



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

FRANCISCO MARDONES SERVULO BEZERRA

PRODUÇÃO DE MUDAS DE TRÊS ESPÉCIES ORNAMENTAIS SOB IRRIGAÇÃO
COM ÁGUAS SALINAS

FORTALEZA

2019

FRANCISCO MARDONES SERVULO BEZERRA

PRODUÇÃO DE MUDAS DE TRÊS ESPÉCIES ORNAMENTAIS SOB IRRIGAÇÃO
COM ÁGUAS SALINAS

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: Salinidade e Drenagem.

Orientador: Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda

Coorientadora: Dra. Viviane Ruppenthal

FORTALEZA

2019

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)

B469p Bezerra, Francisco Mardones Servulo.
Produção de mudas de três espécies ornamentais sob irrigação com águas salinas / Francisco Mardones Servulo Bezerra. – 2019.
67 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda.
Coorientação: Profa. Dra. Viviane Ruppenthal.

1. Estresse salino. 2. Tolerância à salinidade. 3. Análise sensorial. 4. Trocas gasosas. 5. Crescimento. I. Título.

CDD 630

FRANCISCO MARDONES SERVULO BEZERRA

PRODUÇÃO DE MUDAS DE TRÊS ESPÉCIES ORNAMENTAIS SOB IRRIGAÇÃO
COM ÁGUAS SALINAS

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: Salinidade e Drenagem.

Aprovada em: 11/03/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Viviane Ruppenthal (Coorientadora)

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

Prof. Dr. Carlos Henrique Carvalho de Sousa

Faculdade Ieducare (FIED) Tianguá

Prof. Dr. Nildo da Silva Dias

Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA)

À minha família, especialmente aos meus pais Maria e Adonias, pela coragem, determinação e exemplo na criação de oito filhos, enfrentando os desafios diários da vida no sertão e por todo esforço que sempre fizeram para que eu pudesse chegar até aqui. Ao meu filho Pedro Lucas e à minha companheira, amiga e namorada Marta Milena.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio. “O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001”.

Minha mãe, Maria Servulo Bezerra e meu pai, Adonias Bezerra da Cruz, por todas as batalhas que enfrentaram pra apoiar e cuidar de todos os filhos.

A Universidade Federal do Ceará e ao do Departamento de Engenharia Agrícola, pela oportunidade da realização deste curso.

Ao professor, Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda, pela sabedoria, serenidade, compreensão, respeito e humildade como orientador e como pessoa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – UFC, especialmente pelo excelente quadro de profissionais que o faz e pelo tratamento respeitoso sempre presente.

Aos companheiros do laboratório Relação Solo, Água, Planta, pela boa convivência e amizade.

Aos/as amigos/as, Eduardo Cavalcante, Humberto Gildo, Bruno Gabriel, Weverton Vieira, Adriana Cruz e Leila Neves pela colaboração direta na condução desta pesquisa.

Ao meu amigo Breno Leonan pela valorosa contribuição com a análise estatística.

A minha Coorientadora Viviane Ruppenthal, que mesmo distante se fez presente e contribuiu decisivamente na qualificação de todo trabalho realizado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSal).

Por fim, a Deus, essa energia divina que nos faz acreditar sempre que tudo vai dar certo.

RESUMO

As mudanças climáticas e os impactos destas, sobretudo nas regiões áridas e semiáridas apontam para um agravamento da crise do acesso a água de qualidade para consumo e para a produção de alimentos. Neste contexto, é preciso repensar ou avançar na concepção de técnicas e tecnologias que permita o uso das águas marginais, dentre elas águas salobras e salinas, disponibilizando água de qualidade superior para abastecimento. O Nordeste brasileiro, caracterizado historicamente como seco, ocupa espaço de destaque no cenário nacional de produção de flores, sendo terceiro maior produtor de plantas ornamentais do Brasil. O cultivo de flores no Nordeste demanda um volume considerável de água, já que sua produção é irrigada. Dado ao grande número de espécies ornamentais, espalhadas nos mais diversos ambientes, uma grande parte dessas podem apresentar tolerância à salinidade, representando uma possibilidade concreta do uso de águas salinas no seu cultivo. No entanto, os estudos nesta área, com espécies ornamentais, estão mais comumente voltados para a etapa pós estabelecimento da cultura em campo ou destas na fase adulta. Diante do contexto, objetivou-se analisar as respostas de três espécies ornamentais à irrigação com água salina na fase de produção de mudas e classifica-las quanto à tolerância à salinidade. A pesquisa foi conduzida em ambiente protegido, no período de julho a setembro de 2018. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial 3 x 10, referente às três espécies ornamentais (*Celosia argentea*, *Tagetes patula* e *Catharanthus roseus*) e dez níveis de condutividade elétrica da água de irrigação CEa (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 5,0 e 6,0 dS m⁻¹). Estudou-se a tolerância à salinidade na fase de produção de mudas de *Catharanthus roseus*, *Tagetes patula* e *Celosia argentea*, considerando quatro métodos de classificação, comparados com base nos valores de reduções relativas de dados biométricos e qualitativos. Foram analisadas também as implicações do estresse salino sobre variáveis fisiológicas e biométricas. Os diferentes métodos de classificação evidenciam maior sensibilidade à salinidade de *C. roseus* em relação às espécies *T. patula* e *C. argentea* nesta ordem. Além do que se observou menor efeito negativo do estresse salino sobre variáveis fisiológicas e biométricas da espécie *C. argentea*, seguida de *T. patula* e *C. roseus*.

Palavras-chave: Estresse salino. Tolerância. Análise sensorial. Trocas gasosas. Crescimento.

ABSTRACT

Climate change and its impacts, especially in arid and semi-arid regions, point to a worsening of the crisis in access to quality water for consumption and food production. In this context, it is necessary to rethink or advance in the design of techniques and technologies that allow the use of marginal waters, including brackish and saline waters, making water of superior quality available for supply. The Brazilian Northeast, historically characterized as dry, occupies a prominent place in the national flower production scenario, being the third largest producer of ornamental plants in Brazil. The cultivation of flowers in the Northeast demands a considerable volume of water, since its production is irrigated. Given the large number of ornamental species, scattered in the most diverse environments, a large part of these may show tolerance to salinity, representing a concrete possibility of using saline water in their cultivation. However, studies in this area, with ornamental species, are more commonly focused on the post-establishment stage of culture in the field or of these in adulthood. Given the context, the objective was to analyze the responses of three ornamental species to irrigation with saline water in the seedling production phase and classify them according to salinity tolerance. The research was conducted in a protected environment, from July to September 2018. The design used was in randomized blocks, arranged in a 3 x 10 factorial scheme, referring to the three ornamental species (*Celosia argentea*, *Tagetes patula* and *Catharanthus roseus*) and ten levels of electrical conductivity of irrigation water EC_w (0.5; 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 5.0 and 6.0 dS m⁻¹). The salinity tolerance in the production phase of *Catharanthus roseus*, *Tagetes patula* and *Celosia argentea* seedlings was studied, considering four classification methods, compared based on the values of relative reductions in biometric and qualitative data. The implications of saline stress on physiological and biometric variables were also analyzed. The different classification methods show a greater sensitivity to the salinity of *C. roseus* in relation to the species *T. patula* and *C. argentea* in this order. In addition to what was observed less negative effect of salt stress on physiological and biometric variables of the species *C. argentea*, followed by *T. patula* and *C. roseus*.

Keywords: Saline stress. Tolerance. Sensory analysis. Gas exchange. Growth.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	11
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1	Mudanças climáticas e a escassez dos recurso hídricos.....	12
2.2	Semiárido brasileiro.....	13
2.3	Uso de águas salinas na produção agrícola.....	16
2.4	Produção de plantas ornamentais no Brasil.....	17
2.5	Breve caracterização das espécies selecionadas para o estudo.....	17
2.5.1	<i>Catharanthus roseus</i>	17
2.5.2	<i>Celosia argentea</i>	18
2.5.3	<i>Tagetes patula</i>	18
2.6	Uso de água salina na produção de plantas ornamentais.....	18
3	CAPÍTULO 1: CLASSIFICAÇÃO DE TOLERÂNCIA À SALINIDADE NA FASE DE PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES ORNAMENTAIS	21
	<i>Catharanthus roseus</i> , <i>Tagetes patula</i> e <i>Celosia argentea</i>	
4	CHAPTER 1: CLASSIFICATION OF SALINITY TOLERANCE IN THE PRODUCTION PHASE OF ORNAMENTAL SPECIES <i>Catharanthus roseus</i> , <i>Tagetes patula</i> and <i>Celosia argentea</i>	22
5	INTRODUÇÃO.....	23
6	MATERIAL E MÉTODOS.....	24
6.1	Local de realização da pesquisa.....	24
6.2	Delineamento experimental e preparo das soluções.....	24
6.3	Semeadura, aplicação dos tratamentos e tratos culturais.....	26
6.4	Avaliação biométrica e sensorial.....	26
6.5	Análise estatística.....	29
7	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
8	CONCLUSÕES.....	35
9	CAPÍTULO 2: ESTRESSE SALINO SOBRE VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E BIOMÉTRICAS DE MUDAS DE <i>Catharanthus roseus</i> , <i>Tagetes patula</i> e <i>Celosia argentea</i>	36
10	CHAPTER 2: SALT STRESS ON PHYSIOLOGICAL AND BIOMETRIC SEEDLING VARIABLES of <i>Catharanthus roseus</i> , <i>Tagetes patula</i> and <i>Celosia</i>	

	<i>argentea</i>	37
11	INTRODUÇÃO	38
12	MATERIAL E MÉTODOS	38
12.1	Local de realização da pesquisa	38
12.2	Delineamento experimental e preparo das soluções	39
12.3	Semeadura, aplicação dos tratamentos e tratos culturais	40
12.4	Avaliações	41
12.4.1	<i>Trocas gasosas</i>	41
12.4.2	<i>Biométrica</i>	42
12.4.3	<i>Área foliar específica (AFE)</i>	43
12.4.4	<i>Razão de área foliar (RAF)</i>	43
12.4.5	<i>Razão massa seca da parte aérea/raiz (PA/R)</i>	44
12.5	Análise estatística	44
13	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
14	CONCLUSÕES	58
15	CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
	REFERÊNCIAS	59
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO PARA ANÁLISE SENSORIAL DA QUALIDADE VISUAL DE PLANTAS ORNAMENTAIS...	67
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO PARA ANÁLISE SENSORIAL DA QUALIDADE VISUAL DE PLANTAS ORNAMENTAIS...	68
	APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO APLICADO PARA ANÁLISE SENSORIAL DA QUALIDADE VISUAL DE PLANTAS ORNAMENTAIS...	69

1 INTRODUÇÃO GERAL

A produção de alimentos em escala permanente nas condições áridas e semiáridas está diretamente condicionada a prática da irrigação. Estima-se que cerca de 110 milhões de hectares das áreas irrigadas estão em zonas áridas e semiáridas, correspondendo a 40% do total da área irrigada no planeta (SMEDEMA; SHIATI, 2002). Esses números evidenciam a enorme exigência por água para atender a demanda da agricultura irrigada, uma vez que estas trazem em sua natureza, a escassez hídrica, provocada pela evapotranspiração superior as precipitações (ANDRADE, 2016). De acordo com Smedema e Shiati (2002), a produção de culturas na zona árida consome grandes quantidades de água, a produção de 1 kg de grão em zona temperada demanda menos de 0,5 m³, em zonas secas são requeridos de 1,5 a 2,5 m³, comprovando a elevada demanda por um recurso natural escasso nestas áreas.

Esse panorama se agrava quando se consideram as mudanças climáticas e seus impactos, sobretudo nas regiões mais secas, em que, neste contexto tais mudanças relacionam-se diretamente com a redução da disponibilidade de água. A maior parte dos países subdesenvolvidos já enfrentam períodos incertos e irregulares de chuvas, e as previsões para o futuro indicam que as mudanças climáticas vão tornar a oferta de água cada vez menos previsível e confiável (MARENGO, 2008). Segundo relatório apresentado por Ambrizzi *et al.* (2007), o semiárido tenderá a tornar-se mais árido, aumentarão as frequências e a intensidade das secas e se reduzirá a disponibilidade de recursos hídricos.

Este cenário aponta para uma realidade cada vez mais difícil e desafiadora e que impõe a necessidade urgente de aprimorar, desenvolver e ampliar tecnologias que possibilitem segurança hídrica. Neste contexto, é fundamental considerar fontes alternativas de água para uso na irrigação.

Embora os aquíferos fissurais encontrados no embasamento cristalino apresentem baixa vazão, da ordem de 2 m³ h⁻¹(FRISCHKORN *et al.*, 2003), não deixam de ser uma fonte importante de água no semiárido. Neste caso o problema reside não necessariamente no volume mas na qualidade, uma vez que a tendência natural é que esta seja salina em função do contato direto com a rocha. O que acaba por restringir a priori, seu uso a atividades mais domésticas.

De modo que, a ampliação das possibilidades do uso de água salina na produção agrícola, residem na adoção de estratégias de manejo e na seleção de espécies tolerantes, sejam elas alimentícias ou não, mas que apresentem potencial econômico.

Por outro lado, dado ao elevado número de espécies ornamentais possíveis de ser

utilizadas em ornamentação e paisagismo, a probabilidade de encontrar genótipos tolerantes ao estresse salino é elevada (CASSANITI; ROMANO; FLOWERS, 2012), apresentando considerável capacidade de desenvolvimento e produção com características comerciais aceitáveis sob tais condições. A exemplo da espécie *Celosia argentea*, que apresenta potencial como uma cultura de flor de corte capaz de desenvolver-se em condições de salinidade (CARTER *et al.*, 2005), assim como também as espécies *Tagetes patula* e *Catharanthus roseus* (CASSATINI *et al.*, 2013).

No entanto, na grande maioria dos casos, os estudos sobre produção ou crescimento de espécies ornamentais sob condições de salinidade tem-se voltado para avaliações pós estabelecimento das culturas em campo ou com plantas adultas. Diante do exposto, o objetivo da pesquisa consistiu em analisar as respostas de três espécies ornamentais à irrigação com água salina na fase de produção de mudas e classifica-las quanto a tolerância à salinidade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mudanças climáticas e a escassez dos recurso hídricos

Segundo Nobre (2011), as mudanças climáticas globais em função do acúmulo de gases de efeito estufa (GEF) na atmosfera, dentre os quais se destacam o dióxido de carbono – CO₂, metano – CH₄ e os óxidos nitrosos – NO_x, representam um desafio sem precedentes para a humanidade. Este autor argumenta que tal característica se deve a dois fatores principais: pela velocidade com que se estão processando e por suas consequências para as atividades humanas - globalmente.

Segundo Silva e França (2018), no quinto e último relatório de avaliação de 2014, o Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas (IPCC), forneceu uma síntese geral do estado dos conhecimentos sobre a ciência das mudanças climáticas, ressaltando novos resultados em relação aos informes dos anos anteriores. Destacou-se no documento de 2014, as preocupações com a interferência humana no sistema climático, devido aos sérios riscos que a mesma traz para os sistemas naturais e humanos (SILVA e FRANÇA, 2018).

O ciclo hidrológico está ligado de forma direta às mudanças de temperatura da atmosfera e ao balanço de radiação. Com o aquecimento da atmosfera, de acordo com o que sinalizam os modelos, esperam-se, entre outras consequências, mudanças nos padrões da precipitação (aumento da intensidade e da variabilidade da precipitação), o que poderá afetar

significativamente a disponibilidade e a distribuição temporal da vazão nos rios. Em resumo: os eventos hidrológicos críticos, secas e enchentes, poderão tornar-se mais frequentes. (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2010).

Somadas aos impactos esperados no regime hidrológico, estão as prováveis mudanças na demanda de diversos setores usuários, que possivelmente aumentará acima do padrão previsto - consequência do crescimento populacional e desenvolvimento do país – como decorrência da elevação da temperatura e evapotranspiração, acarretando, entre outros, maior necessidade de irrigação, refrigeração e consumo humano em determinados períodos e regiões. (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2010).

Segundo Burek *et al.* (2016), a demanda mundial por água deverá permanecer em uma taxa parecida até 2050, significando uma elevação de 20 a 30% acima do nível presente de uso da água. A água é um dos meios pelo qual primeiro e mais fortemente a população deverá perceber os efeitos da mudança do clima (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2016).

De acordo com o relatório – síntese 2018 sobre água e saneamento das Nações Unidas (2018), as estimativas sugerem que, se a degradação do ambiente natural e as pressões insustentáveis sobre os recursos hídricos globais continuarem, 45% do produto interno bruto global, 52% da população mundial e 40% da produção mundial de grãos estarão em risco até 2050. As populações pobres e marginalizadas serão afetadas de forma desproporcionada, agravando ainda mais as desigualdades crescentes.

No Brasil, a consequência mais grave de tais pressões associadas aos impactos das mudanças climáticas, seria a intensificação das condições de aridez do semiárido brasileiro, especialmente na região mais central (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2016).

2.2 Semiárido brasileiro

As terras secas cobrem aproximadamente 40% da superfície terrestre e são a base para dois bilhões de pessoas, 90% das quais vivem nos países em desenvolvimento (GLOBAL..., 2011).

No Brasil, a porção territorial ocupada pelo Semiárido representa 11,53%, o que corresponde a uma área de 980.133,079 km² (MEDEIROS *et al.*, 2012), equivalente a quase três vezes o território da Alemanha. Segundo estes autores, os resultados do Censo Demográfico realizado pelo IBGE, revelaram que a população residente no Semiárido brasileiro alcançou a marca de 22.598.318 habitantes em 2010, representando 11,85% da

população brasileira ou 42,57% da população nordestina, sendo 38,03% residentes no meio rural. Esses dados evidenciam claramente a grandeza numérica que representa a população residente no Semiárido brasileiro.

Para Souza Filho (2011), a escassez hídrica e a heterogeneidade espacial são características que marcam a região semiárida brasileira. A ocorrência da água no semiárido é marcada por sua grande variabilidade espacial e temporal. A precipitação média anual pode variar espacialmente de 400 a 2.000 mm. As precipitações são de verão (dezembro-fevereiro) e de outono (março-maio), tendo o sul do Semiárido nordestino maior precipitação de verão e a parcela setentrional precipitações de outono. Este regime de chuvas se dá sob pronunciada sazonalidade, com a precipitação ocorrendo praticamente sobre um período do ano. Adicionalmente, ocorre uma significativa variabilidade interanual que impõem secas e cheias severas, sobreposta à variabilidade plurianual (decadal) que produz sequências de anos secos ou úmidos (SOUSA FILHO, 2011).

O contexto natural no qual representa o semiárido brasileiro, sempre ou durante muito tempo foi tratado como fator limitante e de atraso ao desenvolvimento. Assim as concepções hegemônicas e os processos políticos orientadores das intervenções governamentais, ocorreram sempre no sentido do combate à seca, com ações emergenciais, distribuição de sextas básicas, construção de açudes, operações carro pipa, dentre outras. Não se tratam portanto, em sua grande maioria, de medidas eficazes a longo prazo. Pelo contrário, de acordo com Castro (2001), a seca foi feita vilã do drama nordestino, acobertando as formas dominantes da exploração econômica que criaram e reproduziram a concentração das riquezas e do poder político, expressada na monocultura, no latifúndio, no feudalismo agrário e na subcapitalização da exploração dos recursos naturais da região, gerando miséria e dependência de milhares de sertanejos. Dessa forma, segundo Silva *et al.* (2016) pode-se definir uma lógica típica da “indústria da seca”, onde: o poder político concentrado ocasionava a ampliação das riquezas dos grandes coronéis, que expunham as adversidades do fenômeno a seu serviço, fazendo desse um negócio. Portanto, entende-se que esta estrutura refletiu e reflete o uso político da seca, que sustentou e ainda sustenta as relações de poder na região semiárida (SILVA *et al.*, 2016).

No final da década de 1950, o Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste (GTDN), coordenado pelo economista Celso Furtado, confirma que as ações governamentais de combate à seca, além de ineficazes, contribuíram para reprodução das crenças difundidas pelas elites locais de que a seca era responsável pelo subdesenvolvimento regional (SILVA, 2003).

As secas são, assim, eventos meteorológicos inevitáveis, não havendo tecnologia disponível capaz de evitar sua ocorrência, ou seja, de combatê-la. Porém são possíveis e desejáveis aqueles instrumentos ou tecnologias capazes de reduzir a profundidade e magnitude dos desastres delas decorrentes (SANTOS, 2011).

Frente a esse contexto, surge, sobretudo a partir da década de 1980 outro discurso sobre a realidade regional e as alternativas sustentáveis de desenvolvimento do semiárido brasileiro. Um conjunto de organizações não governamentais (ONGs) que atuam no semiárido e algumas instituições públicas de pesquisa e extensão rural, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e a Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMBRATER), passaram a desenvolver propostas e a experimentar alternativas baseadas na ideia de que é possível e necessário conviver com a seca e o semiárido (SILVA, 2003).

No final da década de 1990, um conjunto de organizações do terceiro setor, representantes de diversas categorias da classe trabalhadora, igrejas e organizações não governamentais de assessoria técnica e extensão rural, constituíram, durante a Terceira Sessão da Conferência das Partes das Nações Unidas da Convenção de Combate à Desertificação (COP 3), ocorrida em Recife-PE, em 1999 a Articulação Semiárido Brasileiro (ASA). A ASA lançou a Declaração do Semiárido, afirmando que a convivência com as condições do semiárido brasileiro e, em particular, com as secas é possível. O documento apresenta um conjunto de propostas baseadas em duas premissas: a conservação, uso sustentável e recomposição ambiental dos recursos naturais do semiárido; e a quebra do monopólio de acesso à terra, à água e aos outros meios de produção (SILVA, 2003). Este momento histórico, representa um marco lógico para a concepção de um novo paradigma, o paradigma da convivência com o semiárido.

Desde então diversas tecnologias e programas foram desenvolvidos(as), aperfeiçoados(as), propostos(as) e implementados(as), objetivando garantir a captação e o armazenamento de água durante as quadras chuvosas ocorrentes na região, para o atendimento das necessidades básicas humana e para produção de alimentos. Dois programas coordenados e gestados pela ASA foram e são fundamentais neste processo, o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) e o Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2), que com investimento federal principalmente, até recentemente permitiu a implementação de um conjunto de tecnologias (cisternas, barragens subterrâneas, tanques de pedra, tanques trincheiras dentre outras), contribuindo de forma decisiva para transformação da realidade do semiárido brasileiro, especialmente no campo e abrigo o alargamento das perspectivas deste novo

paradigma.

Por outro lado, há ainda que se avançar dentro da perspectiva da convivência o semiárido em debates e práticas fundamentais e estratégicas neste processo, como reuso de água, uso de água salina na irrigação de culturas alimentícias ou não e a produção de energia renovável, em função do enorme potencial da região para as fontes solar e eólica. O que, segundo Silva (2003), implica numa atuação pró ativa diante da natureza e de seus fenômenos, buscando aproveitar de forma sustentável suas potencialidades para satisfação das necessidades humanas.

2.3 Uso de águas salinas na produção agrícola

A reduzida disponibilidade de água em quantidade e qualidade satisfatória em algumas regiões do mundo, especialmente nas regiões áridas e semiáridas, para atender inclusive e sobretudo o abastecimento humano e animal, acabam gerando a necessidade de se usar águas de qualidade inferior, como as águas com elevada concentração de sais, em processos produtivos importantes, como a agricultura irrigada.

De acordo com Rhoades, Kandiah e Mashali (2000), graças à utilização de espécies tolerantes e adoção de práticas adequadas de manejo da cultura, do solo e da água de irrigação, o desafio da produção vegetal irrigada com águas salinas vem sendo superado em diversas regiões do mundo.

Diversos exemplos significativos do uso comercial de águas salinas na história, sob diferentes circunstâncias em todo mundo, podem ser verificados numa ampla literatura nos dias atuais (RHOADES; KANDIAH; MASHALI, 2000). Os autores complementam que nos Estados Unidos, segundo informações compiladas por Rhoades, Kandiah e Mashali (2000), culturas como algodão, beterraba, grãos, sorgo e alfafa, são apontadas como as principais culturas irrigadas com águas salinas, numa série histórica de 75 a 100 anos.

O algodão é cultivado com sucesso, sendo irrigado a base de água rica em gesso e CE até $8,0 \text{ dS m}^{-1}$, usando-se fileiras alternadas, irrigação por sulco e plantio em fileiras duplas sobre sulcos largos ou em sulcos estreitos, com escarificação dos camalhões dos sulcos para remover as crostas de sais antes da emergência das plântulas. E a irrigação por aspersão no algodão é conduzida durante a noite ou nas horas de crepúsculo, usando-se água com CE de até $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ (RHOADES; KANDIAH; MASHALI, 2000).

Terceiro Neto *et al.* (2013), estudando estratégias de irrigação para duas cultivares de melão do grupo pele de sapo, com água de baixa ($0,61 \text{ dS m}^{-1}$) e alta concentração salina

(4,78 dS m⁻¹) em Mossoró/RN, concluíram que irrigação com água de boa qualidade, aplicada durante dois dias, seguida de água salina, por um dia, viabilizou a produção comercial de melão, com redução de 33% no uso e água de boa qualidade.

Alves *et al.* (2011), estudando estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT em Cruz das Almas/BA, alternando uso exclusivo de água salobra; uso de água salobra na produção da solução nutritiva e água doce na reposição da evapotranspiração; uso de água doce na produção da solução nutritiva e água salobra na reposição da evapotranspiração, concluíram que, apesar da redução linear da produção da alface com o aumento da salinidade da água, sintomas depreciativos para a qualidade da alface hidropônica não foram registrados.

2.4 Produção de plantas ornamentais no Brasil

Um estudo realizado pela empresa Hórtica Consultoria e Treinamento, no ano de 2013 sobre setor de produção de flores e plantas ornamentais no Brasil, a partir da coleta, sistematização e análise das informações produzidas por cooperativas e associações de produtores, mercados e centrais atacadistas, secretarias estaduais de agricultura, pecuária e abastecimento, órgãos públicos e privados afins, universidades e institutos de pesquisa de todo o país, possibilitou visualizar o progresso dos indicadores do setor para os anos de 2008 e 2013 (JUNQUEIRA; PEETZ, 2014). O resultado deste estudo permitiu inferir, que existem no Brasil, cerca de 7.800 produtores de espécies ornamentais, os quais, conjuntamente, cultivaram em 2013, uma área de 13.468 hectares. No ano de 2014, o setor movimentou algo próximo de R\$ 5,64 bilhões, representando um crescimento de 8,0% em relação a 2013. (JUNQUEIRA; PEETZ, 2014).

O Nordeste brasileiro destaca-se no cenário nacional, ocupando a terceira posição em produção de flores e plantas ornamentais no Brasil, com participação de 11,8% no setor (JUNQUEIRA; PEETZ, 2014).

2.5 Breve caracterização das espécies selecionadas para o estudo

2.5.1 *Catharanthus roseus*

A espécie *Catharanthus roseus*, também podendo ser denominada de *Vinca rosea* L. e conhecida popularmente como boa-noite, vinca, ou maria-sem-vergonha. É uma planta

semi-herbácea, de porte subarbusivo, ciclo de vida perene, pertencente à família botânica Apocinacea, nativa de Madagascar, com enorme dispersão em áreas tropicais e subtropicais do mundo. Podem chegar até 1 metro de altura, as folhas são brilhantes medindo em média de 5 a 7 centímetros de comprimento. As cinco pétalas de flores são tipicamente rosa, porém existem variedades e cultivares em cores vermelho roxo, branca e púrpura. É produzida no Brasil especialmente como planta ornamental, sendo muito comum em residências e praças (FERREIRA, 2003; PORTAL *et al.*, 2014).

2.5.2 *Celosia argentea*

A espécie *Celosia argentea* pertence à família Amarantacea, e é conhecida pelos nomes populares, crista de galo, plumosa, suspiro ou crista plumosa. É uma planta herbácea anual, de porte ereto, medindo de 30 a 60 cm de altura, de caule suculento, folhas ovalado lanceoladas, às vezes levemente avermelhadas. Inflorescências plumosas, alongadas, eretas, um tanto cônicas, densamente ramificadas, vermelhas, amarelas ou branco creme, com flores diminutas e atraentes (FILHO, 2003).

Embora seja uma espécie vista se desenvolvendo de forma voluntária em várias partes do mundo, o mais provável, é que seu centro de origem seja África e Ásia (ECKSTEIN, 2008).

2.5.3 *Tagetes patula*

A espécie *Tagetes patula* pertence à família botânica Asteracea, no Brasil é popularmente conhecida como cravo de defunto, tendo como centro de origem, o México (DUQUE, 2006). A planta é uma erva ramosa, que pode chegar até 1,5 metros de altura, folhas opostas ou alternadas, profundamente dilaceradas e aromáticas. Apresenta capítulos grandes de pedúnculos intumescidos no ápice, solitários e multifloros. Aquênio linear multiestriado com sementes pretas. Existem variedades e cultivares de flores dobradas, grandes com até sete centímetros de diâmetro nas cores amarela-citrino e amarelo-enxofre (BRAGA, 1976).

2.6 Uso de água salina na produção de plantas ornamentais

No que se refere a produção de flores e plantas ornamentais com águas salinas em

escala comercial no Brasil, não há, ainda registros ou evidências expressivas desta prática, uma vez que a própria pesquisa neste sentido ainda é muito tímida, mas desponta com enorme potencial de crescimento e aplicação, especialmente no semiárido brasileiro, onde grande parte de oferta de água natural subterrânea é salina, em função da formação geológica predominante na região, o embasamento cristalino. Assim sendo, a pesquisa tem papel determinante dentro dessa perspectiva, uma vez que é por meio desta que técnicas e tecnologias podem ser desenvolvidas, testadas, melhoradas, avaliadas e empregadas dentro de cada contexto, como alguns trabalhos científicos sobre a temática apresentados a seguir.

Fornes *et al.* (2007), trabalhando com pré-condicionamento à seca por meio de irrigação com água salina em relação à tolerância à salinidade de plantas ornamentais selecionadas, com água de alta concentração salina ($12,5 \text{ dS m}^{-1}$) e baixa concentração ($1,16 \text{ dS m}^{-1}$ controle), concluíram com base em seus resultados e para aquelas espécies estudadas (*Calceolaria hybrida*, *Calendula officinalis* L. e *Petunia hybrid*), que é possível usar água salina para o crescimento comercial de plantas ornamentais selecionadas e que este procedimento tem a vantagem adicional de tornar as plantas tolerantes à seca, o que é relevante em climas quentes e secos.

Oliveira *et al.* (2017), avaliando manejos de irrigação com água salina sobre o crescimento de plantas ornamentais, verificaram que o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação reduziu o crescimento das espécies ornamentais, mas que também, os efeitos dos métodos de aplicação de água salina variaram de acordo com a espécie e com as variáveis de crescimento e morfofisiológicas avaliadas. O que leva a crer que o método de irrigação tem forte influência na resposta das espécies ornamentais irrigadas com água salina, porém a definição de um método ideal deverá estar condicionado a uma combinação de outros fatores, o que não foi possível verificar nas condições do presente estudo.

Santos Júnior *et al.* (2016), verificaram taxas de crescimento absoluto e relativo do comprimento e diâmetro do caule de cultivares de girassóis ornamentais sob estresse salino em hidroponia de baixo custo, valores máximos sob condutividade elétrica de $1,7$ e $4,3 \text{ dS m}^{-1}$, a partir destes níveis salinos as perdas foram de até 79%.

García Caparrós *et al.* (2016), estudando mecanismos de tolerância de três espécies ornamentais cultivadas em vasos, sob três níveis de salinidade ($2,0$; $4,5$; $7,5 \text{ dS m}^{-1}$) observaram que a salinidade desencadeou diferentes respostas em cada espécie, apesar da redução na biomassa total. As plantas de *Aloe vera* acumularam Na ao nível da raiz e diminuíram a succulência nas folhas, as plantas de *Kalanchoe blossfeldiana* evitaram o acúmulo de Na pela queda de folhas e as plantas de *Gentianella splendens* desencadearam a

acumulação de Cl e Na no nível da raiz, a secreção de sal através das folhas, a perda de folhas velhas e o aumento da suculência nas folhas.

Os resultados apresentados por estes estudos com diferentes espécies ornamentais, demonstram o potencial que representa a produção comercial destas espécies sob condições de salinidade, dado as suas capacidades adaptativas e possibilidades de cultivo em diferentes ambientes.

3 CAPÍTULO 1: CLASSIFICAÇÃO DE TOLERÂNCIA À SALINIDADE NA FASE DE PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES ORNAMENTAIS *Catharanthus roseus*, *Tagetes patula* e *Celosia argentea*

RESUMO

A garantia do abastecimento de água para agricultura irrigada no semiárido deve passar necessariamente pelo uso de águas de qualidade inferior, como as águas salobras de poços. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a tolerância à salinidade para as espécies ornamentais *Catharanthus roseus*, *Tagetes patula* e *Celosia argentea*, utilizando-se diferentes métodos. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, arranjado em esquema fatorial 3 x 10, correspondendo a três espécies de plantas ornamentais (*Celosia argentea*, *Tagetes patula* e *Catharanthus roseus*) e dez níveis de condutividade elétrica da água de irrigação CEa (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 5,0 e 6,0 dS m⁻¹). Quatro métodos de avaliação da tolerância à salinidade foram testados, utilizando valores relativos ou percentuais de redução das análises quantitativas e qualitativas. Os diferentes métodos evidenciam maior sensibilidade à salinidade de *C. roseus*, em relação às espécies *T. patula* e *C. argentea*. Os métodos da salinidade limiar e do índice ORN apresentaram resultados semelhantes, sendo *C. roseus* classificada como sensível e as espécies *T. patula* e *C. argentea* como moderadamente sensíveis à salinidade. Em termos médios o método de Fageria (1985) permitiu boa separação das espécies, com limites de tolerância de 1,5; 2,5 e 3,5 dS m⁻¹, respectivamente para *C. roseus*, *T. patula* e *C. argentea*. As três espécies ornamentais estudadas apresentam potencial para produção com águas salinas atentando para os limites observados neste estudo.

Palavras-chave: Estresse salino. Plantas ornamentais. Análise sensorial. Irrigação.

4 CHAPTER 1: CLASSIFICATION OF SALINITY TOLERANCE IN THE PRODUCTION PHASE OF ORNAMENTAL SPECIES *Catharanthus roseus*, *Tagetes patula* and *Celosia argentea*

ABSTRACT

The guarantee of water supply for irrigated agriculture in the semi-arid region must necessarily involve the use of lower quality water, such as brackish water. The objective of the present work was to evaluate the tolerance to salinity for the ornamental species *Catharanthus roseus*, *Tagetes patula* and *Celosia argentea*, using different methods. The experiment was conducted in a randomized block, arranged in a 3 x 10 factorial scheme, corresponding to three species of ornamental plants (*Celosia argentea*, *Tagetes patula* and *Catharanthus roseus*) and ten levels of electrical conductivity of the irrigation water EC_w (0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 5.0 and 6.0 dS m⁻¹). Four salinity tolerance assessment methods were tested, using relative values or percentage of reduction of quantitative and qualitative analyses. The different methods show the highest sensitivity to salinity of *C. roseus*, in the seedling production stage, in relation to *T. patula* and *C. argentea* species. The methods of threshold salinity and ORN index presented similar results in terms of classification of salt tolerance, with *C. roseus* classified as sensitive and *T. patula* and *C. argentea* as moderately sensitive. In average terms, the Fageria method (1985) allowed good separation of the species, with tolerance limits of 1.5, 2.5 and 3.5 dS m⁻¹, respectively for *C. roseus*, *T. patula* and *C. argentea*. The three ornamental species studied have potential for production with saline waters, paying attention to the limits observed in this study.

Key words: Salt Stress. Ornamental plants. Sensory evaluation. Irrigation.

5 INTRODUÇÃO

Atualmente um dos grandes desafios da agricultura contemporânea relaciona-se diretamente com a questão hídrica, uma vez que dado ao efeito das mudanças climáticas e da falta de políticas mais efetivas no sentido de reciclar a água, esta tende a se tornar cada vez mais limitada sob os pontos de vista qualitativo e quantitativo. Neste sentido, é necessário avançar dentro das possibilidades do uso de água de qualidade inferior na produção agrícola. Dentro dessa perspectiva cabe destaque para as águas salobras, que normalmente não requerem nenhum tipo de tratamento químico e seu uso na agricultura depende da adoção de um conjunto de técnicas de manejo, associadas especialmente ao estabelecimento de índices referenciais de tolerância das culturas à salinidade (GARCIA-CAPARRÓS; LAO, 2018; LACERDA *et al.*, 2016).

Os métodos usados para classificação da tolerância de plantas à salinidade pressupõem a existência de enorme variabilidade genética intra e interespecífica, podendo resultar em espécies ou variedades com baixa, intermediária ou alta capacidade de suportar o excesso de sais no ambiente de cultivo (DIAS *et al.*, 2016; SOARES FILHO *et al.* 2016). Esse nível de tolerância depende também do estágio de desenvolvimento da planta e de outros fatores, como tipo de sal, método e frequência de irrigação e as condições climáticas (MEDEIROS *et al.*, 2016).

Entre os métodos adotados para classificar as respostas das plantas à salinidade destacam-se os que se baseiam principalmente no crescimento e características agronômicas importantes, como produção de grãos e frutos (AYERS; WESTCOT, 1999), considerando-se valores de salinidade limiar para rendimentos relativos (MAAS; HOFFMAN, 1977) ou percentuais de redução relativa do crescimento ou produtividade (FAGERIA, 1985; MIYAMOTO *et al.*, 2004).

A aplicação destes métodos é amplamente reconhecida, entretanto em termos de comparação entre eles pouco se conhece, especialmente em estudos voltados para a tolerância à salinidade de plantas ornamentais (OLIVEIRA *et al.*, 2018). Embora comumente as plantas sejam agrupadas em divisões de tolerância a salinidade com base em parâmetros biométricos e produtivos, para plantas ornamentais uma separação baseada também na qualidade visual pode ser a mais adequada (CASSANITI; ROMANO; FLOWERS, 2012; NEVES *et al.*, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Estudos de tolerância à salinidade em plantas ornamentais têm sido realizados, principalmente, após as mesmas terem sido transferidas para o campo, visando avaliar a

capacidade de estabelecimento das mudas sob irrigação com águas salinas (ALVARÉZ; SÁNCHEZ-BLANCO, 2015; CARILLO *et al.*, 2019; CASSANITI; LEONARDI; FLOWERS, 2009; ESCALONA *et al.*, 2014; FARIERI *et al.*, 2016; GARCIA-CAPARRÓS *et al.*, 2016; MYIAMOTO *et al.*, 2004; NIU; STARMAN; BYRNE, 2013; NEVES *et al.*, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2018; VALDEZ-AGUILAR; GRIEVE; POSS, 2009; VEATCH-BLOHM; ROCHE; SWEENEY, 2019). Por outro lado, são exíguos os estudos que objetivam avaliar a tolerância dessas plantas na fase de produção de mudas, a qual possivelmente se mostra mais sensível ao excesso de sais. Esses estudos podem gerar informações de grande relevância para embasar o aproveitamento de águas salinas por pequenas empresas e agricultores que atuam no setor de ornamentais, indicando os níveis de salinidade da água que podem ser utilizados na produção de mudas.

Neste contexto o presente trabalho teve como objetivo avaliar a tolerância à salinidade de três espécies ornamentais (*Catharanthus roseus* – Boa noite, *Tagetes patula* – Cravo amarelo e *Celosia argentea* – Crista de galo), na fase de produção de mudas, usando análises qualitativas e quantitativas.

6 MATERIAL E MÉTODOS

6.1 Local de realização da pesquisa

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, situada na área experimental da Estação Agrometeorológica da Universidade Federal do Ceará em Fortaleza (3° 45' S; 38° 33' W), Ceará, Brasil, no período de julho a setembro de 2018. Os dados de temperatura, umidade relativa do ar e densidade de intensidade luminosa foram coletados a cada hora usando um datalogger (Onset - Hobo). A temperatura média do ar variou de 28,1 a 31,2 °C, ao passo que a umidade relativa variou de 57,2 a 65,7% e, os valores médios de luz diária variaram de 13.973,9 a 22.729,8 Lux. O fotoperíodo foi de cerca de 12 h durante o período experimental.

6.2 Delineamento experimental e preparo das soluções

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (Figura 1), com quatro repetições, em esquema fatorial 3 x 10, correspondendo a três espécies de plantas ornamentais (*Celosia argentea*, *Tagetes patula* e *Catharanthus roseus*) (Figura 2) e dez níveis de

condutividade elétrica da água de irrigação CEa (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 5,0 e 6,0 dS m^{-1}), totalizando 120 unidades experimentais, cada uma formada por três vasos contendo uma planta cada um.

Figura 1 – Disposição dos blocos experimentais dentro da estufa



Fonte: autor.

Figura 2 – Espécies ornamentais utilizadas no estudo. A. *Catharanthus roseus*; B. *Tagetes patula*; C. *Celosia argentea*



Fonte: autor.

O preparo das soluções salinas foi realizado utilizando sais de NaCl , $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, na proporção equivalente a 7:2:1, entre os cátions Na^+ , Ca^{2+} , e Mg^{2+} , obedecendo-se a relação entre CEa e sua concentração ($\text{CEa} = \text{mmol}_e \text{L}^{-1}/10$). 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). A água utilizada no preparo das soluções salinas era proveniente de um poço e a água do tratamento controle da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – (Cagece). As características químicas, pH, CE (dS m^{-1}), Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- e HCO_3^- ($\text{mmol}_e \text{L}^{-1}$) das duas fontes de água foram, respectivamente: água de poço: (7,7; 0,96; 1,2; 2,8; 4,9; 0,4; 7,2; e 2,3); água da Cagece (6,6;

0,50; 1,2; 1,5; 2,1; 0,3; 5,4; e 0,1).

6.3 Semeadura, aplicação dos tratamentos e tratos culturais

A semeadura foi realizada diretamente em vasos de polietileno, com capacidade de 700 mL, colocando-se em média cinco sementes por vaso. Estes foram preenchidos com substrato composto por mistura de bagana de carnaúba triturada e peneirada, húmus de minhoca e arisco, na proporção de 2:1:1. O tamanho dos vasos e o substrato empregado foram definidos com base em informações de produtores de ornamentais da região. O substrato foi submetido à irrigação que o elevou a condição de saturação, seguida de drenagem do excesso de água para atingir sua capacidade de campo.

A aplicação dos tratamentos iniciou sete dias após a semeadura (DAS), quando as plantas haviam emergido. O desbaste, mantendo uma planta por vaso, foi realizado quatorze DAS, e em seguida procedeu-se adubação com N-P-K na formulação 10-10-10, aplicando-se 1,0 g por vaso. O manejo da irrigação foi realizado pelo balanço hídrico, conforme equação 01, mantendo um vaso como lisímetro de drenagem para cada espécie e cada nível de salinidade. Adicionou-se uma fração de lixiviação de 0,15 em cada evento de irrigação a fim de evitar o acúmulo excessivo de sais na zona radicular (AYERS; WESTCOT, 1999). Ao fim da pesquisa, o volume total de água aplicado em cada nível salino (36 vasos), considerando 28 eventos de irrigação, foi de: 170,28; 171,00; 164,10; 164,88; 160,20; 156,48; 149,40; 146,76; 127,44; 120,78 L, respectivamente para 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 5,0 e 6,0 dS m⁻¹.

$$ITN = (V.A - V.D) / 0,15 \quad (01)$$

em que:

ITN – Irrigação total necessária em mL;

V.A – Volume aplicado no lisímetro em mL;

V.D – Volume drenado em mL;

0,15 – Fração de lixiviação.

6.4 Avaliação biométrica e sensorial

Aos 47 dias após a imposição dos tratamentos (DAIT), foram realizadas as análises sensorial e biométricas. Inicialmente, foram selecionadas 30 plantas, sendo uma

planta por nível salino e por cada espécie, que foram submetidas à análise sensorial segundo metodologia descrita por Ureña, D'árrigo e Girón (1999), adaptada para avaliação qualitativa dos efeitos da salinidade (NEVES *et al.*, 2018). Utilizou-se a escala hedônica com nove pontos numéricos, sendo eles: 1. desgostei extremamente; 2. desgostei muito; 3. desgostei moderadamente; 4. desgostei ligeiramente; 5. indiferente; 6. gostei ligeiramente; 7. gostei moderadamente; 8. gostei muito e 9. gostei extremamente. A análise foi realizada por 100 julgadores escolhidos ao acaso, constituídos por alunos/as, funcionários/as e professores/as da Universidade Federal do Ceará – UFC (Figura 3), As plantas selecionadas para esta avaliação tiveram suas etiquetas de tratamento substituídas por números casualizados com as amostras separadas por espécies, mas em posições aleatórias. As notas atribuídas às plantas pelos julgadores, foram convertidas em médias ponderadas, obedecendo ao seguinte cálculo: $((a*n)+(a*n))+.../100$, em que: (a) representa as notas da escala hedônica de 1 a 9 e (n) o número de pessoas que atribuiu uma determinada nota. Estas notas, foram em seguida transformadas em valores relativos, a fim de aplicar os métodos de classificação de tolerância à salinidade.

Figura 3 – Análise sensorial realizada no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Fortaleza, Brasil



Fonte: autor.

As análises biométricas foram realizadas, primeiramente medindo-se a altura das plantas (AP , cm), diâmetro do caule (DC , mm) e contabilizando-se o número de flores (N_{flor} , und planta⁻¹). Na sequência, as plantas foram coletadas e destacadas em flores, folhas e caules (Figura 4), sendo separadamente acondicionadas em sacos de papel e levadas a estufa de circulação forçada de ar a 65° C até atingirem peso constante, para obtenção da biomassa seca de todas as partes, massa seca de folhas (MSF , g planta⁻¹), massa seca de flores (MS_{flor} , g

planta⁻¹) e massa seca de caules (MSC , g planta⁻¹), com auxílio de balança de precisão com quatro casas decimais, que somadas, constituíram a massa seca da parte aérea ($MSPA$, g planta⁻¹).

Figura 4 – Coleta de plantas, destacadas em caules, folhas e flores



Fonte: autor.

De posse dos dados biométricos e da aparência geral das plantas (AG), determinou-se a classificação da tolerância à salinidade de cada uma das três espécies, por meio de quatro métodos. Todos os dados, quantitativos e qualitativos foram submetidos previamente a análise de variância a fim de verificar efeitos isolados e/ou interações entre os fatores (salinidade e espécies). Para a realização da classificação da tolerância à salinidade, todos os resultados foram expressos em valores relativos, considerando-se o controle ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$) como referência (100% ou 0% de redução).

A avaliação da tolerância à salinidade com base na classificação proposta por Maas e Hoffman (1977), considerando a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), separa os níveis de tolerância com base nos valores de salinidade limiar (SL) em: sensível ($CEa < 0,9 \text{ dS m}^{-1}$); moderadamente sensível (CEa de $0,9$ a $2,0 \text{ dS m}^{-1}$); moderadamente tolerante (CEa de $2,0$ a $4,0 \text{ dS m}^{-1}$); tolerante ($CEa > 4,0 \text{ dS m}^{-1}$).

Para o método definido por Miyamoto *et al.* (2004), adotou-se redução de 25% nas diferentes variáveis avaliadas. Por se tratar de água de irrigação, uma relação de aproximadamente 1,5 foi utilizada para converter a CEa em $CEes$, considerando uma fração de lixiviação de 0,15 e substrato com textura média (AYERS; WESTCOT, 1999). De acordo com esses critérios, as plantas foram classificadas nas seguintes categorias: sensível (CEa de $0,0$ a $2,0 \text{ dS m}^{-1}$); moderadamente sensível (CEa de $2,0$ a $4,0 \text{ dS m}^{-1}$); moderadamente tolerante (CEa de $4,0$ a $6,0 \text{ dS m}^{-1}$); tolerante ($CEa > 6,0 \text{ dS m}^{-1}$).

No método descrito por Fageria (1985), foram calculados os percentuais de redução dos valores das variáveis estudadas, utilizando-se o tratamento de menor salinidade

(0,5 dS m⁻¹) como referencial para os demais. De acordo com este critério as plantas foram classificadas como: tolerante (reduções de 0 a 20%), moderadamente tolerante (20,1 a 40%), moderadamente sensível (40,1 a 60%) e sensível (redução superior a 60%).

Por fim, objetivando testar um índice específico de tolerância à salinidade para plantas ornamentais, denominado como índice Ornamental (índice Orn), foram consideradas as reduções cumulativas da massa seca da parte aérea e a aparência geral das plantas, massa seca da parte aérea e número de flores, adotando-se uma redução de 25%. O menor nível de salinidade (0,5 dS m⁻¹) foi utilizado como referência para os demais tratamentos, a fim de expressar resultados em termos relativos. De acordo com este critério, as plantas foram classificadas nas seguintes categorias: sensível (CEa de 0,0 a 2,0 dS m⁻¹); moderadamente sensível (CEa de 2,0 a 4,0 dS m⁻¹); moderadamente tolerante (CEa de 4,0 a 6,0 dS m⁻¹); e tolerante (CEa > 6,0 dS m⁻¹) (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

6.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade. Quando significativas, as médias entre espécies foram comparadas pelo teste de Tukey e o efeito da salinidade por meio de regressão, onde utilizou-se o polinômio de maior grau cujo os parâmetros das equações foram significativos pelo teste T. Utilizou-se o pacote estatístico SISVAR Software v. 5.6 (FERREIRA, 2011).

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância para massa seca da parte aérea (*MSPA*), número de flores (*Nflor*) e aparência geral das plantas (*AG*) indicaram interação significativa entre os fatores espécies x salinidade ($p < 0,01$) (Tabela 1). Também foram observados efeitos isolados dos fatores salinidade e espécie para diâmetro do caule (*DC*) e altura de plantas (*AP*) ($p < 0,01$).

Tabela 1 – Resumo da significância estatística para a massa seca da parte aérea (*MSPA*), diâmetro do caule (*DC*), altura de planta (*AP*), número de flores (*Nflor*) e aparência geral (*AG*), das espécies *C. roseus*, *T. patula* e *C. argentea*. Fortaleza, CE. 2019

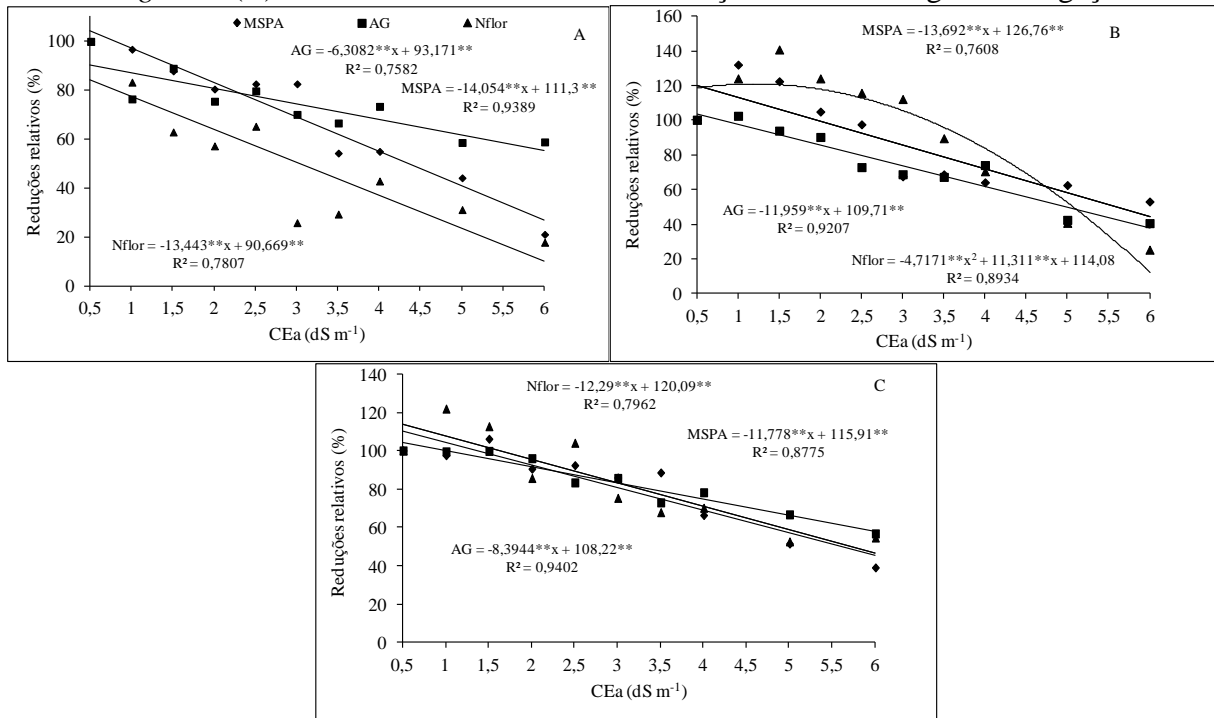
Fontes de variação	GL	<i>P</i> < <i>F</i>				
		<i>MSPA</i>	<i>DC</i>	<i>AP</i>	<i>Nflor</i>	<i>AG</i>
Bloco	3	0,1576 ^{ns}	<0,0001 ^{**}	0,0038 ^{**}	0,4974 ^{ns}	<0,0001 ^{**}
Espécie (E)	2	<0,0001 ^{**}	<0,0001 ^{**}	<0,0001 ^{**}	<0,0001 ^{**}	<0,0001 ^{**}
Salinidade (S)	9	<0,0001 ^{**}	<0,0001 ^{**}	<0,0001 ^{**}	<0,0001 ^{**}	<0,0001 ^{**}
<i>reg. linear</i>	1	-	<0,001 ^{**}	<0,001 ^{**}	-	-
<i>reg. quadrática</i>	1	-	0,025 [*]	0,383 ^{ns}	-	-
E x S	18	0,0005 ^{**}	0,6114 ^{ns}	0,5726 ^{ns}	<0,0001 ^{**}	<0,0001 ^{**}
Erro	87	-	-	-	-	-
CV (%)		15,57	8,89	12,71	14,95	8,37

ns, não significativo; ***P*<0,01; **P*<0,05. Fonte: elaborada pelo autor.

Os dados relativos de matéria seca da parte aérea, aparência geral das plantas e número de flores mostram que há dissimilaridade nas respostas quantitativas e qualitativas das três espécies estudadas, e que esta foi dependente do nível de salinidade empregado (Figura 5). Para *C. roseus* (Figura 5A), observou-se decréscimo linear para *MSPA*, *Nflor* e *AG* na ordem de 14,05, 13,44 e 6,3% por incremento unitário da CEa (dS m⁻¹) respectivamente, evidenciando efeito menos intenso do estresse salino para aparência geral das plantas. Esses resultados divergem dos obtidos por outros autores (NEVES *et al.*, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2018), que observaram aumento na produção de flores e na avaliação sensorial até cerca de 2,5 dS m⁻¹. Contudo, convém salientar que esses trabalhos foram realizados na fase de estabelecimento das mudas no campo e não na produção das mudas, sugerindo que o estágio inicial do desenvolvimento de *C. roseus* seja mais sensível à salinidade.

A espécie *T. patula* (Figura 5B), também apresentou decréscimo linear para *MSPA* e *AG*, com decaimento de 13,69 e 11,96% por incremento unitário da CEa (dS m⁻¹) respectivamente, ao passo que para *Nflor*, houve resposta quadrática, com valor máximo observado em 1,2 dS m⁻¹, 20,86% acima do valor referente ao tratamento de menor salinidade, sendo que os valores ficaram abaixo de 100% apenas a partir da CEa de 3,0 dS m⁻¹. Essa estabilidade na produção de flores é semelhante ao observado em outros estudos com plantas ornamentais, que apresentaram valores levemente superiores sob condições salinas, sendo um fator positivo na avaliação qualitativa dessas plantas (CAI *et al.*, 2014; NEVES *et al.*, 2018).

Figura 5 – Reduções relativas de matéria seca da parte aérea (*MSPA*), aparência geral das plantas (*AG*) e número de Flores (*Nflor*) de *Catharanthus roseus* (A), *Tagetes patula* (B) e *Celosia argentea* (C) submetidas a diferentes concentrações de sais na água de irrigação



Fonte: autor.

Já para a espécie *C. argentea* (Figura 5C), as três variáveis sofreram redução linear em função do aumento da salinidade, sendo verificado maior intensidade no número de flores e massa seca da parte aérea, com decréscimos de 12,29 e 11,77% por unidade incrementada da CEa (dS m^{-1}) respectivamente, ao passo que para AG, esta redução foi de 8,39%. Carter *et al.* (2005) verificaram redução na produção de flores em *C. argentea* apenas quando a salinidade da água de irrigação foi superior a $8,0 \text{ dS m}^{-1}$, nas condições do verão do sul da Califórnia.

Na Tabela 2 é apresentada a classificação de tolerância à salinidade segundo Mass e Hoffman (1977), Miyamoto *et al.* (2004) e Oliveira *et al.* (2018). De modo geral, considerando todos os métodos de classificação avaliados, pode-se verificar que a espécie *C. roseus* foi a que apresentou maior sensibilidade ao estresse salino na fase de produção de mudas comparado com as espécies *T. patula* e *C. argentea*. Contudo, pode-se observar que houve discrepância na classificação entre os métodos empregados e entre as variáveis, sendo que o método de Miyamoto *et al.* (2004), foi o que apresentou os resultados mais discrepantes.

De acordo com o método adaptado de Miyamoto *et al.* (2004), e levando em

consideração a variável MSPA, as três espécies de plantas ornamentais foram classificadas como moderadamente sensíveis à salinidade, no entanto, esta classificação não apresentou boa coerência com as demais variáveis quantitativas e qualitativas estudadas. Por outro lado, segundo os métodos baseados na salinidade limiar (MAAS; HOFFMAN, 1977) e na combinação de respostas quantitativas e qualitativas (OLIVEIRA *et al.*, 2018), a espécie *C. roseus* foi classificada como sensível, e as espécies *T. patula* e *C. Argentea* foram classificadas predominantemente como moderadamente sensíveis. Importante salientar que, para o método de Maas e Hoffman (1997), a variável número de flores foi a única que apresentou discrepância na classificação em relação as demais variáveis, quando as espécies *T. patula* e *C. argentea* foram consideradas moderadamente tolerantes, com salinidade limiar superior a 2,0 dS m⁻¹.

Tabela 2 – Classificação de tolerância à salinidade para *C. roseus*, *T. patula* e *C. argentea* com base na matéria seca da parte aérea (MSPA), diâmetro do caule (DC), altura da planta (AP), número de flores (Nflor) e aparência geral (AG) pelos métodos adaptados de Mass e Hoffman (1977), Miyamoto *et al.* (2004) e Oliveira *et al.* (2018)

Variáveis	Espécies/classificação		
	<i>C. roseus</i>	<i>T. patula</i>	<i>C. argentea</i>
Método adaptado de Mass e Hoffman (1977)			
MSPA	S (0,80)*	MS (1,90)	MS (1,90)
DC	S (0,62)	MS (1,52)	MS (1,75)
AP	S (0,08)	MS (0,92)	MS (1,23)
Nflor	S (0,30)	MT (2,92)	MT (2,11)
AG	S (0,08)	MS (1,03)	MS (1,25)
Método adaptado de Miyamoto <i>et al.</i> (2004)			
MSPA	MS	MS	MS
DC	MS	MT	MT
AP	S	MS	MT
Nflor	S	MS	MS
AG	MS	MS	MT
Índice Orn (Oliveira <i>et al.</i> , 2018)			
MSPA + AG	S	MS	MS
MSPA + Nflor	S	MS	MS

S – Sensível; MS – Moderadamente sensível; MT – Moderadamente tolerante; T – Tolerante; * - Salinidade limiar. Fonte: elaborada pelo autor.

Diferentemente do resultado obtido no presente trabalho, Oliveira *et al.* (2018), comparando métodos para avaliar a tolerância de plantas ornamentais à salinidade, verificaram moderada sensibilidade para *C. roseus* quando considerado o índice Orn. Do mesmo modo, Friedman *et al.* (2007), aplicando efluentes de tratamento secundário com CE 2,3 dS m⁻¹ para o cultivo de celósia (*C. argentea*) como flor de corte, verificaram que não

houve interferência negativa da salinidade no crescimento das plantas e tampouco na produção de flores, sugerindo que esta espécie apresenta tolerância moderada à salinidade. Contudo, para a espécie *T. patula*, os resultados aqui obtidos foram semelhantes aos obtidos por Sun *et al.* (2018), que avaliando as respostas de cultivares dessa espécie sob condições de irrigação com água salina, atestaram moderada sensibilidade à salinidade para todas as cultivares estudadas.

O método proposto por Fageria (1985), (Tabela 3) difere dos anteriores, pois permite avaliar a tolerância para cada nível de salinidade testado, sendo de fácil aplicação prática. Para *C. roseus*, levando em conta a MSPA, verificou-se que a espécie se mostrou tolerante aos efeitos da salinidade até o nível de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$. Porém, considerando a relevância das demais variáveis, principalmente as qualitativas, observa-se que perdas moderadas na produção de mudas dessa espécie já ocorrem com salinidade de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$, com impactos maiores na produção de flores. Neves *et al.* (2018), também por meio do método adaptado de Fageria (1985), classificaram *C. roseus* como tolerante à níveis de salinidade de até $2,5$ e $7,5 \text{ dS m}^{-1}$, considerando a produção de biomassa da parte aérea e de flores, respectivamente. Entretanto, os autores trabalharam com mudas já produzidas, ou seja, o estudo foi realizado na fase de estabelecimento da muda em condições de campo e não na fase de produção da muda. Esse resultado reforça as observações anteriores de que a fase de produção de muda desta espécie é mais sensível ao estresse salino, sendo necessário o estabelecimento de práticas de manejo para garantir a produção de mudas mais vigorosas e de melhor qualidade, desta e de outras espécies ornamentais (GARCIA-CAPARRÓS; LAO, 2018; LACERDA *et al.*, 2016).

Já a espécie *T. patula*, apresentou limites de tolerância à salinidade ao nível de $2,5 \text{ dS m}^{-1}$, com pouca divergência entre as variáveis qualitativas e quantitativas. Porém, estes resultados diferem dos obtidos por Valdez-Aguilar, Grieve e Poss (2009), que conduziram pesquisa com o objetivo de avaliar a influência da salinidade e alcalinidade da água de irrigação no desenvolvimento de três variedades de *Tagetes* sp., e obtiveram como resultado, a possibilidade de produção desta espécie, sem comprometimento significativo da aparência e qualidade das plantas, usando água de irrigação de até $8,0 \text{ dS m}^{-1}$. Esses autores, no entanto, iniciaram a aplicação dos tratamentos salinos 37 dias após a semeadura, ou seja, as avaliações não ocorreram na fase de produção da muda, a qual parece ser a mais crítica do ponto de vista de sensibilidade ao estresse salino.

E por fim, a espécie *C. argentea*, apresentou limites de tolerância à salinidade de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$. Resultados superiores aos encontrados em nosso trabalho foram verificados por

Carter *et al.* (2005), que estudando a produção e absorção de íons por duas cultivares de *C. argentea* irrigadas com águas residuária salinas, afirmam ser possível produzi-las comercialmente com CEa entre 10 e 12 dS m⁻¹. As divergências com os resultados do presente trabalho podem ser justificadas em parte, pelos diferentes materiais genéticos utilizados. Além disso, os autores citados trabalharam com tanques de areia, e durante os primeiros 20 dias a irrigação foi realizada com uma solução nutritiva completa, com condutividade elétrica de 2,5 dS m⁻¹, sendo este tratamento considerado como controle. Condição essa, que pode ter garantido a produção de plantas bem mais vigorosas antes de serem submetidas aos tratamentos de maior salinidade, não representando adequadamente a condição de produção de mudas em vasos nas condições dos produtores brasileiros.

Tabela 3 – Reduções relativas de massa seca da parte aérea (*MSPA*), diâmetro do caule (*DC*), altura da planta (*AP*), número de flores (*Nflor*) e aparência geral (*AG*) das espécies *C. roseus*, *T. patula* e *C. argentea* e classificação de tolerância à salinidade aos 47 dias após início da aplicação dos tratamentos salinos, pelo método adaptado de Fageria (1985)

Variáveis	Reduções relativas (%)								
	CEa (dS m ⁻¹)								
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0
<i>C. roseus</i>									
<i>MSPA</i>	3,24 ^T	12,09 ^T	19,47 ^T	17,37 ^T	17,35 ^T	45,61 ^{MS}	44,92 ^{MS}	55,70 ^{MS}	78,77 ^S
<i>DC</i>	3,91 ^T	8,85 ^T	9,99 ^T	16,08 ^T	18,71 ^T	30,43 ^{MT}	29,71 ^{MT}	40,53 ^{MS}	46,28 ^{MS}
<i>AP</i>	18,18 ^T	12,41 ^T	27,48 ^{MT}	20,28 ^{MT}	25,35 ^{MT}	36,80 ^{MT}	30,94 ^{MT}	46,50 ^{MS}	50,82 ^{MS}
<i>Nflor</i>	16,67 ^T	37,00 ^{MT}	42,67 ^{MS}	34,67 ^{MT}	74,00 ^S	70,50 ^S	57,00 ^{MS}	68,67 ^S	82,00 ^S
<i>AG</i>	23,51 ^M	10,99 ^T	24,44 ^{MT}	20,23 ^{MT}	29,82 ^{MT}	33,33 ^{MT}	26,55 ^{MT}	41,29 ^{MS}	41,05 ^{MS}
Média	13,10 ^T	16,27 ^T	24,81 ^{MT}	21,73 ^{MT}	33,05 ^{MT}	43,33 ^{MS}	37,82 ^{MT}	50,54 ^{MS}	59,79 ^{MS}
<i>T. patula</i>									
<i>MSPA</i>	0,00 ^T	0,00 ^T	0,00 ^T	2,70 ^T	32,71 ^{MT}	31,54 ^{MT}	36,16 ^{MT}	37,73 ^{MT}	47,22 ^{MS}
<i>DC</i>	3,27 ^T	1,62 ^T	4,66 ^T	4,23 ^T	11,17 ^T	15,15 ^T	18,02 ^T	27,01 ^{MT}	34,59 ^{MT}
<i>AP</i>	2,68 ^T	7,54 ^T	10,89 ^T	17,76 ^T	18,89 ^T	23,12 ^{MT}	25,29 ^{MT}	41,04 ^{MS}	55,61 ^{MS}
<i>Nflor</i>	0,00 ^T	0,00 ^T	14,37 ^T	0,00 ^T	24,7 ^{MT}	32,18 ^{MT}	29,89 ^{MT}	47,44 ^{MS}	45,40 ^{MS}
<i>AG</i>	0,00 ^T	6,34 ^T	9,99 ^T	27,38 ^{MT}	31,49 ^{MT}	33,02 ^{MT}	26,20 ^{MT}	57,81 ^{MS}	59,69 ^{MS}
Média	1,19 ^T	3,10 ^T	7,98 ^T	10,41 ^T	23,80 ^{MT}	27,00 ^{MT}	27,11 ^{MT}	42,21 ^{MS}	48,50 ^{MS}
<i>C. argentea</i>									
<i>MSPA</i>	2,49 ^T	0,00 ^T	9,53 ^T	7,67 ^T	14,09 ^T	11,48 ^T	33,67 ^{MT}	48,57 ^{MS}	61,00 ^S
<i>DC</i>	1,92 ^T	0,40 ^T	2,78 ^T	6,69 ^T	12,60 ^T	18,50 ^T	22,36 ^{MT}	34,06 ^{MT}	42,13 ^{MS}
<i>AP</i>	1,53 ^T	1,18 ^T	5,88 ^T	11,18 ^T	15,69 ^T	21,96 ^{MT}	21,18 ^{MT}	33,33 ^{MT}	39,02 ^{MT}
<i>Nflor</i>	0,00 ^T	0,00 ^T	0,00 ^T	0,00 ^T	0,00 ^T	10,71 ^T	29,76 ^{MT}	59,52 ^{MS}	75,00 ^S
<i>AG</i>	0,49 ^T	0,24 ^T	4,04 ^T	16,67 ^T	14,34 ^T	27,08 ^{MT}	21,8 ^{MT}	33,33 ^{MT}	43,29 ^{MS}
Média	1,28 ^T	0,36 ^T	4,45 ^T	8,44 ^T	11,34 ^T	17,95 ^T	25,76 ^{MT}	41,76 ^{MS}	52,09 ^{MS}

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

A adaptabilidade ao estresse salino pode ser diferente entre e dentro de espécies pertencentes ao mesmo gênero ou até mesmo entre cultivares da mesma espécie (CASSANITI; ROMANO; FLOWERS, 2012; DIAS *et al.*, 2016). Embora processos morfofisiológicos e bioquímicos resultem em respostas adaptativas até certo ponto aos efeitos dos sais (ACOSTA-MOTOS *et al.*, 2015), estas sofrem influência do estágio de desenvolvimento da planta, das condições climáticas, como umidade relativa e temperatura, da frequência de irrigação, da fração de lixiviação e das características de retenção de água no solo (MEDEIROS *et al.*, 2016). De modo que uma mesma espécie ou cultivares dessa, submetidas a irrigação com água salina semelhante, em regiões e sob condições de cultivos diferentes podem apresentar níveis de tolerância divergentes.

8 CONCLUSÕES

Os diferentes métodos evidenciam a maior sensibilidade ao estresse salino da espécie *C. roseus*, na fase de produção de mudas, em relação às espécies *T. patula* e *C. argentea*. Os métodos da salinidade limiar e do índice ORN apresentaram resultados semelhantes em termos de classificação da tolerância à salinidade, sendo *C. roseus* classificada como sensível e as espécies *T. patula* e *C. argentea* como moderadamente sensíveis. Em termos médios o método de Fageria (1985) permitiu boa separação das espécies, com limites de tolerância de 1,5, 2,5 e 3,5 dS m⁻¹, respectivamente para *C. roseus*, *T. patula* e *C. argentea*, sendo uma informação de fácil compreensão e aplicação pelos produtores de mudas.

As três espécies ornamentais estudadas apresentam potencial para produção com águas salinas atentando para os limites observados neste estudo, podendo ser efetivamente mais uma opção para o uso dessas águas na produção agrícola no semiárido.

9 CAPÍTULO 2: ESTRESSE SALINO SOBRE VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E BIOMÉTRICAS DE MUDAS DE *Catharanthus roseus*, *Tagetes patula* e *Celosia argentea*

RESUMO

O uso da água salina na produção de plantas ornamentais tem sido estudado por diversos autores em várias partes do mundo, especialmente em regiões áridas e semiáridas. Entretanto, estes estudos são conduzidos majoritariamente pós-estabelecimento das espécies em campo ou na fase adulta, com escassas pesquisas que relatem tais efeitos na fase de produção de mudas. O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre as trocas gasosas, crescimento, biomassa seca e suas relações, das espécies ornamentais *Catharanthus roseus*, *Tagetes patula* e *Celosia argentea* na fase de mudas. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, arranjado em esquema fatorial 3 x 10, correspondendo a três espécies de plantas ornamentais (*Celosia argentea*, *Tagetes patula* e *Catharanthus roseus*) e dez níveis de condutividade elétrica da água de irrigação CEa (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 5,0 e 6,0 dS m⁻¹). A salinidade influenciou de modo igual as trocas gasosas e área foliar das três espécies, com efeitos distintos nas demais variáveis, destacando-se reduções relativas mais acentuadas na massa seca de raízes. Pelo conjunto dos resultados é possível inferir que a espécie *C. argentea* mostrou-se menos sensível ao estresse salino, seguida de *T. patula* e *C. roseus*.

Palavras-chave: Salinidade. Plantas ornamentais. Trocas gasosas. Biomassa seca.

10 CHAPTER 2: SALT STRESS ON PHYSIOLOGICAL AND BIOMETRIC SEEDLING VARIABLES of *Catharanthus roseus*, *Tagetes patula* and *Celosia argentea*

ABSTRACT

The use of saline water in the production of ornamental plants has been studied by several authors in various parts of the world, especially in arid and semiarid regions. However, these studies are conducted mainly after the establishment of the species in the field or in the adult phase, with little research reporting such effects in the seedling production phase. The aim of this study was to evaluate the effects of irrigation water salinity on gas exchange, growth, dry biomass and their relationships of the ornamental species *Catharanthus roseus*, *Tagetes patula* and *Celosia argentea* in the seedling phase. The experiment was conducted in randomized blocks, arranged in a 3 x 10 factorial scheme, corresponding to three ornamental plant species (*Celosia argentea*, *Tagetes patula* and *Catharanthus roseus*) and ten levels of electrical conductivity of the irrigation water EC_w (0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 5.0 and 6.0 $dS\ m^{-1}$). Salinity also influenced the gas exchange and leaf area of the three species, with distinct effects on the other variables, with more pronounced relative reductions in root dry mass. From the set of results it is possible to infer that the species *C. argentea* was less sensitive to salt stress, followed by *T. patula* and *C. roseus*.

Key words: Salinity. Ornamental plants. Gas exchange. Dry biomass.

11 INTRODUÇÃO

O ambiente semiárido é caracterizado por baixos níveis de recursos hídricos superficiais e também baixa precipitação com alta demanda evaporativa. Como consequência, a água frequentemente usada para irrigação, é muitas vezes salina podendo reduzir a produtividade das culturas. (ALCARÓN *et al.*, 2006).

A salinidade do solo, do substrato de cultivo ou da água, causa estresse em plantas de maneiras distintas: no solo, dificultam a absorção de água pelas raízes e dentro da planta podem tornar-se tóxicas, além de provocarem desbalanço nutricional. Os sais na zona radicular têm um efeito imediato no crescimento celular e no metabolismo associado; ao passo que concentrações tóxicas de sais levam tempo para se acumular dentro das plantas até que estas afetem suas funções, limitando o crescimento e a produção das culturas (ACOSTA-MOTOS *et al.*, 2017; ACOSTA-MOTOS *et al.*, 2015; DIAS *et al.*, 2016; MUNSS; TESTER, 2008).

A possibilidade do uso da água salina na produção de plantas ornamentais, assim como o estresse por ela provocado sobre as taxas de trocas gasosas (condutância estomática, transpiração, fotossíntese e concentração intercelular de CO₂), bem como sobre crescimento, biomassa e suas relações têm sido estudado por diversos autores no mundo, especialmente em regiões áridas e semiáridas e, sobretudo na fase adulta dessas plantas, (ALCARÓN *et al.*, 2006; ÁLVAREZ; SÁNCHEZ-BLANCO, 2015; CASSATINI *et al.*, 2012; CARTER *et al.*, 2005; CARILLO *et al.*, 2019; ESCALONA *et al.*, 2014; FARIERI *et al.*, 2016; MACIEL *et al.*, 2012; NIU; RODRIGUES, 2006; NEVES *et al.*, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2018; SUN *et al.*, 2018; VALDEZ-AGUILAR; GRIEVE; POSS, 2009; VEATCH-BLOHM; ROCHE; SWEENEY, 2019; VILLARINO; MATTSON, 2011). Entretanto, estudos que avaliem os efeitos do estresse salino sobre tais variáveis em plantas ornamentais na fase de mudas são escassos.

Neste contexto, o objetivo do presente capítulo consiste em apresentar e discutir os efeitos da salinidade da água de irrigação, verificados nesta pesquisa para trocas gasosas e razões, crescimento, biomassa seca e suas relações, das espécies *Catharantus roseus*, *Tagetes patula* e *Celosia argêntea* e observar a pertinência do seu uso na fase de produção de mudas.

12 MATERIAL E MÉTODOS

12.1 Local de realização da pesquisa

A pesquisa foi realizada em ambiente protegido, situado na área experimental da Estação Agrometeorológica da Universidade Federal do Ceará em Fortaleza (3° 45' S; 38° 33' W), Ceará, Brasil (Figura 1), no período de julho a setembro de 2018. Os dados de temperatura, umidade relativa do ar e densidade de intensidade luminosa foram coletados a cada hora usando um datalogger (Onset - Hobo). A temperatura média do ar variou de 28,1 a 31,2 °C, ao passo que a umidade relativa variou de 57,2 a 65,7% e, os valores médios de luminância diária variaram de 13.973,9 a 22.729,8 Lux. No período experimental o fotoperíodo teve duração de 12 horas.

Figura 1 – Destaque para o local de realização da pesquisa



Fonte: google maps.

12.2 Delineamento experimental e preparo das soluções

O delineamento experimental foi em blocos aleatorizados (Figura 2), com quatro repetições, em esquema fatorial 3 x 10, correspondente a três espécies de plantas ornamentais (*Celosia argentea*, *Tagetes patula* e *Catharanthus roseus*) (Figura 3) e dez níveis de condutividade elétrica da água de irrigação CEa (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 5,0 e 6,0 dS m⁻¹), com total de 120 unidades experimentais, cada uma formada por três vasos contendo uma planta cada um.

Figura 2 – Disposição dos blocos experimentais dentro da estufa



Fonte: autor.

Figura 3 – Espécies ornamentais utilizadas no estudo. A. *Celosia argentea*; B. *Tagetes patula* e C. *Catharanthus roseus*



Fonte: autor.

O preparo das soluções salinas foi realizado utilizando sais de NaCl , $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, na proporção equivalente a 7:2:1, entre os cátions Na^+ , Ca^{2+} , e Mg^{2+} , obedecendo-se a relação entre CEa e sua concentração ($\text{CEa} = \text{mmol}_c \text{L}^{-1}/10$). 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). O preparo das soluções salinas foi realizado usando água proveniente de um poço profundo dentro da área experimental da estação agrometeorológica e a água do tratamento controle, da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – (Cagece). As características químicas, pH, CE (dS m^{-1}), Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- e HCO_3^- ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$) das duas fontes de água foram, respectivamente: água de poço: (7,7; 0,96; 1,2; 2,8; 4,9; 0,4; 7,2; e 2,3); água da Cagece (6,6; 0,50; 1,2; 1,5; 2,1; 0,3; 5,4; e 0,1).

12.3 Semeadura, aplicação dos tratamentos e tratos culturais.

Realizou-se a semeadura de forma direta em vasos de polietileno, com capacidade de 0,7 litros, depositando em média cinco sementes por vaso. Estes foram preenchidos com substrato composto por mistura de bagana de carnaúba triturada e peneirada, húmus de minhoca e arisco, na proporção de 2:1:1. O tamanho dos vasos e o substrato empregado foram definidos com base em informações de produtores de plantas ornamentais da região. O substrato foi submetido à irrigação que o elevou a condição de saturação, seguida de drenagem do excesso de água para atingir sua capacidade de vaso.

O início da aplicação dos tratamentos deu-se sete dias após a semeadura (DAS), quando as plantas haviam emergido. O desbaste, mantendo uma planta por vaso, foi realizado quatorze DAS, e em seguida foi realizado uma adubação com N-P-K na formulação 10-10-10, aplicando-se 1,0 g por vaso. O manejo da irrigação foi realizado pelo balanço hídrico, conforme Equação 1, mantendo um vaso como lisímetro de drenagem para cada espécie e cada nível de salinidade. Adicionou-se uma fração de lixiviação de 0,15 em cada evento de irrigação a fim de evitar o acúmulo excessivo de sais na zona radicular (AYERS; WESTCOT, 1999). Ao fim da pesquisa, o volume total de água aplicado em cada nível salino (36 vasos), considerando 28 eventos de irrigação, foi de: 170,28; 171,00; 164,10; 164,88; 160,20; 156,48; 149,40; 146,76; 127,44; 120,78 litros, respectivamente para 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 5,0 e 6,0 dS m⁻¹.

$$ITN = (V.A - V.D) / 0,15 \quad (01)$$

em que:

ITN – Irrigação total necessária em mL;

V.A – Volume aplicado no lisímetro em mL;

V.D – Volume drenado em mL;

0,15 – Fração de lixiviação.

12.4 Avaliações

12.4.1 Trocas gasosas

A leitura de trocas gasosas foi realizada aos 45 dias após a imposição dos tratamentos (DAIT), entre 08 e 11 horas, sob condições de luz saturante (1.500 μmol m⁻² s⁻¹), concentração de CO₂ de 400 ppm e condições ambientais de temperatura e umidade relativa

do ar, com auxílio de um analisador portátil de gases no infravermelho (IRGA, mod. Li - 6400XT, Licor, USA) (Figura 4). Foram medidas a taxa de fotossíntese líquida (A , em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a taxa transpiratória (E , em $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a condutância estomática (g_s , em $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração intercelular de CO_2 (C_i , $\mu\text{mol mol}^{-1}$). Com os dados de trocas gasosas foram determinadas a eficiência momentânea no uso de água (A/E), a eficiência intrínseca no uso de água (A/g_s) e a eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i).

Figura 4 – Detalhe do processo de leitura das trocas gasosas



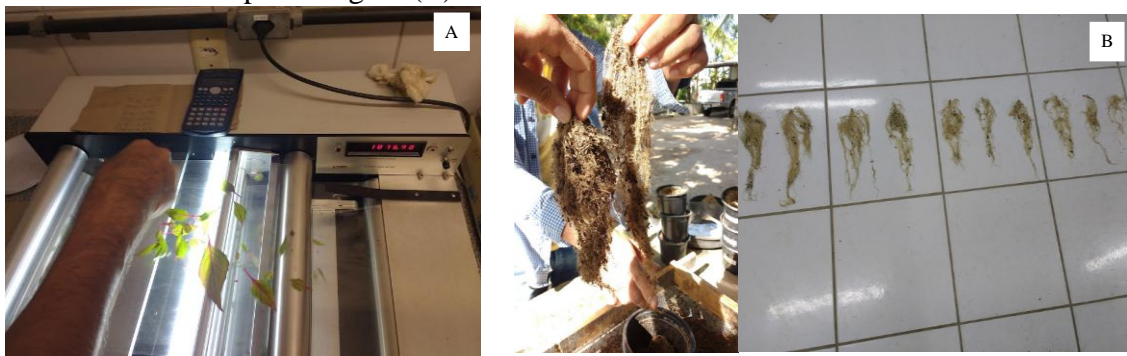
Fonte: autor.

12.4.2 Biométrica

Aos 47 dias após a imposição dos tratamentos (DAIT), realizou-se avaliação biométrica. Inicialmente o número de flores foi contabilizado de flores (N_{flor} , und planta⁻¹). Na sequência, as plantas foram coletadas e destacadas em flores, folhas e caules. As folhas foram primeiramente passadas em integrador de área (Area meter, LI-3100, Licor, USA) para obtenção da área foliar (AF , cm^2 planta⁻¹) (Figura 5A), e em seguida acondicionadas em sacos de papel e levadas a estufa de circulação forçada de ar a 65° C até atingirem peso constante para obtenção da massa seca das folhas (MSF , g planta⁻¹). O mesmo foi realizado com caules e flores, obtendo assim, a massa seca de flores (MS_{flor} , g planta⁻¹) e massa seca de caules (MSC , g planta⁻¹), todas com auxílio de balança de precisão com quatro casas decimais.

Após coleta da parte aérea das plantas, realizou-se a das raízes. Estas foram lavadas (Figura 5B) e submetidas a uma pré-secagem a céu aberto e em seguida acondicionadas em sacos de papel e remetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até atingirem peso constante para obtenção da massa seca das raízes (MSR , g planta⁻¹), usando balança de precisão eletrônica com quatro casas decimais. A soma das massas de folhas, flores, caules e raízes, constituem a massa seca total (MST , g planta⁻¹).

Figura 5 – Detalhe do processo de determinação da área foliar (A), processo de coleta das raízes e estas após lavagem (B)



Fonte: autor.

12.4.3 Área foliar específica (AFE)

Foi obtida através da divisão dos valores de área foliar pela massa seca de folhas, conforme Equação 2 (BENINCASA, 2003):

$$AFE = AF/MSF \quad (2)$$

em que:

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

AF - Área foliar da planta ($\text{cm}^2 \text{planta}^{-1}$)

MSF - matéria seca de folhas (g planta^{-1})

12.4.4 Razão de área foliar (RAF)

Foi obtida pela relação entre a área foliar e a massa seca total, mediante a Equação 3 (BENINCASA, 2003):

$$RAF = AF/MST \quad (3)$$

em que:

RAF - Razão da área foliar ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$)

AF - Área foliar da planta ($\text{cm}^2 \text{planta}^{-1}$)

MST - massa seca total (g planta^{-1})

12.4.5 Razão massa seca da parte aérea/raiz (PA/R)

Calculada pela relação entre a massa seca da parte aérea (descrita no capítulo 01) e de raízes, conforme Equação 4.

$$PA/R = MSPA/MSR \quad (4)$$

em que:

PA/R - Razão massa seca da parte aérea/raiz (g g^{-1})

MASP - Massa seca da parte aérea (g planta^{-1})

MSR - massa seca de raízes (g planta^{-1})

12.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade. Quando significativas, as médias entre espécies foram comparadas pelo teste de Tukey e o efeito da salinidade por meio de regressão, onde se utilizou o polinômio de maior grau cujos parâmetros das equações foram significativos pelo teste T. Utilizou-se o pacote estatístico SISVAR Software v. 5.6 (FERREIRA, 2011).

13 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a ANOVA, as variáveis condutância estomática, transpiração foliar, taxa de assimilação líquida, concentração intercelular, eficiência intrínseca no uso de água, eficiência momentânea no uso de água e eficiência de carboxilação foram significativamente influenciados apenas pelo fator espécies ($p < 0,01$) ao passo que somente condutância estomática, transpiração foliar e taxa de assimilação líquida apresentaram significância ($p \leq 0,01$) para o fator salinidade da água de irrigação, não tendo se verificado efeito significativo da interação dos fatores espécies x salinidade para nenhuma das variáveis (Tabela 1).

Tabela 1 – Resumo da significância estatística para a condutância estomática (g_s), transpiração foliar (E), taxa de assimilação líquida (A), eficiência intrínseca no uso de água (A/g_s), eficiência momentânea no uso de água (A/E) e eficiência de carboxilação (A/C_i), das espécies *C. roseus*, *T. patula*, *C. argentea*. Fortaleza, CE. 2019

Fontes de Variação	GL	$P>F$						
		g_s	E	A	C_i	A/g_s	A/E	A/C_i
Bloco	3	0,1171 ^{ns}	<0,0001 ^{**}	<0,0001 ^{**}	<0,0001 ^{**}	<0,0001 ^{**}	<0,0001 ^{**}	0,0330 [*]
Espécie (E)	2	<0,0001 ^{**}	<0,0001 ^{**}	<0,0001 ^{**}	0,0003 ^{**}	0,0001 ^{**}	<0,0001 ^{**}	<0,0001 ^{**}
Salinidade (S)	9	<0,0001 ^{**}	<0,0001 ^{**}	<0,0001 ^{**}	0,2684 ^{ns}	0,0683 ^{ns}	0,2070 ^{ns}	0,2768 ^{ns}
<i>reg. linear</i>	1	<0,001 ^{**}	<0,001 ^{**}	<0,001 ^{**}	-	-	-	-
<i>reg. quadrática</i>	1	0,266 ^{ns}	0,732 ^{ns}	0,038 [*]	-	-	-	-
E x S	18	0,8849 ^{ns}	0,3756 ^{ns}	0,1814 ^{ns}	0,6095 ^{ns}	0,8912 ^{ns}	0,8968 ^{ns}	0,3483 ^{ns}
Erro	87	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)		22,19	19,84	23,85	15,80	29,18	20,08	73,20

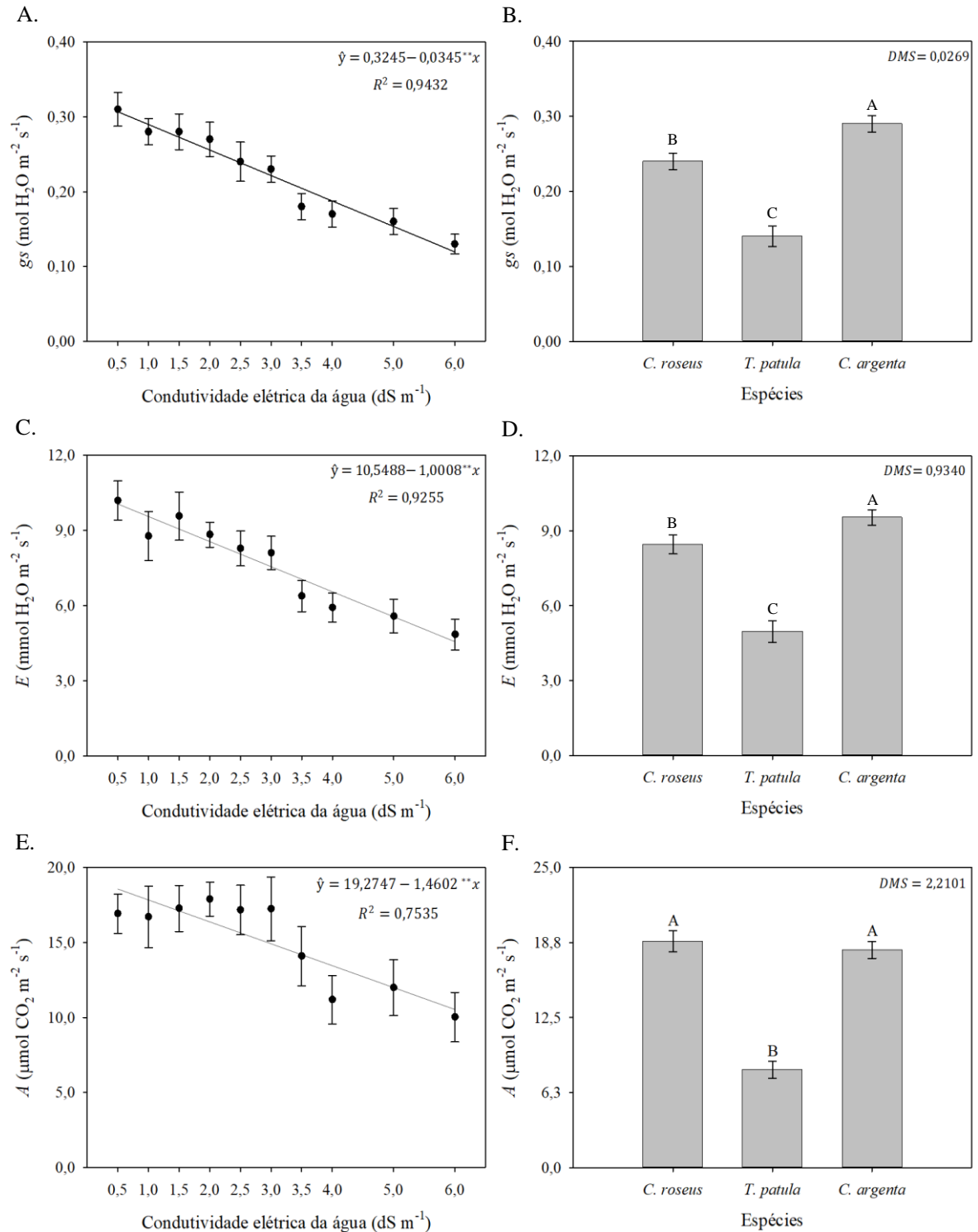
ns, não significativo; ** $P<0,01$; * $P<0,05$. Fonte: elaborada pelo autor.

Para as variáveis g_s , E e A o modelo linear foi o que melhor se ajustou ao efeito da CEa, com decréscimos médios por incremento unitário da condutividade elétrica da água (CEa $dS\ m^{-1}$), de 0,0345 (g_s), 1,0 (E) e 1,46 (A) e reduções entre os extremos dos tratamentos salinos (0,5 e 6,0 $dS\ m^{-1}$), de 61,76; 54,78 e 43,31% respectivamente (Figura 6A, C e E). Uma única regressão para as três espécies significa dizer que a salinidade influenciou as três variáveis de modo muito semelhante em ambas.

A resposta da planta inteira mais prontamente mensurável à salinidade é a diminuição da abertura estomática (MUNNS; TESTER, 2008). Esse efeito é notadamente visível quando se comparam os valores relativos em percentual e observa-se que a condutância estomática no tratamento de maior salinidade (6,0 $dS\ m^{-1}$) correspondeu a 38,24% do valor obtido no tratamento controle (0,5 $dS\ m^{-1}$), o que conforme mencionado anteriormente, corresponde a uma redução de 61,76% (Figura 6A). As respostas estomáticas são indubitavelmente induzidas pelo efeito osmótico do sal fora das raízes (MUNNS; TESTER, 2008). O déficit hídrico provocado pelo efeito osmótico induz a acumulação de ácido abscísico (ABA), que promove o fechamento estomático, reduzindo as trocas gasosas e assim inibindo a fotossíntese (TAIZ; ZAIGER, 2017). A redução da condutância estomática e, consequentemente da transpiração, representam mecanismos adaptativo para lidar com o excesso de sal (ÁLVAREZ; SÁNCHEZ-BLANCO, 2015; KOYRO, 2006). Esta estratégia tende a reduzir o conteúdo de sal nas folhas e ajuda a aumentar a longevidade da planta, mantendo os sais em níveis baixos por mais tempo do que ocorreria se a taxa de transpiração não fosse reduzida (EVERARD *et al.*, 1994). Para Silveira *et al.* (2016), na fase osmótica do estresse salino o que comumente, neste período as plantas exibem é na realidade mais uma resposta fisiológica do tipo aclimatativa ao estresse do que mesmo danos sofridos pelo

estresse salino em si. Por outro lado, de acordo com Acosta-motos *et al.* (2017), a longo prazo, o estresse salino também pode afetar o processo fotossintético, devido ao acúmulo de sal nas folhas jovens e diminuição das concentrações de pigmentos fotossintéticos.

Figura 6 – Condutância estomática (A, B), transpiração foliar (C, D) e assimilação líquida de CO₂ (E, F) de *C. roseus*, *T. patula* e *C. argentea* em função da CEa de irrigação. Fortaleza, CE. 2019



Fonte: Elaborada pelo autor.

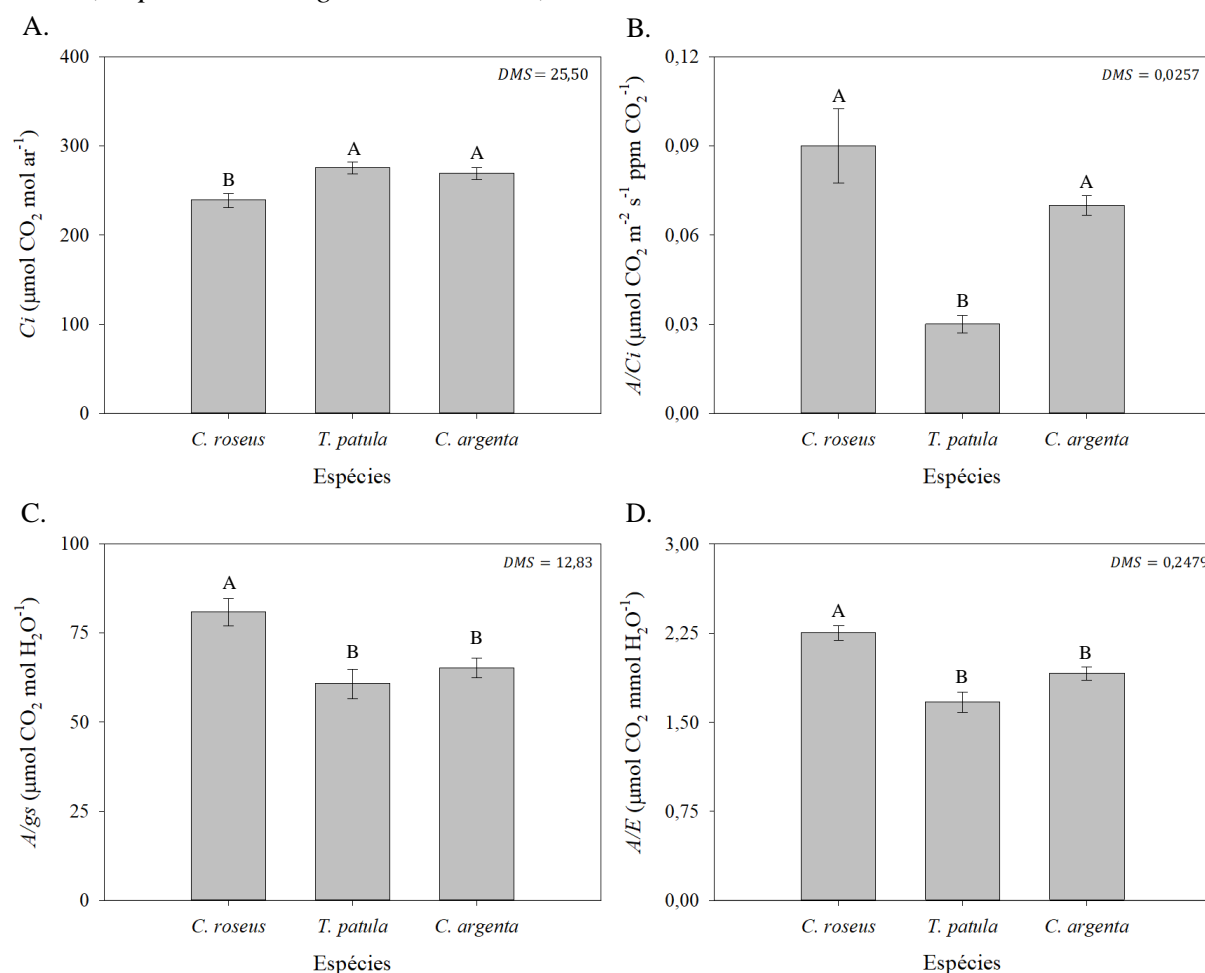
Barras verticais indicam a média \pm erro padrão. ** $P < 0,01$; * $P < 0,05$; ns, não significativo. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). DMS, diferença mínima significativa.

Com relação às espécies, a *C. argentea* apresentou as maiores médias para condutância estomática e transpiração, seguido de *C. roseus* e *T. patula*. Para taxa de assimilação líquida, *C. roseus* e *C. argentea* não diferiram estatisticamente, no entanto, ambas apresentaram valores superiores estatisticamente a *T. patula* (Figura 6B, D e F). Uma das explicações prováveis para estes resultados pode estar relacionado a área foliar, embora maior na espécie *T. patula*, conforme demonstrado mais adiante, o formato de folhas simples das espécies *C. roseus* e *C. argentea* pode favorecer maior interceptação da luz e CO₂. Folhas sombreadas por outras folhas estão expostas a níveis mais baixos de luz e a uma qualidade de luz diferente em relação às folhas acima delas e têm taxas fotossintéticas muito mais baixas (TAIZ; ZAIGER, 2017). Por outro lado, em condições de ambiente salino, os sais solúveis em contato com a zona radicular aumentam as forças de retenção de água devido ao efeito osmótico, ocorrendo assim redução na absorção de água pela planta (DIAS *et al.*, 2016).

Resultados semelhantes aos observados nesta pesquisa são relatados em outros estudos conduzido com plantas ornamentais submetidas a condições de estresse salino por (ÁLVAREZ; SÁNCHEZ-BLANCO, 2015; CARILLO *et al.*, 2019; FARIERE *et al.*, 2016; NEVES *et al.*, 2018;).

As espécies *T. patula* e *C. argentea* não diferiram estatisticamente para eficiência intrínseca no uso de água e eficiência momentânea no uso de água, tendo estas diferidas da *C. roseus* e apresentado valores inferiores (Figura 7C e D). Comportamento semelhante foi observado para concentração intercelular de CO₂, porém, as duas primeiras espécies neste caso, apresentaram valores superiores aos de *C. roseus* (Figura 7A). Para eficiência aparente de carboxilação as espécies *C. roseus* e *C. argentea* não diferiram estatisticamente, mas diferiram da espécie *T. patula*, apresentando valores bem superiores (Figura 7B).

Figura 7 – Concentração intercelular de CO₂ (A), eficiência instantânea de carboxilação (B), eficiência intrínseca no uso de água (C) e eficiência instantânea no uso de água (D) de *C. roseus*, *T. patula* e *C. argentea*. Fortaleza, CE. 2019



Fonte: Elaborada pelo autor. Barras verticais indicam a média \pm erro padrão. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). DMS, diferença mínima significativa.

Embora a condutância estomática, fotossíntese e transpiração tenham sido reduzidas em função do aumento da salinidade da água de irrigação (Figura 6A, C e D), o mesmo não ocorreu para concentração intercelular de CO₂, sendo as diferenças entre os valores, influenciadas somente pelas espécies (Figura 7A). Hussin *et al.* (2017) estudando os efeitos da salinidade e do CO₂ atmosférico elevado a curto prazo no equilíbrio químico entre a fixação de CO₂ e o transporte fotossintético de elétrons de *Stevia rebaudiana* Bertonii, mostraram que as reduções induzidas pelo estresse salino em g_s , não influenciaram consistentemente a relação concentração interna de CO₂/concentração ambiente de CO₂ (C_i/C_a), que permaneceu inalterada e muito acima do ponto de compensação de CO₂.

O aumento da concentração intercelular de CO₂ em níveis elevados de salinidade também é observado em outras espécies de plantas, como por exemplo, no moloeiro, conforme relatado por Morais *et al.* (2018), que os verificaram aumento da concentração de

CO₂ intercelular em função da elevação da salinidade de 222 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol ar}^{-1}$ para 233 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol ar}^{-1}$, considerando os extremos salinos 1,0 e 6,0 dS m^{-1} . De acordo com Centritto *et al.* (2003), altas concentrações de C_i/C_a podem indicar que o declínio fotossintético é, no entanto, devido à redução da condutância do mesófilo induzida pelo sal, ao invés de efeitos estomáticos. Conforme os autores Sivakumar, Sharmila e Saradhi (2000), que também observaram um acúmulo de CO₂ nos espaços intercelulares de muitas espécies de plantas, isso acontece quando o CO₂ não entra na fase fotossintética dependente da carboxilação. De acordo com Freire *et al.* (2014), a não redução nos valores de C_i indica que o CO₂ não está sendo utilizado para a síntese de açúcares no processo fotossintético, sugerindo que provavelmente um fator não estomático estaria interferindo nesse processo, o que pode ser confirmado pela redução da taxa fotossintética de plantas irrigadas com água salina (DIAS *et al.*, 2018).

O mesmo aconteceu com eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i), eficiência intrínseca no uso da água (A/g_s) e eficiência instantânea no uso da água (A/E), em que as diferenças referentes estes parâmetros foram somente verificadas em função das espécies (Figura 7B, C e D). Tal fato deve-se provavelmente na redução praticamente proporcional dos valores de A , E , g_s e na estabilidade dos valores de C_i . Resultados semelhantes foram observados por Acosta-motos *et al.* (2015), que avaliando mecanismos adaptativos fisiológicos e bioquímicos induzidos por NaCl na espécie ornamental *Myrtus communis* L., não verificaram diferença estatística entre os valores de A/g_s do controle e tratamento de maior salinidade (8,0 dS m^{-1} S8). Segundo os autores, alterações morfológicas observadas aos 30 dias de estresse (aumento da relação raiz/parte aérea) nas plantas sob estresse salino foram acompanhadas por alterações anatômicas foliares. Essas mudanças anatômicas induzidas pelo NaCl podem facilitar o contato de CO₂ com o cloroplasto de uma maneira mais eficiente em uma situação de abertura estomática reduzida, aparentando ser uma resposta adaptativa para proteger o processo fotossintético (ACOSTA-MOTOS *et al.*, 2015). Isto indica um aumento na eficiência intrínseca e instantânea do uso da água sob condições salinas (ACOSTA-MOTOS *et al.*, 2017). Entretanto, apesar dessas alterações anatômicas, as plantas reduziram fortemente a fotossíntese em resposta ao estresse salino (ACOSTA-MOTOS *et al.*, 2015), assim como observado nesta pesquisa.

Dias *et al.* (2018), estudando os efeitos da irrigação com água salina e adubação potássica sobre as trocas gasosas e eficiência fotoquímica de aceroleiras, não diagnosticaram influência da salinidade na A/E com CEa de 3,8 dS m^{-1} . De modo contrário, Oliveira *et al.*, (2017), analisando trocas gasosas em folhas de feijão-caupi e efluxo de CO₂ em solo irrigado

com água salina, verificaram valores crescentes de A/g_s e A/E em função do aumento da salinidade da água de irrigação. Segundo estes autores, isso ocorreu devido a reduções maiores na condutância estomática e transpiração do que na fotossíntese, como também foi observado no presente estudo. Isto acontece porque o gradiente de concentração entre a planta e a atmosfera é muito mais forte para a água do que para o CO_2 , e o CO_2 se difunde mais lentamente porque encontra maior resistência na planta, fazendo com que as variáveis relacionadas à água sofram maiores reduções em comparação com a relacionada ao CO_2 (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Pela análise de variância, a área foliar somente foi afetada do modo isolado pelos fatores salinidade e espécies ($p \leq 0,01$), ao passo que as demais variáveis foram influenciadas pela interação dos fatores espécies x salinidade todas ao nível de 1% de significância exceto a massa seca das folhas ($p \leq 0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2 – Resumo da significância estatística para área foliar (AF), massa seca das folhas (MSF), massa seca de caules (MSC), massa seca de flores ($MSFlo$), massa seca de raízes (MSR), massa seca total (MST). Fortaleza, CE. 2019

Fontes de Variação	GL	$P>F$					
		AF	MSF	MSC	$MSFlo$	MSR	MST
Bloco	3	0,0178*	0,5903 ^{ns}	0,0090**	0,0694 ^{ns}	0,3293 ^{ns}	0,0201*
Espécie (E)	2	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**
Salinidade (S)	9	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**
<i>reg. linear</i>	1	<0,001**	-	-	-	-	-
<i>reg. quadrática</i>	1	0,255 ^{ns}	-	-	-	-	-
E x S	18	0,2238 ^{ns}	0,0247*	0,0073**	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**
Erro	87	-	-	-	-	-	-
CV (%)		17,58	25,37	25,87	11,91	26,31	8,07

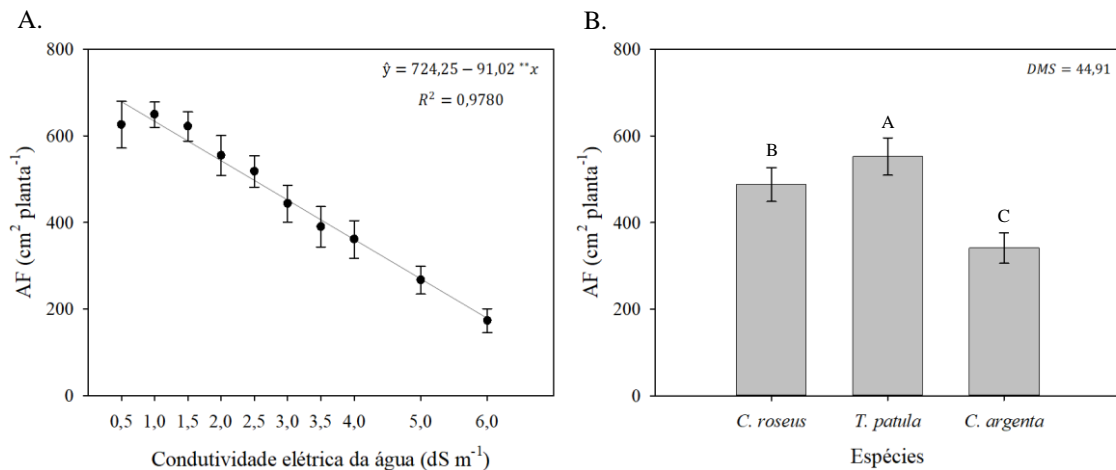
ns, não significativo; ** $P < 0,01$; * $P < 0,05$. Fonte: elaborada pelo autor.

A área foliar sofreu decréscimo linear médio da ordem de $91,02 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ por dS m^{-1} , o que corresponde a uma redução, comparando os extremos dos tratamentos ($0,5$ e $6,0 \text{ dS m}^{-1}$) de $73,76\%$ (Figura 8A). Referente às espécies, estas diferiram estatisticamente, sendo que a espécie *T. patula* foi a que apresentou maior área foliar, seguida por *C. roseus* e *C. argentea* (Figura 8B).

O estresse osmótico, provocado em decorrência do acúmulo de sais na zona radicular (DIAS *et al.*, 2016), reduz imediatamente a expansão celular nas pontas das raízes e nas folhas jovens e causa o fechamento dos estômatos, tendo como consequência indireta a redução da atividade fotossintética, com efeito rápido e maior sobre as taxas de crescimento (MUNS; TESTER, 2008; SILVEIRA *et al.*, 2016). Para Silveira *et al.* (2016), a consequência mensurável causada pelos efeitos do excesso de sais na primeira fase do estresse é a rápida e

intensa redução na taxa de crescimento, principalmente na área foliar. Esta é uma estratégia que as plantas usam para se adaptar a um ambiente salino, a redução da área foliar e consequentemente menos estômatos, pode reduzir significativamente a perda de água (SUN *et al.*, 2018). Resultados e tendências semelhantes foram obtidos em estudos conduzidos com plantas ornamentais submetidas ao estresse salino por Jaleel *et al.* (2007), Sun *et al.* (2018), Valdez-Aguilar, Grieve e Poss, (2009), e Veatch-Blohm, Roche e Sweeney (2019).

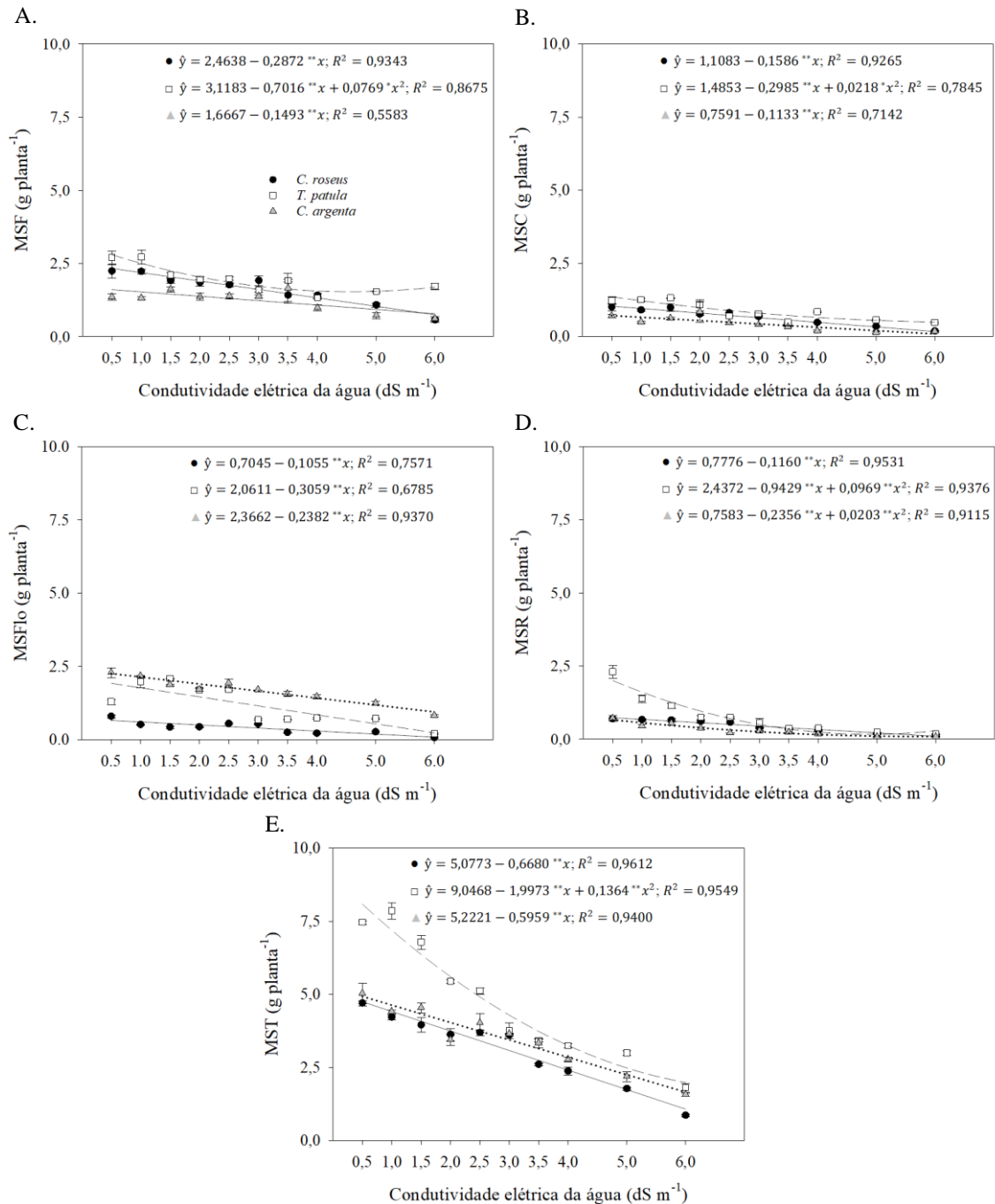
Figura 8 – Área foliar (A, B) de *C. roseus*, *T. patula* e *C. argentea* em função da salinidade. Fortaleza, CE. 2019



Fonte: Elaborada pelo autor. Barras verticais indicam a média \pm erro padrão. $**P < 0,01$; $*P < 0,05$; *ns*, não significativo. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). DMS, diferença mínima significativa.

Observa-se que a espécie *T. patula* apresentou as maiores médias, seguida de *C. roseus* e *C. argentea* para massa seca de folhas e caules respectivamente (Figura 9A e B). A espécie *C. argentea* apresentou as maiores médias para massa seca de flores, seguida por *T. patula* e *C. roseus*, ao passo que para massa seca total as maiores médias foram apresentadas por *T. patula*, seguida por *C. argentea* e *C. roseus* (Figura 9C e E). Já para massa seca da raiz observa-se que a espécie *T. patula* apresentou as maiores médias, seguida por *C. roseus* e *C. argentea* (Figura 9D).

Figura 9. Desdobramento da interação para massa seca de folhas (A), massa seca de caules (B), massa seca de flores (C), massa seca de raízes (D) e massa seca total (E) de *C. roseus*, *T. patula* e *C. argentea* em função da salinidade. Fortaleza, CE. 2019



Fonte: Elaborada pelo autor. Barras verticais indicam a média \pm erro padrão. $**P < 0,01$; $*P < 0,05$; ns, não significativo.

As espécies *C. roseus* e *C. argentea* reduziram linearmente a massa seca de folhas e caules, sendo registrados decréscimos de 0,29 e 0,14 g plantas⁻¹ e 0,16 e 0,11 g plantas⁻¹ por dS m⁻¹, respectivamente, o que corresponde a reduções totais em termos relativos, considerando o menor e maior tratamento salino de 68,08 e 51,57% para massa seca de folhas

e de 84,77 e 88,71% para massa seca de caules de *C. roseus* e *C. argentea*, respectivamente (Figura 9A e B). Já a espécie *T. patula* apresentou respostas quadráticas com taxas decrescentes, em que valores mínimos de massa seca de folhas e de caules foram atingidos nas salinidades 4,56 e 6,0 dS m⁻¹, o que representa reduções relativas de 45,62 e 64,28% respectivamente (Figura 9A e B). Efeitos similares são observados em outras espécies submetidas ao estresse salino, embora em condições experimentais diferentes. Oliveira *et al.* (2011), estudando o desenvolvimento e concentração de nitrogênio, fósforo e potássio no tecido foliar da berinjela em função da salinidade, verificaram redução total para massa seca de folhas de 49,20% no tratamento de maior CEa (4,5 dS m⁻¹). Já Silva *et al.* (2017), observaram redução de 87,18% na massa seca de caule de alface crespa submetida a irrigação com água salina. Entretanto, vale destacar que essa redução foi atingida na salinidade 16,00 dS m⁻¹.

A resposta das três espécies à irrigação com água salina para massa seca de flores foi a mesma, ou seja, as três apresentaram a mesma tendência, com regressões lineares e decréscimos de aproximadamente 0,10; 0,30 e 0,24 g planta⁻¹ por dS m⁻¹, respectivamente para *C. roseus*, *T. patula* e *C. argentea* (Figura 9C). As reduções totais em função dos extremos entre os tratamentos (0,5 e 6,0 dS m⁻¹), foram 89% para *C. roseus*, 87,96% para *T. patula* e 58,22% para *C. argentea* (Figura 6C). Oliveira (2017), em seu trabalho de dissertação intitulado de classificação da tolerância à salinidade em plantas ornamentais utilizando-se diferentes metodologias, observou reduções totais de 82,70, 99,00 e 93,60% para as espécies ornamentais *Catharanthus roseus*, *Allamanda cathartica* e *Duranta erecta* respectivamente, quando irrigadas com água salina de 12,0 dS m⁻¹ em comparação a menor salinidade (0,5 dS m⁻¹). Porém cabe destacar que as espécies estudadas foram submetidas ao estresse salino na fase adulta, podendo esta ser uma condição que confira menor sensibilidade ao estresse. Já Maciel *et al.* (2012), não observaram efeito da salinidade sobre a massa seca do capitulo no tratamento de maior CEa (7,0 dS m⁻¹), em estudo conduzido sobre a produção de girassol ornamental com uso de águas salobras em sistema hidropônico NFT.

Para massa seca da raiz, a espécie *C. roseus* apresentou como modelo de regressão de melhor ajuste, o linear, com decréscimo por incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação de 0,12 g planta⁻¹ e uma redução total entre o nível de menor e maior salinidade na ordem de 88,67% (Figura 9D). Já para as espécies *C. argentea* e *T. patula* o modelo que melhor se ajustou foi o quadrático, com taxas decrescentes e valores mínimos sendo atingidos nas salinidades 5,8 e 4,86 dS m⁻¹, o que corresponde a reduções totais de 88,46 e 92,97% respectivamente (Figura 9D). Embora as reduções nas variáveis massa seca

de folhas, caules e flores tenham sido bastantes elevadas, ainda mais expressivas foram as reduções na massa seca de raízes, evidenciando que estas foram mais afetadas pelo estresse salino. Niu e Rodrigues (2006), objetivando caracterizar a resposta de crescimento de plantas herbáceas ornamentais perenes a uma faixa de salinidade e compreender o mecanismo geral de tolerância ao estresse salino, verificaram reduções na massa seca de raízes de 45 e 41% para as espécies *Ceratostigma plumbaginoides* e *Gazania rigens* respectivamente, entre o controle e a maior CEa ($6,4 \text{ dS m}^{-1}$), enquanto as espécies *Delosperma cooperi* e *Teucrium chamaedrys* não apresentaram reduções significativas, de maneira que estas diferenças relacionam-se com mecanismos de tolerância e sensibilidade. Farieri *et al.* (2016), no intuito de identificar arbustos ornamentais tolerantes a aerossóis salinos para zonas costeiras urbanas e periurbanas, não verificaram diferença estatística entre a massa seca de raízes de plantas controle e tratamento salino das quatro espécies avaliadas (*Murraya paniculata*, *Polygala myrtifolia*, *Rhaphiolepis umbellata*, *Viburnum tinus*), ao passo que a matéria seca da parte aérea foi reduzida, demonstrando a natureza dos diferentes genótipos ao estresse salino.

Para a variável massa seca total, das espécies *C. roseus* e *C. argentea* não houve resposta significativa, ambas apresentaram modelo linear, com decréscimo dos valores por incremento unitário da CEa (dS m^{-1}) na ordem de $0,67$ e $0,59 \text{ g planta}^{-1}$, respectivamente (Figura 9E). As reduções totais entre o tratamento controle ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$) e o maior nível salino ($6,0 \text{ dS m}^{-1}$) foram de 77,44% para *C. roseus* e de 66,53% para *C. argentea* (Figura 9E). Já para a espécie *T. patula*, o modelo de melhor ajuste foi o quadrático, com decréscimo bastante acentuado nos valores da variável até o nível salino de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ (47,01%), a partir do qual a redução foi mais suave, com uma diferença de apenas 6,90% entre as salinidades $3,0$ e $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 9E). Villarino e Mattson (2011), avaliando a tolerância à salinidade do cloreto de sódio em quatorze espécies ornamentais, observaram reduções da matéria seca total variando de 54 a 98% entre as espécies menos e mais afetadas em decorrência do estresse salino. Entretanto, os tratamentos salinos partiam de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$, sendo este o controle, e chegavam aos $14,2 \text{ dS m}^{-1}$ no tratamento de maior salinidade. Álvarez e Sánchez-Blanco (2015), comparando os efeitos individuais e combinados da salinidade e do déficit de irrigação sobre aspectos fisiológicos, nutricionais e visuais em plantas de *Callistemon laevis*, verificaram ao final do período experimental redução de 39% da massa seca total em função do tratamento salino de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$, durante dez meses de exposição ao estresse.

Existem três restrições principais para o crescimento das plantas sob condições salinas: o primeiro é estresse hídrico, em razão do menor potencial osmótico do meio de cultivo, o segundo refere-se a toxicidade iônica associada à captação excessiva,

principalmente Cl e Na, e o terceiro, o desequilíbrio nutricional em função do desbalanço de nutrientes provocados pela depressão na captação de certos íons (ACOSTA-MOTOS *et al.*, 2015; ACOSTA-MOTOS *et al.*, 2017; MUNNS; TESTER, 2008). De fato, o que é possível afirmar a partir dos resultados apresentados nesta pesquisa e comparados com estudos semelhantes, é que o estresse salino provocou reduções sobre os parâmetros fisiológicos condutância estomática, transpiração e fotossíntese, em decorrência, muito provavelmente do estresse hídrico causado pela redução do potencial osmótico. Tendo como consequência adaptativa, queda no crescimento da parte aérea (MUNNS; TESTER, 2008) e neste estudo, na biomassa de raízes.

As variáveis, razão massa seca da parte aérea/raiz, área foliar específica e razão de área foliar foram influenciadas pela interação dos fatores espécies x salinidade todas ao nível de 1% de significância (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da significância estatística para razão massa seca da parte aérea/raiz (PA/R), área foliar específica (AFE) e razão de área foliar (RAF). Fortaleza, CE. 2019

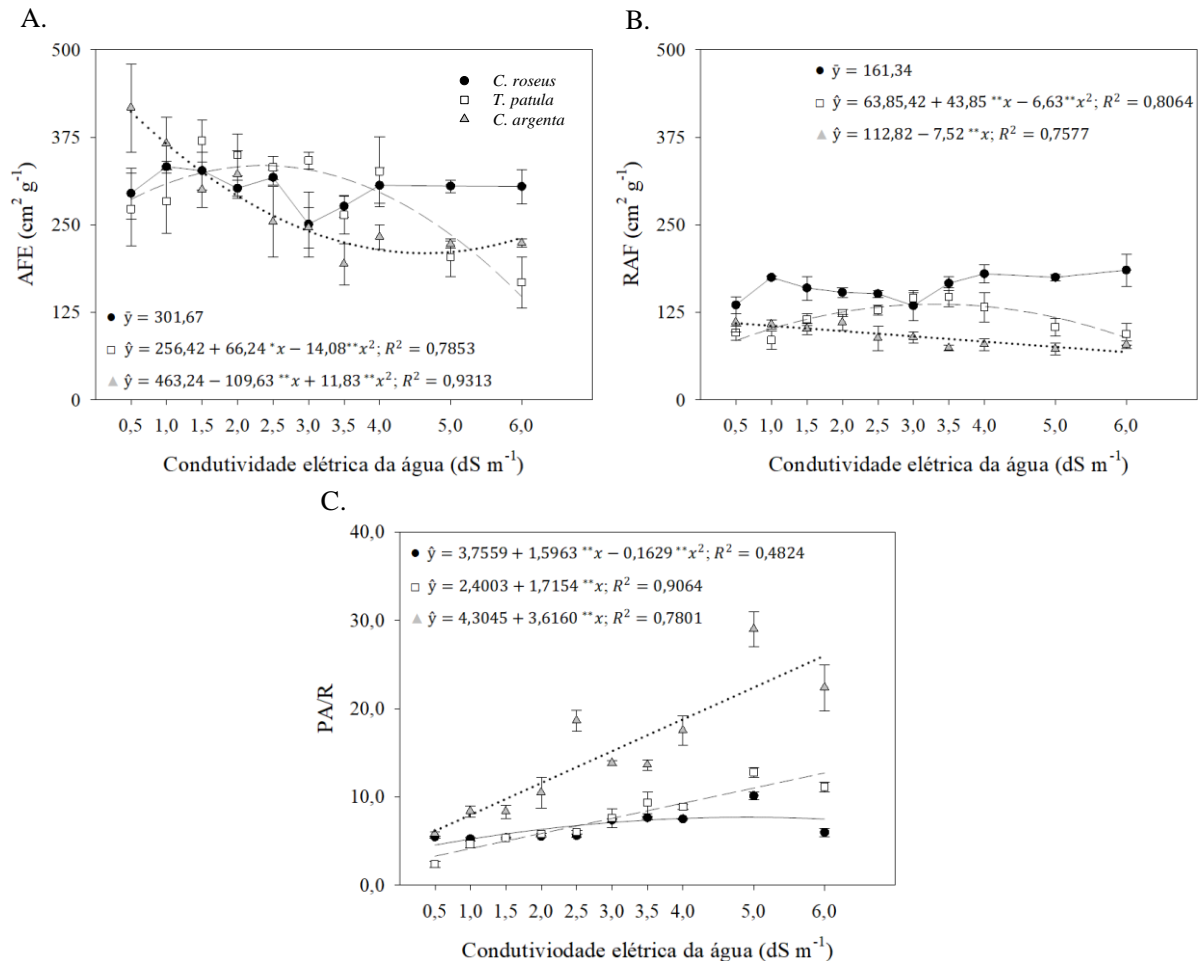
Fontes de Variação	GL	<i>P>F</i>		
		PA/R	AFE	RAF
Bloco	3	0,4858 ^{ns}	0,0158 [*]	0,1362 ^{ns}
Espécie (E)	2	<0,0001 ^{**}	0,2165 ^{ns}	<0,0001 ^{**}
Salinidade (S)	9	<0,0001 ^{**}	<0,0001 ^{**}	0,7547 ^{ns}
<i>reg. linear</i>	1	-	-	-
<i>reg. quadrática</i>	1	-	-	-
E x S	18	<0,0001 ^{**}	0,0003 ^{**}	0,0001 ^{**}
Erro	87	-	-	-
CV (%)		29,84	20,95	19,12

ns, não significativo; **P<0,01; *P<0,05. Fonte: elaborada pelo autor.

A espécie *C. argentea* apresentou resposta quadrática com taxas decrescentes para área foliar específica, atingindo valor mínimo na salinidade 4,63 dS m⁻¹, o que corresponde a uma redução de 49,13% entre o tratamento controle 0,5 dS m⁻¹ e 4,63 dS m⁻¹. Para *T. patula* observou-se modelo quadrático com taxas crescentes e valores máximos de 334,33 cm² g⁻¹ na salinidade 2,35 dS m⁻¹, a partir dos quais os valores começaram a decrescer, atingindo uma redução de 56,03% entre os níveis salinos 2,35 e 6,0 dS m⁻¹ (Figura 10A). Os valores crescentes verificados em *T. patula* até certo nível salino podem ser um indicativo de folhas menos espessas (BEZERRA *et al.*, 2016), e provavelmente mais sensíveis aos efeitos dos sais (OLIVEIRA *et al.*, 2017). A medida que o conteúdo de água na planta reduz em decorrência da diminuição do potencial osmótico no solo em função da salinidade, as células se contraem e diminuem a pressão de turgor contra as paredes celulares, tornando a membrana mais

espessa e comprimida, pois agora, essa cobre uma área menor que a anterior (MUNNS; TESTER, 2008; TAIZ; ZAIGER, 2009). No entanto, aparentemente em salinidades maiores a área foliar foi mais afetada pelo estresse salino do que a massa seca das folhas, concordando com comportamento semelhante observado por Oliveira *et al.* (2011), na cultura da berinjela submetida a irrigação com água salina. Por outro lado, valores menores de área foliar específica, como observado em *C. argentea*, de acordo com Nandy *et al.* (2009), são típicos de plantas que se desenvolvem sob condições de estresse e, podem ser uma indicação de tolerância à salinidade.

Figura 10. Desdobramento da interação para razão massa seca da parte aérea/raiz (A), área foliar específica (B) e razão de área foliar (C) de *C. roseus*, *T. patula* e *C. argentea* em função da salinidade. Fortaleza, CE. 2019



Fonte: Elaborada pelo autor. Barras verticais indicam a média \pm erro padrão. ** $P < 0,01$; * $P < 0,05$; ns, não significativo.

Para a espécie *C. argentea*, o modelo de regressão linear foi o melhor em função do parâmetro razão de área foliar, com decréscimo de $7,52 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ por incremento unitário da CEa (dS m^{-1}), e redução de 37,92% considerando a maior e menor CEa ($0,5$ e $6,0 \text{ dS m}^{-1}$)

(Figura 10B). Para *T. patula*, observou-se modelo quadrático com taxas crescentes até a salinidade 3,31 dS m⁻¹, atingindo um valor máximo de 136,36 cm² g⁻¹, a partir dos quais os valores começaram a decrescer, atingindo uma redução de 35,26% entre os níveis salinos 3,31 e 6,0 dS m⁻¹ (Figura 10B). Os valores observados demonstram que, embora a área foliar tenha sido afetada negativamente de modo semelhante nas três espécies, a espécie *T. patula* foi a que apresentou maior área foliar e redução mais acentuada da massa seca total até o nível salino 3,0 dS m⁻¹, de modo que essa combinação pode justificar a elevação da razão de área foliar até 3,31 dS m⁻¹. Oliveira *et al.* (2017), verificaram resposta linear crescente deste parâmetro para quatro espécies ornamentais irrigadas com a CEa variando de 0,60 a 3,6 dS m⁻¹. Por outro lado, a redução em *C. argentea*, indica que a massa seca total decresceu de maneira constante com o aumento da salinidade, seguindo a mesma tendência da área foliar.

A espécie *C. roseus* não exibiu significância estatística para área foliar específica e razão de área foliar, apresentando médias de 301,67 e 161,34 cm² g⁻¹ respectivamente (Figura 10A e B). Estes resultados são um indicativo de que nesta espécie as variáveis foram estatisticamente afetadas na mesma proporção pelo estresse salino, com reduções de 73,76, 68,08 e 77,44%, respectivamente para área foliar, massa seca de folhas e massa seca total. Comportamento semelhante em função do estresse salino foi observado para AFE de *Murraya paniculata*, *Polygala myrtifolia*, *Rhaphiolepis umbellata*, *Viburnum tinus*, com diferenças observadas somente entre as espécies (FARIERI *et al.*, 2016) e para RAF de *Solanum melongena* L (OLIVEIRA *et al.*, 2011), entretanto, neste último caso, os autores consideraram apenas a massa seca da parte aérea no cálculo.

Para razão massa seca da parte aérea/raiz, as espécies *T. patula* e *C. argentea* apresentaram resposta linear crescente com incremento de 1,71 e 3,61 g g⁻¹ por dS m⁻¹, o que significa uma elevação de 74,33 e 76,49% respectivamente, considerando os tratamentos de menor e maior salinidade (Figura 10C). Já para *C. roseus* observou-se resposta quadrática com valores crescentes até a salinidade 4,90 dS m⁻¹ (7,67 g g⁻¹), o que representa uma elevação de 41,12%, a partir da qual os valores permaneceram praticamente constantes. Estes resultados comprovam que, a massa seca de raízes foi mais intensamente afetada pelo estresse salino do que a massa seca da parte aérea, uma vez que essa última apresentou reduções relativas inferiores, conforme vistas a seguir: 75,75 (*C. roseus*), 60,52 (*C. argentea*) e 61,41% (*T. patula*). Resultado semelhante para razão massa seca da parte aérea/raiz foi observado em plantas de *Rosmarinus officinalis* durante seis meses de exposição ao estresse salino, em decorrência de maior efeito deste sobre a massa seca de raízes (ALARCÓN *et al.*, 2006), entretanto, sua idade no início da aplicação dos tratamentos era de oito meses. Essa diferença

na distribuição de massa seca entre parte área/raiz, pode ser uma característica favorável, que limita a absorção excessiva de íons salinos presentes na solução do solo em decorrência do menor volume radicular (ALARCÓN *et al.*, 2006; MUNNS; TESTER, 2008).

14 CONCLUSÕES

A salinidade da água de irrigação provocou reduções dos valores das variáveis fisiológicas e biométricas, e de forma mais intensa na matéria seca das raízes.

A espécie *C. argentea* mostrou-se menos sensível aos efeitos do estresse salino, seguida por *T. patula* e *C. roseus*.

Contudo, as três espécies podem ser irrigadas com água salina sem prejuízo a produção até níveis médios em torno de 2,0 dS m⁻¹.

15 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pela análise dos resultados percebe-se, que é fundamental considerar o aspecto qualitativo no momento da classificação quanto à tolerância à salinidade de espécies ornamentais, dada a relevância deste parâmetro para o consumidor.

A comparação com dados da literatura deixa evidente que fase de produção de mudas é mais sensível ao estresse salino, sendo necessário a realização de novos estudos que visem atenuar os efeitos do estresse nessa fase, mediante o emprego de técnicas de manejo.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA-MOTOS, J. R.; DIAZ-VIVANCOS, P.; ÁLVAREZ, S.; FERNÁNDEZ-GARCÍA, N.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J.; HERNÁNDEZ, J. A. NaCl-induced physiological and biochemical adaptative mechanisms in the ornamental *Myrtus communis* L. plants. **Journal of Plant Physiology**. v. 183, p. 41–51, 2015.
- ACOSTA-MOTOS, J. R.; HERNÁNDEZ, J. A.; ÁLVAREZ, S.; BARBA-ESPÍN, G.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J. The long-term resistance mechanisms, critical irrigation threshold and relief capacity shown by *Eugenia myrtifolia* plants in response to saline reclaimed water. **Plant Physiology et Biochemistry**, 2017.
- ALARCÓN, J. J.; MORALES, M. A.; FERRÁNDEZ, T.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J. Effects of water and salt stresses on growth, water relations and gas exchange in *Rosmarinus officinalis*. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**. v. 81, p. 845–853, 2006.
- ÁLVAREZ, S.; 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, M. S.; SOARES, T. M.; SILVA, L. T.; FERNANDES, J. P.; OLIVEIRA, M. L. A.; PAZ, V. P. S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**. v. 15, n. 5, p. 491-498, 2011.
- AMBRIZZI, T.; ROCHA, R. P.; MARENGO, J. A.; PISNITCHENCO, I.; NUNES, L. A.; FERNANDEZ, J. P. R. **Relatório nº 3. Cenários regionalizados de clima no Brasil para o século XXI: Projeções de clima futuro usando três modelos regionais**. São Paulo: [s. n.], 2007. 108 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos: avaliações e diretrizes para adaptação**. Brasília: ANA, GGES, 2016. 93 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Os efeitos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos: desafios para a gestão**. Brasília: [s. n.], 2010. 18 p.
- ANDRADE, E. M. O Semiárido cearense e suas águas. In: ANDRADE, E. M.; PEREIRA, O. J.; DANTAS, F. E. R. **Semiárido e manejo dos recursos naturais**. 2. ed. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2016. p. 55-78.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Water quality in agriculture**. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. FAO. Irrigation and Drainage Studies, 29.
- BENICASA, M. M. P. **Análise de Crescimento de Plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 2004. 42 p.
- BEZERRA, J. D.; PEREIRA, W. E.; SILVA, J. M. da; RAPOSO, R. W. C. Crescimento de dois genótipos de maracujazeiro-amarelo sob condições de salinidade. **Revista Ceres**, v. 63, p. 502-508, 2016.

BRAGA, R. **Plantas do nordeste, especialmente do Ceará**. 3 ed. Fortaleza: Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1976. p. 214.

BUREK, P.; SATOH, Y.; FISCHER, G.; KAHIL, T.; JIMENEZ, L. N.; SCHERZER, A.; TRAMBEREND, S.; WADA, Y.; EISNER, S.; FLÖRKE, M.; HANASAKI, N.; MAGNUSZIEWSKI, P.; COSGROVE, W.; WIBERG, D. **Water Futures and Solution**. Laxenburg: IIASA, 2016. 88 p.

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.

CARILLO, P.; CIRILLO, C.; De MICCO, V.; ARENA, C.; DE PASCALE, S.; ROUPHAEL, Y. Morpho-anatomical, physiological and biochemical adaptive responses to saline water of *Bougainvillea spectabilis* Willd. trained to different canopy shapes. **Agricultural Water Management**, v. 212, p. 12–22, 2019.

CARTER, C. T.; GRIEVE, C. M.; POSS, J. A.; SUAREZ, D. L. Production and ion uptake of *Celosia argentea* irrigated with saline wastewaters. **Scientia Horticulturae**, v. 106, p. 381–394, 2005.

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

CASSANITI, C.; ROMANO, D.; FLOWERS, T. J. The response of ornamental plants to saline irrigation water. In: GARCÍA GARIZÁBAL, I.; ABRAHAO, R. (eds). **“Irrigation: Types, Sources and Problems/Book 2”**. Rijeka: Intech, 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. 165-175, 2013.

CASTRO, J. **Geografia da fome: o dilema brasileiro – pão ou aço**. 14. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2001. p. 347.

CENTRITTO, M.; LORETO, F.; CHARTZOULAKIS, K. The use of low CO₂ to estimate diffusional and non-diffusional limitations of photosynthetic capacity of salt-stressed olive saplings. **Plant Cell Environ**, v. 26, p. 585-594, 2003.

DIAS N. S.; BLANCO F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. S. S.; SOUSA NETO, O. N.; QUEIROZ, I.S. R. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: GHEYI H. R.; DIAS N. S.; LACERDA F. C.; GOMES FILHO, E. (eds). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2. ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. p. 151-162.

DIAS, A. S.; LIMA, G. S. de.; SÁ, F. V. da S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A.; FERNANDES, P. D. Gas exchanges and photochemical efficiency of West Indian cherry cultivated with saline water and potassium fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.22, n.9, p. 628-633, 2018.

DUQUE, M. M. M. M. **Tagetes erecta L. uma planta de múltiplos propósitos: antibacteriana, larvicida e antiviral**. 2006. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ciências

Fisiológicas) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2006.

ECKSTEIN, B. **Identificação molecular de um fitoplasma associado à malformação das folhas das ornamentais *Celosia argentea* L. e *Celosia spicata* L.** 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

ESCALONA, A.; SALAS-SANJUÁN, M. C.; DOS SANTOS, C.; GUZMÁN, M. Efecto de aguas salinas sobre el crecimiento, concentración y relaciones de iones en *Zinnia elegans* y *Tagetes erecta* para su uso en jardinería urbana. **Información Técnica Económica Agraria**, v. 110, p. 325-334, 2014.

EVERARD, J. D.; GUCCI, R.; KANN, S. C.; FLORE, J. A.; LOESCHER, W. H. Gas Exchange and Carbon Partitioning in the Leaves of Celery (*Apium graveolens* L.) at Various Levels of Root Zone Salinity. **Plant Physiology**, v. 106, n. 1, p. 281-292, 1994.

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

FARIERI, E.; TOSCANO, S.; FERRANTE, A.; ROMANO, D. Identification of ornamental shrubs tolerant to saline aerosol for coastal urban and peri-urban greening. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 18, p. 9–18, 2016.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, M. M. **Avaliação das características de crescimento e desenvolvimento da vinca (*Catharanthus roseus*) em relação a adubação e época de colheita.** 2003. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

FILHO, G. H. **Aspectos fitopatológicos do cultivo da Celósia em curitiba, PR.** 2003. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

FORNES, F.; BELDA, R. M.; CARRIÓN, C.; NOGUERA, V.; GARCÍA-AGUSTÍN, P.; ABAD, M. Pre-conditioning ornamental plants to drought by means of saline water irrigation as related to salinity tolerance. **Scientia Horticulturae**, v. 113, p. 52–59, 2007.

FREIRE, J. L. de O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. de. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, p.82-91, 2014.

FRIEDMAN, H. BERNSTEIN, N. BRUNER, M. ROT, I. BEN-NOON, Z. ZURIEL, A. ZURIEL, RON. FINKELSTEIN, S. UMIEL, N. HAGILADI, N. Application of secondary-treated effluents for cultivation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) and celosia (*Celosia argentea* L.) as cut flowers. **Scientia Horticulturae**, v. 115, p. 62–69, 2007.

FRISCHKORN, H.; ARAÚJO, J. C. de; SANTIAGO, M.M.F. Water resources of Ceará and Piauí. In: GAISER, T.; KROL, M.; FRISCHKORN, H.; ARAÚJO, J. C. de. **Global change and regional impacts.** Berlin: Springer-Verlag, 2003. p.87-94.

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.

GARCIA-CAPARRÓS, P.; LAO, M. T. The effects of salt stress on ornamental plants and integrative cultivation practices. **Scientia Horticulturae**, v. 240, p. 430-439, 2018.

GLOBAL drylands: A UN system-wide response. [S. l.: s. n.]: 2011. Disponível em: https://www.unep-wcmc.org/system/dataset_file_fields/files/000/000/091/original/Global-Drylands-FINAL-LR.pdf?1398440625. Acesso em: 15 jun. 2019.

HUSSIN, S.; GEISLER, N.; EL-FAR, M. M. M.; KOYRO, H-W. Effects of salinity and short-term elevated atmospheric CO₂ on the chemical equilibrium between CO₂ fixation and photosynthetic electron transport of *Stevia rebaudiana* Bertoni. **Plant Physiology et Biochemistry**, v. 118, p. 178 – 186, 2017.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **WGII AR5 technical summary climate change 2014**: impacts, adaptation, and vulnerability. EUA: IPCC, 2014. 1132 p.

JALEEL, C. A.; SANKAR, B.; SRIDHARAN, R.; PANNEERSELVAM, R. Soil Salinity Alters Growth, Chlorophyll Content, and Secondary Metabolite Accumulation in *Catharanthus roseus*. **Turkish Journal of Biology**, v. 32, p. 79-83, 2008.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. da S. O setor produtivo de plantas ornamentais do Brasil, no período de 2008 a 2013: atualizações, balanços e perspectivas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 20, n. 2, p. 115-120, 2014.

KOYRO, H. W. Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of the potential cash crop halophyte *Plantago coronopus* (L.). **Environmental and Experimental Botany**, v. 56, p. 136–146, 2006.

LACERDA, C. F. de.; COSTA, R. N. T.; BEZERRA, C. M. A.; NEVES, A. L. R.; SOUSA, G. G. de.; GHEYI, H. R. Estratégias de manejo para uso de água salina na agricultura. *In*: GHEYI H. R.; DIAS N. S.; LACERDA F. C.; GOMES FILHO, E. (eds.). **Manejo da salinidade na agricultura**: estudos básicos e aplicados. 2. ed. Fortaleza: INCTSal, 2016 p. 337-349.

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. H. Crop salt tolerance - current assessment. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**, 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

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, v. 22, p. 83-96, 2008.

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. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Tecnologia e Recurso Naturais, Universidade

Federal da Paraíba, Campina Grande, 1992.

MEDEIROS, J. F. de.; GHEYI, H. R. COSTA, A. R. F. C. da.; TOMAZ, H. V. de. Q. Manejo do solo-água-planta em áreas afetadas por sais. *In*: GHEYI H. R.; DIAS N. S.; LACERDA F. C.; GOMES FILHO, E. (eds). **Manejo da salinidade na agricultura**: estudos básicos e aplicados. 2. ed. Fortaleza: INCTSal, 2016 p. 151-162.

MEDEIROS, S. S. de.; CAVALCANTE, A. M. B.; MARIN, A. M. P.; TINÔCO, L. B. M. de.; SALCEDO, I. H.; PINTO, T. F. **Sinopse do Censo Demográfico para o Semiárido Brasileiro**. Campina Grande: INSA, 2012. 103 p.

MIYAMOTO, S.; MARTINEZ, I.; PADILLA, M.; PORTILLO, A.; ORNELAS, D. Landscape plant lists for salt tolerance assessment. *EUA*: [s. n.], 2004. 12 p.

MORAIS, P. L. D. de.; DIAS, N. da. SILVA.; OLIVEIRA, A. M. de.; SOUSA NETO, O. N. de.; SARMENTO, J. D. A.; GONZAGA, M. I. S. Effects of nutrient solution salinity on the physiological performance of melon cultivated in coconut fiber. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 3, p. 713 – 718, 2018.

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

NANDY, P.; DASGUPTA, N.; DAS, S. Differential expression of physiological and biochemical characters of some Indian mangroves towards salt tolerance. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 15, p. 151-160, 2009.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F. de.; OLIVEIRA, A. C. de. SOUSA, C. H. C.; OLIVEIRA, F. I. F.; RIBEIRO, M. da. S. de. S. Quantitative and qualitative responses of *Catharanthus roseus* to salinity and biofertilizer. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 1, p. 22-26, 2018.

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

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

NOBRE, P. **Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Campina Grande-PB: INSA, 2011. 209 p.

OLIVEIRA, E. V. de. **Classificação da tolerância à salinidade em plantas ornamentais utilizando-se diferentes metodologias**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

OLIVEIRA, E. V. de.; LACERDA, C. F. de.; NEVES, A. L. R.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, D. R.; OLIVEIRA, F. I. de.; VIANA, T. V. de. A. A new method to evaluate salt tolerance of ornamental plants. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v. 30, p. 173-180, 2018.

OLIVEIRA, F. de A.; CAMPOS, M. de S.; OLIVEIRA, F. R. A. de.; OLIVEIRA, M. K. T. de; MEDEIROS, J. F. de; MELO, T. Desenvolvimento e concentração de nitrogênio, fósforo e potássio no tecido foliar da berinjela em função da salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 1, p. 37-45, 2011.

OLIVEIRA, F. I. F.; MEDEIROS, W. J. F. de.; LACERDA, C. F. de.; 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. 739-745, 2017.

OLIVEIRA, W. J. de.; SOUZA, E. R. de.; CUNHA, J. C.; SILVA, E. F. de F.; VELOSO, V.de L. Leaf gas exchange in cowpea and CO₂ eflux in soil irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 1, p. 32-37, 2017.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivo de desenvolvimento sustentável 6: relatório – síntese 2018 sobre água e saneamento**. [S. l.: s. n.]: 2018. Disponível em: UN-Water_SDG6_Synthesis_Report_2018_Executive_Summary_BRZ.pdf. Acesso em: 14. set. 2019.

PORTAL, R. K. V. P. LAMEIRA, O. A. ASSIS, R. M. A. de. MEDEIROS, A. P. R. Caracterização fenológica da espécie *Catharanthus roseus* L. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 18., 2., 2014, Belém. **Anais** [...]. Belém: Embrapa, 2014.

RHOADES, J.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. p.117. Estudos FAO Irrigação e Drenagem 48.

SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, A. R.; FRANCILINO, A. H.; PEREZ-MARIN, A. M. Crescimento de girassóis ornamentais sob estresse salino em hidroponia de baixo custo. **Irriga**, v. 21, n. 3, p. 591-604, 2016.

SANTOS, M. S. **Caracterização espaço-temporal de secas utilizando ondaletas e o standardized precipitation index**: uma aplicação para a parcela mineira da bacia do rio São Francisco. 2011. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2011.

SILVA, A. L. da.; NASCIMENTO, M. N. do.; TANAN, T. T.; OLIVEIRA, U. C. de.; LIMA, J. do C. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção de alface crespa. **Enciclopédia Biosfera**, v. 14, n. 26; p. 328-337, 2017.

SILVA, B. C. O. da.; SOARES, A. M. J.; NÓBREGA, R. S. Os paradigmas da seca no semiárido brasileiro: das políticas de combate à concepção de convivência com o fenômeno. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 1., 2016, Campina Grande. **Anais** [...]. Campina Grande: Realize Eventos e Editora, 2016.

SILVA, R. M. A. da. Entre dois paradigmas: combate à seca e convivência com o Semiárido. **Sociedade e Estado**, Brasília, v. 18, n. 1/2, p. 339-360, 2003.

SILVA, V. P. da.; FRANÇA, G. L. dos. S. Percepções de mudanças do clima, impactos e adaptação para sertanejos do Semiárido. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 22, p. 229-

248, 2018.

SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, S. L. F.; SILVA, E. N.; VIÉGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. *In*: GHEYI H. R.; DIAS N. S.; LACERDA F. C.; GOMES FILHO, E. (eds). **Manejo da salinidade na agricultura**: estudos básicos e aplicados. 2. ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. p.151-162.

SIVAKUMAR, P.; SHARMILA, P.; SARADHI, P. Proline alleviates salt-stress-induced enhancement in ribulose-1, 5-bisphosphate oxygenase activity. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 279, n. 2, p. 512-515, 2000.

SMEDEMA, L. K.; SHIATI, K. Irrigation and salinity: a perspective review of the salinity hazards of irrigation development in the arid zone. **Irrigation and Drainage Systems**, v. 16, p. 161-174, 2002.

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 F. C.; GOMES FILHO, E. (eds). **Manejo da salinidade na agricultura**: estudos básicos e aplicados. 2. ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. p. 259-274.

SOUZA FILHO, F. A. A política nacional de recursos hídricos: desafios para sua implantação no Semiárido brasileiro. *In*: MEDEIROS, S. S. de.; GHEYI, H. J.; GALVÃO, C. O. de.; PAZ, V. P. S. da. **Recursos Hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Campina Grande: INSA, 2011. p. 1-25.

SUN, Y.; NIU, G.; PEREZ, C.; PEMBERTON, H. B.; ATLAND, J. Responses of Marigold cultivars to saline water irrigation. **Hort Technology**, v. 28, p. 166-17, 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto alegre: Artmed, 2017. 731 p.

TERCEIRO NETO, C. P. C.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DIAS, N. S. da; CAMPOS, M. S. Produtividade e qualidade de melão sob manejo com água de salinidade crescente. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, p.354-362, 2013.

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

VALDEZ-AGUILAR, L. A.; GRIEVE, C. M.; POSS, J. Salinity and alkaline pH in irrigation water affect Marigold plants: i. growth and shoot dry weight partitioning. **HortScience**, v. 44, p. 1719–1725, 2009.

VEATCH-BLOHM, M. E.; ROCHE, B. M.; SWEENEY, T. The effect of bulb weight on salinity tolerance of three common *Narcissus* cultivars. **Scientia Horticulturae**, v. 48, p. 62–69, 2019.

VILLARINO, G. H.; MATTSON, N. S. Assessing Tolerance to Sodium Chloride Salinity in

Fourteen Floriculture Species. **Hort Technology**, v. 21, p. 539-545, 2011.

**APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO PARA ANÁLISE SENSORIAL DA
QUALIDADE VISUAL DE PLANTAS ORNAMENTAIS**

Você está sendo convidado (a) a participar da avaliação da qualidade visual de *Catharanthus roseus*, irrigada com águas salinas, 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

Questão I - DÊ SUA NOTA DE 1,0 A 9,0, DE ACORDO COM A ESCALA HEDÔNICA ABAIXO, para Aparência Geral das Plantas

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

	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
APARÊNCIA GERAL										

Questão II - Em sua opinião como consumidor (a), escolha DUAS amostras que você compraria?

()101 () 102 ()103 ()104 ()105 ()106 ()107 ()108 ()109 ()110

Obrigado!!

**APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO PARA ANÁLISE SENSORIAL DA
QUALIDADE VISUAL DE PLANTAS ORNAMENTAIS**

Você está sendo convidado (a) a participar da avaliação da qualidade visual de *Tagetes patula*, irrigada com águas salinas, 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

Questão I - DÊ SUA NOTA DE 1,0 A 9,0, DE ACORDO COM A ESCALA HEDÔNICA ABAIXO, para Aparência Geral das Plantas

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

	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
APARÊNCIA GERAL										

Questão II - Em sua opinião como consumidor (a), escolha DUAS amostras que você compraria?

() 201 () 202 () 203 () 204 () 205 () 206 () 207 () 208 () 209 () 210

Obrigado!!

**APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO APLICADO PARA ANÁLISE SENSORIAL DA
QUALIDADE VISUAL DE PLANTAS ORNAMENTAIS**

Você está sendo convidado (a) a participar da avaliação da qualidade visual de *Celosia argentea*, irrigada com águas salinas, por favor, dê sua opinião sincera sobre as amostras.

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

SEXO: () Feminino () Masculin

Questão I - DÊ SUA NOTA DE 1,0 a 9,0, DE ACORDO COM A ESCALA HEDÔNICA ABAIXO, para Aparência Geral das Plantas

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

	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310
APARÊNCIA GERAL										

Questão II - Em sua opinião como consumidor (a), escolha DUAS amostras que você compraria?

()301 () 302 ()303 ()304 ()305 ()306 ()307 ()308 ()309 ()310

Obrigado!!