT
AG	2,51	7,85	MT	0,45	5,27	S	Rns	-	AT	2,90	8,15	MT

\*Rns = redução não significativa; \*Decliv= declividade, \*SL= salinidade limiar \*sam = sem ajuste do modelo proposto por Maas e Hoffman (1977); Fonte: Elaborada pelo autor

**Tabela 7** – Limites de sobrevivência em função da salinidade para *Catharanthus roseus*, *Allamanda catártica*, *Ixora coccínea* e *Duranta erecta*, considerando dados de crescimento, respostas fisiológicas e análise sensorial

Variável	Limites de sobrevivência (dS m <sup>-1</sup> )			
	<i>C. roseus</i>	<i>A. catártica</i>	<i>I. coccínea</i>	<i>D. erecta</i>
MSPA	12,9	14,3	22,4	11,8
MSR	17,2	17,2	Rns	9,2
MST	13,3	13,5	33,4	10,9
AP	40,1	23,6	42,3	29,4
DC	27,9	32,9	71,4	33,7
AF	10,5	10,4	22,1	12,8
gs	8,0	8,7	12,8	7,0
A	10,5	12,4	21,1	8,5
E	9,0	9,5	18,2	7,2
IRC	15,6	27,1	18,9	32,7
MSFlor	10,5	11,5	Rns	11,8
AG	15,3	19,4	Rns	15,1

Fonte: Elaborada pelo autor; Rns = redução não significativa

#### ***Tolerância à salinidade utilizando metodologia adaptada de Miyamoto et al. (2004)***

A classificação adaptada de Miyamoto et al. (2004) considerando os dados de produção de biomassa da parte aérea separou adequadamente as quatro espécies ornamentais quanto a tolerância à salinidade (Tabela 8). Duas espécies foram consideradas moderadamente sensíveis (*C. roseus* e *A. cathartica*), uma tolerante (*I. coccínea*) e uma sensível (*D. erecta*). Essa classificação mostrou grande similaridade com aquelas obtidas com os dados de MST e dados de trocas gasosas por esta mesma metodologia (Tabela 9) e com a classificação de Maas e Hoffman (1977), considerando a média dos dados de produção de biomassa e de trocas gasosas foliares.

Comparando-se a classificação com base nos dados MSPA, observa-se que pela metodologia de Maas e Hoffman se observou valores diferentes de salinidade limiar, sendo que os valores para *C. roseus* e *A. cathartica* foram 1,64 e 1,30 vezes maiores que o valor de *D. erecta* (Tabela 6). Entretanto, essas diferenças na SL não foram suficientes para separar as espécies pela referida metodologia, sendo as mesmas classificadas como



sensível à salinidade. Pela metodologia adaptada de Miyamoto et al. (2004) essa diferença foi detectada, sendo as duas primeiras espécies classificadas como moderadamente sensíveis e a última como sensível (Tabela 8).

**Tabela 8** – Critérios e classificação quanto a tolerância à salinidade segundo adaptada de Miyamoto et al. (2004) para *Catharanthus roseus*, *Allamanda catártica*, *Ixora coccínea* e *Duranta erecta*, considerando dados de biomassa seca da parte aérea

<b>Espécie</b>	<b>Critério</b>	<b>Classificação</b>
<i>C. roseus</i>	25% de redução na MSPA entre 2,0 e 4,0 dS m <sup>-1</sup>	Moderadamente sensível
<i>A. catártica</i>	25% de redução na MSPA entre 2,0 e 4,0 dS m <sup>-1</sup>	Moderadamente sensível
<i>I. coccínea</i>	25% de redução na MSPA entre 6,0 e 8,0 dS m <sup>-1</sup>	Tolerante
<i>D. erecta</i>	25% de redução na MSPA entre 0 e 2,0 dS m <sup>-1</sup>	Sensível

Fonte: Elaborada pelo autor

A metodologia adaptada de Miyamoto et al. (2004) demonstra com mais clareza a inadequação de dados de AP, DC e IRC para classificação da tolerância à salinidade (Tabela 9). Na interpretação dos dados dessas variáveis, as espécies são classificadas como tolerantes ou altamente tolerantes, algo incompatível com os resultados para a produção de biomassa e pela própria classificação da metodologia de Maas e Hoffman (1977), notadamente para as espécies *C. roseus*, *A. catártica* e *D. erecta*. Também se observa um aumento significativo na categoria altamente tolerante (AT), cerca de 4 vezes mais que na metodologia de Maas e Hoffman, sendo essas categorias relacionadas principalmente com essas variáveis (AP, DC e IRC).

Apesar de ter havido discrepâncias entre as metodologias de Miyamoto et al. (2004) e Maas e Hoffman (1977), essas não foram observadas para a produção relativas de flores e para a avaliação visual da aparência das plantas (Tabelas 6 e 9). Observa-se alta similaridade entre essas duas variáveis e os resultados reforçam as diferenças entre a classificação com base na produção de biomassa da parte aérea e a obtida com indicadores de qualidade visual, conforme relatam também outros autores (NIU; RODRIGUEZ; AGUININA, 2007; NEVES et al., 2017).

**Tabela 9** – Classificação quanto a tolerância á salinidade segundo metodologia adaptada de Myiamoto et al. (2004) para *Catharanthus roseus*, *Allamanda catártica*, *Ixora coccínea* e *Duranta erecta*, considerando dados de crescimento, respostas fisiológicas e análise sensorial

Grupos de variáveis	Espécies/Classificação			
	<i>C. roseus</i>	<i>A. catártica</i>	<i>I. coccínea</i>	<i>D. erecta</i>
MST	MS	MS	AT	S
MSR	MT	MS	AT	S
AP	AT	T	AT	T
DC	AT	AT	AT	AT
AF	MT	S	MT	S
gs	MS	MS	MT	MS
A	MS	MS	T	MS
E	MS	MS	MT	MS
IRC	MT	AT	T	AT
MSFlor	MT	S	AT	T
AG	MT	MS	AT	MT

AT – Altamente tolerante; T – Tolerante; MT – Moderadamente tolerante; MS – Moderadamente sensível; S – Sensível; Fonte: Elaborada pelo autor

### ***Tolerância à salinidade com base no percentual de redução (Fageria, 1985)***

Nas Tabelas 10, 11, 12 e 13 são apresentados os dados de redução relativa para as espécies *C. roseus*, *A. catártica*, *I. coccínea* e *D. erecta*, respectivamente, considerando-se dados de crescimento, respostas fisiológicas e análise sensorial. Essa classificação adaptada de Fageria (1985) utiliza praticamente as mesmas categorias das duas classificações apresentadas anteriormente (S, MS, MT e T), porém a classificação é apresentada para cada nível de salinidade, conforme os percentuais de redução apresentados na Tabela 3. Para facilitar a apresentação e discussão dos resultados iremos apresentar os limites para a categoria tolerante (T), considerando-se a matéria seca da parte aérea como variável de referência.

Considerando-se o exposto acima, verifica-se que o limite de tolerância à salinidade com base na produção de biomassa da parte aérea (Tabelas 10, 11, 12 e 13), seguindo a metodologia de Fageria (1985), decresceu na seguinte ordem: *Ixora coccínea* (tolerante até CEa = 6,0 dS m<sup>-1</sup>); *Catharanthus roseus* (tolerante até CEa = 2,0 dS m<sup>-1</sup>); *Allamanda catártica* (tolerante até CEa = 1,0 dS m<sup>-1</sup>); e *Duranta erecta* (tolerante em

valores menores que  $CEa = 1,0 \text{ dS m}^{-1}$ ). Esses limites estabelecidos estão de acordo com a sequência decrescente nos valores de salinidade limiar das quatro espécies para MSPA, conforme a classificação de Maas e Hoffman (1977).

A classificação proposta por Fageria (1985) também mostra boa similaridade entre as respostas de produção de biomassa da parte aérea com os dados de trocas gasosas foliares e área foliar (Tabelas 10, 11, 12 e 13). Para essas variáveis, confirma-se a diferenciação da espécie *I. coccínea* em relação às demais, sendo que os limites para a categoria T decresceram na seguinte ordem: *Ixora coccínea* (tolerante até  $CEa = 5,0 \text{ dS m}^{-1}$ ); *Allamanda catártica* (tolerante até  $CEa = 3,0 \text{ dS m}^{-1}$ ); *Catharanthus roseus* (tolerante até  $CEa = 2,0 \text{ dS m}^{-1}$ ); *Duranta erecta* (tolerante até  $CEa = 2,0 \text{ dS m}^{-1}$ ).

Por outro lado, verifica-se que os limites para categoria T considerando os dados de área foliar (AF) são praticamente os mesmos para os dados de MSPA, resultado que diverge das outras metodologias. Para se ter uma ideia os limites para a categoria T, conforme Fageria (1985), decresceram na seguinte ordem: *Ixora coccínea* (tolerante até  $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ ); *Catharanthus roseus* (tolerante até  $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ ); *Allamanda catártica* (tolerante até  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ ); e *Duranta erecta* (tolerante em valores inferiores a  $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ ).

De forma bastante diferente, a metodologia baseada na salinidade limiar coloca *I. coccínea* como sensível, na mesma classe de *D. erecta* e *A. catártica*, quando se utilizam os dados de área foliar. Essa discrepância deve estar relacionada ao grau de redução percentual com o aumento da salinidade, o qual foi menor na espécie *I. coccínea*, resultado confirmado pela metodologia de Fageria (1985) mas que não foi possível estimar pelo modelo de Maas e Hoffman para as demais espécies, sendo esta última metodologia baseada apenas nos limites de salinidade limiar estabelecidos na Tabela 2.

A metodologia adaptada de Fageria (1985) também confirma a inadequação dos dados de altura de plantas, diâmetro do caule e índice relativo de clorofila para a classificação da tolerância à salinidade, tomando como variável e referência a biomassa seca da parte aérea. Para todas as espécies os limites para a categoria tolerante, considerando dados de AP, DC e IRC, foram superiores a  $6 \text{ dS m}^{-1}$ , exceto para o IRC nas espécies *C. roseus* e *I. coccínea*. Para a espécie *D. erecta*, considerada mais sensível pela metodologia de Fageria (1985), os limites para a biomassa seca da parte aérea foram menores que  $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ , enquanto os limites para AP, DC e IRC foram 6, 8 e  $8 \text{ dS m}^{-1}$ , respectivamente.

A classificação adaptada de Fageria (1985) permite clarear ainda mais as relações entre as variáveis quantitativas e qualitativas para cada espécie (Tabelas 10, 11,

12 e 13). Para a espécie *C. roseus* verifica-se que o limite da categoria tolerante foi maior para aparência geral ( $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) do que a para a MSPA ( $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ ), e isso se explica por que os limites para o IRC e MSFlor ( $3,0$  e  $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) também foram maiores que o da MSPA. Resultado semelhante foi observado para *A. catártica*, quando o limite de AG foi também maior que o observado para o crescimento, porém essa diferença se deveu, provavelmente, à manutenção do verde das folhas, já que a produção de flores foi drasticamente reduzida em baixos níveis de salinidade.

A espécie *I coccínea*, a mais tolerante para a maioria dos índices avaliados, manteve praticamente inalterada sua avaliação em termos de aparência geral, o que se explica pelo fato da produção de flores também não ter sofrido influência da salinidade. É importante destacar ainda para essa espécie, que o limite de tolerância para o IRC e para MSPA ficaram em  $5,0$  e  $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ , respectivamente. Porém, o grau de queda foi relativamente pequeno, o que contribui para o impacto menos negativo na análise sensorial. Por outro lado, a espécie *D. erecta*, a mais sensível para a maioria dos índices avaliados, manteve como tolerante para AG, MSFlor e IRC praticamente inalterados até  $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ , discrepando totalmente da avaliação da produção de biomassa, conforme metodologia de Fageria (1985). Isso demonstra claramente a divergência entre avaliações quantitativas e qualitativas de plantas ornamentais em resposta ao aumento da salinidade do solo e da água de irrigação (NIU; RODRIGUEZ; AGUININA, 2007; NEVES et al., 2017).

**Tabela 10** - Redução da produção de MST, MSPA, MSR, AP, DC, AF, gs, A, E, IRC, MSFlor e AG de plantas da espécie *C. roseus* e classificação quanto à tolerância a salinidade, em resposta aos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, aos 60 dias após o início dos tratamentos salinos, conforme metodologia adaptada de Fageria (1985)

Redução da produção (%)									
Salinidade da água de irrigação (dS m <sup>-1</sup> )									
Variáveis	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
MST	3,5 <sup>T</sup>	15,8 <sup>T</sup>	20,8 <sup>MT</sup>	32,7 <sup>MT</sup>	46,5 <sup>MS</sup>	51,8 <sup>MS</sup>	69,0 <sup>S</sup>	77,0 <sup>S</sup>	78,6 <sup>S</sup>
MSPA	5,9 <sup>T</sup>	17,0 <sup>T</sup>	21,6 <sup>MT</sup>	34,4 <sup>MT</sup>	49,5 <sup>MS</sup>	55,2 <sup>MS</sup>	72,5 <sup>S</sup>	80,6 <sup>S</sup>	81,1 <sup>S</sup>
MSR	0 <sup>T</sup>	7,9 <sup>T</sup>	15,5 <sup>MT</sup>	21,4 <sup>MT</sup>	27,6 <sup>MT</sup>	29,6 <sup>MT</sup>	46,4 <sup>MS</sup>	53,5 <sup>MS</sup>	62,7 <sup>S</sup>
AP	0 <sup>T</sup>	3,7 <sup>T</sup>	6,4 <sup>T</sup>	9,7 <sup>T</sup>	12,2 <sup>T</sup>	10,1 <sup>T</sup>	19,5 <sup>T</sup>	22,5 <sup>MT</sup>	28,2 <sup>MT</sup>
DC	0 <sup>T</sup>	0 <sup>T</sup>	4,6 <sup>T</sup>	3,4 <sup>T</sup>	3,0 <sup>T</sup>	14,9 <sup>T</sup>	17,3 <sup>T</sup>	8,9 <sup>T</sup>	25,0 <sup>MT</sup>
AF	3,0 <sup>T</sup>	12,5 <sup>T</sup>	12,6 <sup>T</sup>	21,1 <sup>MT</sup>	43,7 <sup>MS</sup>	58,8 <sup>MS</sup>	77,4 <sup>S</sup>	92,2 <sup>S</sup>	96,9 <sup>S</sup>
gs	1,1 <sup>T</sup>	19,1 <sup>T</sup>	24,4 <sup>MT</sup>	39,7 <sup>MT</sup>	61,7 <sup>S</sup>	72,3 <sup>S</sup>	87,5 <sup>S</sup>	94,5 <sup>S</sup>	96,0 <sup>S</sup>
A	0 <sup>T</sup>	17,3 <sup>T</sup>	18,3 <sup>T</sup>	27,9 <sup>MT</sup>	43,0 <sup>MS</sup>	53,3 <sup>MS</sup>	75,6 <sup>S</sup>	89,0 <sup>S</sup>	90,6 <sup>S</sup>
E	1,4 <sup>T</sup>	16,3 <sup>T</sup>	21,8 <sup>MT</sup>	35,0 <sup>MT</sup>	50,6 <sup>MS</sup>	64,8 <sup>S</sup>	82,8 <sup>S</sup>	91,6 <sup>S</sup>	93,4 <sup>S</sup>
IRC	5,8 <sup>T</sup>	8,5 <sup>T</sup>	16,3 <sup>T</sup>	22,6 <sup>MT</sup>	33,5 <sup>MT</sup>	38,5 <sup>MT</sup>	52,6 <sup>MS</sup>	60,2 <sup>S</sup>	65,2 <sup>S</sup>
MSFlor	7,8 <sup>T</sup>	0 <sup>T</sup>	0 <sup>T</sup>	6,2 <sup>T</sup>	27,8 <sup>MT</sup>	41,9 <sup>MS</sup>	72,5 <sup>MS</sup>	85,8 <sup>S</sup>	82,7 <sup>S</sup>
APG	0 <sup>T</sup>	4,5 <sup>T</sup>	2,2 <sup>T</sup>	14,7 <sup>T</sup>	14,8 <sup>T</sup>	29,2 <sup>MT</sup>	48,4 <sup>MS</sup>	55,8 <sup>MS</sup>	74,2 <sup>S</sup>
Média	2,4 <sup>T</sup>	10,2 <sup>T</sup>	13,7 <sup>T</sup>	22,4 <sup>MT</sup>	34,5 <sup>MT</sup>	45,4 <sup>MT</sup>	60,1 <sup>S</sup>	67,6 <sup>S</sup>	72,9 <sup>S</sup>

S – Sensível; MS – Moderadamente sensível; MT – Moderadamente tolerante; T – Tolerante; Classificação de tolerância à salinidade segundo Fageria (1985). Fonte: Elaborada pelo autor

**Tabela 11** - Redução da produção de MST, MSPA, MSR, AP, DC, AF, gs, A, E, IRC, MSFlor e AG de plantas da espécie *A. catártica* e classificação quanto à tolerância a salinidade, em resposta aos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, aos 60 dias após o início dos tratamentos salinos, conforme metodologia adaptada de Fageria (1985)

Redução da produção (%)									
Salinidade da água de irrigação (dS m <sup>-1</sup> )									
Variáveis	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
MST	14,2 <sup>T</sup>	20,2 <sup>MT</sup>	33,6 <sup>MT</sup>	35,7 <sup>MT</sup>	32,8 <sup>MS</sup>	46,6 <sup>MS</sup>	61,2 <sup>S</sup>	69,4 <sup>S</sup>	79,0 <sup>S</sup>
MSPA	14,1 <sup>T</sup>	21,4 <sup>MT</sup>	35,9 <sup>MT</sup>	40,8 <sup>MS</sup>	37,9 <sup>MT</sup>	50,3 <sup>MS</sup>	65,0 <sup>S</sup>	73,5 <sup>S</sup>	80,8 <sup>S</sup>
MSR	14,3 <sup>T</sup>	16,9 <sup>T</sup>	26,9 <sup>MT</sup>	20,6 <sup>MT</sup>	18,0 <sup>T</sup>	35,7 <sup>MT</sup>	50,3 <sup>MS</sup>	57,2 <sup>MS</sup>	73,8 <sup>S</sup>
AP	0,4 <sup>T</sup>	3,1 <sup>T</sup>	10,0 <sup>T</sup>	18,5 <sup>T</sup>	19,4 <sup>T</sup>	19,8 <sup>T</sup>	31,4 <sup>MT</sup>	24,3 <sup>MT</sup>	39,3 <sup>MT</sup>
DC	0 <sup>T</sup>	0,9 <sup>T</sup>	9,0 <sup>T</sup>	10,0 <sup>T</sup>	11,0 <sup>T</sup>	12,2 <sup>T</sup>	13,4 <sup>T</sup>	14,2 <sup>T</sup>	22,7 <sup>MT</sup>
AF	15,4 <sup>T</sup>	25,8 <sup>MT</sup>	41,2 <sup>MS</sup>	46,9 <sup>MS</sup>	53,7 <sup>MS</sup>	65,4 <sup>S</sup>	84,8 <sup>S</sup>	92,6 <sup>S</sup>	96,5 <sup>S</sup>
Gs	0 <sup>T</sup>	13,4 <sup>T</sup>	23,2 <sup>MT</sup>	56,7 <sup>MS</sup>	59,7 <sup>MS</sup>	62,3 <sup>S</sup>	84,6 <sup>S</sup>	89,2 <sup>S</sup>	93,7 <sup>S</sup>
A	0 <sup>T</sup>	9,6 <sup>T</sup>	12,1 <sup>T</sup>	35,5 <sup>MT</sup>	36,8 <sup>MT</sup>	38,6 <sup>MT</sup>	67,5 <sup>S</sup>	76,4 <sup>S</sup>	82,8 <sup>S</sup>
E	0 <sup>T</sup>	6,4 <sup>T</sup>	17,5 <sup>T</sup>	45,5 <sup>MS</sup>	51,5 <sup>MS</sup>	51,6 <sup>S</sup>	78,5 <sup>S</sup>	84,2 <sup>S</sup>	90,6 <sup>S</sup>
IRC	3,3 <sup>T</sup>	5,3 <sup>T</sup>	9,0 <sup>T</sup>	14,1 <sup>T</sup>	14,4 <sup>T</sup>	16,5 <sup>T</sup>	19,5 <sup>T</sup>	21,0 <sup>MT</sup>	31,5 <sup>MT</sup>
MSFlor	34,3 <sup>MT</sup>	23,3 <sup>MT</sup>	51,7 <sup>MS</sup>	63,4 <sup>S</sup>	48,3 <sup>MS</sup>	75,6 <sup>S</sup>	83,4 <sup>S</sup>	75,2 <sup>S</sup>	99,0 <sup>S</sup>
AG	0,4 <sup>T</sup>	14,1 <sup>T</sup>	9,5 <sup>T</sup>	25,6 <sup>MT</sup>	26,9 <sup>MT</sup>	27,8 <sup>MT</sup>	41,6 <sup>MS</sup>	44,9 <sup>MS</sup>	62,7 <sup>S</sup>
Média	8,0 <sup>T</sup>	13,4 <sup>T</sup>	23,3 <sup>MT</sup>	34,4 <sup>MT</sup>	34,2 <sup>MT</sup>	41,9 <sup>MS</sup>	56,8 <sup>MS</sup>	60,2 <sup>S</sup>	71,0 <sup>S</sup>

S – Sensível; MS – Moderadamente sensível; MT – Moderadamente tolerante; T – Tolerante; Classificação de tolerância à salinidade segundo Fageria (1985). Fonte: Elaborada pelo autor

**Tabela 12** - Redução da produção de MST, MSPA, MSR, AP, DC, AF, gs, A, E, IRC, MSFlor e AG de plantas da espécie *I. coccinea* e classificação quanto à tolerância a salinidade, em resposta aos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, aos 60 dias após o início dos tratamentos salinos, conforme metodologia adaptada de Fageria (1985)

Redução da produção (%)									
Salinidade da água de irrigação (dS m <sup>-1</sup> )									
Variáveis	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
MST	0 <sup>T</sup>	7,7 <sup>T</sup>	4,0 <sup>T</sup>	1,9 <sup>T</sup>	5,1 <sup>T</sup>	7,1 <sup>T</sup>	19,9 <sup>T</sup>	23,9 <sup>MT</sup>	26,2 <sup>MT</sup>
MSPA	0 <sup>T</sup>	7,8 <sup>T</sup>	7,8 <sup>T</sup>	0,9 <sup>T</sup>	14,9 <sup>T</sup>	15,6 <sup>T</sup>	27,7 <sup>MT</sup>	34,2 <sup>MT</sup>	32,9 <sup>MT</sup>
MSR	0 <sup>T</sup>	7,4 <sup>T</sup>	0 <sup>T</sup>	4,8 <sup>T</sup>	0 <sup>T</sup>	0 <sup>T</sup>	0 <sup>T</sup>	0 <sup>T</sup>	6,7 <sup>T</sup>
AP	0 <sup>T</sup>	0 <sup>T</sup>	0 <sup>T</sup>	4,1 <sup>T</sup>	5,8 <sup>T</sup>	8,1 <sup>T</sup>	11,3 <sup>T</sup>	11,6 <sup>T</sup>	12,3 <sup>T</sup>
DC	0 <sup>T</sup>	0 <sup>T</sup>	0 <sup>T</sup>	0 <sup>T</sup>	0,1 <sup>T</sup>	8,4 <sup>T</sup>	7,6 <sup>T</sup>	6,7 <sup>T</sup>	11,6 <sup>T</sup>
AF	6,7 <sup>T</sup>	15,5 <sup>T</sup>	11,8 <sup>T</sup>	19,6 <sup>T</sup>	24,8 <sup>MT</sup>	31,2 <sup>MT</sup>	42,5 <sup>MS</sup>	46,2 <sup>MS</sup>	52,1 <sup>MS</sup>
Gs	0 <sup>T</sup>	0 <sup>T</sup>	3,0 <sup>T</sup>	16,86 <sup>T</sup>	17,0 <sup>T</sup>	31,9 <sup>MT</sup>	53,9 <sup>MS</sup>	50,9 <sup>MS</sup>	66,4 <sup>S</sup>
A	0 <sup>T</sup>	8,9 <sup>T</sup>	12,1 <sup>T</sup>	14,4 <sup>T</sup>	7,0 <sup>T</sup>	19,0 <sup>T</sup>	37,6 <sup>MT</sup>	38,6 <sup>MT</sup>	51,1 <sup>MS</sup>
E	0 <sup>T</sup>	4,7 <sup>T</sup>	10,8 <sup>T</sup>	19,2 <sup>T</sup>	17,2 <sup>T</sup>	28,1 <sup>MT</sup>	49,1 <sup>MS</sup>	46,8 <sup>MS</sup>	61,1 <sup>MS</sup>
IRC	1,3 <sup>T</sup>	2,2 <sup>T</sup>	9,3 <sup>T</sup>	20,0 <sup>T</sup>	22,4 <sup>MT</sup>	23,9 <sup>MT</sup>	25,2 <sup>MT</sup>	28,1 <sup>MT</sup>	29,5 <sup>MT</sup>
MSFlor	1,8 <sup>T</sup>	56,7 <sup>MS</sup>	0 <sup>T</sup>	0 <sup>T</sup>	15,2 <sup>T</sup>	0,0 <sup>T</sup>	0,0 <sup>T</sup>	0,0 <sup>T</sup>	0,0 <sup>T</sup>
APG	0 <sup>T</sup>	0,4 <sup>T</sup>	0 <sup>T</sup>	6,1 <sup>T</sup>	0 <sup>T</sup>	15,0 <sup>T</sup>	0 <sup>T</sup>	0 <sup>T</sup>	9,8 <sup>T</sup>
Média	0,3 <sup>T</sup>	9,36 <sup>T</sup>	4,9 <sup>T</sup>	8,9 <sup>T</sup>	10,8 <sup>T</sup>	15,7 <sup>T</sup>	22,9 <sup>T</sup>	23,9 <sup>T</sup>	30,0 <sup>MT</sup>

S – Sensível; MS – Moderadamente sensível; MT – Moderadamente tolerante; T – Tolerante; Classificação de tolerância à salinidade segundo Fageria (1985). Fonte: Elaborada pelo autor

**Tabela 13** - Redução da produção de MST, MSPA, MSR, AP, DC, AF, gs, A, E, IRC, MSFlor e AG de plantas da espécie *D. erecta* e classificação quanto à tolerância a salinidade, em resposta aos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, aos 60 dias após o início dos tratamentos salinos, conforme metodologia adaptada de Fageria (1985)

Redução da produção (%)									
Salinidade da água de irrigação (dS m <sup>-1</sup> )									
Variáveis	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
MST	27,6 <sup>MT</sup>	32,9 <sup>MT</sup>	32,0 <sup>MT</sup>	40,5 <sup>MS</sup>	46,1 <sup>MS</sup>	61,6 <sup>S</sup>	58,6 <sup>MS</sup>	70,3 <sup>S</sup>	77,4 <sup>S</sup>
MSPA	26,4 <sup>MT</sup>	29,7 <sup>MT</sup>	25,6 <sup>MT</sup>	37,4 <sup>MT</sup>	44,0 <sup>MS</sup>	56,7 <sup>MS</sup>	58,0 <sup>MS</sup>	67,8 <sup>S</sup>	76,5 <sup>S</sup>
MSR	30,5 <sup>MT</sup>	40,3 <sup>MT</sup>	46,7 <sup>MS</sup>	47,8 <sup>MS</sup>	50,8 <sup>MS</sup>	71,7 <sup>S</sup>	60,0 <sup>MS</sup>	76,0 <sup>S</sup>	79,5 <sup>S</sup>
AP	5,6 <sup>T</sup>	1,2 <sup>T</sup>	0,4 <sup>T</sup>	1,7 <sup>T</sup>	3,9 <sup>T</sup>	14,9 <sup>T</sup>	25,0 <sup>MT</sup>	25,5 <sup>MT</sup>	34,6 <sup>MT</sup>
DC	0 <sup>T</sup>	3,9 <sup>T</sup>	8,2 <sup>T</sup>	19,9 <sup>T</sup>	13,9 <sup>T</sup>	15,4 <sup>T</sup>	15,6 <sup>T</sup>	24,9 <sup>MT</sup>	37,3 <sup>MT</sup>
AF	22,9 <sup>MT</sup>	36,8 <sup>MT</sup>	37,5 <sup>MT</sup>	35,5 <sup>MT</sup>	47,4 <sup>MS</sup>	58,8 <sup>MS</sup>	63,9 <sup>S</sup>	85,8 <sup>S</sup>	92,4 <sup>S</sup>
Gs	0 <sup>T</sup>	9,3 <sup>T</sup>	45,5 <sup>MS</sup>	69,8 <sup>S</sup>	70,3 <sup>S</sup>	80,1 <sup>S</sup>	86,9 <sup>S</sup>	85,5 <sup>S</sup>	86,2 <sup>S</sup>
A	0 <sup>T</sup>	19,9 <sup>T</sup>	31,3 <sup>MT</sup>	47,6 <sup>MS</sup>	51,7 <sup>MS</sup>	65,3 <sup>S</sup>	77,0 <sup>S</sup>	78,6 <sup>S</sup>	89,3 <sup>S</sup>
E	0 <sup>T</sup>	14,8 <sup>T</sup>	41,5 <sup>MS</sup>	60,7 <sup>S</sup>	62,8 <sup>S</sup>	73,9 <sup>S</sup>	81,4 <sup>S</sup>	79,1 <sup>S</sup>	80,4 <sup>S</sup>
IRC	6,4 <sup>T</sup>	7,8 <sup>T</sup>	8,0 <sup>T</sup>	9,2 <sup>T</sup>	15,8 <sup>T</sup>	18,5 <sup>T</sup>	19,5 <sup>T</sup>	30,5 <sup>MT</sup>	39,6 <sup>MT</sup>
MSFlor	0 <sup>T</sup>	0 <sup>T</sup>	0 <sup>T</sup>	0 <sup>T</sup>	0 <sup>T</sup>	0 <sup>T</sup>	33,0 <sup>MT</sup>	54,5 <sup>MS</sup>	93,6 <sup>S</sup>
AG	0 <sup>T</sup>	0,4 <sup>T</sup>	0,7 <sup>T</sup>	12,2 <sup>T</sup>	25,6 <sup>MT</sup>	8,7 <sup>T</sup>	47,1 <sup>MS</sup>	54,4 <sup>MS</sup>	77,0 <sup>S</sup>
Média	9,9 <sup>T</sup>	15,7 <sup>T</sup>	23,1 <sup>MT</sup>	32,2 <sup>MT</sup>	35,7 <sup>MT</sup>	43,8 <sup>MS</sup>	52,2 <sup>MS</sup>	61,1 <sup>S</sup>	72,0 <sup>S</sup>

S – Sensível; MS – Moderadamente sensível; MT – Moderadamente tolerante; T – Tolerante; Classificação de tolerância à salinidade segundo Fageria (1985). Fonte: Elaborada pelo autor

### 3.5 Percentagem de plantas vivas ao final do experimento

Na Tabela 14 é apresentada a percentagem das plantas vivas ao final do experimento. Observa-se que as quatro espécies avaliadas apresentaram alta percentagem de sobrevivência mesmo sob altos níveis de salinidade aplicados durante 60 dias. Entretanto, a espécie *I. coccinea* foi a única que teve 100% de sobrevivência e foi também a que menos apresentou sintomas de toxicidade nas folhas (observação visual não quantificada). As demais espécies apresentaram mortalidade principalmente nos dois últimos níveis de salinidade, com as espécies *C. roseus* e *A. cathartica* apresentaram 5% de plantas mortas no tratamento de 12,0 dS m<sup>-1</sup>. A espécie *D. erecta* foi a que apresentou maiores sintomas de queima nas folhas (observação visual não quantificada) e a mortalidade alcançou o valor de 10% no maior nível de salinidade.

Os limites de tolerância obtidos dos modelos apresentados no Apêndice B para as quatro espécies estudadas (Tabela 7), calculados com base na produção de biomassa da parte aérea e das taxas de fotossíntese, são compatíveis com a capacidade de sobrevivência ao final do período experimental (Tabela 14). Os limites de sobrevivência considerando as



taxas de fotossíntese foram, respectivamente, 10,5, 12,3, 21,1 e 8,5  $\text{dS m}^{-1}$  para *C. roseus*, *A. catártica*, *D. erecta* e *I. coccínea* (Tabela 7). Os limites obtidos com os dados de MSPA são semelhantes aos observados para as taxas de fotossíntese, com as espécies *I. coccínea* e *D. erecta* apresentando, respectivamente, maior e menor capacidade de sobrevivência sob condições de salinidade.

**Tabela 14** – Percentagem de plantas ornamentais vivas ao final do experimento, cultivadas com diferentes níveis de salinidade na água de irrigação, aos 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos salinos

Plantas vivas ao final do experimento (%)										
Espécies	Salinidade da água de irrigação ( $\text{dS m}^{-1}$ )									
	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
<i>C. roseus</i>	100	100	100	100	100	100	100	98,75	98,75	95,0
<i>A. catártica</i>	100	100	100	100	100	100	100	100	98,75	95,0
<i>I. coccínea</i>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>D. erecta</i>	100	100	100	100	100	100	100	100	97,5	90,0

Fonte: Elaborada pelo autor

Niu e Rodriguez (2006b), pesquisando a tolerância à salinidade com três espécies de plantas ornamentais herbáceas perenes, *Lavandula angustifolia*, *Penstemon eatonii* e *Penstemon pseudospectabilis*, observaram lesões foliares e necroses e a maioria das plantas não sobreviveram ao nível de salinidade (CEa) de 3,2  $\text{dS m}^{-1}$ . Por outro lado, Niu, Rodriguez, Aguinina (2007) trabalhando com dez espécies ornamentais irrigadas com soluções salinas de condutividades elétricas (CEa) de 0,8, 3,2 e 5,4  $\text{dS m}^{-1}$ , constataram que apenas uma delas não sobreviveu ao maior nível de salinidade empregado, sendo que as demais não apresentaram sintomas de injúrias e pequena redução no crescimento. Estes últimos resultados são compatíveis com os observados no presente estudo e indicam bom potencial de plantas ornamentais para serem cultivadas sob irrigação com águas salobras. Barros et al. (2010) também verificou diferenças na tolerância à salinidade em estudos com seis genótipos de helicônias irrigadas com águas salobras.

### *Análises quantitativas x análises qualitativas em plantas ornamentais*

Na Tabela 15, são apresentadas as notas atribuídas para aparência geral das plantas das espécies *C. roseus*, *A. cathártica*, *I. coccínea* e *D. erecta*. Nota-se que as notas variaram de espécie para espécie e decresceram com o aumento da salinidade, exceto para *I. coccínea*. Para as demais espécies o limite da queda variou, conforme já demonstrado com a utilização das metodologias adaptadas de Maas e Hoffman (1977), Miyamoto et al. (2004) e Fageria (1985).

**Tabela 15** – Notas atribuídas para aparência geral, de plantas *C. roseus*, *A. cathártica*, *I. coccínea* e *D. erecta*, submetidas a diferentes níveis de salinidade na água de irrigação

Notas atribuídas				
Espécies				
Tratamentos	<i>C. roseus</i>	<i>A. cathártica</i>	<i>I. coccínea</i>	<i>D. erecta</i>
0,5	7,58 (±1,26)	7,76 (±1,17)	6,28 (±1,58)	6,92 (±1,39)
1,0	7,66 (±1,13)	7,73 (±0,99)	7,82 (±1,14)	7,47 (±1,33)
2,0	7,24 (±1,29)	6,67 (±1,59)	6,26 (±1,54)	7,48 (±1,27)
3,0	7,41 (±1,58)	7,02 (±1,24)	6,97 (±1,25)	6,88 (±1,77)
4,0	6,47 (±1,43)	5,85 (±1,71)	5,90 (±1,55)	6,08 (±1,53)
5,0	6,45 (±1,62)	5,67 (±1,81)	6,38 (±1,44)	5,15 (±1,67)
6,0	5,36 (±1,84)	5,60 (±1,56)	5,34 (±1,50)	6,32 (±1,45)
8,0	3,91 (±1,84)	4,53 (±1,80)	7,78 (±1,0)	3,66 (±1,49)
10,0	3,35 (±1,90)	4,27 (±1,92)	6,74 (±1,48)	3,16 (±1,61)
12,0	1,95 (±1,48)	2,90 (±1,69)	5,67 (±1,57)	1,59 (±1,34)

Fonte: Elaborada pelo autor

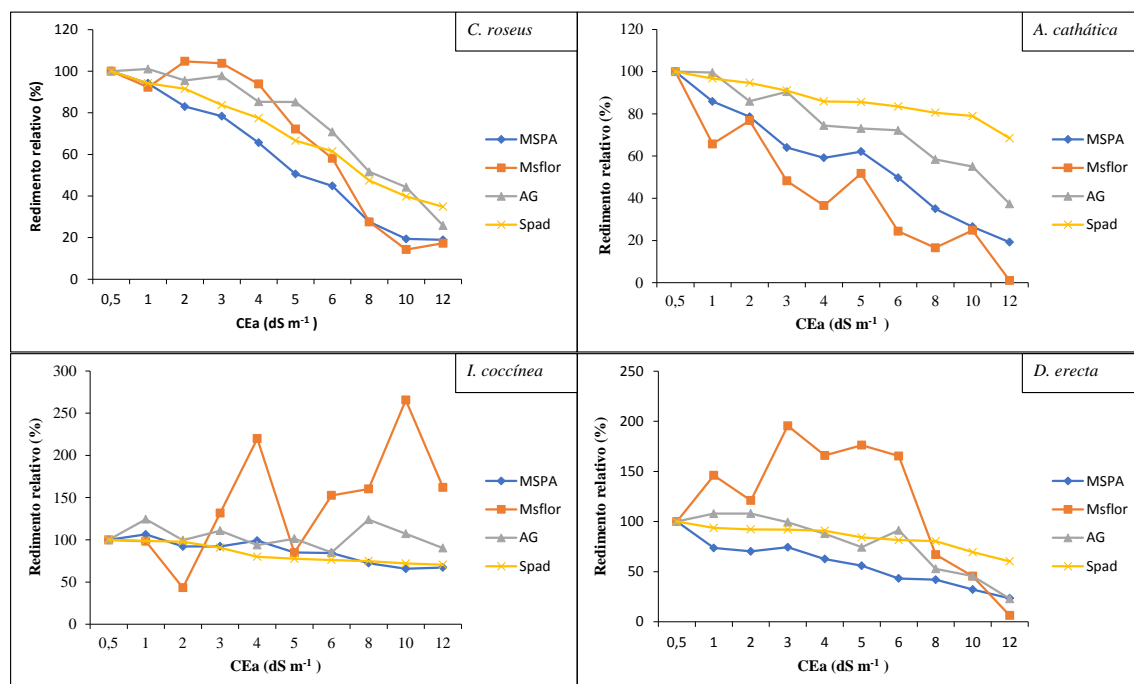
A Figura 3 permite uma análise bem interessante para a relação entre aspectos qualitativos e quantitativos das quatro espécies ornamentais, em função do aumento da salinidade. Se considerarmos a salinidade (CEa) de 3,0 dS m<sup>-1</sup> para todas as espécies, excetuando-se *I. coccínea* que manteve seus indicadores quantitativos e qualitativos com menores decréscimos em resposta a salinidade, temos a configuração detalhada abaixo.

A espécie *C. roseus* consegue manter sua boa avaliação qualitativa nesse nível de salinidade (3,0 dS m<sup>-1</sup>), mesmo com redução em torno de 20% no crescimento (MSPA) e de 15% no IRC, por que ocorre aumento na produção de flores (MSFlor). Resultado semelhante foi obtido por Neves et al. (2017), que afirmam que uma planta de menor tamanho pode manter seu valor comercial com a manutenção ou incremento da produção de flores. De forma similar a espécie *D. erecta* mantém a AG, no mesmo nível

de salinidade, mesmo com redução de mais de 30% na produção de biomassa da parte aérea. Isso se explica, muito provavelmente, pela manutenção do verde das folhas (IRC) e aumento da produção de flores. Resultados semelhantes foram obtidos por Alvarez e Sánchez-Blanco (2015), os quais observaram que a salinidade da água de irrigação até 4,0 dS m<sup>-1</sup>, não afetou o florescimento mas provocou redução de 39% na produção de biomassa de plantas de *Callistemon laevis*,

A espécie *A. catártica* apresenta também queda na AG mesmo com manutenção de IRC, o que se explica pela queda não apenas no crescimento, mas também na produção de flores em baixos níveis de salinidade (Figura 3).

**Figura 3** – Valores relativos da produção de biomassa da parte aérea (MSPA), biomassa de flores (MSFlor), índice relativo de clorofila (IRC) e aparência geral das plantas (AG) de plantas de *C. roseus*, *A. catártica*, *I. coccínea* e *D. erecta* irrigadas com águas de diferentes níveis de salinidade

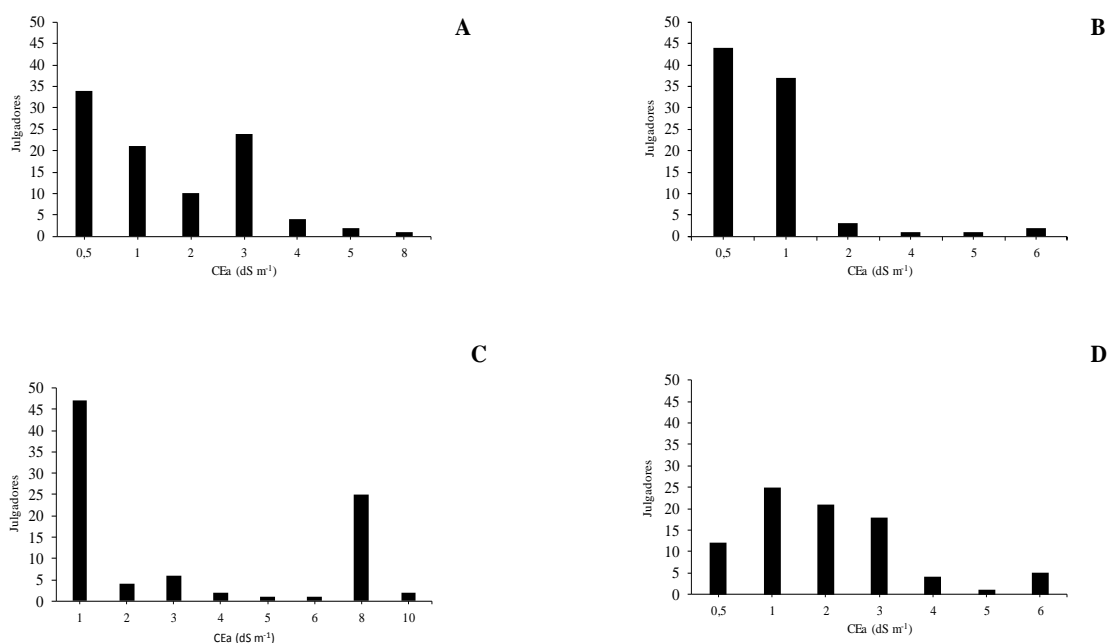


Os resultados demonstrados acima guardam ainda muita semelhança com os dados da Figura 4, a qual mostra o teste de preferência do comprador, onde se perguntou aos julgadores: “Em sua opinião como comprador, qual das amostras você compraria?” Para as espécies *C. roseus* e *D. erecta*, observa-se boa distribuição de preferência dos julgadores até a salinidade de 3,0 dS m<sup>-1</sup>. Já para a espécie *A. cathártica* a preferência se

concentra apenas nos níveis de salinidade de 0,5 e 1,0 dS m<sup>-1</sup>. Os resultados para essas três espécies são coerentes com as observações e os resultados da Figura 3.

Por outro lado, a espécie *I. coccínea* foi a única que alcançou alguma preferência para níveis de salinidade (CEa) superiores a 8,0 dS m<sup>-1</sup>, porém as escolhas se concentraram nos níveis de 1,0 e 8,0 dS m<sup>-1</sup>. Isso pode ser um indicativo de que além da presença da flor, o seu formato, tamanho e beleza podem individualmente também influenciar na escolha do comprador.

**Figura 4** – Preferência dos julgadores quando questionado sobre qual das amostras das espécies de plantas ornamentais *C. roseus* (A), *A. cathártica* (B), *I. coccínea* (C) e *D. erecta* (D), submetidas a diferentes níveis de salinidade na água de irrigação



Os resultados dessa pesquisa confirmam o potencial de espécies ornamentais para irrigação com águas salobras (MACIEL et al., 2012; NIU; RODRIGUEZ; MCKENNEY, 2012; WU et al., 2016; GARCÍA-CAPARRÓS et al., 2016; SANTOS JUNIOR et al., 2016) e reforçam a necessidade de mais estudos em relação à tolerância à salinidade dessas plantas, buscando-se identificar espécies tolerantes, bem como compreender os mecanismos de adaptação e as relações entre respostas qualitativas e quantitativas. Fica claro, conforme mencionam outros estudos (NIU; RODRIGUEZ; AGUININA, 2007; NEVES et al., 2017), que pequenas ou moderadas reduções no

crescimento podem ser compensadas por alterações morfológicas que favorecem a qualidade estética das plantas quando produzidas sob irrigação com águas salobras.

## CONCLUSÕES

As três metodologias empregadas convergem no sentido de indicar as espécies *I. coccínea* e *D. erecta*, respectivamente, com maior e menor capacidade de se ajustar sob condições de salinidade;

Com base nos valores de salinidade limiar (Maas e Hoffman, 1977) e utilizando-se dados de biomassa seca da parte aérea, temos a seguinte classificação quanto a tolerância à salinidade: *C. roseus* (Sensível), *A. cathartica* (Sensível), *I. coccínea* (Moderadamente tolerante) e *D. erecta* (Sensível);

Utilizando-se os critérios adaptados de Miyamoto et al. (2004) e os dados de biomassa seca da parte aérea temos a seguinte classificação: *C. roseus* (Moderadamente sensível), *A. cathartica* (Moderadamente sensível), *I. coccínea* (Tolerante) e *D. erecta* (Sensível);

A metodologia adaptada de Miyamoto et al. (2004) mostrou boa capacidade de separação das espécies quanto a tolerância à salinidade, especialmente quando se utilizou dados de biomassa da parte aérea e dados de trocas gasosas foliares;

Os dados de trocas gasosas foliares se mostraram adequadas para a classificação da tolerância à salinidade, independente da metodologia empregada;

Os dados de altura de plantas, diâmetro de caule e índice relativo de clorofila se mostram inadequados para classificação da tolerância à salinidade, quando comparadas com a variável de referência (biomassa seca da parte aérea), sendo essa inadequação mais significativa quando se utilizou a metodologia adaptada de Miyamoto et al. (2004);

Considerando-se a produção de matéria seca da parte aérea, verifica-se que as quatro espécies estudadas se mostraram tolerantes ou moderadamente tolerantes à salinidade de até 3,0 dS m<sup>-1</sup>, porém na salinidade 8 dS m<sup>-1</sup> quase todas se mostraram sensíveis ao excesso de sais na água de irrigação;

A avaliação qualitativa de plantas ornamentais depende de uma série de fatores, porém, a manutenção da cor verde das folhas e, principalmente, a produção de flores, pode eliminar efeitos depreciativos causados por níveis baixos e moderados de salinidade sobre o crescimento das plantas. Nesse sentido, uma metodologia semelhante à de Miyamoto et al. (2004) para a elaboração de índice global envolvendo características quantitativas e qualitativas, pode ser promissora para avaliação da tolerância à salinidade de plantas ornamentais.

## RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se que em futuras pesquisas sejam realizadas coletas e análises do lixiviado, com o objetivo de identificar variações na salinidade ao longo do tempo;

Recomenda-se que em futuras pesquisas sejam realizadas coletas e análises bioquímicas das raízes, com o objetivo de caracterizar possíveis mecanismos de tolerância à salinidade.

Para as espécies Boa noite e Alamandra amarela (*C. roseus*), (*A. cathártica*) para que tenha uma menor perda de produção de biomassa deve-se usar água com uma CE de até 3 dS m<sup>-1</sup>, já para pingo de ouro (*D. erecta*) pode ser usada água salobra com uma CE de até 2 dS m<sup>-1</sup> e para Mini lacre (*I. coccínea*), pode utilizar água salobra de até 6 dS m<sup>-1</sup>.

É importante enfatizar que a duração do tempo de estresse pode influenciar as respostas das plantas, devendo-se definir uma metodologia padronizada para produção de mudas e para o estabelecimento das mesmas em condições de campo.

## CONCLUSÕES

O tempo e o aumento na concentração de sais intensificaram os efeitos do estresse salino sobre as plantas, porém as respostas à salinidade diferiram entre as espécies estudadas;

A análise conjunta das análises de crescimento e das respostas fisiológicas e morfofisiológicas foliares indicam que a espécie *Ixora coccínea* e *Duranta erecta* se mostram, respectivamente, com maior e menor capacidade de se desenvolver sob irrigação com água salina;

As três metodologias empregadas convergem no sentido de indicar as espécies *I. coccínea* e *D. erecta*, respectivamente, com maior e menor capacidade de se ajustar sob condições de salinidade;

Com base nos valores de salinidade limiar (Maas e Hoffman, 1977) e utilizando-se dados de biomassa seca da parte aérea, temos a seguinte classificação quanto a tolerância à salinidade: *C. roseus* (Sensível), *A. cathartica* (Sensível), *I. coccínea* (Moderadamente tolerante) e *D. erecta* (Sensível);

Utilizando-se os critérios adaptados de Miyamoto et al. (2004) e os dados de biomassa seca da parte aérea temos a seguinte classificação: *C. roseus* (Moderadamente sensível), *A. cathartica* (Moderadamente sensível), *I. coccínea* (Tolerante) e *D. erecta* (Sensível);

A metodologia adaptada de Miyamoto et al. (2004) mostrou boa capacidade de separação das espécies quanto a tolerância à salinidade, especialmente quando se utilizou dados de biomassa da parte aérea e dados de trocas gasosas foliares;

Os dados de trocas gasosas foliares se mostraram adequadas para a classificação da tolerância à salinidade, independente da metodologia empregada;



## REFERÊNCIAS

AGUIAR, M. J.; VIANA, T. V. A.; AGUIAR, J. V.; LINO, J. B.; CRISOSTOMO JÚNIOR, R. R.; AQUIM, F. C.; BARRETO JÚNIOR, J. H. C. **Dados climatológicos:** Estação de Fortaleza, 2002. Fortaleza: Embrapa tropical, 2003. 19p.

ALLAKHVERDIEV, S. I.; SAKAMOTO, A.; NISHIYAMA, Y.; INABA, M. MURATA, N. *Ionic and osmotic effects of NaCl: induced inactivation of photosystems I and II in Synechococcus sp.* **Plant Physiology**, v.123, n.3, p.1047-1056, 2000.

ÁLVAREZ, S.; M. SÁNCHEZ-BLANCO, J. Comparison of individual and combined effects of salinity and deficit irrigation on physiological, nutritional and ornamental aspects of tolerance in *Callistemon laevis* plants. **Journal of Plant Physiology**, v.185, p.65-74, 2015.

ÁLVAREZ, S.; M. SÁNCHEZ-BLANCO, J. Comparison of individual and combined effects of salinity and deficit irrigation on physiological, nutritional and ornamental aspects of tolerance in *Callistemon laevis* plants. **Journal of Plant Physiology**, v.185, p.65-74, 2015.

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.

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

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.

ANDRADE, E. M.; BATISTA, T. M.; TEIXEIRA, A. S.; MEIRELES, M.; SOUZA, B. F. S. Mapa de vulnerabilidade da bacia do Acaraú, Ceará, à qualidade das águas de irrigação, pelo emprego do GIS. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.3, p.280-287, 2006.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2.ed, (Estudos FAO). Campina Grande, UFPB, 1999, 153 p.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2.ed, Estudos FAO. Irrigação e Drenagem 29 (Revisado). Campina Grande: UFPB. 1999. 153p.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 1999. 153p.

BARBOSA, F. S.; LACERDA, C. F.; GHEYI, H. R.; FARIAS, G. C.; SILVA JÚNIOR, R. J. C.; LAGE, Y.A.; HERNANDEZ, F. F. F. Productivity and ion content in maize irrigated with saline water in a continuous or alternating system. **Ciência Rural**, v.42, p.1731-1737, 2012.

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.

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.

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.

BATISTA, D. S.; ANDRADE, L. O.; FIGUERÊDO, G. R. G.; FARIAS, G. A.; RÊGO, E. R. Desenvolvimento de mudas de crisântemo (*Chrysanthemum coronarium* cv Dobrado Sortido) em diferentes substratos. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.23, n.1, p.61-63, 2008.

BATISTA, D. S.; ANDRADE, L. O.; FIGUERÊDO, G. R. G.; FARIAS, G. A.; RÊGO, E. R. Desenvolvimento de mudas de crisântemo (*Chrysanthemum coronarium* cv Dobrado Sortido) em diferentes substratos. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.23, n.1, p.61-63, 2008.

BÉLTRAN, J. M. Integrated approach to address salinity problems in irrigated agriculture. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. 2.ed. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTsal, 2016, p.3-6.

BERNSTEIN, L.; FRANCOIS, L. E.; CLARK, R. A. Salt tolerance of ornamental shrubs and ground covers. **Journal American Society Horticulture Science**, v.97, p.550-556, 1972.

BERNSTEIN, L.; FRANCOIS, L. E.; CLARK, R. A. Salt tolerance of ornamental shrubs and ground covers. **Journal American Society Hort. Science**, v.97, p.550-556, 1972.

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

BEZERRA, F. M. L.; LACERDA, C. F.; LIMA, R. M. M.; ARAUJO, M. E. B.; SOUSA, C. H. C. Establishment of young dwarf green coconut plants in soil affected by salts and under water deficit. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.38, p. 1-12, 2016.

bioenergy from salt-affected soils. **Energy & Environmental Science**, v.4, p.2669-2681, 2011.

BOHNERT, H. J.; NELSON, D. E.; JENSEN, R. G. Adaptations to environmental stresses. **Plant Cell**, v.7, n.6, p.1099-1111, 1995.

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.

CASSANITI, C.; ROMANO, D.; FLOWERS, T. J. The response of ornamental plants to saline irrigation water. In: GARCIA-GARIZABAL, I. **Irrigation - Water Management, Pollution and Alternative Strategies**, p.131-158, 2012.

CASSANITI, C.; ROMANO, D.; HOP, M. E. C. M.; FLOWERS, T. J. Growing floricultural crops with brackish water. **Environmental and Experimental Botany**, v.92, p.65– 175, 2013.

CASSANITI, C.; ROMANO, D.; HOP, M.E.C.M.; FLOWERS, T. J. Growing floricultural crops with brackish water. **Environmental and Experimental Botany**, v.92, p.65 – 175, 2013.

CAVALCANTE, L. F. Água para agricultura. In: CAVALCANTE, L. F. **O maracujazeiro amarelo e a salinidade**. 1 ed. Areia: UFPB, . p.1-15, 2012.

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, 2011.

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, 2011.

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.

CORDEIRO, G. G. **Qualidade da água para fins de irrigação: conceitos básicos e práticos**. 1 ed. Petrolina: EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 2001. 32p.

CORREIA, K. G.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; GURGEL, M. T.; RODRIGUES, L. N. Crescimento do amendoimzeiro irrigado com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.81-85, 2005.

COSTA, C. S. B.; BONILLA, O.H. Halófitas brasileiras: formas de cultivo e usos. In: GHEYI, H.R., DIAS, N.S. LACERDA, C.F., GOMES FILHO, E (eds). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2,ed. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2016. p.243-258,

COSTA, C.S.B.; BONILLA, O.H. **Halófitas brasileiras: formas de cultivo e usos**. In: GHEYI, H.R., DIAS, N.S. LACERDA, C.F., GOMES FILHO, E (eds). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, p. 243-258, 2016.

DANTAS, J. P. MARINHO, F.J.L; FERREIRA, M.M.M; AMORIM, M.S.N.; ANDRADE, S.I.O; SALES, A.L. Avaliação de genótipos de caupi sob salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, p.425-430, 2002.

DEBEZ, A. et al. Relationship between the photosynthetic activity and the performance of *Cakile maritime* after long-term salt treatment. **Physiologia Plantarum**, v.133, n.2, p.373-385, 2008.

DIAS N. S.; BLANCO F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. S. S.; SOUSA NETO, O. N.; QUEIROZ, I.S. R. Efeito dos sais no solo e na planta. In: GHEYI H. R.; DIAS N. S.; LACERDA F. C.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal. Cap. 9, 2016. p.151-162,

DIAS N. S.; BLANCO F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. S. S.; SOUSA NETO, O. N.; QUEIROZ, I.S. R. Efeito dos sais no solo e na planta. In: GHEYI H. R.; DIAS N. S.; LACERDA F. C. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal. Cap. 9, p.151-162, 2016.

DIAS, N. S. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade em solo cultivado com melão rendilhado sob ambiente protegido**. 2004. p.110. Tese (Doutorado Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, p.212,1997.

ESTEVES, B. S.; SUZUKI, M. S. Efeito da salinidade sobre as plantas. **Oecologia Brasilienses**, v.12, n.4, p.662-679, 2008.

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

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Global network on integrated soil management for sustainable use of salt affected soils**. 2000.

FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; GHEYI, H. R.; ANDRADE, A. P.; MEDEIROS, S. S. Bioassalindade e produção agrícola. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. 2.ed. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTsal, 2016 p.209-242.

FERNANDES, P.D.; BRITO, M.E.B; GHEYI, H. R.; ANDRADE, A.P.; MEDEIROS, S.S. **Halofitismo e agricultura bioassalina**. In: GHEYI, H.R., DIAS, N.S., LACERDA, C.F., GOMES FILHO, E (eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**, 2.ed. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, p. 209-241, 2016.

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.; MOTTA, M. B.; PINTO, J. E. B. P. Crescimento e alocação de biomassa de plantas de vinca (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don) em função da adubação

orgânica e época de colheita. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.6, n.2, p.72-76, 2004.

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

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

FREIRE, J. L. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob Salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, v.25, n.1, p.82-91, 2014.

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.

GHEYI, H. R.; DIAS N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. 2.ed **Manejo da salinidade na agricultura**: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2016.504p.

GRACIANO, E. S. A; NOGUEIRA, R. J. M. C.; LIMA, D. R. M.; PACHECO. C. M.; SANTOS, R. C. Crescimento e capacidade fotossintética da cultivar de amendoim BR 1 sob condições de salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p.794-800, 2011.

GUEDES FILHO, D. H.; SANTOS, J. B.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, L. F.; FARIAS, H. L. Biometria do girassol em função da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.7, n.5, p.277-289, 2013.

HENDRICKS, R. C.; BUSHNELL, D. M. **Halophytes, algae and bacteria food and fuel feedstocks**. **National Aeronautics and Space Administration** / Washington: NASA, TM-215294, 2009, 45p.

HOGG, T. J.; HENRY, J. L. Comparison of 1:1 and 1:2 suspensions and extracts with the saturation extract in stimulating salinity in Saskatchewan soils. **Canadian Journal of Soil Science**, v.64, p.699-704, 1984.

HOLANDA, J. S. DE; AMORIM, J. R. A. DE; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C.; SÁ, F. V. Qualidade da água para irrigação In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. 2.ed. **Manejo da salinidade na agricultura**: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTsal, 2016. p.35-47.

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

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados climáticos – Fortaleza**. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 02 de nov. de 2015.

- KARBAUY, G. B. *Fisiologia vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 452p.
- LACERDA, C. F.; ASSIS JUNIOR, J. O.; LEMOS FILHOS, L. C. A; OLIVEIRA, T. S.; GUIMARÃES, F. V. A.; GOMES FILHO, E.; PRISCO, J. T.; BEZERRA, M. A. Morpho-physiological responses of cowpea leaves to salt stress. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v.18, p.455-465, 2006.
- LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; CANO, M. A. O.; RUIZ, H. A. Plant growth and solute accumulation and distribution in two sorghum genotypes, under NaCl stress. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.13, p.270-284, 2001.
- LACERDA, C. F.; SILVA, F. B.; NEVES, A. L. R.; SILVA, F. L. B.; GHEYI, H. R.; NESS, R. L. L.; GOMES FILHO, E. Influence of plant spacing and irrigation water quality on a cowpea-maize cropping system. **International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science**, v.1, p.163-167, 2011.
- LACERDA, C.F.; ASSIS JUNIOR, J.O.; LEMOS FILHOS, L.C.A; OLIVEIRA, T.S.; GUIMARÃES, F.V.A.; GOMES FILHO, E.; PRISCO, J.T.; BEZERRA, M.A. Morpho-physiological responses of cowpea leaves to salt stress. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v.18, p.455-465, 2006.
- LACERDA, C.F.; ASSIS JUNIOR, J.O.; LEMOS FILHOS, L.C.A; OLIVEIRA, T.S.; GUIMARÃES, F.V.A.; GOMES FILHO, E.; PRISCO, J.T.; BEZERRA, M.A. Morpho-physiological responses of cowpea leaves to salt stress. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v.18, p.455-465, 2006.
- LARCHER W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2006. 550p,  
LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil**: arbustos, herbáceas e trepadeiras. 3.ed. Nova Odessa: Plantarum, 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.; HOFFMAN, G. H. Crop salt tolerance - Current assessment. **Journal of the Irrigation and Drainage Division of ASCE**, v.103, p.115-134, 1977.
- MAAS, E.V.; HOFFMAN, G. H. Crop salt tolerance - Current assessment. **Journal of the Irrigation and Drainage Division ASCE**, v.103, p.115-134, 1977.
- MACIEL, M. P.; SOARES, T. M.; GHEYI, H. R. REZENDE, E. P. L.; OLIVEIRA, G. X. S. Produção de girassol ornamental com uso de águas salobras em sistema hidropônico NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.2, p.165-172, 2012.
- MACIEL, M. P.; SOARES, T. M.; GHEYI, H. R. REZENDE, E. P. L.; OLIVEIRA, G. X. S. Produção de girassol ornamental com uso de águas salobras em sistema hidropônico

NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.2, p.165–172, 2012.

MACIEL, M. P.; SOARES, T. M.; GHEYI, H. R. REZENDE, E. P. L.; OLIVEIRA, G. X. S. Produção de girassol ornamental com uso de águas salobras em sistema hidropônico NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.2, p.165–172, 2012.

MANTOVANI, A. A method to improve leaf succulence quantification. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.42, n.1, p.9-14, 1999.

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**. 1992. 173 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1992.

MEDEIROS, P. R. F. DE; SILVA, E. F. DE F. E; DUARTE, S. N. Salinidade em ambiente protegido. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. 2.ed. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTsal, 2016. p.113-120.

MESQUITA, F. O; REBEQUI, A. M; CALVACANTE, L. F; SOUTO, A. G. L. Crescimento absoluto e relativo de mudas de maracujazeiro sob biofertilizante e água salina. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n.1, 2012.

MIYAMOTO, S.; MARTINEZ, I.; PADILLA, M.; PORTILLO, A.; ORNELAS, D. **Landscape plant lists for salt tolerance assessment**. USDI, Bureau of Reclamation. Texas Agricultural Experiment Station, 2004. 15p.

MIYAMOTO, S.; MARTINEZ, I.; PADILLA, M.; PORTILLO, A.; ORNELAS, D. **Landscape plant lists for salt tolerance assessment**. USDI, Bureau of Reclamation. Texas Agricultural Experiment Station, 2004. 15p.

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

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

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, p.651–681, 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. DE; SOUSA, C. H. C. DE; SILVA, F. L. B. DA; GHEYI, H. R. Growth and yield of cowpea/sunflower crop rotation under different

irrigation management strategies with saline water. **Ciência Rural**, v.45, n.5, p.814-820, 2015.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; OLIVEIRA, A.C.; SOUSA, C.H.C. Respostas quantitativas e qualitativas de *Catharanthus roseus* à salinidade e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, p.101-110,2017.

NIU, G., RODRIGUEZ, D. S.; AGUININA, L. Growth and landscape performance of ten herbaceous species in response to saline water irrigation. **Journal Environmental Horticulturae**, v.25, p.204-210, 2007.

NIU, G., RODRIGUEZ, D. S.; AGUININA, L. Growth and landscape performance of ten herbaceous species in response to saline water irrigation. **Journal Environmental Horticulturae**, v.25, p.204-210, 2007.

NIU, G.; CABRERA, R. I.; STARMAN, T. W.; HALL, C. R. Water conservation team in ornamental crops through the use of alternative irrigation water sources. **HortTechnology**, v.21, n.6, p. 694-695, 2011.

NIU, G.; RODRIGUEZ, D. S. Relative salt tolerance of five herbaceous perennials. **HortScience**, v.41, p.1493-1497, 2006a.

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

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

NIU, G.; RODRIGUEZ, D. S. Responses of growth and ion uptake of four rose rootstocks to chloride- or sulfate-dominated salinity. **Journal American Society Horticultural Science**, v.133, n.5, p.663-669, 2008.

NIU, G.; RODRIGUEZ, D. S.; MCKENNEY, C. Response of selected wildflower species to saline water irrigation. **HortScience**, v.47, p.1351-1355, 2012.

NOBLE, C. L., ROGERS, M. E. Arguments for the use of physiological criteria for improving the salt tolerance in crops. **Plant Soil**, v.146, p.99-107, 1992.

OLIVEIRA, A. A. P.; BRAINER, M. S. C. P. **Floricultura**: caracterização e mercado. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, P.180,2007.

OLIVEIRA, F. I. F; MEDEIROS, W. J. F; LACERDA, C. F; NEVES, A. L. R; OLIVEIRA, D. R. Saline water irrigation managents on growth of ornamental plants. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.11, p. 739-734, 2017.

OMAMI, E.N.; HAMMES, P.J.; ROBBERTSE, P. J. Differences in salinity tolerance for growth and water use efficiency in some Amaranth (*Amaranthus* spp) genotypes **New Zealand Journal Colheita Horticulturae Science**, v.34, p.11-22, 2006.



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.

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**, Fortaleza: INCTSal, cap. 10, p. 143-160, 2010.

PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E.; MIRANDA, R. de S. Physiology and biochemistry of plants growing under salt stress. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. 2.ed. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTsal, p.163-176. 2016.

RAHNAMA, A.; JAMES, R. A.; POUSTINI, K.; MUNNS, R. Stomatal conductance as a screen for osmotic stress tolerance in durum wheat growing in saline soil. **Functional Plant Biology**, v.37, p.255–269, 2010.

RAHNAMA, A.; JAMES, R. A.; POUSTINI, K.; MUNNS, R. Stomatal conductance as a screen for osmotic stress tolerance in durum wheat growing in saline soil. **Functional Plant Biology**, v.37, p.255–269, 2010.

RIBEIRO, M. R.; RIBEIRO FILHO, M. R.; JACOMINE, P. K. T. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. 2.ed. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTsal, p.9-15 2016.

ROBBERS, J. E.; SPEEDIE, M. K.; TYLER, V. E. **Farmacognosia e Farmacobiotechnologia**. São Paulo: Premier, 372p 1997.

ROTSTEIN, J. **Brasil Século XXI**. Rio de Janeiro: Espaço e Tempo. p.141, 1996.  
RUGGEIRO, B.; KOIWA, H.; MANABE, Y.; QUIST, T. M.; INAN, G.; SACCARD, 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 stol/need3, ABA deficient salt stress tolerant mutant in *Arabidopsis thaliana*. **Plant Physiology**, v.136, n.1, p.3134-3147, 2004.

SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, A. R.; DIAS, N. S.; MEDEIROS, S. S. Produção e pós-colheita de flores de girassóis sob estresse salino em hidroponia de baixo custo. **Engenharia Agrícola**, v.36, p.420-432, 2016.

SARZI, I.; MOTA, P. R. D. A.; VILLAS BOAS, R. L. Característica químicas e longevidade de plantas envasadas de crisântemo em função da adubação final. **Científica**, v.33, n.1, p.57-61, 2005.

SCALOPPI, E. D.; BRITTO, R. A. L. Qualidade da água e do solo para irrigação. **Informe Agropecuário**, v.139, p.80-94, 1986.

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

- SHARMA, D. K.; SINGH, A. Salinity research in India-achievements, challenges and future -rospects. **Water and Energy International**, Water Resources Section, v,xx, p.35-45, 2015.
- 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.
- SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S.; GROSSI, J. A. S.; BARBOSA, J. G.; MOURA, C. R. W.; MUNIZ, M. A. Crescimento do girassol ornamental cultivado em ambiente protegido sob diferentes níveis de condutividade elétrica de fertirrigação. **Revista Cores**, v.56, n.5, p.602-610, 2009.
- SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, S. L. F. SILVA, E. N.; VIEGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. 2.ed. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTsal, p.181-196 2016.
- SOARES FILHO, W. S.; GHEYI, H. R.; BRITO, M.E.B; NOBRE, R. G.; FERNANDES, P. D.; MIRANDA, R. S. Melhoramento genético vegetal e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. In: GHEYI, H. R., DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E (eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, p.259-274. 2016.
- SOARES FILHO, W. S.; GHEYI, H. R.; BRITO, M.E.B; NOBRE, R.G.; FERNANDES, P.D.; MIRANDA, R.S. Melhoramento genético vegetal e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. In: GHEYI, H.R., DIAS, N.S.. LACERDA, C.F., GOMES FILHO, E (eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados (2ed)**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, p. 259-274 2016.
- SOUSA, C. H. C; LACERDA, C. F.; BEZERRA, F. M. L.; GOMES FILHO, E; GHEYI, H. R; SOUSA, A. E. C; SOUSA, G. G. Respostas morfofisiológicas de plantas de sorgo, feijão-de-corda e algodão sob estresse salino. **Agropecuária Técnica**, v.31, p.29-36, 2010.
- SULTANA, N. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. **Environmental and Experimental Botany**, v.42, p.211-220, 1999.
- TAARIT, M. B.; MSAADA, K.; HOSNI, K.; MARZOUK, B. Changes in fatty acid and essential oil composition of sage (*Salvia officinalis* L.) leaves under NaCl stress. **Food Chemistry**, v.119, n.3, p.951 – 956, 2010.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. p.954.
- 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.
- UREÑA, M. P.; D'ÁRRIGO, M. H.; GIRÓN, O. M. Evaluación sensorial de los alimentos. Peru, Universidade Nacional Agrária La Molina. 1999, 197p

VILLETA, S. M. **Combate á seca no semiárido nordestino** – meu depoimento. 1999. Disponível em: <http://www.sds.org.br/aguadebaber/contribuicao/swawi.htm>. Acesso em: 29 de jun. 2017.

WANG, Y.; NIL, N. Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase-oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.75, p.623-627, 2000.

WICKE, B.; SMEETS, E.; DORNBURG, V.; VASHEV, B.; GAISER, T.; TURKENBURG, W.; FAAIJ, A. The global technical and economic potential of  
WU, S., SUN N., Y.; NIU, G. Morphological and physiological responses of nine ornamental species to saline water irrigation. **HortScience**, v.51, p. 285-290, 2016.

WU, S., SUN N., Y.; NIU, G. Morphological and physiological responses of nine ornamental species to saline water irrigation. **HortScience**, v.51, p. 285-290, 2016.

ZHU, J.K. Salt and drought stress signal transduction in plants. **Annual Review Plant Biology**, v. 53, p.247-273, 200.

**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 à aparência geral das plantas

---

Amostras

Aparência geral	Na <sub>*</sub>	Na	Na	Na	Na	Na	Na	Na	Na	Na

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

( ) *NA*      ( ) *NA*      ( ) *NA*      ( ) *NA*      ( ) *NA*      ( ) *NA*

\* Número da amostra a ser avaliada.

Obrigada!

APÊNDICE B – EQUAÇÕES CONFORME MODELO DE MAAS E HOFFMAN (1977) E OUTROS MODELOS UTILIZADOS PARA DETERMINAR A SALINIDADE LIMIAR E LIMITES DE SOBREVIVÊNCIA DAS PLANTAS

**B1 - *C. roseus***

Variáveis	Modelo de Maas e Hoffman (1977)	Modelos ajustados para estimar SL	Modelos lineares para estimativa do limite de sobrevivência
MSPA		$Y = -28,3\ln x + 94,2$ ( $R^2 = 0,91$ )	$Y = -7,6x + 97,75$ ( $R^2 = 0,95$ )
MSR		$Y = -28,8\ln x + 115,1$ ( $R^2 = 0,96$ )	$Y = -6,2x + 106,95$ ( $R^2 = 0,95$ )
MST		$Y = -27,4\ln x + 95,4$ ( $R^2 = 0,90$ )	$Y = -7,4x + 98,83$ ( $R^2 = 0,95$ )
AP	$Y = 100 - 2,55$ (CEa - 0,87)		
DC	$Y = 100 - 4,26$ (CEa - 3,53)		
AF	$Y = 100 - 10,41$ (CEa - 0,96)		
gs	$Y = 100 - 14,25$ (CEa - 0,95)		
A	$Y = 100 - 10,48$ (CEa - 1,00)		
E	$Y = 100 - 12,37$ (CEa - 0,94)		
IRC	$Y = 100 - 6,58$ (CEa - 0,37)		
MSFlor	$Y = 100 - 13,51$ (CEa - 3,16)		
AG	$Y = 100 - 7,85$ (CEa - 2,51)		

**B2 - *A. cathartica***

Variáveis	Modelo de Maas e Hoffman (1977)	Modelos ajustados para estimar SL	Modelos lineares para estimativa do limite de sobrevivência
MSPA		$Y = -28,3\ln x + 94,2$ ( $R^2 = 0,91$ )	$Y = -6,1x + 87,63$ ( $R^2 = 0,97$ )
MSR		$Y = -28,8\ln x + 115,1$ ( $R^2 = 0,96$ )	$Y = -5,7x + 97,82$ ( $R^2 = 0,93$ )
MST		$Y = -27,4\ln x + 95,4$ ( $R^2 = 0,90$ )	$Y = -7,1x + 95,70$ ( $R^2 = 0,92$ )
AP	$Y = 100 - 4,37$ (CEa - 0,79)		
DC	$Y = 100 - 3,14$ (CEa - 1,04)		
AF		$Y = -31,3\ln x + 87,7$ ( $R^2 = 0,93$ )	$Y = -8,4x + 86,90$ ( $R^2 = 0,98$ )
gs	$Y = 100 - 12,67$ (CEa - 0,81)		
A	$Y = 100 - 8,85$ (CEa - 0,99)		
E	$Y = 100 - 12,22$ (CEa - 1,30)		
IRC	$Y = 100 - 3,75$ (CEa - 0,41)		
MSFlor		$Y = -27,6\ln x + 79,51$ ( $R^2 = 0,88$ )	$Y = -7,0x + 80,63$ ( $R^2 = 0,80$ )
AG	$Y = 100 - 5,27$ (CEa - 0,45)		

**B3 - *I. coccinea***

Variáveis	Modelo de Maas e Hoffman (1977)	Modelos ajustados para estimar SL	Modelos lineares para estimativa do limite de sobrevivência
MSPA	$Y = 100 - 5,15$ (CEa - 2,98)		
MSR	Sem redução significativa		
MST	$Y = 100 - 3,32$ (CEa - 3,29)		
AP	$Y = 100 - 2,55$ (CEa - 3,09)		
DC	$Y = 100 - 1,49$ (CEa - 4,39)		
AF		$Y = -16,1\ln x + 95,48$ ( $R^2 = 0,88$ )	$Y = -4,4x + 97,80$ ( $R^2 = 0,96$ )
gs	$Y = 100 - 9,88$ (CEa - 2,70)		
A	$Y = 100 - 5,30$ (CEa - 2,20)		
E	$Y = 100 - 5,95$ (CEa - 1,40)		
IRC	$Y = 100 - 5,64$ (CEa - 1,25)		
MSFlor	Sem redução significativa	$Y = -27,6\ln x + 79,51$ ( $R^2 = 0,88$ )	$Y = -7,0x + 80,63$ ( $R^2 = 0,80$ )
AG	Sem redução significativa		

**B4 - *D. erecta***

Variáveis	Modelo de Maas e Hoffman (1977)	Modelos ajustados para estimar SL	Modelos lineares para estimativa do limite de sobrevivência
MSPA		$Y = -21,4\ln x + 85,04$ ( $R^2 = 0,90$ )	$Y = -7,8x + 92,65$ ( $R^2 = 0,82$ )
MSR		$Y = -22,4\ln x + 78,25$ ( $R^2 = 0,93$ )	$Y = -9,6x + 88,45$ ( $R^2 = 0,80$ )
MST		$Y = -21,7\ln x + 83,00$ ( $R^2 = 0,92$ )	$Y = -8,4x + 91,39$ ( $R^2 = 0,83$ )
AP	$Y = 100 - 3,74$ (CEa - 2,66)		
DC	$Y = 100 - 3,04$ (CEa - 0,65)		
AF		$Y = -25,9\ln x + 84,94$ ( $R^2 = 0,89$ )	$Y = -6,7x + 85,60$ ( $R^2 = 0,97$ )
gs	$Y = 100 - 17,61$ (CEa - 0,89)		
A	$Y = 100 - 12,85$ (CEa - 0,75)		
E	$Y = 100 - 15,68$ (CEa - 0,85)		
IRC	$Y = 100 - 3,06$ (CEa - 0,07)		
MSFlor	$Y = 100 - 24,92$ (CEa - 3,82)		
AG	$Y = 100 - 8,15$ (CEa - 2,90)		