



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
CURSO DE AGRONOMIA

IVAN MARTINS DE ABREU

POTENCIAL DE RUSTIFICAÇÃO EM *Celosia cristata* e *Helianthus annuus*
PRODUZIDAS SOB CONDIÇÕES DE SALINIDADE

FORTALEZA - CE

2023

IVAN MARTINS DE ABREU

POTENCIAL DE RUSTIFICAÇÃO EM *Celosia cristata* e *Helianthus annuus*
PRODUZIDAS SOB CONDIÇÕES DE SALINIDADE

Monografia apresentada à Coordenação do curso de Agronomia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda

Coorientador: Ms. Jonnathan Richeds da Silva Sales

FORTALEZA - CE

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A145p Abreu, Ivan Martins de.
Potencial de rustificação em *Celosia cristata* e *Helianthus annuus* produzidas sob condições de salinidade /
Ivan Martins de Abreu. – 2023.
43 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências
Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2023.

Orientação: Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda.

Coorientação: Prof. Me. Jonnathan Richeds da Silva Sales.

1. Estresse salino. 2. Tolerância cruzada. 3. Trocas gasosas. 4. Estresse hídrico. 5. Plantas ornamentais. I.
Título.

CDD 630

IVAN MARTINS DE ABREU

POTENCIAL DE RUSTIFICAÇÃO EM *Celosia cristata* e *Helianthus annuus*
PRODUZIDAS SOB CONDIÇÕES DE SALINIDADE

Monografia apresentada à Coordenação do curso de Agronomia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 30/11/2023

BANCA EXAMINADORA

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

Ms. Jonnathan Richeds da Silva Sales (Coorientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Ms. Carla Ingrid Nojosa Lessa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Antônia Leila Rocha Neves

Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Trabalho do Estado do Ceará (SEDET/UFC)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Inês Xavier Martins e Luiz Henrique Pinto de Abreu, que sempre me apoiaram e me deram a melhor educação possível.

Ao meu irmão e amigo Jonas Martins de Abreu, que me apoia e cresce no mundo junto comigo.

Ao Prof. Claudivan Feitosa de Lacerda pela orientação e todos os ensinamentos obtidos ao longo dos meus estudos.

Ao meu colega Jonnathan, pelos conhecimentos compartilhados ao longo das minhas bolsas e a colaboração na escrita desta monografia.

Aos meus colegas e amigos Breno, Hiago, Dejaimé, Karine, Beatriz, Nicole, Dylia, Brena e Jennifer por me acompanharem nessa jornada e fazerem dessa graduação anos maravilhosos.

Aos integrantes do Laboratório de Relação Solo-Água-Planta (RSAP) pela convivência, ensinamentos e experiências compartilhadas.

Finalmente, a todas as pessoas que me acompanharam nessa jornada que é a vida.

Muito Obrigado.

RESUMO

A salinidade é um dos estresses abióticos que mais afeta o crescimento e desenvolvimento vegetal, podendo ser um grande limitador da produção agrícola. Entretanto, se utilizado de forma moderada e controlada, pode servir para favorecer a aclimação de mudas a outras situações de estresse, como o calor ou o déficit hídrico. Objetivou-se, com o trabalho realizado, avaliar o potencial de rustificação em relação ao estresse hídrico em duas espécies ornamentais, a *Celosia cristata* e o *Helianthus annuus*, conhecidos popularmente como crista-de-galo e girassol ornamental, respectivamente, quando produzidas em condições de salinidade. O experimento, dividido entre duas fases, foi conduzido em condições de casa de vegetação, onde a primeira fase foi a de formação de mudas das duas espécies sob condições de salinidade, enquanto a segunda fase foi a supressão da irrigação das mudas já formadas para observar os efeitos causados pela salinidade na rustificação das espécies. Nas duas fases foram avaliadas características morfológicas e fisiológicas, as variáveis morfológicas avaliadas foram: altura de planta, número de folhas e a massa seca da parte aérea, já para as variáveis fisiológicas foram: taxa fotossintética, condutância estomática, taxa de transpiração e concentração interna de CO₂. Para a espécie *C. cristata*, foi possível observar que o estresse salino promoveu um processo de rustificação para a planta em relação ao estresse hídrico, além de não influenciar em seu crescimento, tornando ideal o seu uso para a produção de mudas, principalmente para paisagismo. Já para a espécie *H. annuus*, foi possível observar também um processo de rustificação em relação ao estresse hídrico, porém foi observado uma diminuição significativa de suas medidas de crescimento, resultando em mudas menores, que podem ser vendidas para mercados mais específicos.

PALAVRAS-CHAVE: Estresse salino. Tolerância cruzada. Trocas gasosas. Estresse hídrico. Plantas ornamentais.

ABSTRACT

Salinity is one of the abiotic stresses that most affects plant growth and development, and can be a major limitation on agricultural production. However, if used in a moderate and controlled manner, it can serve to favor the acclimatization of seedlings to other stressful situations, such as heat or water deficit. The objective of the work carried out was to evaluate the rustification potential in relation to water stress in two ornamental species, *Celosia cristata* and *Helianthus annuus*, popularly known as cockscomb and ornamental sunflower, respectively, when produced under conditions of salinity. The experiment, divided into two parts, was conducted under greenhouse conditions, where the first part was the formation of seedlings of the two species under salinity conditions, while the second part was the suppression of irrigation of seedlings already formed to observe the effects caused by salinity on the rustification of species. In both phases, morphological and physiological characteristics were evaluated, the morphological variables evaluated were: plant height, number of leaves and dry mass of the aerial part, while for the physiological variables they were: photosynthetic rate, stomatal conductance, transpiration rate and internal concentration of CO₂. For the species *C. cristata*, it was possible to observe that saline stress promoted a rustification process for the plant in relation to water stress, in addition to not influencing its growth, making its use ideal for the production of seedlings, mainly for landscaping. For the species *H. annuus*, it was also possible to observe a rustification process in relation to water stress, but a significant decrease in its growth measurements was observed, resulting in smaller seedlings, which can be sold to more specific markets.

KEY-WORDS: Saline stress. Cross tolerance. Gas exchange. Water stress. Ornamental species.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa da localização da casa de vegetação	20
Figura 2 - Experimento montado dentro da casa de vegetação.....	21
Figura 3 - Espécies ornamentais utilizadas no estudo. <i>C. cristata</i> (A) e <i>H. annuus</i> (B).	21
Figura 4 - Fase dois do experimento montada nos vasos.....	23
Figura 5 - Pesagem do material vegetal coletado.....	24
Figura 6 - Material em estufa para secagem e obtenção da massa seca da parte aérea (MSPA).....	24
Figura 7 - Realização das medições com o analisador de gás infravermelho portátil das espécies <i>H. annuus</i> (A) e <i>C. cristata</i> (B).....	25

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Análise de variância para altura de plantas (AP), número de folhas (NF), massa seca da parte aérea (MSPA), taxa fotossintética (A), condutância estomática (gs), taxa de transpiração (E) e concentração interna de CO₂ (Ci) das espécies *C. cristata* e *H. annuus* (E) cultivadas sob condição de salinidade (S). 27
- Tabela 2 - Altura de planta (AP) de *C. cristata* e *H. annuus* irrigadas com diferentes níveis de CEa..... 28
- Tabela 3 - Número de folhas (NF) das espécies *C. cristata* e *H. annuus* irrigadas com diferentes níveis de CEa. 28
- Tabela 4 - massa seca da parte aérea (MSPA) das espécies *C. cristata* e *H. annuus* irrigadas com diferentes níveis de CEa. 29
- Tabela 5 - Taxa fotossintética (A) das espécies *C. cristata* e *H. annuus* irrigadas com diferentes níveis de CEa. 30
- Tabela 6 - Condutância estomática (gs) das espécies *C. cristata* e *H. annuus* irrigadas com diferentes níveis de CEa. 31
- Tabela 7 - Taxa de transpiração (E) das espécies *C. cristata* e *H. annuus* irrigadas com diferentes níveis de CEa. 31
- Tabela 8 - Concentração Interna de CO₂ (Ci) das espécies *C. cristata* e *H. annuus* irrigadas com diferentes níveis de CEa. 32
- Tabela 9 - Análise de variância para altura de plantas (AP), número de folhas (NF), massa seca da parte aérea (MSPA), taxa fotossintética (A), condutância estomática (gs), taxa de transpiração (E) e concentração interna de CO₂ (Ci) das espécies *C. cristata* e *H. annuus* (E) cultivadas sob condição de salinidade (S) e submetidas a estresse hídrico (EH)..... 33

Tabela 10 - Altura de planta (AP) das espécies <i>C. cristata</i> e <i>H. annuus</i> produzidas sob diferentes níveis de CEa.	34
Tabela 11 - Número de folhas (NF) das espécies <i>C. cristata</i> e <i>H. annuus</i> submetidas ou não ao estresse hídrico.	34
Tabela 12 - Massa seca da parte aérea (MSPA) das espécies <i>C. cristata</i> e <i>H. annuus</i> quando produzidas sob condição de salinidade.....	35
Tabela 13 - Taxa fotossintética (A) das espécies <i>C. cristata</i> e <i>H. annuus</i> produzida sob CEa de 0,5 e 2,5 dS m ⁻¹ submetidas ou não ao estresse hídrico.	36
Tabela 14 - Condutância estomática (gs) das espécies <i>C. cristata</i> e <i>H. annuus</i> quando produzidas sob condição de salinidade.	37
Tabela 15 - Taxa de transpiração (E) das espécies <i>C. cristata</i> e <i>H. annuus</i> quando produzidas sob condição de salinidade.....	38
Tabela 16 - Concentração interna de CO ₂ (Ci) das espécies <i>C. cristata</i> e <i>H. annuus</i> produzida sob CEa de 0,5 e 2,5 dS m ⁻¹ submetidas ou não ao estresse hídrico.	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivo específico	14
3 REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1 Mudanças climáticas e seus impactos na agricultura	15
3.2 A salinidade e seus impactos na agricultura	16
3.2.1 Efeitos dos sais nas plantas	16
3.2.2 Uso de água salobra no manejo da irrigação	16
3.3 Espécies ornamentais	17
3.3.1 Importância das plantas ornamentais	17
3.3.2 Crista de galo (<i>Celosia cristata</i>)	18
3.3.3 Girassol (<i>Helianthus annuus</i>)	18
3.3.4 Irrigação de plantas ornamentais	18
3.4 Rustificação de espécies ornamentais	19
4 MATERIAIS E MÉTODOS	20
4.1 Localização e caracterização da área experimental	20
4.2 Delineamento experimental e tratamentos	20
4.3 Instalação e condução do experimento	22
4.4 Coletas e análises	23
4.4.1 Medições biométricas	23
4.4.2 Índices fisiológicos	25
4.5 Análises estatísticas	26
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
5.1 Análises biométricas da primeira fase	27
5.2 Análises fisiológicas da primeira fase	30
5.3 Análises biométricas da segunda fase	33
5.4 Análises fisiológicas da segunda fase	36
6 CONCLUSÕES	40
REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

Na região do semiárido brasileiro, devido as suas condições climáticas, se é observado um aumento crescente na necessidade do uso da irrigação para se ter uma produtividade competitiva no mercado e desenvolvimento adequado das culturas (ANDRADE et al., 2012). O uso de irrigação contribui de diversas formas para o desenvolvimento da atividade econômica agrícola, estimulando a agroindústria, diversificando a produção e fomentando um mercado de materiais de irrigação. Um dos grandes desafios da agricultura irrigada contemporânea está diretamente relacionado à questão hídrica, pois, diante dos efeitos das mudanças climáticas e da falta de políticas mais eficazes de reciclagem da água, ela tende a se tornar cada vez mais limitada qualitativa e quantitativamente (BEZERRA et al., 2020).

Esse problema nos leva a procurar alternativas em relação ao uso mais eficiente das fontes hídricas disponíveis, e isso inclui o uso de águas de fontes salinas e salobras, comuns na região do semiárido brasileiro, e se utilizando de espécies que possam apresentar rentabilidade viável ou até elevada quando irrigadas com águas de menor qualidade (LACERDA et al., 2016).

Entre as espécies com potencial para serem irrigadas com águas de menor qualidade, um dos grupos que mais se mostrou eficiente para o uso são as ornamentais (NEVES et al., 2018). As flores de corte e plantas ornamentais apresentam um valor de produção mundial de aproximadamente 50 bilhões de euros, com um consumo global estimado entre 100 e 150 bilhões de euros por ano (GARCÍA-CAPARRÓS et al., 2016).

Outro fator importante a ser mencionado é que algumas das plantas ornamentais após a comercialização são transplantadas para jardins, sejam eles públicos ou privados, dentro de diversos ambientes. Em muitos desses locais, as plantas não recebem o cuidado que deveriam, não sendo irrigadas no período e com a quantidade de água correta, sofrendo um estresse hídrico, ou sendo irrigadas com fontes hídricas de menor qualidade. Nesse aspecto, a produção de plantas ornamentais com águas salobras pode resultar em vantagem do ponto de vista de aclimação.

Segundo Larcher (2006), o estresse salino, a depender da sua intensidade, pode favorecer a aclimação de plantas ao déficit hídrico, em um fenômeno conhecido como tolerância cruzada. Este acontecimento pode ser explicado pelo alto grau de sobreposição entre conjuntos de genes que determinam a tolerância de alguns tipos de estresses abióticos, resultando na capacidade de rustificação, que significa que um estresse prévio pode tornar a

planta com maior capacidade de aclimação a um estresse subsequente, nesse caso um estresse salino causando rustificação ao estresse hídrico. Esse processo de rustificação é bastante utilizado pelos viveiristas, notadamente na produção de mudas de espécies perenes (CUSTÓDIO et al., 2009; MAZZUCHELLI et al., 2014).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o potencial de rustificação em relação ao estresse hídrico das espécies crista-de-galo (*Celosia cristata*) e girassol ornamental (*Helianthus annuus*) quando produzidas sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação.

2.2 objetivos específicos

- Analisar os efeitos da salinidade e do estresse hídrico nas variáveis de crescimento a partir da altura de planta, número de folhas e massa seca da parte aérea das plantas ornamentais crista-de-galo e girassol ornamental.
- Avaliar as diferenças nas trocas gasosas foliares a partir da taxa fotossintética, transpiração, condutância estomática e concentração interna de CO₂ nas plantas produzidas sob condições de salinidade e estresse hídrico.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Mudanças climáticas e seus impactos na agricultura

As evidências de que mudanças climáticas globais estão ocorrendo em função do aumento da concentração de gases de efeito estufa (GEE) como o gás carbônico (CO_2), metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O), além do próprio vapor d'água (H_2O) (NOBRE, 2011), tem se mostrado de forma consistente e cada vez mais aceito pela comunidade científica. Dados de diversas pesquisas corroboram para a aceitação dessa hipótese de que essas mudanças são provocadas por ações antrópicas (PELLEGRINO et al., 2007).

É preciso destacar também a maior vulnerabilidade de países em desenvolvimento em relação às mudanças climáticas, que é agravada quando se trata de seus impactos na agricultura, já que esses países são, de maneira geral, fortemente dependentes de sua agricultura como base da economia nacional (PELLEGRINO; ASSAD; MARIN, 2007). Além disso, a concentração de gás carbônico pode causar um problema de nutrição em grande parte da população por causa de seus efeitos nas plantas. Estudos mostram que grãos e legumes tipo C3 quando produzidos em condições de concentração de CO_2 previstas para metade do século XXI apresentam menor quantidade de zinco e ferro, além de terem menos proteínas quando cultivados nessas concentrações de CO_2 , diferente de plantas tipo C4, que apresentam uma menor resposta a essa elevada concentração (MYERS; ZANOBETTI; KLOOG, 2014).

Nos últimos anos o aumento das temperaturas médias do planeta, causados pelas emissões de GEE na atmosfera e pela mudança no uso da terra (IPCC, 2014), são responsáveis pelo surgimento de eventos climáticos extremos por todo o mundo, como o surgimento de secas severas ou enchentes, além da intensificação de ciclones e tornados, que têm sido observados com uma frequência incomum (MARENCO, 2014). De acordo com um estudo realizado pelo Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA), a pedido do Ministério da agricultura, sobre as principais causas de perdas na agricultura brasileira, os números indicam que 95% das perdas se dão por conta da seca ou excesso de água (NOBRE; ASSAD, 2005).

Uma consequência do aumento da temperatura é o aumento nas taxas evapotranspiratórias das plantas, promovendo um maior consumo de água, causando assim um esvaziamento mais rápido das reservas hídricas do solo e em reservatórios superficiais (NOBRE; ASSAD, 2005). Este desafio, relacionado ao elevado uso de água na agricultura irrigada e à falta de água de qualidade suficiente para atender a uma demanda populacional

em crescimento, tem despertado um maior interesse na utilização de fontes alternativas de água para fins de irrigação, como as águas salobras.

3.2 A salinidade e seus impactos na agricultura

3.2.1 Efeitos dos sais nas plantas

A salinidade representa um dos principais estresses abióticos que impactam o desenvolvimento e a produção de diversas espécies vegetais. As plantas extraem água do solo, pois a força exercida por seus tecidos, devido à diferença de pressão, supera a força exercida pelo solo para manter a água retida na matriz do solo. A manutenção desse gradiente de pressão é crucial para o funcionamento adequado da planta. Em solos salinos, a presença de sais solúveis na solução do solo eleva a força de retenção da água devido ao efeito osmótico, resultando em uma redução na absorção de água pelas plantas (DIAS; LACERDA; GOMES FILHO, 2016; TAIZ et al., 2017).

A presença da salinidade do solo afeta a absorção de nutrientes por parte das plantas. Sabe-se que as plantas somente realizam a absorção dos nutrientes quando eles se encontram na forma iônica e solúvel, e para que essa absorção aconteça é necessário que esses íons que se encontram no solo se movam em direção a raiz, seja por fluxo de massa, difusão ou interceptação radicular diminuindo o transporte e absorção dos nutrientes, mais notadamente o cálcio, potássio e nitrogênio (SANTOS et al., 2016).

3.2.2 Uso de água salobra no manejo da irrigação

Nas condições climáticas do semiárido é observado cada vez mais a necessidade do uso da irrigação para se obter o desenvolvimento adequado e produtividade competitiva (ANDRADE et al., 2012). Outro fator importante são os altos níveis de salinidade presentes nas águas subterrâneas dos estados do semiárido brasileiro como, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, entre outros (HOLANDA et al., 2016).

A utilização da irrigação contribui em diversos aspectos para o desenvolvimento da atividade agrícola, estimulando a diversificação da produção e a agroindústria. Entretanto, mesmo com o uso das tecnologias de irrigação, o desenvolvimento da atividade e produtividade das culturas são afetados por diversos fatores, sendo um dos principais a qualidade dos recursos hídricos.

Esse problema faz com que seja necessário procurar alternativas para se fazer um uso mais eficiente dos recursos hídricos disponíveis, e isso inclui a utilização de fontes de águas salobras com espécies que possam apresentar uma rentabilidade viável mesmo quando irrigada com águas de menor qualidade (LACERDA et al., 2016).

3.3 Espécies ornamentais

3.3.1 Importância das plantas ornamentais

O mercado de plantas ornamentais pode ser dividido em três níveis: países com mais de 150 mil hectares dedicados à produção, onde se encaixam a China e Índia, países que possuem de 10 a 50 mil hectares cultivados, onde se encaixam os Países Baixos, Estados Unidos, México, Japão e Brasil, que possui uma área cultivada de plantas ornamentais de 14,99 mil hectares, ficando em sétimo lugar do mundo no quesito de área (BRAINER, 2019).

No Brasil, a atividade comercial de produção de flores vem em uma crescente no país, e apresenta números significativos para a economia. De acordo com o Instituto Brasileiro de Floricultura (IBRAFLOR, 2022) o mercado nacional de setor ornamental possui um tamanho de R\$1.925,00 bilhões, com cerca de 8300 produtores e uma área total cultivada de 15.600 hectares, empregando de forma direta por volta 209.000 trabalhadores, e de forma indireta por volta de 800.000, sendo dessa forma uma importante atividade econômica no país.

Dentro da floricultura e produção de plantas ornamentais nacional, o estado do Ceará se destaca como um grande produtor, por causa da grande quantidade de horas de sol ao longo do ano e das condições edafoclimáticas uniformes da região, como ausência de geadas e granizo, além de sua proximidade com principais países importadores (IBRAFLOR, 2015). O Ceará é o quarto maior estado exportador, Isso em 2015, o estado contribuiu com 20,1% das exportações (BRAINER, 2019). Os principais produtos produzidos no Ceará são: bulbos, tubérculos e rizomas (\$368.000); folhagens, folhas e ramos de plantas (\$158.000) e mudas de outras plantas ornamentais (\$7,500), para países como Estados Unidos, Holanda, Canadá e França (BRAINER, 2019).

3.3.2 Crista de galo (*Celosia cristata*)

A espécie *Celosia cristata*, conhecida popularmente como crista de galo, plumosa, suspiro ou crista plumosa, é pertencente à família Amaranthaceae. Essa planta é uma espécie herbácea tropical, com porte ereto, com uma altura de 30 a 60 centímetros, caule suculento e folhas ovalado lanceoladas, às vezes avermelhadas. Sua inflorescência é plumosa, alongada e ereta, possui um formato levemente cônico, densamente ramificado, e possui uma variedade de cores (HOGGER FILHO, 2003).

OLIVEIRA(2022) em seu estudo sobre a tolerância à salinidade de quatro espécies ornamentais herbáceas tropicais, classificou a espécie *Celosia cristata* como moderadamente tolerante à salinidade até $4,0 \text{ dS m}^{-1}$, mantendo sua qualidade visual mesmo com redução moderada na produção de biomassa.

3.3.3 Girassol ornamental (*Helianthus annuus*)

A espécie *Helianthus annuus* tem origem no continente da América do Norte, e apresenta uma variedade enorme de cultivares. Pertencente à família Asteraceae, é uma planta herbácea tropical, anual, com um caule de haste único que pode alcançar até 2 metros de altura a depender da variedade. Possui uma inflorescência do tipo capítulo que surge na gema apical em plantas unicapituladas e nas gemas laterais em plantas multicapituladas (SOUSA, 2019). A variedade utilizada no experimento foi a Anão de Jardim da empresa Isla Sementes, que possui uma altura de 60 a 80 cm, com uma inflorescência de cor amarela e um ciclo de 60 dias.

De acordo com um estudo realizado por Nobre et al.(2010), foi observado uma diminuição significativa da altura da planta, diâmetro do caule, e tamanho do capítulo em plantas irrigadas com água de CEa maior que $0,5 \text{ dS m}^{-1}$, além de um atraso na floração das plantas à medida que a CEa aumenta, nos indicando uma baixa tolerância à salinidade por parte da espécie.

3.3.4 Irrigação de plantas ornamentais

A irrigação é um dos manejos mais importantes no cultivo de plantas ornamentais, principalmente no cultivo em estufas, onde as plantas estão protegidas do ambiente externo e conseqüentemente da chuva, então seu aporte de água se dá exclusivamente por ela. Para as plantas cultivadas em vasos, a importância é ainda maior por causa da limitação que os mesmos impõem ao volume de crescimento das raízes e armazenamento de água, então o

risco de murcha e morte da planta é muito mais elevado (BELLÉ, 2008). Por causa disso, a aplicação de água de forma controlada e constante no substrato se mostra essencial para uma boa produção de mudas na área da floricultura.

Para além da quantidade fornecida de água, um fator importante para a produção de plantas é a qualidade da água de irrigação. Os aspectos a serem observados sobre a qualidade da água são: o valor de pH em torno de 6,0 para garantir a disponibilidade de nutrientes, uma condutividade elétrica menor que $0,75 \text{ dS m}^{-1}$, ausência de algas, microrganismo ou impurezas e uma temperatura entre 18 a 30°C . A presença de altos teores de sódio pode danificar plantas sensíveis (BELLÉ, 2008).

3.4 Rustificação de espécies ornamentais

A rustificação das plantas antes da expedição das mudas para o campo refere-se a um conjunto de práticas adotadas durante a produção da muda com a finalidade de aumentar a tolerância às adversidades edafoclimáticas que possam vir a ocorrer no local de plantio (LIMA et al., 2014). Uma das condições que mais afetam a sobrevivência de plantas em campo é a falta d'água. A maior parte da água absorvida pelas raízes é transportada pela planta e evaporada pelas superfícies foliares, em um processo que se denomina transpiração. Apenas uma pequena parte permanece na planta para suprir o crescimento e as reações bioquímicas que ocorrem nas plantas (TAIZ et al., 2017).

Na natureza, as plantas passam por um processo de rustificação natural quando expostas ao ambiente, porém é possível se alcançar um nível de rustificação muito maior e, em muito menos tempo, a partir de técnicas durante a produção de mudas. Entretanto, esse tratamento não pode ser muito severo, pois estressar demais as plantas pode levar até a uma menor rustificação (JACOBS; LANDIS, 2009). Os estresses a que a planta pode ser submetida são variações de fatores ambientais, como variações na quantidade de luz fornecida, temperatura do ambiente, estresse hídrico como falta ou excesso de água e qualidade da água da irrigação e variação na nutrição mineral (JACOBS; LANDIS, 2009).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi realizado de março a maio de 2022, conduzido na área experimental da estação agrometeorológica, em casa de vegetação (Figura 1), pertencente ao departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, localizada nas coordenadas 3°44'44.6" latitude sul; 38°34'56.1" latitude oeste.

Figura 1 - Mapa da localização da casa de vegetação



Fonte: Google Maps, adaptado pelo autor

4.2 Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi realizado sob delineamento em blocos casualizados (Figura 2), realizado em duas etapas. A primeira etapa consistiu em um arranjo de parcelas subdivididas, em que, as parcelas foram formadas por duas espécies de plantas ornamentais herbáceas tropicais: *Celosia cristata* (Crista de galo) e *Helianthus annuus* (Girassol anão de jardim)

(Figura 3) e as subparcelas por dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,5 e 2,5 dS m⁻¹), classificadas como baixa e moderada salinidade, respectivamente. Na etapa 2, além dos tratamentos citados, foi inserido as subsubparcelas, que corresponderam ao manejo da irrigação, sendo eles a supressão total da irrigação e o tratamento sem restrição hídrica (controle).

Figura 2 - Experimento na casa de vegetação



Fonte: Autoria própria, 2022

Figura 3 - Espécies ornamentais utilizadas no estudo. *C. cristata* (A) e *H. annuus* (B)



Fonte: Autoria própria, 2022

O preparo do tratamento de água de moderada salinidade foi utilizando os sais NaCl, CaCl₂·2H₂O e MgCl₂·6H₂O, na proporção de 7:2:1 entre os cátions Na⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺, como descrito por MEDEIROS(1992), obedecendo a relação entre condutividade elétrica da água e sua concentração (CEa = mmol_c. L⁻¹/10). A água utilizada para o tratamento de moderada salinidade foi retirada de um poço do local e a água de baixa salinidade foi confeccionada a partir da mistura da água proveniente do poço e de água coletada da chuva, obedecendo as proporções para se alcançar a CEa desejada.

4.3 Instalação e condução do experimento

Para a realização da primeira fase do experimento, a semeadura foi feita diretamente em sacos de polietileno de baixa densidade de 1 litro para mudas, com o uso de cinco sementes por saco. Os sacos foram preenchidos com um substrato manufaturado a partir de uma mistura de arisco, composto orgânico e argissolo, em uma proporção de 7:2:1, respectivamente. A escolha do saco e do substrato foram de acordo com o material utilizado por produtores de mudas de espécies ornamentais.

As sementes foram adquiridas da empresa Isla Sementes. As sementes foram inicialmente irrigadas com água de baixa salinidade (0,5 dS m⁻¹), a fim de garantir um bom desenvolvimento inicial das plântulas até o momento do desbaste. Após a emergência, 15 dias após a semeadura (DAS), foi realizado o desbaste, mantendo-se uma planta por saco, e deu-se início ao tratamento salino por 35 dias, totalizando 50 dias, tempo necessário para se ter mudas formadas e prontas para a comercialização das duas espécies.

Para a segunda fase do experimento, as mudas foram transferidas para vasos de 7 litros preenchidos com o mesmo substrato da fase anterior, a fim de simular uma situação de campo (Figura 4), após o transplântio, as plantas foram irrigadas com água de baixa salinidade (0,5 dS m⁻¹) durante 3 dias para diminuir o estresse causado pelo manejo, e foi-se então aplicado o tratamento de manejo da irrigação, onde se tinha o controle (sem restrição hídrica) e a supressão total da irrigação (estresse hídrico), durante 7 dias, totalizando 60 dias.

As irrigações foram realizadas de forma manual, com turno de rega de dois dias, sendo a quantidade de água a ser aplicada determinada pelo método do lisímetro de drenagem, em que a irrigação é realizada com base no consumo hídrico da cultura, estimada por meio da diferença entre o volume de água aplicado e o volume drenado. Em cada irrigação foi adotada uma fração de lixiviação de 0,15 de modo a evitar o acúmulo excessivo de sais na zona radicular das mudas (AYERS; WESTCOT, 1999).

Figura 4 - Fase dois do experimento montada nos vasos



Fonte: Autoria própria, 2022

4.4 Coletas e análises

4.4.1 Medições biométricas

Aos 50 e 60 DAS foram realizadas medidas de altura das plantas (AP), número de folhas (NF) e a massa seca da parte aérea (MSPA) (Figura 5). Para determinação da altura da planta foi utilizada uma trena graduada, medindo-se da base da planta até a extremidade da haste principal, com o valor obtido em centímetros (cm). O número de folhas foi obtido a partir da contagem manual por toda a extensão da planta.

Figura 5 - Pesagem do material vegetal coletado.



Fonte: Autoria própria, 2022

O material vegetal foi colocado em estufa (Figura 6) de circulação forçada de ar a 65°C para secagem até massa constante. Em seguida, foi realizada com o auxílio de uma balança analítica graduada em gramas (g), a produção de massa seca de caules (MSC), folhas (MSF) e flores (MSFL). A massa seca da parte aérea (MSPA) foi obtida a partir do somatório dos dados de MSC, MSF e MSFL.

Figura 6 - Material em estufa para secagem e obtenção da massa seca da parte aérea (MSPA).



Fonte: Autoria própria, 2022

4.4.2 Índices fisiológicos

Aos 50 e 60 DAS foram determinados os seguintes índices fisiológicos: condutância estomática (g_s , em $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de fotossíntese líquida (A , em $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração foliar (E , em $\text{H}_2\text{O mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e a concentração interna de CO_2 (C_i), utilizando um analisador de gás infravermelho portátil (Figura 7). As medições foram realizadas em sol pleno, sem sombra de nuvens, das 11:29AM as 12:32PM durante as medições no início da segunda fase (50 dias), e das 10:09AM as 10:59AM durante as medições no final da segunda fase (60 dias).

Figura 7 - Realização das medições com o analisador de gás infravermelho portátil das espécies *H. annuus* (A) e *C. cristata* (B)



Fonte: Autoria própria, 2022

4.5 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade. Quando significativas, as médias entre espécies, salinidades e manejo da irrigação foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%, utilizando-se o software estatístico Assistat V7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2016).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análises biométricas da primeira fase

Para a primeira fase do experimento, a análise de variância evidencia interação significativa entre espécie x salinidade com significância de 1% para as variáveis altura de plantas (AP), número de folhas (NF), massa seca da parte aérea (MSPA), taxa fotossintética (A) e condutância estomática (gs), e significância de 5% para as variáveis taxa de transpiração (E) e concentração interna de CO₂ (Ci) (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise de variância para altura de plantas (AP), número de folhas (NF), massa seca da parte aérea (MSPA), taxa fotossintética (A), condutância estomática (gs), taxa de transpiração (E) e concentração interna de CO₂ (Ci) das espécies *C. cristata* e *H. annuus* (E) cultivadas sob condição de salinidade (S).

FV	GL	Quadrados médios						
		AP	NF	MSPA	A	gs	E	Ci
Blocos	5	23,67 ^{ns}	7,75 ^{ns}	0,73 ^{ns}	36,72*	0,011 ^{ns}	1,11 ^{ns}	1635,51*
Espécies (E)	1	8820,1**	101,25 ^{ns}	3,22 ^{ns}	231,65**	0,0004 ^{ns}	0,058 ^{ns}	4651,92**
Resíduo (E)	4	13,41	22,5	0,48	11,55	0,0096	0,85	433,02
Salinidade (S)	1	1125,1**	48,05*	11,26*	0,094 ^{ns}	0,0016*	0,032*	0,023*
Interação (E x S)	1	1238,7**	84,05**	2,59**	0,0008*	0,0018**	0,085*	0,325*
Resíduo (S)	8	27,14	6,92	1,25	9,41	0,008	0,75	328,57
CV (%) E		8,44	22,86	12,22	18,01	24,5	16,64	7,03
CV (%) S		12,01	12,68	19,65	16,24	23,17	15,61	6,13

GL - grau de liberdade; CV - coeficiente de variação; ns - não significativo; * e ** - significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Para a altura de plantas (AP), foi verificado que as plantas submetidas a irrigação com água de condutividade elétrica de 0,5 dS m⁻¹ e 2,5 dS m⁻¹ não variaram significativamente na espécie *C. cristata*. Porém, foi possível observar uma diminuição significativa de 38,55% na espécie *H. annuus* quando irrigada com CEa 2,5 dS m⁻¹ em relação às irrigadas com CEa 0,5 dS m⁻¹, que apresentaram uma média de 49,00 e 79,74 (cm), respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2 - Altura de planta (AP) de *C. cristata* e *H. annuus* irrigadas com diferentes níveis de CEa.

Espécies	Altura de plantas (cm)	
	CEa (dS m ⁻¹)	
	0,5	2,5
<i>C. cristata</i>	22,00 bA	22,74 bA
<i>H. annuus</i>	79,74 aA	49,00 aB

Letras minúsculas comparam médias entre espécies e letras maiúsculas comparam médias entre condutividades elétricas da água de irrigação. Fonte: autoria própria, 2023

Analisando a variável do número de folhas (NF), foi possível observar que a salinidade afetou negativamente a espécie *C. cristata*, que ao ser irrigada com água de condutividade elétrica de 2,5 dS m⁻¹ apresentou uma redução de 21,14% do número de folhas em relação às plantas irrigadas com água de CE de 0,5 dS m⁻¹ (Tabela 3), com valores médios de 26,6 e 19,4 respectivamente. Já para a espécie *H. annuus* não foi observado diferença significativa no número de folhas, mesmo com a redução expressiva da altura da planta.

Tabela 3 - Número de folhas (NF) das espécies *C. cristata* e *H. annuus* irrigadas com diferentes níveis de CEa.

Espécies	Número de folhas	
	CEa (dS m ⁻¹)	
	0,5	2,5
<i>C. cristata</i>	26,60 aA	19,40 aB
<i>H. annuus</i>	18,00 bA	19,00 aA

Letras minúsculas comparam médias entre espécies e letras maiúsculas comparam médias entre condutividades elétricas da água de irrigação. Fonte: autoria própria, 2023

Na massa seca da parte aérea (MSPA), foi possível observar redução de 13,56% e 30,93% na MSPA das espécies *C. cristata* e *H. annuus*, respectivamente, quando submetidas a irrigação com água de condutividade elétrica de 2,5 dS m⁻¹, que apresentaram valor de 4,91 e 4,98 g, respectivamente, em relação às plantas irrigadas com o tratamento controle (CEa 0,5 dS m⁻¹), que apresentaram valor de 5,68 e 7,21 g (Tabela 4).

Tabela 4 - massa seca da parte aérea (MSPA) das espécies *C. cristata* e *H. annuus* irrigadas com diferentes níveis de CEa.

Espécies	Massa seca da parte aérea (g)	
	CEa (dS m ⁻¹)	
	0,5	2,5
<i>C. cristata</i>	5.68 aA	4.91 aA
<i>H. annuus</i>	7.21 aA	4.98 aB

Letras minúsculas comparam médias entre espécies e letras maiúsculas comparam médias entre condutividades elétricas da água de irrigação. Fonte: autoria própria, 2023

A diminuição no tamanho da planta conforme evidenciada no presente estudo pode ser explicada por diversos efeitos do estresse salino, como distúrbios na fotossíntese, na regulação osmótica e no fornecimento mineral para a parte aérea da planta (GARCÍA-CAPARROS; LAO, 2018). Porém, reduções no crescimento podem ser decorrentes também de alterações nas paredes celulares, as quais inibem a expansão celular sob condições de estresse hídrico e/ou osmótico (SILVEIRA et al., 2016). Convém salientar, que esse efeito é variável em função da tolerância e/ou sensibilidade da espécie à salinidade.

Verifica-se que a salinidade teve efeito deletério mais severo no crescimento e desenvolvimento da espécie *H. annuus*, reduzindo significativamente o tamanho final da muda para comercialização. Porém, a redução no tamanho da muda não necessariamente é um fator negativo, pois os consumidores costumam requerer plantas mais compactas com alta qualidade e valor ornamental, além das plantas menores consumirem menos espaço em locais de produção altamente tecnificados (GARCIA-CAPARRÓS; LAO, 2018).

Bezerra *et al.* (2020) estudando diferentes métodos de classificação de tolerância ao estresse salino, concluíram que existe maior sensibilidade ao estresse na espécie *C. roseus*, na fase de produção de mudas, em comparação com a *C. argentea*. Resultados semelhantes foram obtidos em *Callistemon citrinus* (ÁLVAREZ; SÁNCHEZ-BLANCO, 2015) e em girassol ornamental (SANTOS JÚNIOR, 2016).

Acredita-se que o crescimento da planta seja inicialmente limitado pelo efeito osmótico e, quando a quantidade de íons potencialmente tóxicos absorvidos ultrapassa o limite tolerado pelas células, ocorrem efeitos diretos no metabolismo, podendo causar lesões nos tecidos foliares e morte da planta (MUNNS; TESTER, 2008; DIAS; LACERDA; GOMES FILHO, 2016), afetando diretamente o tamanho e biomassa vegetal.

O estresse salino atua diminuindo o crescimento das plantas em duas fases, primeiro pelo decréscimo do potencial osmótico do solo causado pelos sais e depois por danos

causados pelos sais acumulados nas folhas (ACOSTA-MOTOS et al., 2017). A limitação na capacidade das raízes em extrair e transportar água para a parte aérea, reduzindo a concentração de substâncias que atingem a parte aérea, impondo restrições ao crescimento das plantas e acúmulos de massa seca (TAIZ et al., 2017).

5.2 Análises fisiológicas da primeira fase

Analisando a variável taxa fotossintética (A) é possível observar que a espécie *C. cristata* apresentou um decréscimo de 7,72%, de 16,83 para 15,53 ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), nas plantas irrigadas com CEa de 0,5 e 2,5 dS m^{-1} respectivamente, porém essa diferença não foi significativa, nos mostrando que a salinidade da água não influencia significativamente nessa espécie.

Já para a espécie *H. annuus* foi observado uma redução drástica na taxa fotossintética entre as plantas irrigadas com CEa de 0,5 e 2,5 dS m^{-1} , que foi de 21,19 para 14,95 ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) respectivamente, uma redução de 29,45% da água de moderada salinidade comparada a água do tratamento controle (Tabela 5).

Tabela 5 - Taxa fotossintética (A) das espécies *C. cristata* e *H. annuus* irrigadas com diferentes níveis de CEa.

Espécies	Taxa fotossintética $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	
	CEa (dS m^{-1})	
	0,5	2,5
<i>C. cristata</i>	16,83 bA	15,53 aA
<i>H. annuus</i>	21,19 aA	14,95 aB

Letras minúsculas comparam médias entre espécies e letras maiúsculas comparam médias entre condutividades elétricas da água de irrigação. Fonte: autoria própria, 2023

A partir dos resultados da comparação de médias da condutância estomática (gs) foi possível observar uma diminuição significativa na espécie *H. annuus* quando comparado o tratamento de irrigação controle com o tratamento de irrigação com água de moderada salinidade, de 0,41 para 0,31 ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), respectivamente, uma diminuição de 24,39%. Para a espécie *C. cristata* não foi observado diferença significativa (Tabela 6).

Tabela 6 - Condutância estomática (gs) das espécies *C. cristata* e *H. annuus* irrigadas com diferentes níveis de CEa.

Espécies	Condutância estomática mol m ⁻² s ⁻¹	
	CEa (dS m ⁻¹)	
	0,5	2,5
<i>C. cristata</i>	0,39 aA	0,38 aA
<i>H. annuus</i>	0,41 aA	0,31 bB

Letras minúsculas comparam médias entre espécies e letras maiúsculas comparam médias entre condutividades elétricas da água de irrigação. Fonte: autoria própria, 2023

Na taxa de transpiração (E) é possível observar os valores diminuírem na espécie *H. annuus* de 5,55 para 4,01 (mmol m⁻² s⁻¹), das plantas irrigadas controle para aquelas irrigadas com água de moderada salinidade, respectivamente, nos mostrando uma redução de 29,28%. para a espécie *C. cristata* não foi possível observar diferença significativa (Tabela 7).

Tabela 7 - Taxa de transpiração (E) das espécies *C. cristata* e *H. annuus* irrigadas com diferentes níveis de CEa.

Espécies	Taxa de transpiração H ₂ O mmol m ⁻² s ⁻¹	
	CEa (dS m ⁻¹)	
	0,5	2,5
<i>C. cristata</i>	5,52 aA	5,55 aA
<i>H. annuus</i>	5,67 aA	4,01 bB

Letras minúsculas comparam médias entre espécies e letras maiúsculas comparam médias entre condutividades elétricas da água de irrigação. Fonte: autoria própria, 2023

Avaliando a concentração interna de CO₂ (Ci) é possível observar que na espécie *C. cristata* não houve diferença significativa entre as plantas irrigadas com a água de baixa e com a água de moderada salinidade, porém na espécie *H. annuus* foi possível observar uma diferença significativa, onde a concentração interna de CO₂ nas plantas com irrigação controle e na irrigação com água de moderada salinidade foram de 286,16 e 265,95 (mmol m⁻² s⁻¹), respectivamente (Tabela 8). isso representa uma diminuição de 7,06% nas plantas irrigadas com água de CEa 2,5 dS m⁻¹.

Tabela 8 - Concentração interna de CO₂ (Ci) das espécies *C. cristata* e *H. annuus* irrigadas com diferentes níveis de CEa.

Espécies	Concentração interna de CO ₂	
	CEa (dS m ⁻¹)	
	0,5	2,5
<i>C. cristata</i>	305,68 aA	305,81 aA
<i>H. annuus</i>	286,16 bA	265,95 bB

Letras minúsculas comparam médias entre espécies e letras maiúsculas comparam médias entre condutividades elétricas da água de irrigação. Fonte: autoria própria, 2023

Em condições de salinidade, é observado uma redução da condutância estomática que restringe a disponibilidade de CO₂ para reações de carboxilação, esse fechamento dos estômatos também minimiza a perda de água a partir da transpiração (GARCIA-CAPARRÓS; LAO, 2018).

O estresse salino também afeta a fotossíntese tanto a curto prazo como a longo prazo. A curto prazo, a salinidade afeta a fotossíntese por causa das limitações dos estômatos, levando a uma diminuição na assimilação de carbono. Já a longo prazo, a salinidade pode afetar a fotossíntese por causa da acumulação de sais nas folhas jovens e diminuir a concentração de clorofila e carotenoides. A taxa fotossintética pode ser afetada pela salinidade devido à queda da condutância estomática e outras limitações não estomáticas, como distúrbios nas cadeias de elétrons fotossintética e inibição de enzimas do ciclo de calvin, como a rubisco (MUNNS; TESTER, 2008; ACOSTA-MOTOS et al., 2017; TAIZ et al., 2017).

Comparando o resultado da primeira fase do experimento com os estudos citados acima, é possível entender por que foi observado uma diminuição geral nas medidas analisadas quando comparado às plantas de *H. annuus* irrigadas com água de CEa de 2,5 dS m⁻¹ com aquelas irrigadas com água de CEa 0,5 dS m⁻¹, nos mostrando que a planta é pouco resistente a salinidade, e que mesmo uma salinidade moderada afeta de forma significativa o crescimento da planta. Similaridade foi obtida por Santos Júnior et al. (2016), em que, verificaram que o crescimento do girassol ornamental “Anão de Jardim”, foi sensível ao incremento da salinidade da solução nutritiva.

Já observando as plantas da espécie *C. cristata* foi constatado que não ocorreu redução significativa na maioria das variáveis analisadas, com a única exceção sendo o número de folhas, nos mostrando que a espécie em questão tolera bem a irrigação com água de moderada salinidade, sendo ideal para ser produzida quando a água disponível para a

irrigação for de uma qualidade inferior e apresentar presença de salinidade. Resultado semelhante foi observado por Bezerra et al. (2020), onde foi constatado que a presente espécie apresenta moderada tolerância ao estresse salino.

5.3 Análises biométricas da segunda fase

Analisando a segunda fase do experimento (Tabela 9), é possível observar na análise de variância que as variáveis: taxa fotossintética (A) e concentração interna de CO₂ (Ci) apresentaram interações significativas entre espécie x salinidade x estresse hídrico, no grau de probabilidade de 5 e 1%, respectivamente. O número de folhas (NF) apresentou diferenças significativas na interação espécie x estresse hídrico, a 1% de probabilidade. A condutância estomática (gs) e a taxa de transpiração (E) apresentaram diferença significativa para o estresse hídrico de forma isolada, a um grau de probabilidade de 1%. A altura da planta (AP) e a massa seca da parte aérea (MSPA) não apresentaram respostas ao estresse hídrico.

Tabela 9 - Análise de variância para altura de plantas (AP), número de folhas (NF), massa seca da parte aérea (MSPA), taxa fotossintética (A), condutância estomática (gs), taxa de transpiração (E) e concentração interna de CO₂ (Ci) das espécies *C. cristata* e *H. annuus* (E) cultivadas sob condição de salinidade (S) e submetidas a estresse hídrico (EH).

FV	GL	Quadrados médios						
		AP	NF	MSPA	A	gs	E	Ci
Blocos	5	59,08 ^{ns}	32,93 ^{ns}	3,42 ^{ns}	3,97 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,99 ^{ns}	5349,22**
Espécies (E)	1	20418,75**	1912,68**	7,09 ^{ns}	3,08 ^{ns}	0,016 ^{ns}	5,75*	3399,99*
Resíduo (E)	5	56,95	42,53	1,35	10,33	0,0037	0,41	416,05
Salinidade (S)	1	1587,1**	638,02**	24,95**	42,01*	0,002 ^{ns}	0,04 ^{ns}	1377,98*
Interação (E x S)	1	1323,1**	713,02**	16,93**	2,71 ^{ns}	0,031*	1,71*	733,96*
Resíduo (S)	10	85,5	18,02	0,93	4,37	0,005	0,81	1048,3
Estresse hídrico (EH)	1	21,33 ^{ns}	266,02**	0,55 ^{ns}	803,12**	0,38**	78,19**	13783,5**
Interação (E x EH)	1	85,33 ^{ns}	553,52**	2,59 ^{ns}	32,49 ^{ns}	0,002 ^{ns}	2,28 ^{ns}	71,81 ^{ns}
Interação (S x EH)	1	126,75 ^{ns}	0,18 ^{ns}	2,12 ^{ns}	94,01*	0,001 ^{ns}	0,26 ^{ns}	960,88*
Interação (E x S x EH)	1	168,75 ^{ns}	42,18 ^{ns}	0,04 ^{ns}	59,69*	0,009 ^{ns}	2,44 ^{ns}	573,24**
Resíduo (EH)	20	42,69	13,27	1,25	11,63	0,005	0,62	804,04
CV (%) E		15,34	24,21	12,93	20,9	27,18	16,29	7,91
CV (%) S		18,79	15,76	10,75	13,6	21,76	23,18	12,55
CV (%) EH		13,28	13,53	12,47	22,16	23,97	20,28	10,99

GL - grau de liberdade; CV - coeficiente de variação; ns - não significativo; * e ** - significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. Fonte: autoria própria, 2023

Analisando a variável altura de planta (AP) na segunda fase do experimento (Tabela 10), foi possível observar que para a espécie *C. cristata* não foi notado diferença significativa entre os diferentes níveis de salinidade. Já para a espécie *H. annuus* foi observado uma diferença significativa entre as plantas irrigadas com água de baixa e moderada salinidade, onde as plantas irrigadas com água de baixa salinidade apresentaram altura de 80,83 cm e as plantas irrigadas com água de moderada salinidade apresentaram altura de 58,83 cm, uma diminuição de 27,22% nas plantas do tratamento de salinidade moderada em comparação àquelas do tratamento de baixa salinidade.

Tabela 10 - Altura de planta (AP) das espécies *C. cristata* e *H. annuus* produzidas sob diferentes níveis de CEa.

Espécies	Altura de plantas (cm)	
	CEa (dS m ⁻¹)	
	0,5	2,5
<i>C. cristata</i>	29,08 bA	28,03 bA
<i>H. annuus</i>	80,83 aA	58,83 aB

Letras minúsculas comparam médias entre espécies e letras maiúsculas comparam médias entre condutividades elétricas da água de irrigação. Fonte: autoria própria, 2023

A variável número de folhas (NF) apresentou uma reação negativa ao estresse hídrico, independente da salinidade, para a espécie *C. cristata*. Foi possível observar que a média do número de folhas foi de 27,50 e 39,00 para os tratamentos com e sem estresse hídrico, respectivamente, representando uma diminuição de 29,49%. A espécie *H. annuus* não apresentou diferença significativa, porém foi possível observar que tanto nos casos com e sem irrigação a quantidade de folhas foi menor que as da espécie *C. cristata* (Tabela 11).

Tabela 11 - Número de folhas (NF) das espécies *C. cristata* e *H. annuus* submetidas ou não ao estresse hídrico.

Espécies	Número de folhas	
	Supressão da irrigação	
	sem	com
<i>C. cristata</i>	39,00 aA	27,50 aB
<i>H. annuus</i>	19,58 bA	21,66 bA

Letras minúsculas comparam médias entre espécies e letras maiúsculas comparam médias entre níveis de estresse hídrico. Fonte: autoria própria, 2023

Ao avaliar a variável massa seca da parte aérea (MSPA) (Tabela 12), é possível observar que o estresse hídrico não teve influência no resultado. Já analisando a interação espécie x salinidade, é possível observar que a espécie *C. cristata* não apresentou diferença significativa entre as plantas cultivadas com água de baixa ou moderada salinidade. Já para a espécie *H. annuus* foi observado uma diferença significativa entre as plantas irrigadas com água de baixa salinidade e moderada salinidade, que apresentaram peso de 9,92 e 7,29 g, respectivamente, isso significa uma diminuição de 26,51% nas plantas irrigadas com água de moderada salinidade em relação aquelas irrigadas com água de baixa salinidade.

Tabela 12 - Massa seca da parte aérea (MSPA) das espécies *C. cristata* e *H. annuus* quando produzidas sob condição de salinidade.

Espécies	Massa seca da parte aérea (g)	
	CEa (dS m ⁻¹)	
	0,5	2,5
<i>C. cristata</i>	9,50 aA	9,24 aA
<i>H. annuus</i>	9,92 aA	7,29 bB

Letras minúsculas comparam médias entre espécies e letras maiúsculas comparam médias entre condutividades elétricas da água de irrigação. Fonte: autoria própria, 2023

A diminuição do número de folhas pelo estresse hídrico é um efeito já observado. Diminuição foliar e aceleração do processo de senescência são efeitos visíveis dos efeitos da baixa disponibilidade hídrica, que acontece pois o solo seco não fornece nitrogênio suficiente para suprir as necessidades de crescimento das plantas e o nitrogênio presente na planta se desloca das folhas mais velhas para as mais novas, resultando em sua queda prematura (CAMPOS; SANTOS, NACARATH, 2021).

Em geral, a redução no crescimento das plantas, medido pela altura, número de folhas e produção de biomassa pode ter sido causada pelo fechamento estomático, causado pelo efeito osmótico dos sais de água de irrigação, como forma de reduzir a perda de água transpiração, uma vez que a absorção de água é reduzida, restringindo a capacidade fotossintética da planta, conseqüentemente, limitando o desenvolvimento (TAIZ et al., 2017; KUMAR et al., 2018). Outro fator que pode ter contribuído para a redução na altura das

plantas, sob níveis de salinidade mais elevados, é a toxicidade pelos íons Na^+ e Cl^- , causando desequilíbrio nutricional (CANTABELLA et al., 2017).

5.4 Análises fisiológicas da segunda fase

Avaliando a taxa fotossintética (A) da espécie *C. cristata* (Tabela 13), nas plantas que foram irrigadas com água de baixa salinidade, foi observado que as plantas que receberam supressão da irrigação tiveram uma média 43,77% menor que as plantas controle, apresentando valores de 10,41 e 18,51 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente. Já para as plantas irrigadas com água de moderada salinidade, foi possível observar uma diminuição de 30,95% nas plantas com supressão hídrica em relação às plantas controle, que apresentaram valores de 13,32 e 19,29 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente.

Tabela 13 - Taxa fotossintética (A) das espécies *C. cristata* e *H. annuus* produzida sob CEa de 0,5 e 2,5 dS m^{-1} submetidas ou não ao estresse hídrico.

Espécies	CEa (dS m^{-1})	Taxa fotossintética ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	
		Com supressão	Sem supressão
<i>C. cristata</i>	0,5	10,41 Bb	18,51 Aa
	2,5	13,32 Ab	19,29 Aa
<i>H. annuus</i>	0,5	7,51 Bb	22,37 Aa
	2,5	13,94 Ab	18,73 Ba

Letras minúsculas comparam médias entre níveis de estresse hídrico e letras maiúsculas comparam médias entre níveis de CEa. Fonte: autoria própria, 2023

Comparando os valores entre as plantas irrigadas com água de baixa e moderada salinidade, não foi observado diferença entre as plantas do tratamento controle, porém nas plantas que sofreram corte total da irrigação foi observado uma diminuição de 21,85% no valor da taxa fotossintética das plantas irrigadas com água de baixa salinidade quando comparadas aquelas irrigadas com água de moderada salinidade.

Na espécie *H. annuus* foi possível observar uma diferença significativa entre as plantas que foram submetidas a supressão da irrigação e as plantas controles nos dois níveis de salinidade (Tabela 13). Observando as plantas irrigadas com água de baixa salinidade e que receberam a supressão hídrica e as plantas do tratamento controle apresentaram valor de 7,51 e 22,37 ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), respectivamente, uma diminuição de 66,43% da taxa fotossintética. Já para as plantas que foram irrigadas com água de moderada salinidade, as que

receberam supressão hídrica e as do tratamento controle apresentaram valor de 13,94 e 18,73 ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), respectivamente, uma diminuição de 25,57%.

Comparando as plantas que foram irrigadas com água de baixa e moderada salinidade nos mesmos regimes de irrigação, é possível observar que ao comparar as plantas irrigadas com água de baixa e moderada salinidade do tratamento controle, foi observado os valores de 22,37 e 18,73 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente, uma diminuição de 16,27% no tratamento de baixa salinidade. Já nas plantas que foram submetidas a suspensão da irrigação, foi possível observar os valores de 7,51 e 13,94 ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) nas plantas irrigadas com água de baixa e moderada salinidade, respectivamente. Isso nos mostra um aumento de 85,62% nas plantas que foram irrigadas com água de moderada salinidade em comparação aquelas irrigadas com água de baixa salinidade quando submetidas ao estresse hídrico.

Avaliando a variável condutância estomática (gs), é possível observar que salinidade não afetou negativamente a espécie *C. cristata*, porém afetou negativamente a espécie *H. annuus*, que quando irrigada com água de baixa salinidade apresentou condutância estomática de 0,23, porém quando submetida a irrigação com água de moderada salinidade apresentou um valor de 0,17, uma diminuição de 26,09% em relação ao tratamento controle (Tabela 14).

Tabela 14 - Condutância estomática (gs) das espécies *C. cristata* e *H. annuus* quando produzidas sob condição de salinidade

Espécies	Condutância estomática	
	CEa (dS m ⁻¹)	
	0,5	2,5
<i>C. cristata</i>	0,22 aA	0,26 aA
<i>H. annuus</i>	0,23 aA	0,17 bB

Letras minúsculas comparam médias entre níveis de estresse hídrico e letras maiúsculas comparam médias entre níveis de CEa. Fonte: autoria própria, 2023

Para a variável da taxa de transpiração (E) foi observado uma diminuição na espécie *H. annuus* nas plantas irrigadas com água de moderada salinidade em relação aquelas irrigadas com água de baixa salinidade, passando de 3,76 para 3,32, respectivamente, uma diminuição de 11,70% (Tabela 15).

Tabela 15 - Taxa de transpiração (E) das espécies *C. cristata* e *H. annuus* quando produzidas sob condição de salinidade.

Espécies	Taxa de transpiração	
	CEa (dS m ⁻¹)	
	0,5	2,5
<i>C. cristata</i>	4,08 aA	4,39 aA
<i>H. annuus</i>	3,76 aA	3,32 bB

Letras minúsculas comparam médias entre níveis de estresse hídrico e letras maiúsculas comparam médias entre níveis de CEa. Fonte: autoria própria, 2023

Para a concentração interna de CO₂ (Ci), na espécie *C. cristata* foi possível observar uma diferença significativa entre as plantas que foram irrigadas com CEa 0,5 e 2,5 dS m⁻¹, tanto nas plantas que receberam supressão hídrica quanto nas que não receberam (Tabela 15). nas plantas que receberam supressão hídrica, foi observado o valor de Ci de 285,01 e 250,69 nas plantas que foram irrigadas com água de CEa 0,5 e 2,5 dS.m⁻¹, respectivamente. Já nas plantas que não foram submetidas a supressão da irrigação obteve-se os valores de Ci de 284,14 e 245,76 para as plantas irrigadas com água de CEa 0,5 e 2,5 dS.m⁻¹, respectivamente. Isso representa uma diminuição de 13,50% nas plantas que não receberam supressão da irrigação, e 12,04% nas plantas que receberam supressão da irrigação, das plantas irrigadas com água de CEa 2,5 dS.m⁻¹ em relação às plantas controle.

Na espécie *H. annuus* foi observado uma diferença significativa na concentração interna de CO₂ tanto entre diferentes condutividades elétricas como entre plantas que receberam ou não a supressão hídrica (Tabela 16). Para as plantas que receberam supressão hídrica, foi observado um valor de Ci de 266,63 e 241,04 nas plantas que foram irrigadas com água de CEa de 0,5 e 2,5 dS.m⁻¹, respectivamente, enquanto que nas plantas que não receberam supressão hídrica apresentar valor de Ci de 263,95 e 216,64 para os níveis de salinidade da água de 0,5 e 2,5 dS.m⁻¹, respectivamente, o que equivale a uma redução de 9,60% nas plantas que receberam supressão hídrica e 17,92% nas plantas que não receberam, comparando as plantas irrigadas com água de CEa 2,5 dS.m⁻¹ com aquelas irrigadas com água de CEa 0,5 dS m⁻¹.

Comparando as plantas que receberam supressão hídrica com as que não receberam, nós percebemos que não houve diferença significativa nas plantas irrigadas com água de CEa 0,5 ds.m⁻¹, porém nas plantas irrigadas com água de CEa 2,5 dS m⁻¹, foi possível observar que as plantas que receberam supressão hídrica apresentaram valor de Ci 11,26% maior do que aquelas que não receberam a supressão hídrica.

Tabela 16 - Concentração interna de CO₂ (Ci) das espécies *C. cristata* e *H. annuus* produzida sob CEa de 0,5 e 2,5 dS m⁻¹ submetidas ou não ao estresse hídrico.

Espécies	CEa (dS m ⁻¹)	Concentração interna de CO ₂	
		Com supressão	Sem supressão
<i>C. cristata</i>	0,5	285,01 Aa	284,14 Aa
	2,5	250,69 Bb	245,76 Bb
<i>H. annuus</i>	0,5	266,63 Aa	263,95 Aa
	2,5	241,04 Bb	216,64 Bb

Letras minúsculas comparam médias entre níveis de estresse hídrico e letras maiúsculas comparam médias entre níveis de CEa. Fonte: autoria própria, 2023

Analisando o que foi observado por Calbo, e Moraes(1997), é possível observar que o estresse hídrico promove uma diminuição tanto da taxa fotossintética como na concentração interna de CO₂ graças aos efeitos do estresse hídrico na condutância estomática. Já analisando os resultados de taxa fotossintética nas espécies *C. cristata* e *H. annuus*, é possível observar que aquelas plantas que não foram submetidas ao estresse salino quando submetidas ao estresse hídrico tiveram uma queda muito mais acelerada da taxa fotossintética em relação àquelas que receberam o estresse salino.

Esse resultado provavelmente se dá pelo fato de as plantas submetidas ao estresse salino já estarem acostumadas com uma pressão osmótica mais baixa para a aquisição de água para realizar suas trocas gasosas, enquanto as plantas que não foram submetidas a esse estresse apresentarem maior dificuldade para se adaptar a essa condição.

Na espécie *H. annuus* também foi possível observar que a concentração interna de CO₂ foi maior em plantas que receberam estresse hídrico, nos mostrando que essas plantas quem uma maior quantidade de carbono para ser utilizada em suas reações bioquímicas. Na espécie *C. cristata* não foi observado uma diferença entre as plantas irrigadas com água de baixa e de moderada salinidade quando submetidas a supressão hídrica.

6 CONCLUSÕES

Na primeira fase do experimento foi possível observar que a salinidade da água não afetou o crescimento da espécie *C. cristata*, e os efeitos foram pouco ou não significativos nas suas trocas gasosas. Já na espécie *H. annuus* foi observado uma redução expressiva tanto no seu tamanho quanto nas trocas gasosas, fazendo com que o produto final fosse mais compacto e não necessariamente menor em valor do produto e retorno para o produtor.

Na segunda fase do experimento, avaliando as medidas de crescimento não foi possível observar uma diferença entre as plantas irrigadas com água de baixa ou moderada salinidade nas duas espécies, mas foi possível observar, através da análise de trocas gasosas, que tanto na espécie *C. cristata* quanto na *H. annuus* os valores de trocas gasosas foram superiores nas plantas irrigadas com água de moderada salinidade durante a fase de produção de mudas do que aquelas irrigadas com água de baixa salinidade quando submetidas ao estresse hídrico, nos indicando que as plantas das duas espécies resistiram melhor ao estresse hídrico quando irrigadas com água de moderada salinidade, nos mostrando uma rustificação em relação ao estresse hídrico associada com o estresse salino.

REFERÊNCIAS

ACOSTA-MOTOS, J.R.; ORTUÑO, M.F.; BERNAL-VICENTE, A.; DIAZ-VIVANCOS, P.; SANCHEZ-BLANCO, M.J.; HERNANDEZ, J.A. Plant Responses to Salt Stress: Adaptive Mechanisms. **Agronomy**, v.7, n.18, 2017.

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.

ANDRADE, T. S.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; MONTENEGRO, A. A. A.; RODRIGUES, D. F. B. Variabilidade espaço-temporal da condutividade elétrica da água subterrânea na região semiárida de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.496-504, 2012.

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

BELLÉ, S. irrigação de plantas ornamentais IN: PETRY, C. Plantas ornamentais: aspectos para a produção 2ed., 2008.

BEZERRA, F. M. S.; LACERDA, C. F.; RUPPENTHAL, V.; CAVALCANTE, E. S.; OLIVEIRA, A. C. Salt tolerance during the seedling production stage of *Catharanthus roseus*, *Tagetes patula* and *Celosia argentea*. **Revista Ciência Agronômica**, v.51, n.3, p.1-9, 2020.

BRAINER, M. S. C. P. Caderno Setorial ETENE. Fortaleza: **Banco do Nordeste do Brasil**, ano 4, n.95, 2019.

CALBO, M. E. R.; MORAES, J. A. P. V. Fotossíntese, condutância estomática, transpiração e ajustamento osmótico de plantas de buriti submetidas a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.9, n.2, p.117-123, 1997.

CAMPOS, A. J. de M.; SANTOS, S. M.; NACARATH, I. R. F. F. Estresse hídrico em plantas: uma revisão. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 15, p.

e311101523155, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i15.23155. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/23155>. Acesso em: 18 nov. 2023.

CANTABELLA, D.; PIQUERAS, A.; ACOSTA, M. J. R.; BERNAL, V. A.; HERNÁNDEZ, J. A.; DIAZ, V. P. Salt-tolerance mechanisms induced in *Stevia rebaudiana* Bertoni: effects on mineral nutrition, antioxidative metabolism and steviol glycoside content. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.115, p.484-496, 2017.

CUSTÓDIO et al. Tolerância cruzada induzida por choque térmico na germinação de semente de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, nº 1, p.131-143, 2009.

DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. 2.ed. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: **INCTsal**, p.181-196, 2016.

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.

GARCÍA-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.

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

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; NETO, M. F.; HOLANDA, A. C.; SÁ, F. V. S. Qualidade da água para irrigação In: GHEYI, H.R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. CE, cap 21, p. 35-50. 2016

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA – IBRAFLOR. Mapeamento e quantificação da cadeia de flores e plantas ornamentais do Brasil, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA - IBRAFLOR. O mercado de flores no

Brasil, 01/2022.

IPCC – intergovernmental Panel in Climate Change. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edited by C. B. field et al. Cambridge/New York, **Cambridge university Press/iPCC**, 2014.

JACOBS, D. F.; LANDIS, T. D. Hardening. In: DUMROESE, R. K.; LUNA, T.; LANDIS T. D. (Eds.), Nursery Manual for Native Plants: A Guide for Tribal Nurseries. **Volume 1: Nursery Management. Agriculture Handbook 730** (pp. 216-227). Washington DC: USDA Forest Service. (2009).

KUMAR, M.; KUMAR, R.; JAIN, V.; JAIN, S. Differential behavior of the antioxidant system in response to salinity induced oxidative stress in salt-tolerant and salt-sensitive cultivars of *Brassica juncea* L. **Biocatalisys and Agricultural Tecnology**, v.13, p.12-19, 2018.

LACERDA, C. F.; COSTA, R. N. T.; BEZERRA, M. A.; NEVES, A.L.R.; SOUSA, G.G.; GHEYI, H. R. Estratégias de manejo para uso de água salina na agricultura. In: GHEYI, H.R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. 2.ed. Fortaleza: **Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade**. CE, cap 21, p. 337-352. 2016

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

LIMA, P. R.; HORBACH, M. A.; DRANSKI, J. A. L.; ECCO, M.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C. Avaliação Morfofisiológica em Mudanças de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos Durante a Rustificação. **Floresta e Ambiente**, v.21, p. 316-326, 2014.

MARENGO, J. A. O futuro do clima no Brasil. **Revista USP**, n. 103, p. 25-32, 2014.

MAZZUCHELLI et al. Rustificação de mudas de eucalipto via aplicação de ácido salicílico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, n.4, p.443-450, 2014.

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

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

MYERS, S., ZANOBETTI, A., KLOOG, I. *et al.* Increasing CO₂ threatens human nutrition. *Nature*, v.510, p.139-142, 2014. <https://doi.org/10.1038/nature13179>

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; OLIVEIRA, A. C.; SOUSA, C. H. C.; OLIVEIRA, F. I. F.; RIBEIRO, M. S. 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.

NOBRE, C. A.; ASSAD, E. D. O Aquecimento Global e o Impacto na Amazônia e na Agricultura Brasileira. **INPE**, 2005.

NOBRE, R. G.; GUEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.03, p.358-365, 2010.

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

OLIVEIRA, A. C. tolerância à salinidade e respostas espectrais foliares em mudas de quatro espécies ornamentais herbáceas tropicais. 2022. dissertação (Mestrado em engenharia agrícola) - programa de pós-graduação em engenharia agrícola, **Universidade Federal do Ceará**, 2022.

PELLEGRINO, G. Q.; ASSAD, E. Q.; MARIN, F. R. Mudanças Climáticas Globais e a Agricultura no Brasil. **Revista Multiciência**. Campinas, SP. nº 8. p. 138 – 162, 2007.

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, R. V.; CAVALCANTE, L. F.; VITAL, A. F. M.; LACERDA, C. F.; SOUZA, E. R.; LIMA, G. S. Interação salinidade-fertilidade do solo, In: GHEYI, H.R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. 2.ed. Fortaleza: **Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade**. CE, cap 21, p. 277-294. 2016

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, p.3733-3740, 2016.

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

SOUSA, F. J. B. desenvolvimento do girassol ornamental (*Helianthus annuus* cultivar Anão de Jardim) em substrato com hidrogel irrigado com água salina, 2019. dissertação (Mestrado em ciência do solo) - programa de pós-graduação em ciência do solo, **Universidade Federal do Ceará**, 2019.

TAIZ, L., ZEIGER, E., MOLLER, I. M.; MURPHY, A *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. **Artmed Editora**, 2017.