



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

**WEMBLEY ALBERTANIO RODRIGUES CAMARA**

**TEORES DE ELEMENTOS MINERAIS EM FOLHAS DE *Celosia Argentea* e  
*Catharanthus Roseus* SOB ESTRESSE SALINO E ADIÇÃO DE BIOESTIMULANTE**

**FORTALEZA - CE**

**2022**

WEMBLEY ALBERTANIO RODRIGUES CAMARA

TEORES DE ELEMENTOS MINERAIS EM FOLHAS DE *Celosia Argentea* e *Catharanthus Roseus* SOB ESTRESSE SALINO E ADIÇÃO DE BIOESTIMULANTE

Monografia apresentada a 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

2022

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)

---

C174t Camara, Wembley Albertanio Rodrigues.  
Teores de elementos minerais em folhas de *Celosia Argentea* e *Catharanthus roseus* sob estresse salino e adição de bioestimulante / Wembley Albertanio Rodrigues Camara. – 2022.  
48 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda.

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

1. Floricultura. 2. Salinidade. 3. Semiárido. 4. Nutrientes. I. Título.

CDD 630

---

WEMBLEY ALBERTANIO RODRIGUES CAMARA

TEORES DE ELEMENTOS MINERAIS EM FOLHAS DE *Celosia Argentea* e *Catharanthus Roseus* SOB ESTRESSE SALINO E ADIÇÃO DE BIOESTIMULANTE

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

Aprovada em: 01/12/2022.

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. Márcio Henrique da Costa Freire  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Dr. Antônia Leila Rocha Neves

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

A Deus.

Aos meus pais, Francisca Maria e Alberto Arruda.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, que me iluminou nos momentos mais difíceis da minha vida.

Aos meus pais Alberto Arruda e Francisca Maria Rodrigues, que mesmo com todas as dificuldades sempre me deram apoio, incentivo e esforço para que eu pudesse realizar meu sonho, e o deles também.

A minha noiva, Renata Rivanor, pelo apoio e companheirismo nos momentos difíceis nessa caminhada.

Ao Prof. Claudivan Feitosa de Lacerda pela orientação e conhecimento compartilhado.

Ao colega Jonnathan, pela colaboração e conhecimentos compartilhados na realização dessa monografia.

Aos meus colegas de graduação, Adriano, Davi, Darlan, Israel e Felipe Maxwell por tornar a graduação uma pouco mais leve durante esses anos.

A todos que fazem parte do Laboratório de Relação Solo-Água-Planta (LARSAP) pela boa convivência e experiência vividas.

Por fim, a todos que contribuíram direta e indiretamente na minha formação.

Muito obrigado!

“Quem desconfia fica sábio.”

Guimarães Rosa

## RESUMO

No período de escassez de água no semiárido brasileiro, é comum a utilização de águas subterrâneas com condutividade elétrica variando de 2,0 a 6,0 dS/m na irrigação. No entanto, a utilização dessas águas afeta o desenvolvimento das plantas, causando efeitos negativos na absorção de nutrientes e produtividade das plantas. Uma estratégia para essa problemática, é o uso de genótipos tolerantes atrelado a técnicas que reduzam os efeitos do estresse salino. Nesse sentido, o uso de bioestimulante produzido a partir de extratos de algas marinhas na agricultura pode ser uma alternativa como técnica mitigadora do estresse salino em plantas. Dessa forma o presente estudo teve como objetivo avaliar os teores de elementos minerais foliares das plantas ornamentais *Celosia argentea* e *Catharanthus roseus* cultivadas em diferentes níveis de condutividade elétrica de água de irrigação e concentração de extrato de algas. O experimento foi conduzido em ambiente protegido em vasos plásticos de 700 mL preenchidos com substrato sob delineamento em blocos casualizados, arranjados em parcelas subdivididas, sendo as parcelas formadas por dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (0,5 e 2,5 dS m<sup>-1</sup>), as subparcelas por quatro concentrações de extrato de algas (0, 400, 800 e 1200 mg L<sup>-1</sup>) e as subsubparcelas corresponderam a duas espécies de plantas ornamentais tropicais (*Catharanthus roseus* e *Celosia argentea*). Foram coletadas amostras de folhas para a realização da análise química do tecido vegetal, sendo analisadas as variáveis: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) enxofre (S), cloro (Cl), sódio (Na), relação sódio/potássio (Na/K) e condutividade elétrica do solo (CEes) ao final do experimento. Os teores de nitrogênio, fósforo e potássio foram influenciados pelos efeitos da salinidade e do bioestimulante. Observou-se acréscimo nos teores foliares de N e K com o aumento da salinidade e do bioestimulante para a espécie *C. argentea*. O efeito da salinidade influenciou negativamente a absorção de P. A espécie *C. roseus* apresentou maior sensibilidade ao estresse salino. Os teores de todos os elementos minerais bem como a relação Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> foram influenciados pelos efeitos da condutividade elétrica da água de irrigação e do bioestimulante de extrato de algas. Os teores foliares de N e K foram incrementados com o aumento da salinidade e do bioestimulante para a espécie *C. argentea*; os teores foliares de P, Ca e Mg foram reduzidos com o aumento da salinidade e do bioestimulante para ambas espécies. A espécie *C. argentea* apresentou maior tolerância à salinidade, enquanto que a espécie *C. roseus* obteve maior sensibilidade ao estresse salino.



**Palavras-chave:** Floricultura. Salinidade. Semiárido. Nutrientes.

## ABSTRACT

In periods of water scarcity in the Brazilian semi-arid region, it is common to use groundwater with electrical conductivity ranging from 2.0 to 6.0 dS/m for irrigation. However, the use of these waters affects plant development, causing negative effects on nutrient absorption and plant productivity. A strategy for this problem is the use of tolerant genotypes linked to techniques that reduce the effects of saline stress. In this sense, the use of biostimulant produced from seaweed extracts in agriculture can be an alternative as a technique to mitigate salt stress in plants. Thus, the present study aimed to evaluate the content of foliar mineral elements of ornamental plants *Celosia argentea* and *Catharanthus roseus* cultivated at different levels of electrical conductivity of irrigation water and concentration of seaweed extract. The experiment was carried out in a protected environment in 700 mL plastic pots filled with substrate in a randomized block design, arranged in subdivided plots, with the plots formed by two levels of electrical conductivity of irrigation water - EC<sub>Ca</sub> (0.5 and 2.5 dS m<sup>-1</sup>), the subplots by four concentrations of seaweed extract (0, 400, 800 and 1200 mg L<sup>-1</sup>) and the subsubplots corresponded to two species of tropical ornamental plants (*Catharanthus roseus* and *Celosia argentea*). Leaf samples were collected to carry out the chemical analysis of the plant tissue, analyzing the variables: nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), sulfur (S), chlorine (Cl), sodium (Na), sodium/potassium ratio (Na/K) and soil electrical conductivity (EC<sub>e</sub>) at the end of the experiment. Nitrogen, phosphorus and potassium contents were influenced by salinity and biostimulant effects. There was an increase in N and K foliar contents with the increase in salinity and in the biostimulant for the species *C. argentea*. The effect of salinity negatively influenced the absorption of P. The species *C. roseus* showed greater sensitivity to saline stress. The contents of all mineral elements as well as the Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ratio were influenced by the effects of the electrical conductivity of the irrigation water and the seaweed extract biostimulant. Leaf levels of N and K increased with increasing salinity and biostimulant for the species *C. argentea*; foliar contents of P, Ca and Mg were reduced with increasing salinity and biostimulant for both species. The species *C. argentea* showed greater tolerance to salinity, while the species *C. roseus* was more sensitive to salt stress.

**Keywords:** Floriculture. Salinity. Semiarid. Nutrients.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Teor de nitrogênio (N) nas folhas de plantas ornamentais, irrigadas com diferentes condutividades elétricas e extrato de algas (A) “Crista de galo” e Boa noite” (B) .....	27
Figura 2 – Teor de fósforo (P) nas folhas de plantas ornamentais, irrigadas com diferentes condutividades elétricas e extrato de algas (A) “Crista de galo” e Boa noite” (B) .....	28
Figura 3 – Teor de potássio (K) nas folhas de plantas ornamentais, irrigadas com diferentes condutividades elétricas e extrato de algas (A) “Crista de galo” e Boa noite” (B) .....	29
Figura 4 – Teor de cálcio (Ca) nas folhas de plantas ornamentais, irrigadas com diferentes condutividades elétricas e extrato de alga .....	30
Figura 5 – Teor de magnésio (Mg) nas folhas de plantas ornamentais, irrigadas com diferentes condutividades elétricas e extrato de algas .....	31
Figura 6 – Teor de enxofre (S) nas folhas de plantas ornamentais, irrigadas com diferentes condutividades elétricas e extrato de algas .....	32
Figura 7 – Teor de cloro (Cl) (A) e sódio (Na) (B) em folhas de plantas ornamentais, irrigadas com diferentes condutividades elétricas de água de irrigação .....	33

Figura 8 – Relação sódio potássio (Na/K) em folhas de plantas ornamentais (B), irrigadas com diferentes condutividades elétricas de água de irrigação (A) .....	34
Figura 9 – Condutividade elétrica do solo cultivado com duas espécies ornamentais sob diferentes salinidade de água de irrigação e extrato de algas .....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo das análises de variâncias, referentes aos dados de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), cloro (Cl), sódio (Na), relação sódio/potássio (Na/K) e condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato (CEes), em duas espécies ornamentais irrigadas com diferentes condutividades elétricas e extrato de algas. Fortaleza-CE 2022 .....	25
--	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	16
<b>2.1 Objetivo Geral</b> .....	16
<b>2.2 Objetivos específicos</b> .....	16
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	17
<b>3.1 Plantas ornamentais</b> .....	17
3.1.1 Importância das plantas ornamentais .....	17
3.1.2 Crista de galo ( <i>Celosia argentea</i> ) .....	17
3.1.3 Boa-noite ( <i>Catharanthus roseus</i> ).....	18
3.1.4 Irrigação de plantas ornamentais.....	18
<b>3.2 Salinidade</b> .....	19
3.2.1 Problemática.....	19
3.2.2 Efeitos dos sais nas plantas .....	20
3.2.3 Salinidade na nutrição das plantas .....	20
3.2.4 Estratégias de manejo da salinidade.....	21
3.2.5 Bioestimulante.....	22
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	23
<b>4.1 Local de realização do experimento</b> .....	23
<b>4.2 Delineamento experimental e tratamentos</b> .....	24
<b>4.3 Instalação e condução do experimento</b> .....	24
<b>4.4 Variáveis analisadas</b> .....	26
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	28
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	41
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	42

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas que a agricultura, especialmente no semiárido, enfrenta está relacionado a disponibilidade de água, tanto em quantidade como em qualidade. Esse problema vem influenciando mudanças na agricultura irrigada, estimulando os agricultores a optarem pelo uso racional da água, através de manejos de irrigação mais eficientes (NASCIMENTO et al., 2017). Nesse sentido, vem se verificando o interesse crescente pelo aproveitamento de águas de qualidade inferior, comuns em regiões semiáridas, e suas variadas formas de uso na irrigação (LACERDA et al., 2016).

Devido aos seus efeitos negativos no crescimento e desenvolvimento vegetal, a salinidade é um dos estresses abióticos que mais limita a produção agrícola. O estresse salino afeta o desenvolvimento das plantas, principalmente devido ao seu efeito osmótico e toxicidade de íons, déficit hídrico e desequilíbrio nutricional (DIAS et al., 2016; TAIZ et al., 2017).

Dentre as espécies vegetais de interesse econômico, as ornamentais se destacam com grande potencial para serem irrigadas com águas de qualidade inferior, incluindo as águas salobras (OLIVEIRA et al., 2018; SANTOS et al., 2022). Dentre essas plantas ornamentais a espécie *Celosia argentea*, apresenta potencial como uma cultura de flor de corte capaz de se desenvolver em condições de estresse salino (CARTER et al., 2005), bem como *Catharanthus roseus* (BEZERRA et al., 2020).

Diante dessa problemática, têm-se a necessidade da busca de estratégias de manejo para aliviar os efeitos do estresse salino, onde a utilização de bioestimulantes pode atuar na minimização dos efeitos deletérios dos sais. Os efeitos benéficos dos bioestimulantes nas plantas são baseados na sua habilidade de influenciar a atividade hormonal, que é responsável por regular o desenvolvimento normal das mesmas, bem como as respostas ao ambiente onde se encontram (SILVA, 2019). O extrato de algas possui macro e micronutrientes, além de fitohormônios como: auxinas, citocinas e giberelinas, que são capazes de estimular o crescimento das plantas de forma eficiente (GÓRKA, 2018).

No entanto, as respostas à aplicação desse bioestimulante são bastante variáveis em função do método de aplicação, da dosagem, das condições ambientais e do tipo de planta avaliada (CARVALHO; CASTRO, 2014). Havendo, portanto, a necessidade de mais estudos na aplicação desse bioestimulante em produção de plantas ornamentais, em especial com a utilização de águas salobras na irrigação. Nesse sentido objetivou-se avaliar os teores de elementos minerais foliares

das plantas ornamentais *Celosia argentea* e *Catharanthus roseus* cultivadas em diferentes níveis de condutividade elétrica de água de irrigação e concentração de extrato de algas.



## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar os teores de elementos minerais foliares das plantas ornamentais *Celosia argentea* e *Catharanthus roseus* cultivadas em diferentes níveis de condutividade elétrica de água de irrigação e concentração de extrato de algas.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Avaliar o potencial de bioestimulante produzido a partir de extratos de algas marinhas como técnica mitigadora do estresse salino nas espécies ornamentais Crista de galo (*Celosia argentea*) e Boa-noite (*Catharanthus roseus*);
- Avaliar os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, Cl, Na, Na/K e condutividade elétrica do solo em diferentes níveis de condutividade elétrica de água de irrigação e concentração de extrato de algas.

## 3 REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1 Plantas ornamentais

#### 3.1.1 Importância das plantas ornamentais

Na produção mundial de plantas ornamentais, a China e a Índia se destacam com áreas de produção acima de 150 mil hectares. Países Baixos, Estados Unidos, Japão e México possuem entre 10 a 50 mil hectares (BRAINER, 2018). No ano de 2018 as exportações mundiais do mercado de flores e plantas ornamentais somaram 20,90 bilhões de dólares (BRAINER, 2018).

No Brasil a atividade comercial da floricultura contabiliza números extremamente significativos. Segundo o IBRAFLOR (2022) o número de produtores dedicados ao cultivo de plantas ornamentais no Brasil é de 8.300 com um total de área cultivada de 15.600 hectares, sendo assim, uma importante engrenagem na economia do país.

Dentro da floricultura nordestina, o estado do Ceará se destaca, sendo um dos principais estados produtores da cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais. Um fator favorável ao Estado é a grande quantidade de horas de sol durante o ano e as condições edafoclimáticas uniformes, como ausência de geadas e granizo, o que favorece a produção agrícola como um todo (IBRAFLOR, 2015). O Ceará aparece como o quarto maior exportador nacional, contribuindo com 8,9% dos valores de 2017 (BRAINER, 2018). Os produtos exportados são: bulbos, tubérculos, rizomas, em repouso vegetativo, folhagem, folhas e ramos de plantas, secos, para buquês e mudas de outras plantas ornamentais (BRAINER, 2018).

#### 3.1.2 Crista de galo (*Celosia argentea*)

A espécie *Celosia argentea* pertence à família Amaranthaceae, é também conhecida pelos nomes populares de 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).

BEZERRA (2019) estudando a produção de mudas de três espécies ornamentais sob irrigação com a água salina, classificou a espécie *Celosia argentea* como moderadamente sensível

a tolerância a salinidade, tendo a mesma apresentado limites de tolerância à salinidade de 3,5 dS m<sup>-1</sup>.

### 3.1.3 Boa-noite (*Catharanthus roseus*)

A espécie *Catharanthus roseus* pertencente à família Apocinaceae, é também conhecida popularmente pelos nomes de Boa-noite, vinca ou maria-sem-vergonha. É uma planta herbácea nativa de Madagascar, com ampla dispersão em áreas tropicais e subtropicais do mundo. Esta planta pode atingir, no máximo, 1m de altura, possui folhas opostas com tamanho variando entre três a sete centímetros de comprimento. Apresenta em suas folhas um tom verde escuro, lustroso na página superior. Sua floração ocorre durante todo o verão com suas flores chegando a atingir quatro centímetros de diâmetro (MARINHO, 2001). É uma planta que tem crescimento rápido, sub-lenhosa na base e com parte aérea muito ramificada (KULKARNI et al. 2016). É reconhecida por sua importância na medicina, devido ser rica em alcalóides que apresentam ação anticancerígena, antiglicêmica e antitérmica (SANTOS et al., 2009).

Comercialmente, a espécie é cultivada para fins medicinais em diversos países como Espanha, EUA, China, África, Austrália, Índia e Sul da Europa (DAS et al. 2017) e como planta ornamental em virtude de sua ampla adaptabilidade, florescimento regular e flores de coloração variadas (KULKARNI et al. 2016).

Segundo BEZERRA (2019) a espécie *Catharanthus roseus*, na fase de produção de mudas, apresentou maior sensibilidade ao estresse salino quando comparada com a espécie *Celosia argentea* quando irrigada com águas de diferentes condutividades elétricas. Tendo ainda a espécie sofrido reduções lineares em função do aumento da condutividade elétrica da água de irrigação no número de flores e massa seca da parte aérea.

### 3.1.4 Irrigação de plantas ornamentais

Na produção de plantas ornamentais, a irrigação é um dos principais fatores. Pois quando feita corretamente pode trazer vantagens como: melhor produtividade das culturas e melhor qualidade do produto. Entretanto, apesar de a irrigação permitir aumentos de produção, se feita de forma incorreta, pode trazer prejuízos, provocando estresse hídrico, estimulando a incidência de doenças e afetando a nutrição da planta (PETRY, 2008). Portanto, a aplicação de água no solo, no momento correto em quantidades suficientes para suprir as necessidades hídricas

da cultura, sem falta ou desperdício de energia resultará em uma obtenção de produtividade viável economicamente (SEVERINO, 2007).

Outro fator decisivo para o sucesso na produção de plantas ornamentais, é a qualidade da água de irrigação. Portanto, de maneira geral, uma boa água de irrigação em plantas ornamentais deve observar os aspectos de pH (em torno de 6,0), condutividade elétrica ou salinidade menor que do que  $0,75 \text{ dS m}^{-1}$ , microorganismos e impurezas e temperatura entre 18 e 30 °C (PETRY, 2008).

No manejo da irrigação das plantas ornamentais, a quantidade de água a ser aplicada não deve ser maior do que a capacidade de retenção da água do solo ou a capacidade de vaso do substrato, ou seja, deve-se conhecer a capacidade de campo do solo ou a capacidade de vaso, que corresponde ao teor máximo de umidade no solo ou substrato após a livre-drenagem (PETRY, 2008).

Uma alternativa para uso de águas de baixa qualidade, é a utilização de espécies tolerantes aos sais, como as plantas ornamentais (OLIVEIRA et al., 2017). A associação de técnicas de manejo, como o uso de espécies tolerantes à salinidade, seleção de métodos de irrigação que reduzam a aplicação direta da água salina na cultura, e aplicação de lâminas de lixiviação do excesso de sais da zona radicular, possibilita o uso de águas salinas e salobras na irrigação (NEVES et al., 2014).

## **3.2 Salinidade**

### **3.2.1 Problemática**

O processo de salinização de solos pode ter origem natural ou ser induzida pelo homem. Dentre as origens naturais destacam-se transportes de sedimentos com sais para locais não salinizados; ações da ascensão por capilaridade dos solos para superfície; altas taxas de evapotranspiração (RIBEIRO et al., 2016; BRADY; WEIL, 2012; PEDROTTI, 2015; WALTER et al., 2018).

As ações humanas que contribuem ao acúmulo de sais são variadas: utilização de água contendo elevados quantitativos de sais (DALIAKOPOULOS et al., 2016); prática de irrigação sem sistema de drenagem; aplicação de fertilizantes e defensivos agrícolas com alta concentração

de sais (RIBEIRO et al, 2016; KANZARI, et al., 2012; PEDROTTI, 2015; SALVATI; FERRARA, 2015).

Em cultivos protegidos o acúmulo de sais no solo é causado por duas causas principais. A primeira deve-se à utilização de águas de qualidade inferior, geralmente proveniente de poços (MEDEIROS; SILVA; DUARTE, 2016). E a segunda deve-se ao uso de água em excesso e o inadequado manejo da adubação, em virtude da adição de sais fertilizantes de elevados índices salinos e em quantidades superiores àquelas requeridas para a nutrição das plantas (MEDEIROS; SILVA; DUARTE, 2016).

### **3.2.2 Efeitos dos sais nas plantas**

A salinidade é um dos principais problemas abióticos que atingem as plantas, sendo um fator limitante para o seu desenvolvimento e produção. A absorção de água pelas raízes é afetada pela salinidade, pois a presença de sais na solução do solo provoca aumento nas forças de retenção pelo efeito osmótico (OLIVEIRA et al., 2016). O aumento da pressão osmótica pode atingir níveis que a planta não consegue exercer força suficiente para absorver água, ainda que o solo se encontre aparentemente úmido, fenômeno conhecido como seca fisiológica (DIAS et al., 2016; ALVES et al., 2011).

O uso de águas salina na irrigação de plantas ornamentais causam reduções no rendimento das plantas. A queda no rendimento é causada por problema de toxicidade que surgem quando os íons na água de irrigação ou no solo se acumulam excessivamente no tecido da planta de tal forma que causam reduções no rendimento, independentemente da concentração total de sais (DIAS et al., 2016).

As plantas possuem diferentes mecanismos de tolerância a salinidade, que vai desde a nível celular como a nível de planta como um todo, podendo ser de baixa ou alta complexidade (OLIVEIRA et al., 2016). Desse modo, algumas plantas apresentam maior nível de tolerância a salinidade que outras. Esse nível de tolerância depende 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).

### **3.2.3 Salinidade na nutrição das plantas**

Altas concentrações de sais no solo conferem características específicas que têm impactos diretos e indiretos na fertilidade dos solos, que podem levar a inibição do crescimento das plantas. Essa inibição é causada devido ao fator osmótico que limita a sua fertilidade, aumentando a dificuldade de absorção de água e nutrientes pelos vegetais (solos salinos) e a redução na aeração dos solos, devido a ausência de oxigênio, causado pela expansão da argila, comprometendo a disponibilidade de nutriente (solos sódicos) (SANTOS et al., 2016).

SILVA et al. (2000), resumem os efeitos da salinidade do solo sobre as plantas em: efeito osmótico provocado pela redução do potencial osmótico; desbalanço nutricional devido à elevada concentração iônica e a inibição da absorção de outros cátions pelo sódio e o efeito tóxico dos íons de sódio e cloreto.

O estresse salino provoca a redução do desenvolvimento vegetal em função dos desequilíbrios nutricionais provocados pelo excesso de sais na absorção e transporte de nutrientes (SCHOSSLER; ZUFFO, 2012). As plantas absorvem os nutrientes na forma de íons e solúvel por fluxo de massa. O fluxo em massa está associado ao processo de transpiração, de modo que a redução no fluxo de água decorrente do aumento da salinidade pode restringir a absorção e o transporte de nutrientes, principalmente de nitrogênio, potássio e cálcio (SANTOS et al., 2016).

O estresse salino também pode afetar o estado nutricional das plantas através da diminuição da absorção de nutrientes. Plantas cultivadas sob condições salinas apresentam diminuição da concentração de N, P, K e Ca nas folhas, interrupção de absorção de N, redução na absorção de P e K (CAPARRÓS; LAO, 2018). Além disso a salinidade pode afetar negativamente a aparência visual das plantas. Com a escassez de nutrientes reduz a aparência visual e a qualidade das plantas, ocasionando danos visuais, diminuindo assim a sua comercialização (CAPARRÓS; LAO, 2018).

#### **3.2.4 Estratégias de manejo da salinidade**

O semiárido brasileiro, assim como em diversas partes do mundo, enfrenta problemas de escassez dos recursos hídricos. Esse problema associado ao grande consumo de água na agricultura irrigada e a escassez de água de boa qualidade para atender a demanda crescente da população (consumo, indústrias, entre outros), tem aumentado a pressão sobre o setor e até inviabilizado diversos empreendimentos agrícolas (LACERDA et al., 2016).

Portanto, é necessário se buscar estratégias para conviver com a escassez de água que afeta o semiárido brasileiro. Uma dessas estratégias é a utilização de águas salobras na irrigação. Entretanto, a utilização de fontes de água salobras, depende de estratégias de longo prazo que garantam a sustentabilidade socioeconômica e ambiental dos sistemas agrícolas (BELTRÁN, 1999).

Outra estratégia para a problemática de escassez de água de boa qualidade, é a utilização de plantas tolerantes a salinidade. As espécies são consideradas tolerantes quando completam seu ciclo produtivo sem redução significativa da biomassa, ou seja, quando o estresse salino não afeta sua produtividade (MENEZES, 2017).

Além da utilização de plantas tolerantes a salinidade, existem outras práticas de manejo que possibilitam as plantas a terem uma melhor eficiência em condições de estresse salino. Nesse sentido, o uso de bioestimulantes surge como uma alternativa, pois acredita-se que em função de sua composição, concentração e proporção das substâncias, pode incrementar o crescimento e o desenvolvimento vegetal estimulando a divisão celular podendo também aumentar a absorção de água e nutrientes pelas plantas (VIEIRA; CASTRO, 2004).

### **3.2.5 Bioestimulante**

O uso de extratos de algas marinhas como forma de bioestimulante tem sido utilizado na agricultura, em diversas regiões do mundo, com efeitos benéficos para a produtividade das culturas, notadamente sob condições de estresses bióticos e abióticos (SHARMA et al., 2014; BETTINI, 2015; LUNA, 2019). Os bioestimulantes são a mistura de duas ou mais substâncias, podendo ser de origem natural ou sintética, que podem ser aplicadas em sementes, plantas e solos, tendo como resposta alterações nos sistemas morfológicos, fisiológicos em processos vitais e estruturais (ECHERT, 2019).

Segundo Du Jardin (2015), as principais categorias de bioestimulantes utilizados são: à base de ácidos húmicos e fúlvicos resultantes da decomposição de resíduos vegetais, animais e microbianos; à base de hidrolisados de proteína obtidos pela hidrólise química e enzimática de proteínas de subprodutos agroindustriais; à base de extrato de algas marinhas e botânicos como as do gênero *Ascophyllum*.

Estes compostos atuam de forma semelhantes a hormônios vegetais, visando aumentar características como produtividade e a qualidade vegetal (CASTRO; VIEIRA, 2011). Esses

bioestimulantes quando aplicados às plantas têm o objetivo de aumentar o aproveitamento de nutrientes, a tolerância aos estresses abióticos, e ou, características de qualidade da cultura, independente do seu conteúdo de nutrientes (DU JARDIN, 2015).

Acrescenta-se que os extratos desta alga exercem efeitos sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos, aumentando a capacidade de retenção de água e promovendo o desenvolvimento de microrganismos do solo benéficos aos cultivos, atributos que também influenciam positivamente o crescimento e a sanidade das plantas (LUNA, 2019). No entanto, as respostas à aplicação desse bioestimulante são bastante variáveis em função do método de aplicação, da dosagem, das condições ambientais e do tipo de planta avaliada (CARVALHO; CASTRO, 2014). Havendo assim, a necessidade de maiores estudos na aplicação desse bioestimulante em produção de plantas ornamentais, em especial com a utilização de águas salobras na irrigação. Dessa forma, procurando contribuir com dados para estudos futuros, o presente estudo teve como objetivo os teores de elementos minerais foliares das plantas ornamentais *Celosia argentea* e *Catharanthus roseus* cultivadas em diferentes níveis de condutividade elétrica de água de irrigação e concentração de extrato de algas.

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 Local de realização do experimento**

O experimento foi conduzido em ambiente protegido na área experimental da Estação Agrometeorológica, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza - Ceará, Brasil, situado nas coordenadas geográficas: 3° 44' 44" de latitude Sul; 38° 34' 50" de longitude Oeste e aproximadamente 19 m de altitude, no período de junho a agosto.

No estudo foi utilizado uma casa de vegetação, com estrutura metálica galvanizada do tipo arco treliçado, medindo 3,50 m de altura na parte central, 2,50 m de pé direito, 6,40 m de largura, 12,50 m de comprimento. A cobertura consiste de filme de polietileno de baixa densidade, com aditivo contra radiação ultravioleta, e espessura de 0,15 mm, transparência à radiação solar de 80%, apresentando tela antiafídios nas laterais e nos fundos e tela de sombreamento cinza. Durante a realização do experimento os dados de temperatura e umidade relativa do ar no interior



da casa de vegetação foram monitorados, mediante o uso de um Data Logger (modelo HOBO® U12-012 Temp/RH/Light/Ext). A temperatura média do ar variou de 27,4 a 31,1 °C, ao passo que a umidade relativa variou de 56,7 a 67,5% e, os valores médios de luz diária variaram de 13.739,5 a 22.474,8 Lux. O fotoperíodo foi de cerca de 12 h durante o período experimental.

#### 4.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, arranjos em parcelas subsubdivididas, sendo as parcelas formadas por dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (0,5 e 2,5 dS m<sup>-1</sup>), as subparcelas por quatro concentrações de extrato de algas marinhas (0, 400, 800 e 1200 mg L<sup>-1</sup>) e as subsubparcelas corresponderam a duas espécies de plantas ornamentais tropicais (*Catharanthus roseus* e *Celosia argentea*). Foram utilizados quatro blocos, com três plantas por unidade experimental, sendo uma planta cultivada por vaso, totalizando 192 plantas.

O preparo dos tratamentos salobros foi realizado utilizando sais de NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, na proporção equivalente a 7:2:1, entre os cátions Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, e Mg<sup>2+</sup>, obedecendo-se a relação entre condutividade elétrica da água (CEa) e sua concentração (CEa = mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>/10). A proporção dos sais utilizados é uma aproximação representativa da maioria das fontes de água subterrânea do semiárido brasileiro (MEDEIROS, 1992). A água utilizada no preparo das soluções foi proveniente de um poço e a água do tratamento controle da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – (Cagece) a qual apresentou condutividade elétrica de 0,5 dS m<sup>-1</sup>.

#### 4.3 Instalação e condução do experimento

O experimento foi conduzido em vasos plásticos de 700 mL com furos na base, preenchidos com substrato composto por arisco e composto orgânico, na proporção 4:2, respectivamente. A escolha do tamanho do vaso e do substrato foi feita seguindo informações de produtores de ornamentais da região. O substrato foi caracterizado quimicamente quanto à fertilidade e o resultado obtido foi: MO: 14,07 (g kg<sup>-1</sup>); N: 0,89 (g kg<sup>-1</sup>); Ca<sup>2+</sup>: 4,3 (cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>); K<sup>+</sup>: 0,83 (cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>); Mg<sup>2+</sup>: 1,9 (cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>); Na<sup>+</sup>: 0,36 (cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>); H<sup>+</sup> Al<sup>3+</sup>: 1,49 (cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>); Al: 0,1 (cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>); SB: 7,39 (cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>); P: 342 (mg kg<sup>-1</sup>); CTC:8,88 (cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>); saturação por base: 83; condutividade elétrica do extrato de saturação: 1,76 (dS m<sup>-1</sup>) e pH (água): 6,2.

As sementes das duas espécies foram adquiridas da Empresa Isla Sementes. Foram colocadas cinco sementes por vaso e, após a emergência, cerca de 12 dias após a semeadura (DAS), foi feito o desbaste, deixando-se uma planta por vaso. Em seguida, procedeu-se adubação com N-P-K na formulação 10-10-10, as fontes utilizadas foram ureia (45% de N), superfosfato simples (18% de  $P_2O_5$ , 25% de CaO e 12% de S) e cloreto de potássio (62% de  $K_2O$ ), aplicando-se 1,0 g por vaso (BEZERRA et al., 2020). Entre a semeadura e o desbaste (14 DAS), as plântulas foram irrigadas com água de baixa salinidade ( $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ). Entre a semeadura e o desbaste (14 DAS), as plântulas foram irrigadas com água de baixa salinidade ( $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ).

A aplicação do extrato de algas marinhas iniciou-se aos 14 DAS e foi realizada semanalmente via pulverização foliar, com um total de cinco aplicações. Foi utilizado extrato comercial da alga marinha *Ascophyllum nodosum* (Alga95®), na forma de pó, totalmente solúvel em água. As quatro concentrações do extrato de algas foram definidas com base na recomendação proposta pela empresa fabricante.

De acordo com o fabricante, o extrato contém macronutrientes, micronutrientes quelatizados, mais de 60 oligoelementos, carboidratos, aminoácidos, antioxidantes e estimulantes de crescimento vegetal. As informações técnicas do produto fornecidas pela empresa comercializadora estão dispostas a seguir.

Características: aparência de pó microgranular preto; solubilidade em água > 99%; pH de 9,0 – 10,5; matéria orgânica 40 – 50%; densidade de  $0,55 - 0,85 \text{ kg L}^{-1}$ .

Ingredientes ativos: hormônios totais (auxina, citocinina, giberilina, betaína e ABA); Carboidratos totais (alginatos, manitol e laminarina) e Aminoácidos (alanina, ácido glutâmico, prolina, leucina, dentre outros).

A partir dos 15 DAS todas as plantas foram irrigadas com as águas de diferentes condutividades elétricas, conforme os tratamentos, permanecendo até 50 dias da semeadura. Esse período foi definido com base no tempo requerido para a produção das plantas para comercialização.

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 (Equação 01). 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).

$$ITN = \frac{(VA - VD)}{(1 - 0,15)} \quad (01)$$

Em que: ITN: irrigação total necessária (mL); VA: volume de água aplicado (mL); VD: volume de água drenado (mL); 0,15: fração de lixiviação.

Os dados adquiridos foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade. Quando significativas, as médias entre espécies e entre salinidades foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%. As concentrações de extrato de algas foram analisadas por meio de análise de regressão, admitindo-se erro de até 5% de probabilidade e adotando-se o modelo matemático com base na significância do maior coeficiente de determinação, utilizando-se o software estatístico Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2016).

#### 4.4 Variáveis analisadas

Para a determinação dos teores de macro e micronutrientes, e sódio, foi utilizado a parte aérea das plantas (folhas), que foram acondicionadas em sacos de papel, identificados e colocadas para secar em estufa DE CIRCULAÇÃO FORÇADA DE AR ??? a 65 °C, até atingirem valor constante. Em seguida o material foi moído em moinho tipo Willy, com malha de 1 mm de abertura e colocado em recipientes identificados e levado para o laboratório de química e fertilidade do solo, da Universidade Federal do Ceará. A obtenção do nitrogênio foi via digestão úmida com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e determinado por arraste de vapores em destilador semi-micro-Kjeldahl, sendo a quantificação da NH<sub>4</sub><sup>+</sup> feita por titulação com ácido sulfúrico (MENEGHETTI, 2018). A determinação do Cl foi através de extrato aquoso, por titulometria do nitrato de prata (AgNO<sub>3</sub>) na presença de cromato de potássio como indicador (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Para os demais nutrientes (P, K, Mg, Ca, S, Cl) e Na, foram determinados através da digestão seca. As folhas das plantas foram incineradas na mufla elétrica 450 a 550 °C e a cinza foi dissolvido em solução HNO<sub>3</sub> (1 mol L<sup>-1</sup>) para a extração. As leituras de Na e K foram feitas através de fotometria de chama e o P com espectrofotometria com azul de molibdênio. Já os elementos Ca

e Mg foram determinados por meio da espectrometria de absorção atômica (MENEGHETTI, 2018).

A determinação da salinidade do solo foi realizada ao final do experimento através da medição da condutividade elétrica da suspensão solo:água na proporção de 1:1. Foram pesados 100 g de terra fina seca ao ar (TFSA) e adicionados 100 mL de água destilada. Em seguida a suspensão foi levada a uma mesa agitadora, intercalando em períodos de agitação de 15 minutos seguidos de períodos de descanso de 15 minutos, por 1 hora. Em seguida a suspensão ficou descansando por 24 horas. Posteriormente, se procedeu com a leitura da condutividade elétrica da suspensão utilizando um condutivímetro portátil.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 mostra a análise de variância pelo teste F para as variáveis nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), cloro (Cl), sódio (Na), relação sódio/potássio (Na/K) e condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato (CEes). A ANOVA indica que houve interação entre os fatores, salinidade e extrato de algas para as variáveis cálcio, magnésio, enxofre e condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato. Para a interação entre salinidade e espécie, houve diferença estatística para as seguintes variáveis: cálcio, magnésio, cloro e sódio. Já na interação entre os fatores extrato de algas e espécie, houve diferença estatística para a variável enxofre. E para a interação entre os fatores, salinidade, extrato de algas e espécie, a tabela indica que houve diferença significativa para as variáveis de nitrogênio, fósforo e potássio.

**Tabela 1.** Resumo das análises de variâncias, referentes aos dados de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), cloro (Cl), sódio (Na), relação sódio/potássio (Na/K) e condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato (CEes), em duas espécies ornamentais irrigadas com diferentes condutividades elétricas e extrato de algas.

FV	GL	Quadrados médios									
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Na	Na/K	CEes
Blocos	2	18,62 <sup>ns</sup>	0,0025 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	0,0005 <sup>ns</sup>	1045,01 <sup>ns</sup>	0,6486 <sup>ns</sup>	0,019 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>
Salinidade (S)	1	150,94 <sup>ns</sup>	0,39**	12,69*	16,34**	60,03*	0,0207**	44868,81*	143,42**	9,541**	87,89**
Resíduo (S)	2	38,19	0,0003	0,18	0,033	1,62	0,00003	1299,16	0,844	0,025	0,36
Extrato de algas (Ea)	3	208,61*	0,0005 <sup>ns</sup>	0,71 <sup>ns</sup>	1,32**	3,05 <sup>ns</sup>	0,0032 <sup>ns</sup>	320,74 <sup>ns</sup>	0,304 <sup>ns</sup>	0,015 <sup>ns</sup>	0,98 <sup>ns</sup>
Interação (S x Ea)	3	480,17**	0,021**	0,39 <sup>ns</sup>	0,95**	7,37*	0,0038*	298,11 <sup>ns</sup>	0,445 <sup>ns</sup>	0,014 <sup>ns</sup>	0,24**
Resíduo (Ea)	12	49,31	0,0012	0,48	0,11	1,41	0,0011	301,96	0,191	0,01	0,57
Espécies (E)	1	2197,81**	0,0051 <sup>ns</sup>	173,82**	19,73**	927,61**	0,014**	35749,35**	13,35**	0,549**	3,83 <sup>ns</sup>
Interação (S x E)	1	1,67 <sup>ns</sup>	0,11**	1,23 <sup>ns</sup>	0,82*	28,48**	0,002 <sup>ns</sup>	6534,51**	19,46**	0,048 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>
Interação (Ea x E)	3	864,95**	0,0014 <sup>ns</sup>	0,089 <sup>ns</sup>	0,39*	5,73*	0,003*	408,82 <sup>ns</sup>	0,045 <sup>ns</sup>	0,009 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>
Interação (S x Ea x E)	3	751,12**	0,016**	0,83 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	3,15 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	279,62 <sup>ns</sup>	0,047 <sup>ns</sup>	0,016 <sup>ns</sup>	0,79 <sup>ns</sup>
Resíduo (E)	16	36,74	0,0013	0,43	0,11	1,24	0,0008	519,49	0,333	0,018	0,41 <sup>ns</sup>

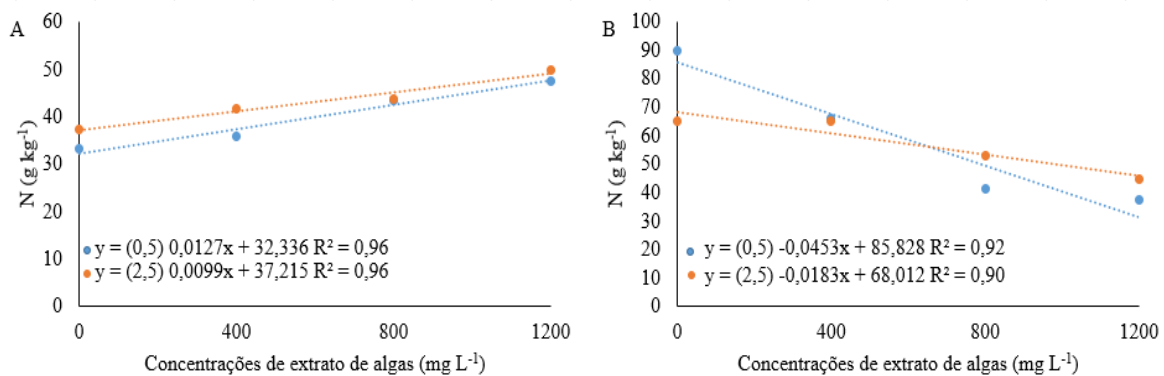
CV (%) S	12,79	5,84	9,28	8,84	20,69	4,78	28,6	30,89	27,3	14,84
CV (%) Ea	14,53	11,81	14,88	16,39	19,29	27,18	28,2	19,46	17,3	18,58
CV (%) E	12,54	12,3	14,16	15,99	18,1	24,58	27,1	25,71	23,3	15,97

ns, \* e \*\*: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. FV – Fontes de variação; GL – grau de liberdade e CV – coeficiente de variação.

Fonte: Autor

Os teores de nitrogênio (N) nas folhas de duas espécies ornamentais irrigadas com diferentes condutividades elétricas e aplicação foliar de extrato de algas estão apresentados na (Figura 1). Ao comparar as concentrações de extrato de algas de 0 e 1200 mg L<sup>-1</sup>, observa-se que os teores de nitrogênio nas folhas das plantas ornamentais foram influenciados pelo aumento da salinidade e do extrato de algas. Para a espécie *Celosia argentea* (Crista de galo), quando se eleva a concentração de extrato de algas de 0 para 1200 (mg L<sup>-1</sup>) na água com condutividade elétrica de 0,5 (dS m<sup>-1</sup>), foi verificado nas folhas um aumento de 30,25% no teor de nitrogênio (Figura 1A). Entretanto, para espécie boa noite foi verificado um decréscimo de 58,12% do teor de nitrogênio nas folhas com o aumento da concentração do extrato de algas de 0 para 1200 (mg L<sup>-1</sup>) na água com condutividade elétrica de 0,5 (dS m<sup>-1</sup>) (Figura 1B). Já para a água com condutividade elétrica de 2,5 dS m<sup>-1</sup> verifica-se que, para a espécie Crista de galo houve um acréscimo nos teores foliares de N de 24,92% enquanto na espécie Boa noite observou-se um decréscimo de 31,33% com o aumento nas concentrações de extrato de algas de 0 para 1200 (mg L<sup>-1</sup>).

**Figura 1.** Teor de nitrogênio (N) nas folhas de plantas ornamentais, irrigadas com diferentes condutividades elétricas e extrato de algas (A) “Crista de galo” e Boa noite” (B).



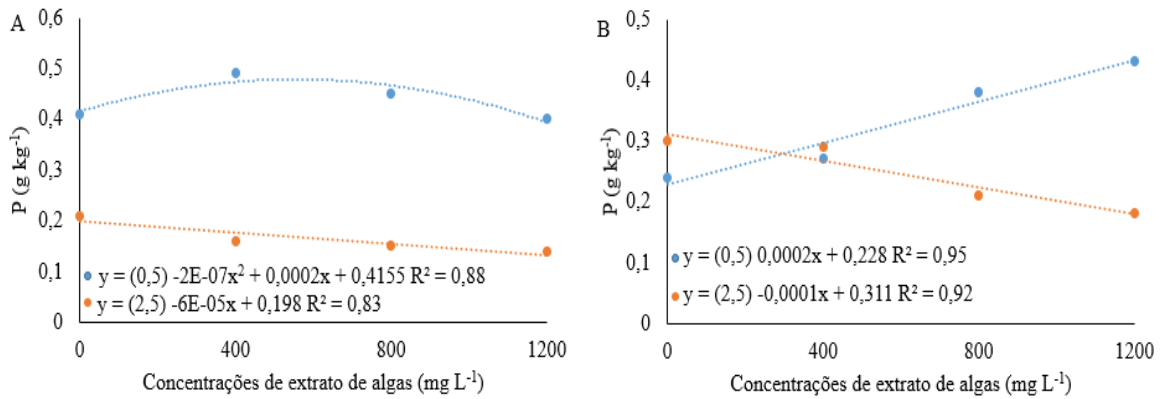
Fonte: Autor

Os teores foliares de nitrogênio na espécie Crista de galo apresentaram acréscimo com o aumento dos níveis de salinidade (0,5 e 2,5 dS m<sup>-1</sup>) e concentração de extrato de algas (0, 400, 800 e 1200 mg L<sup>-1</sup>). Esse resultado concorda com o observado por Silva *et al.* (2013) que verificaram maiores teores foliares de nitrogênio em folhas de videiras submetidas a diferentes doses de bioestimulante.

Possivelmente, o bioestimulante proporcionou um maior aproveitamento na absorção do nitrogênio aumentando os níveis foliares do nutriente na planta. A espécie *Catharanthus roseus* (Boa noite) apresentou diminuição nas concentrações de nitrogênio nas folhas em ambas as águas de irrigação (0,5 e 2,5 dS m<sup>-1</sup>), provavelmente devido ao aumento da absorção de cloreto (muito móvel na solução do solo) pelas plantas, ocasionando uma competição antagônica entre os íons desse elemento e o nitrato (SANTOS, 2021).

Observa-se na figura 2 os valores referentes aos teores de fósforo (P) nas folhas das plantas ornamentais crista de galo e boa noite, irrigadas com diferentes condutividades elétricas e extrato de algas. É possível observar que o efeito da salinidade influenciou negativamente a absorção de fósforo em ambas as espécies. Vale ressaltar que com o aumento das concentrações do bioestimulante, houve um incremento no teor de P foliar nas duas espécies irrigadas com água de 0,5 (dS m<sup>-1</sup>), em que, a crista de galo acumulou um teor máximo de P de 0,46 g/kg quando submetida a concentração do bioestimulante de 500 mg L<sup>-1</sup>, enquanto que a espécie boa noite incrementou 0,0002 g/kg de P em função de cada aumento unitário do extrato de algas.

**Figura 2.** Teor de fósforo (P) nas folhas de plantas ornamentais, irrigadas com diferentes condutividades elétricas e extrato de algas (A) “Crista de galo” e Boa noite” (B).



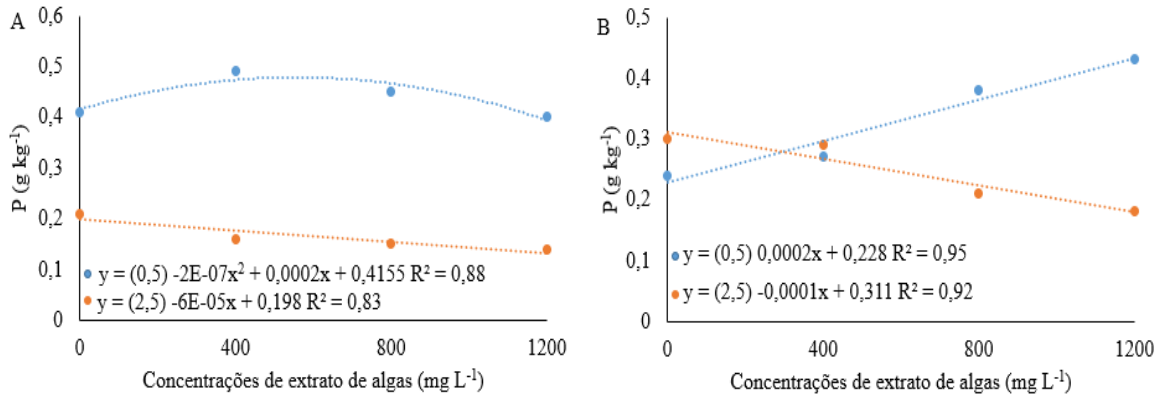
Fonte: Autor

Observa-se que para a água de 2,5 dS m<sup>-1</sup> houve uma queda no teor de P nas folhas com o aumento da concentração do extrato de algas. Houve um decréscimo mais acentuado com o aumento da condutividade elétrica da água nos teores de fósforo da espécie boa noite. Onde observa-se um decréscimo de 40% nos teores de P na água de 2,5 dS m<sup>-1</sup>. Já para a água com condutividade elétrica de 0,5 dS m<sup>-1</sup>, observa-se um acréscimo de 44,18% nos teores foliares de P.

A salinidade diminui a concentração de fósforo no tecido das plantas em razão dos efeitos da força iônica, que reduzem a atividade de fosfato na solução do solo, e pela diminuição da solubilidade deste nutriente com o aumento dos níveis de NaCl (FERREIRA et al., 2007). Trabalhos desenvolvidos por Lacerda et al. (2006) e Neves et al. (2009) mostraram que os teores de P em plantas cultivadas em ambientes salinos variaram durante o crescimento e o desenvolvimento da planta. Neves et al. (2009) estudando plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento, verificou que os teores foliares de fósforo decresceram ao final do ciclo. Entretanto para as plantas de 0 a 22 (DAP) os teores foliares de P foram maiores.



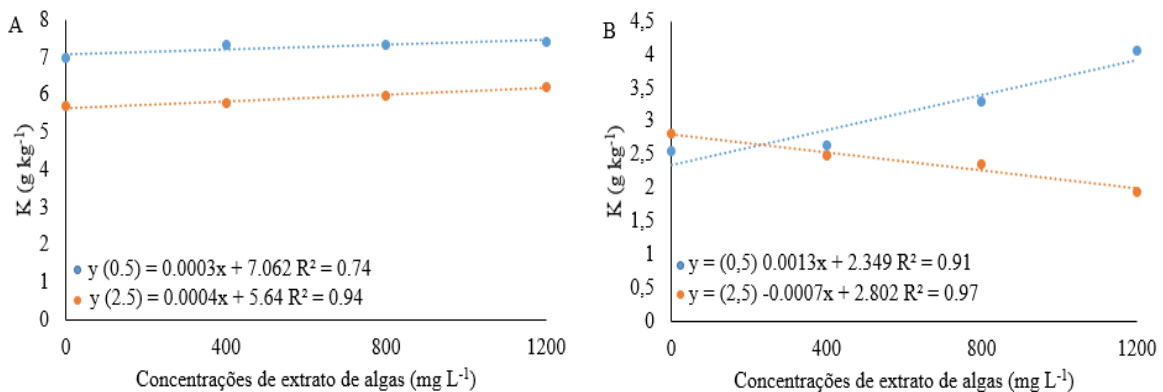
**Figura 2.** Teor de fósforo (P) nas folhas de plantas ornamentais, irrigadas com diferentes condutividades elétricas e extrato de algas (A) “Crista de galo” e Boa noite” (B).



Fonte: Autor

Para o potássio (Figura 3), é possível observar que houve um aumento nos teores foliares de potássio para ambas as espécies. No entanto, com o aumento da CEa e do bioestimulante, observou-se incremento nos teores foliares de K apenas para a espécie crista de galo. Observa-se que o incremento nos teores foliares de K foi de 5,69% na água com condutividade elétrica de 0,5 dS m<sup>-1</sup> e para a água de 2,5 dS m<sup>-1</sup> o incremento foliar do nutriente foi de 8,37%. Já para a espécie boa noite (Figura 3B), é possível observar decréscimo de 30,71%, nos teores foliares do nutriente quando há um aumento na condutividade elétrica da água de 0,5 para 2,5 (dS m<sup>-1</sup>). Para a água com condutividade elétrica 0,5 dS m<sup>-1</sup>, observa-se um incremento nos teores foliares de K de 100,55%.

**Figura 3.** Teor de potássio (K) nas folhas de plantas ornamentais, irrigadas com diferentes condutividades elétricas e extrato de algas (A) “Crista de galo” e Boa noite” (B).



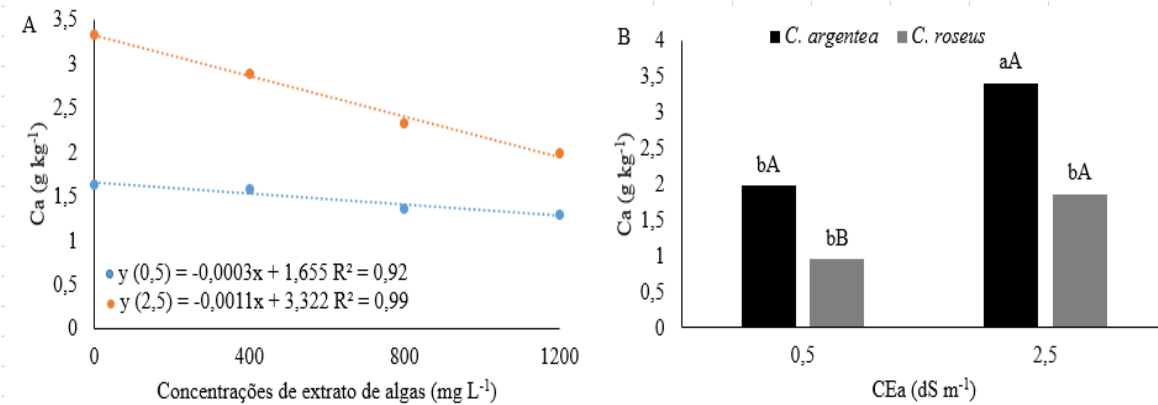
Fonte: Autor

A redução nos teores de K nas folhas da espécie Boa noite demonstra o efeito da salinidade na absorção desse nutriente para a espécie. O aumento da concentração salina pode provocar um desequilíbrio nutricional na planta que está relacionado à competição estabelecida entre o  $K^+$  e o  $Na^+$  por sítios ativos de absorção das raízes, o que pode inibir a absorção desse macronutriente (SANTOS, 2021). Luna (2019) analisando a aplicação de extrato de algas marinhas em sistema de produção de girassol irrigado com água salina verificou influência negativa da salinidade sobre os teores foliares de potássio, a autora verificou um decréscimo nos teores foliares de K com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação.

Para a espécie Crista de galo (Figura 3A), verificou-se uma resposta positiva do extrato de algas para as duas CEa, já que a espécie acumulou mais potássio em suas folhas, com valores bem mais elevados, quando se comparada com a espécie Boa noite e os teores do nutriente aumentaram com o incremento da concentração do extrato de algas. Dessa forma, é possível evidenciar que o extrato de algas teve um efeito mitigador em relação a salinidade sobre os teores foliares de K. O extrato de algas de *Ascophyllum nodosum* apresenta em sua composição altos teores de K, o que pode estar relacionado aos teores crescentes de potássio na espécie Crista de galo em ambas as CEa e na espécie Boa noite na CEa de  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ .

Na figura 4A, é possível observar que houve uma redução nos teores foliares de cálcio levando em consideração a interação dupla entre os fatores extrato de algas e condutividade elétrica da água. Na água com condutividade elétrica de  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$  se observou uma redução nos teores foliares de Ca de 20,86%. Já para a água com condutividade elétrica de  $2,5 \text{ dS m}^{-1}$  a redução foi de 40,24%.

**Figura 4.** Teor de cálcio (Ca) nas folhas de plantas ornamentais, irrigadas com diferentes condutividades elétricas e extrato de algas.



Fonte: Autor

Outros estudos demonstram que a salinidade diminui os teores foliares de Ca das plantas (SOUSA et al., 2010; GARCIA et al., 2007). Ainda segundo Sousa (2010) o efeito do Na sobre o Ca em condições de salinidade é verificado, principalmente quando se utiliza somente o NaCl como agente estressante.

No presente estudo foi utilizado uma mistura de sais de Na, Ca e Mg (7:2:1), o que justifica, pelo menos em parte, os aumentos nos teores de cálcio. É possível observar também que o teor de cálcio foliar das duas espécies ornamentais aumentou com o aumento da condutividade elétrica da água de 0,5 para 2,5 (dS m<sup>-1</sup>) (Figura 4B). Onde a espécie boa noite apresentou um maior acréscimo de cálcio, de 48,39%, quando se comparada a espécie crista de galo que apresentou acréscimo de 41,93%. Segundo Reges et al. (2017) o aumento do teor de Na<sup>+</sup> no meio externo, na solução do solo, pode ocasionar a diminuição dos teores de Ca nos tecidos das plantas.

Segundo Bezerra et al. (2021) o aumento nas concentrações foliares de cálcio em plantas com água salina pode estar associado a maior disponibilidade do nutriente devido a lâmina de irrigação promover a lixiviação de parte dos sais presentes na zona radicular, pois o cálcio é mais fortemente adsorvido aos colóides do solo do que o sódio, principalmente devido a diferença de valências entre esses elementos. Resultados similares foram obtidos por Luna (2019). A autora verificou que o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação provocou um aumento nas concentrações foliares de cálcio em plantas de girassol.

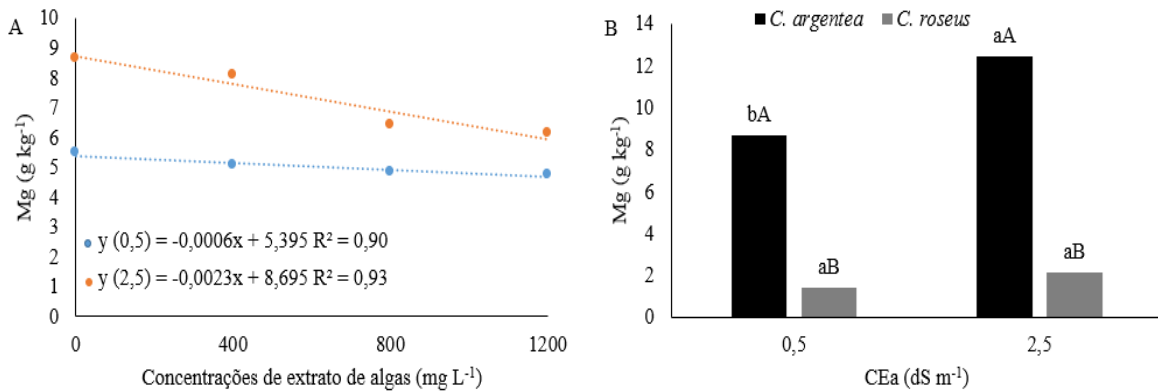
Da mesma forma, Santos (2021) obteve uma resposta em que o aumento da salinidade proporcionou um aumento no teor foliar de cálcio em duas espécies ornamentais (*Euphorbia milii* e *Zamioculcas zamiifolia*).

Para a variável magnésio (Figura 5A), pode-se observar, que houve redução nos teores quando ocorreu aumento na condutividade elétrica da água de 0,5 para 2,5 (dS m<sup>-1</sup>) e a concentração de extrato de algas de 0 para 1200 (mg L<sup>-1</sup>). Na água com condutividade elétrica de 0,5 dS m<sup>-1</sup> observou-se uma redução nos teores foliares de Mg de 13,14%. Já para a água com condutividade elétrica de 2,5 dS m<sup>-1</sup> observou-se redução de 28,97% nos teores foliares de Mg. É possível observar também que houve um aumento nos teores de magnésio foliar nas duas espécies de plantas ornamentais quando aumentou a condutividade elétrica da água de 0,5 para 2,5 (dS m<sup>-1</sup>) (Figura 5B). Observa-se que a espécie boa noite apresentou um maior acréscimo nos teores de magnésio foliar, 33,17%, quando se compara com a espécie crista de galo, 30,38%.

Reduções nos teores foliares de Mg com o incremento da condutividade elétrica da água de irrigação também foram observados por Luna (2019) e Braz (2018). Segundo Gurgel et al. (2010), valores reduzidos de Mg podem estar associados ao acúmulo elevado de determinados íons, levando a diminuição na aquisição de outros, em decorrência das alterações na disponibilidade dos nutrientes, na competição, no processo de absorção e no transporte na planta. Ainda segundo Santos (2021) a diminuição das concentrações foliares de Mg pode ser justificada devido ao excesso de Na<sup>+</sup> reduzir por inibição competitiva a absorção de Mg<sup>2+</sup> pelas plantas.

Uma possível explicação para o aumento nas concentrações foliares de Mg com o incremento da salinidade, pode estar atrelado aos efeitos promovidos pela aclimação das plantas ao estresse salino, pois o mesmo promove aumento da abertura estomática que por sua vez beneficia a absorção do Mg, já que o mesmo é absorvido em grande parte por fluxo de massa (SILVA JUNIOR, 2022). Possivelmente, o que pode justificar o aumento nos teores foliares de Mg é que utilizamos nesse estudo uma mistura de sais de sódio, cálcio e magnésio (7:2:1).

**Figura 5.** Teor de magnésio (Mg) nas folhas de plantas ornamentais, irrigadas com diferentes condutividades elétricas e extrato de algas.

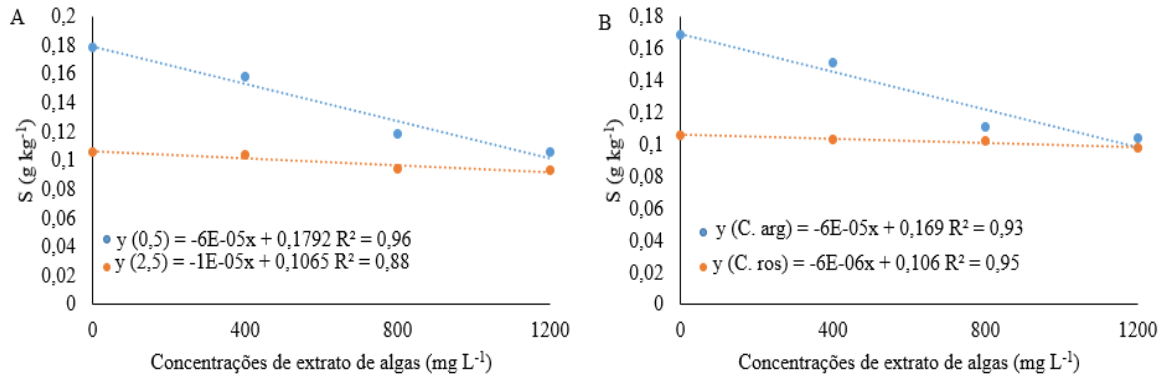


Fonte: Autor

A figura 6A mostra que com o aumento da concentração do extrato de algas, há um decréscimo no teor de enxofre (S) nas folhas. E embora a água de irrigação de 2,5 (dS m<sup>-1</sup>) tenha um menor teor de enxofre inicial, há um decréscimo mais acentuado, de 40,78%, nos teores foliares de S, na água de irrigação de 0,5 (dS m<sup>-1</sup>). Enquanto que na água de irrigação de 2,5 dS m<sup>-1</sup> a redução nos teores foliares de S foi de 11,79%. Para a interação dupla entre concentração de extrato de algas e espécies (Figura 6B) observa-se que a espécie crista de galo apresentou uma queda mais considerável no teor do nutriente (38,46%) que a espécie boa noite que apresentou uma discreta queda (7,55%) no teor do nutriente nas folhas.

A redução do enxofre em função do aumento da salinidade pode ter ocorrido devido a competição exercida entre os ânions CL<sup>-</sup> e o SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, influenciando na absorção do S (LUNA, 2019).

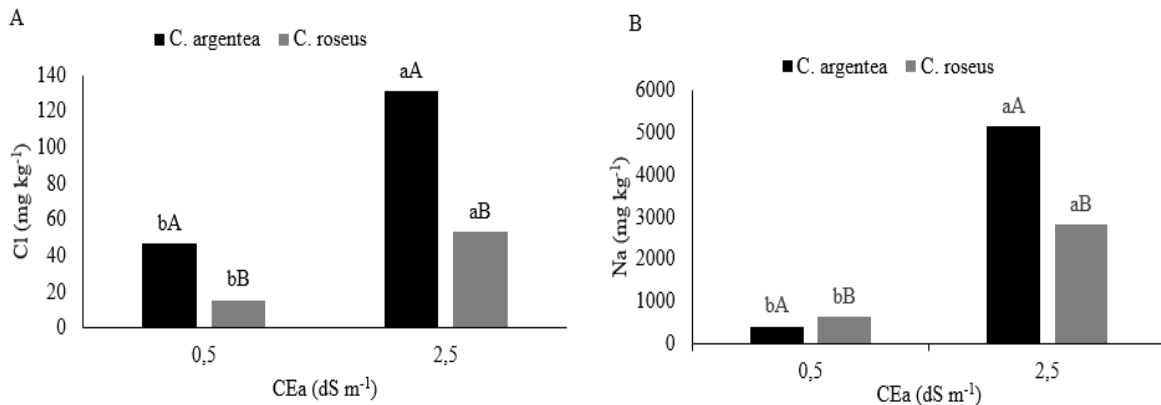
**Figura 6.** Teor de enxofre (S) nas folhas de plantas ornamentais, irrigadas com diferentes condutividades elétricas e extrato de algas (A) “Crista de galo” e Boa noite” (B).



Fonte: Autor

A figura 7 (A) mostra os teores de cloro (Cl) nas folhas de duas espécies ornamentais irrigadas com diferentes condutividades elétricas. Observa-se que o efeito da salinidade influenciou significativamente nos teores de cloro nas folhas das duas espécies ornamentais. A espécie boa noite, quando comparada com a espécie crista de galo, apresentou maior acréscimo nos teores foliares de cloro, de 71,18%, quando elevada a condutividade elétrica da água de 0,5 para 2,5 (dS m<sup>-1</sup>), enquanto a espécie crista de galo teve um acréscimo de 64,48%. Possivelmente, esse resultado pode ter relação com a presença de Cl<sup>-</sup> nos sais utilizados no preparo das águas de irrigação para obter os tratamentos salinos desejado no estudo. Além de sua alta mobilidade no xilema, que por sua vez, é transportado para a parte aérea das plantas (PRADO, 2020). Resultado similar ao presente estudo Silva Junior (2022), observou aumento no teor foliar de Cl foliar em na cultura da melancia irrigada com água salina.

**Figura 7.** Teor de cloro (Cl) (A) e sódio (Na) (B) em folhas de plantas ornamentais, irrigadas com diferentes condutividades elétricas de água de irrigação.



Fonte: Autor

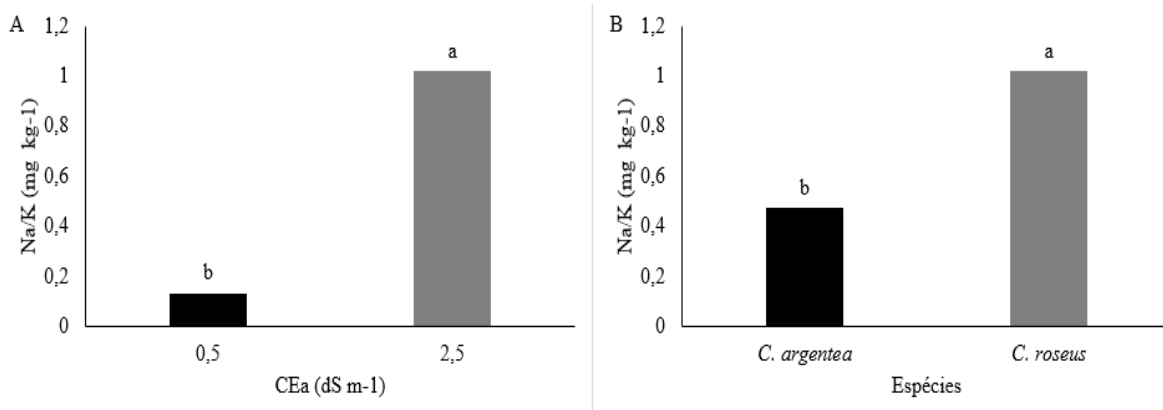
O teor de sódio (Na) no tecido foliar das plantas ornamentais aumentou com o aumento da condutividade elétrica da água de 92,03 e 77,67% nas espécies crista de galo e boa noite respectivamente (Figura 7 B). Observa-se que a espécie crista de galo, quando comparada com a espécie boa noite, apresentou maior acréscimo de sódio no tecido foliar quando se eleva a condutividade elétrica da água de 0,5 para 2,5 (dS m<sup>-1</sup>). Indicando, portanto, que o teor de sódio foliar foi influenciado significativamente pelo efeito da salinidade e que a espécie crista de galo apresentou maior sensibilidade ao efeito salino.

Por possuírem raios iônicos e cargas iguais, o sódio em excesso pode ser carregado nos canais transportadores no lugar do potássio, que irão se acumular principalmente nas folhas mais velhas devido sua fraca translocação, provocando uma redução na fotossíntese (SANTOS, 2021).

Elevação de sódio (Na) com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação também foi verificado por Luna, (2019); Sousa et al. (2009) e Silva Junior (2022) em folhas de girassol, feijão-de-corda e melancia, respectivamente.

A figura 8 mostra a relação sódio potássio (Na/K) nas folhas das plantas ornamentais (B) irrigadas com diferentes condutividades elétrica da água de irrigação (A). Nota-se que seus valores cresceram com o aumento da salinidade da água de irrigação de 0,5 para 2,5 (dS m<sup>-1</sup>). Evidenciando uma maior absorção e translocação de sódio, em relação ao potássio com o aumento da salinidade da água. Refletindo uma certa sensibilidade das plantas ao estresse salino.

**Figura 8.** Relação sódio potássio (Na/K) em folhas de plantas ornamentais (B), irrigadas com diferentes condutividades elétricas de água de irrigação (A).



Fonte: Autor

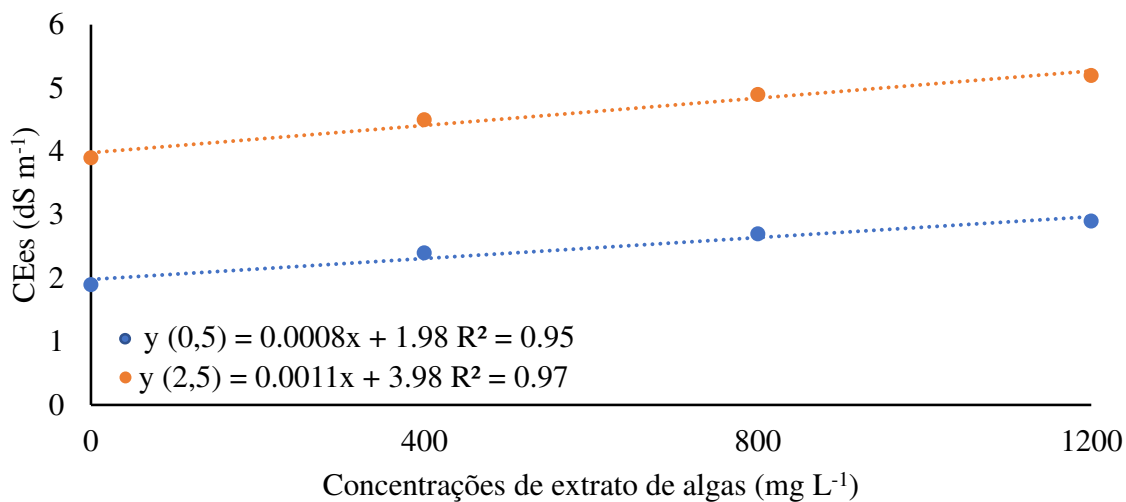
A relação  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  tem sido considerada como um índice para a toxicidade de sódio, uma vez que o íon inibe a atividade de enzimas que requerem o potássio como ativador (GREENWAY; MUNNS, 1980). Portanto, manter uma relação K:Na relativamente alta nos tecidos vegetais é um bom indicativo de tolerância à salinidade (CASSANITI et al., 2012). Nesse sentido, plantas com capacidade de prevenir o acúmulo excessivo de sódio nos tecidos fotossintetizantes apresentam maior tolerância à salinidade (LACERDA et al., 2020).

O aumento do valor da relação Na/K nas folhas para cada espécie (Figura 8B), indica um maior acréscimo na absorção de sódio em relação a absorção de potássio na espécie boa noite, 1,02 (mg kg<sup>-1</sup>), quando se comparada com a espécie crista de galo, 0,47 (mg kg<sup>-1</sup>). Indicando que a espécie boa noite tem maior sensibilidade ao estresse salino do que a espécie crista de galo.

Observa-se que ocorreu um aumento da condutividade elétrica do solo (CEes) com o aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação, constatando que houve um aumento do acúmulo de sais no solo com o aumento dos níveis de salinidade da água e concentração de extrato de algas (Figura 9). Dentre as duas águas de irrigação utilizada (0,5 e 2,5 dS m<sup>-1</sup>), verifica-se que a água com condutividade elétrica de 2,5 dS m<sup>-1</sup> apresentou maiores valores de CEes quando comparada a água de 0,5 dS m<sup>-1</sup>. O uso da água com maior condutividade elétrica pode ser uma possível explicação para esse resultado. Outra possível explicação para o resultado com o aumento da concentração do extrato de algas, é que durante as aplicações foliares do bioestimulante nas plantas, algumas gostas caíam das folhas no solo. Levando em consideração que o bioestimulante possui em sua composição minerais, isso pode ter contribuído para o aumento do acúmulo de sais no solo e conseqüentemente maior condutividade elétrica do solo ao final do experimento.



**Figura 9.** Condutividade elétrica do solo cultivado com duas espécies ornamentais sob diferentes salinidades de água de irrigação e extrato de algas.



Fonte: Autor

Resultados semelhantes foram obtidos por Pinho (2021), estudando o desenvolvimento inicial de mudas de *Anadenanthera colubrina* sob diferentes níveis de sombreamento e salinidade da água de irrigação, que verificou aumento das concentrações de sais no solo com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. Vale ressaltar que o uso do extrato de algas e nem a fração de lixiviação usado no estudo foram suficientes para mitigar o acúmulo de sais no solo ao final do experimento.

## 6 CONCLUSÃO

Os teores de todos os elementos minerais bem como a relação  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  foram influenciados pelos efeitos da condutividade elétrica da água de irrigação e do bioestimulante de extrato de algas.

Os teores foliares de N e K foram incrementados com o aumento da salinidade e do bioestimulante para a espécie *C. argentea*; os teores foliares de P, Ca e Mg foram reduzidos com o aumento da salinidade e do bioestimulante para ambas a espécies.

A espécie *C. argentea* apresentou maior tolerância à salinidade, enquanto que a espécie *C. roseus* obteve maior sensibilidade ao estresse salino.

## REFERÊNCIAS

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

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade de água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p.

BEZERRA, F. M. S.; **Produção de mudas de três espécies ornamentais sob irrigação com águas salinas**, Fortaleza, CE. 2019. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2019.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **A Natureza e propriedades dos solos**. 3ed. Rio de Janeiro: Bookman, 2012, p.76-97.

BRAINER, M. S. C. P. Quando nem tudo são flores, a floricultura pode ser uma alternativa. **Caderno Setorial ETENE**, BNB, ano 3, n. 42, 2018.

BRAZ, R. dos S. **Efeitos da adubação nitrogenada na cultura do milho sob estresse salino em dois solos**. 2018. 125f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

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

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.

CARVALHO, M.E.A.; CASTRO, P.R. de C e. **Extratos de algas e suas aplicações na agricultura**. Série Produtor Rural, Piracicaba, nº 56, 2014, 58p.

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”**. Intech, Rijeka, Croatia, p. 131–158. 2012.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001, 132p.

DALIAKOPOULOS, I.N.; TSANIS, I.K.; KOUTROULIS, A.; KOURGIALAS, N.N.; VAROUCHAKIS, A.E.; KARATZAS, G.P.; RITSEMA, C.J. The threat of soil salinity: a European scale review. **Science of The Total Environment**, v.573, p.727-739, 2016.

DAS, S.; SHARANGI, A. B. Madagascar periwinkle (*Catharanthus roseus* L.): Diverse medicinal and therapeutic benefits to humankind. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 6, n. 5, p. 1695-1701, 2017.

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

DIAS, N. D.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. *In*: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. p. 155, 2016.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, vol. 196, 3-14, ISSN 0304-4238, 2015.

ECHERT, T. T. **Uso de extratos de alga na agricultura**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Curso de agronomia. Porto Alegre, RS, 2019.

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.

Garcia, G. O.; Ferreira, P. A.; Miranda, G. V.; Neves, J. C. L.; Moraes, W. B.; Santos, D. B. Teores foliares dos macronutrientes catiônicos e suas relações com sódio em plantas de milho sob estresse salino. **Idesia**, v.25, p.93-106, 2007.

GÓRKA, B.; KORZENIOWSKA, K.; LIPOK, J.; WIECZOREK, P.P. The Biomass of algae and algal extracts in agricultural production. In: **Algae Biomass: Characteristics and Applications**. Springer: Cham, 2018. p.103-114.

GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanisms of sal tolerance in nonhalophytes. Annual Review **Plant Physiology**, Palo Alto, v.31, p.149-190, 1980.

H.R.; DIAS, N.S.; LACERDA, C.F. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciencia e Tecnologia em Salinidade, 2010. p. 161-179.

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.

JUNIOR, F. B. S. **Morfofisiologia e teores de elementos minerais na cultura da Melancia em dois sistemas de cultivo irrigados com águas Salobras**. Dissertação (Mestre em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

KANZARI, S.; HACHICHA, M.; BOUHLILA, R.; BATTLE-SALES, J. Characterization and modeling of water movement and salts transfer in a semi-arid region of Tunisia (Bou Hajla, Kairouan) – Salinization risk of soils and aquifers. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.86, p.34-42, 2012.

KULKARNI, R. N.; BASKARAN, K.; JHANG, T. **Breeding medicinal plant, periwinkle [Catharanthus roseus (L) G. Don]: a review**. Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization, v. 14, n. 4, p. 283-302, 2016.

LACERDA, C. F.; BEZERRA, M. A.; SOUZA, G. G.; GHEYI, H. R. Estratégias de manejo para uso de água salina na irrigação. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. p. 337-340, 2016.

Lacerda, C. F. de.; Morais, M. M. M.; Prisco, J. T.; Gomes Filho, E.; Bezerra, M. A. Interação entre salinidade e fósforo em plantas de sorgo forrageiro. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.3, p.258-263, 2006.

LACERDA, C. F.; OLIVEIRA, E. V. de; NEVES, A. L. R.; GHEYI, H. R.; BEZERRA, M. A.; COSTA, C.A.G. Morphophysiological responses and mechanisms of salt tolerance in four ornamental perennial species under tropical climate. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, p. 656-663, 2020.

LUNA, N.R.S. **Aplicação de extratos de algas marinhas em sistema de produção de girassol irrigado com água salina**. 134 f. 2019. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2019.

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.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Metodologia para análise de elementos em material vegetal. In: MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997, v. 2, cap.6 p.231-308.

MARINHO, S. R. M. **Função dos Alcalóides Indólicos Monoterpenóides de Catharanthus roseus (L.) G. Don. 2001**. Tese (Mestrado) - Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto.

MEDEIROS, P. R. R.; SILVA, E. F.; DUARTE, S. N, Salinidade em ambiente protegido. In: Manejo da salinidade na agricultura: **Estudos básicos e aplicações**. 2ª edição. Fortaleza: INCTSal, 2016, p.114.

MENEGHETTI, A. D. Manual de procedimentos de amostragem e análise química de plantas, solo e fertilizantes. Curitiba: EDUTFPR, 2018. 252 p.

MENEZES, R. V. **Tolerância a salinidade em manjeriço sob cultivo hidropônico, em Cruz das Almas, BA. 2017**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Cruz das Almas, BA. 2017.

NASCIMENTO, V. F.; FEITOSA, E. O.; SOARES, J. I. Uniformidade de distribuição de um sistema de irrigação por aspersão via pivô central. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 4, n. 4, p. 65-69, 2017.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F. DE.; GUIMARÃES, F. V. A.; GOMES FILHO, E.; FEITOSA, D. R. C. Trocas gasosas e teores de minerais no feijão-de-corda irrigado com água

salina em diferentes estádios. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.873-881, 2009.

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

OLIVEIRA, F. I. F.; **Influência do modo de irrigação na tolerância de plantas ornamentais à salinidade da água, em Fortaleza, CE**. 2016. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas), Fortaleza, 2016.

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

OLIVEIRA, F. I. F.; MEDEIROS, W. J. F.; LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; OLIVEIRA, D. R. Manejo de irrigação com água salina no crescimento de plantas ornamentais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 2017.

PRADO, Renato de Mello. **Nutrição de Plantas**. 2. ed. Sao Paulo: Editora UNESP, 2020. 426p.

PEDROTTI, A.; CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A. P. N.; LUCAS, A. A.T.; SANTOS, P. B.; Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 1308-1324, 2015.

PETRY, C.; AUGUSTIN, L.; CALVETE, E.; REDAELLI. **Plantas ornamentais: Aspectos para a produção**. 2ª edição, Revisada e ampliada. Universidade de Passo Fundo, 2008.



REGES, K. da S. L.; VIANA, T.V. de A.; SOUSA, G.G de.; SANTOS, F.S.S.; LACERDA, C. F de.; AZEVEDO, B. M. de. Estresse salino em plantas de pimentão em sistema semi hidropônico sob fertilização orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.11, nº.6, p. 1813 - 1824, 2017.

RIBEIRO, M. R. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Orgs.) **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2010, p.12-19.

SALVATI, L.; FERRARA, C. The local-scale impact of soil salinization on the socioeconomic context: An exploratory analysis in Italy. **Catena**, v. 127, p. 312–322, 2015.

SANTOS, J. W. G.; **Impactos da salinidade e da luminosidade no crescimento, fisiologia e qualidade visual de *Euphorbia milii* E *Zamioculcas zamiifolia***. Tese (doutorado), Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Fortaleza, 2021

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

SANTOS, R. V.; CAVALCANTE, L. F.; LACERDA, C. F.; SOUZA, E. R. Interação salinidade-fertilidade do solo. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. p. 278-284, 2016.

SCHOSSLER, T. R.; ZUFFO, A. M. Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 2012.

SEVERINO, C. A. M. Dossiê técnico. **CONTROLE DA IRRIGAÇÃO EM FLORICULTURA**. Rede de Tecnologia da Bahia – RETEC/BA, 2007.

SILVA, F. A. M.; et al. **Efeito do estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) cultivadas em solução nutritiva.** *Cerne*, v. 6, n. 1, p. 52-59, 2000.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. ***Africal Journal of Agriculture Research***, v. 11, n. 39, p. 3733 - 3740, 2016.

SILVA, J. D.; LEÃO, P. C. S.; LIMA, L. O.; SOUZA, D. R. M. **Efeito de Bioestimulantes sobre as Características de Produção de Videiras ‘Thompson Seedless’.** XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2013.

SILVA, T. **Uso de biorreguladores e bioestimulantes na agricultura.** Monografia (Especialista). Curso de Especialização em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Universidade Federal do Paraná – Curitiba. 2019.

SOUSA, G. G.; LACERDA, C. F.; CAVALCANTE, L. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; BEZERRA, M. E. J.; SILVA, G. L. Nutrição mineral e extração de nutrientes de planta de milho irrigada com água salina. ***Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental***, v.14, n.11, p.1143–1151, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017, 888p.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C.; **Ação de bioestimulante na cultura da soja (*Glycine max L. Merrill*).** São Paulo: Stoller do Brasil, 2004. 47 p.

WALTER, J.; LÜCK, E.; BAURIEGEL, A.; FACKLAM, M.; ZEITZ, J. Seasonal dynamics of soil salinity in peatlands: A geophysical approach. ***Geoderma***, v.310, p.1-11, 2018.