



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

JOHN VICTOR LUCAS LIMA

CRESCIMENTO DE CULTIVARES DE MAXIXE SOB ESTRESSE SALINO

MOSSORÓ

2024

JOHN VICTOR LUCAS LIMA

CRESCIMENTO DE CULTIVARES DE MAXIXE SOB ESTRESSE SALINO

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Profa. Dra. Lindomar Maria da Silveira

Co-orientador: Prof. Dr. João Everthon da Silva Ribeiro

MOSSORÓ

2024

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do John Victor Lucas Lima, sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas
da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

LL732 Lima, John Victor.
c Crescimento de cultivares de maxixe sob
estresse salino / John Victor Lima. - 2024.
29 f. : il.

Orientadora: Lindomar Maria da Silveira.
Coorientador: João Everthon da Silva Ribeiro.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido. Curso de --Selecione um
Curso ou Programa--, 2024.

I. Cucumis anguria L. 2. Salinidade. 3.
Irrigação. 4. Condutividade elétrica. I. da
Silveira, Lindomar Maria, orient. II. da Silva
Ribeiro, João Everthon, co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

JOHN VICTOR LUCAS LIMA

CRESCIMENTO DE CULTIVARES DE MAXIXE SOB ESTRESSE SALINO

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Defendida em: 01 / 08 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



LINDOMAR MARIA DA SILVEIRA

Data: 02/08/2024 10:30:08-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Lindomar Maria da Silveira (UFERSA)
Presidente

Documento assinado digitalmente



JOAO EVERTHON DA SILVA RIBEIRO

Data: 02/08/2024 10:51:39-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. João Everthon da Silva Ribeiro
Membro Examinador

Documento assinado digitalmente



WELDER DE ARAUJO RANGEL LOPES

Data: 02/08/2024 10:59:20-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Welder de Araújo Rangel Lopes
Membro Examinador

Documento assinado digitalmente



ANTONIO GIDEILSON CORREIA DA SILVA

Data: 02/08/2024 10:11:42-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Me. Antonio Gideilson Correia da Silva
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, cuja graça e provisão estiveram presentes em todos os momentos desta jornada acadêmica. Sem Sua orientação e bênçãos, nada disso teria sido possível.

Aos meus pais, Francisco Sales Barreto de Lima e Valdirene Rodrigues Lucas, meu profundo agradecimento pelo apoio inabalável e pelo sacrifício de me manter em Mossoró. Seu amor e encorajamento foram o alicerce sobre o qual construí meus estudos. Sem vocês, esta conquista não seria realidade;

Agradeço imensamente aos meus orientadores, Lindomar Maria da Silveira e Aurélio Paes Barros Junior, pela orientação dedicada, e pela oportunidade que me deram no grupo GEPPARG;

Expresso minha sincera gratidão ao meu coorientador João Everthon, cuja assistência e ajuda foram essenciais para a realização do experimento. Sua orientação, apoio e valiosas contribuições foram fundamentais. Agradeço imensamente pela dedicação, paciência e incentivo em cada etapa do processo;

Ao meu amigo Antonio Gideilson, cuja ajuda foi fundamental para a realização deste trabalho. Sua generosidade em compartilhar seu tempo e conhecimento foi essencial para a conclusão deste TCC. Sou eternamente grato por seu apoio e amizade;

À banca examinadora, por dedicar seu tempo e conhecimento na avaliação deste trabalho, expresso minha gratidão pela análise crítica e pelas sugestões valiosas que contribuíram para a qualidade deste estudo.

À minha família e amigos, que estiveram ao meu lado oferecendo suporte emocional e encorajamento nos momentos desafiadores, meu sincero agradecimento. Vocês foram minha rede de apoio, tornando essa jornada mais leve e significativa.

Por último, mas não menos importante aos meus amigos Pablo, Travassos, Ester, Elania, Gisele, Daniel, Pedro, Cícero, Antônio e todos do Grupo de Estudo e Pesquisa GEPPARG, pelo ambiente colaborativo e enriquecedor que proporcionou durante toda a minha trajetória acadêmica. Cada um de vocês teve um papel crucial nesta conquista, e por isso, minha gratidão é imensa. Obrigado por fazerem parte deste capítulo tão significativo da minha vida.

RESUMO

O maxixe (*Cucumis anguria* L.) é uma hortaliça de origem africana, amplamente cultivada nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Introduzido da África pelos escravos, espalhou-se por toda a América e pelo mundo. No entanto, o crescimento e a produtividade das plantas de maxixe podem ser significativamente afetados pela salinidade. A salinidade é um fator abiótico que limita o desenvolvimento vegetal, pois altera o potencial osmótico, resultando na redução do consumo de água pelas plantas e, conseqüentemente, de nutrientes, o que leva à diminuição da produção. O objetivo desse trabalho é avaliar o crescimento de duas cultivares de maxixe submetidas a condições de estresse salino. O experimento foi conduzido em estufa localizada na área experimental do Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais da Universidade Federal Rural do Semiárido (DCAF/UFERSA), em Mossoró, RN, Brasil. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2×3 , com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por duas cultivares de maxixe (Norte e Liso) e três níveis de condutividade elétrica (CEa) (0,5, 2,75 e 5,0 dS m⁻¹). Foram analisadas as variáveis altura, diâmetro do caule, número de frutos total, e matéria seca das partes aéreas e de raízes. Os resultados indicaram que a altura das plantas e o diâmetro do caule diminuíram com o aumento da salinidade, e que a menor salinidade resultou em maior número de frutos e matéria seca. A cultivar Norte apresentou maior desempenho em relação ao Liso em termos de matéria seca. Conclui-se que a salinidade da água de irrigação impacta significativamente na produtividade do maxixe, e a cultivar Norte apresentou uma melhor tolerância a salinidade.

Palavras-chave: *Cucumis anguria* L., Salinidade, Irrigação, Condutividade elétrica.

ABSTRACT

Gherkin (*Cucumis anguria* L.) is a vegetable of African origin, widely cultivated in the North and Northeast regions of Brazil. Introduced from Africa by slaves, it was reserved throughout America and the world. However, the growth and productivity of gherkin plants can be significantly affected by salinity. Salinity is an abiotic factor that limits plant development, as it alters the osmotic potential, resulting in a reduction in water consumption by plants and, consequently, nutrients, which leads to a decrease in production. The objective of this work is to evaluate the growth of two gherkin cultivars subjected to saline stress conditions. The experiment was conducted in a greenhouse located in the experimental area of the Department of Agricultural and Forestry Sciences at the Universidade Federal Rural do Semiárido (DCAF/UFERSA), in Mossoró, RN, Brazil. The experimental design used was randomized blocks, in a 2×3 factorial scheme, with four replications. The treatments were composed of two gherkin cultivars (Norte and Liso) and three levels of electrical conductivity (ECa) (0,5, 2,75 and 5,0 dS m⁻¹). Variations in height, stem diameter, number of total fruits, and dry matter of aerial parts and roots were confirmed. The results indicated that plant height and stem diameter decreased with increasing salinity, and that lower salinity resulted in a greater number of fruits and dry matter. The Norte cultivar performed better than Liso in terms of dry matter. It is concluded that the salinity of supervisory water significantly impacts gherkin productivity, highlighting the need to develop management strategies and select varieties that are more tolerant to salinity to improve production in affected regions.

Keywords: *Cucumis anguria* L. Salinity. Irrigation, Electric conductivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Dados climáticos de temperatura (°C) e umidade relativa (%) durante o período do experimento. Mossoró-RN, UFERSA, 2024.....	16
Figura 2. Altura de planta (cm) das cultivares Norte e Liso (<i>Cucumis anguria</i> L), cultivadas sob diferentes doses níveis salinos (ECw). Mossoró-RN, UFERSA, 2024.....	19
Figura 3. Diâmetro do caule (mm) das cultivares Norte e Liso (<i>Cucumis anguria</i> L), cultivadas sob diferentes doses níveis salinos (ECw). Mossoró-RN, UFERSA, 2024.....	20
Figura 4. Figura 4. Número de frutos maduros das cultivares Norte e Liso (<i>Cucumis anguria</i> L), cultivadas sob diferentes doses níveis salinos (ECw). Mossoró-RN, UFERSA, 2024.	21
Figura 5. Diâmetro do fruto (mm) (A) e comprimento do fruto (mm) (B) das cultivares Norte e Liso (<i>Cucumis anguria</i> L), cultivadas sob diferentes doses níveis salinos (ECw). Mossoró-RN, UFERSA, 2024.....	22
Figura 6. Massa seca da parte aérea (MSPA) (g) (A), raiz (MSR) (g) (B) e total (MST) (g) (C) de variedades de maxixe (<i>Cucumis anguria</i> L). Mossoró-RN, UFERSA, 2024.	23
Figura 7. Massa seca da parte aérea (MSPA) (g) (A), raiz (MSR) (g) (B) e total (MST) (g) (C) de variedades de maxixe (<i>Cucumis anguria</i> L) cultivadas sob diferentes doses níveis salinos (ECw). Mossoró-RN, UFERSA, 2024.....	23

LISA DE TABELAS

Tabela 1. Valores de F para altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de frutos maduros (NFM), número de frutos imaturos (NFI), diâmetro do fruto (DF), comprimento do fruto (CF), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR) e matéria seca total (MST).	18
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DAE	Dias após a emergência
DAT	Dias após o transplante
MSPA	Matéria seca da parte aérea
MSR	Matéria seca da raiz
MST	Matéria seca total

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
OBJETIVOS	11
Objetivo geral:	12
Objetivos específicos:	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1 A cultura do Maxixe (<i>Cucumis anguria</i> L.).....	13
2.2 Salinidade.....	13
2.2.4 Estratégias de Manejo da Salinidade do Solo	14
2.3 Respostas Fisiológicas e Bioquímicas das Plantas ao Estresse Salino.	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 Local do experimento	16
3.2 Cultivares e semeadura	16
3.3 Delineamento experimental	17
3.4 Irrigação	17
3.5 Coleta de Dados	17
3.6 Análise estatística	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5 CONCLUSÕES.....	24
REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

O maxixe (*Cucumis anguria* L.) é uma hortaliça de origem africana, amplamente cultivada nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Introduzido da África pelos escravos, espalhou-se por toda a América e pelo mundo (OLIVEIRA *et al.*, 2016). Possui frutos comestíveis que variam em spiculosidade e tamanho, geralmente pesando cerca de 30 g quando frescos (SILVEIRA *et al.*, 2015). Possui hábito de crescimento rasteiro favorecendo sua adaptação a condições adversas, e tem como características a rusticidade e a reduzida necessidade hídrica (SILVA *et al.* 2022, GUIMARÃES *et al.* 2008).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) as regiões Norte e Nordeste são as que mais produzem maxixe no País. A produção de maxixe no Brasil alcançou um valor de 41.438 reais, com uma quantidade total de 27.039 toneladas provenientes de 22.938 estabelecimentos. O estado do Pará destacou-se como o maior produtor nacional. O cultivo no Nordeste brasileiro é frequentemente realizado em áreas que enfrentam escassez de água, variações sazonais de chuvas e irrigação com água que possui altos níveis de sais (SOUZA *et al.*, 2018).

O crescimento e a produtividade das plantas de maxixe podem ser significativamente afetados pela salinidade (OLIVEIRA *et al.*, 2014). A salinidade é um fator abiótico que limita o desenvolvimento vegetal, pois altera o potencial osmótico, resultando na redução do consumo de água pelas plantas e, conseqüentemente, de nutrientes, o que leva à diminuição da produção (ZHAO *et al.*, 2021). A salinização dos solos é um problema crescente, exacerbado pela irrigação inadequada, pelo uso de água de baixa qualidade e pelas mudanças climáticas (TOMAZ *et al.*, 2020).

O cultivo do maxixe no Nordeste brasileiro é frequentemente realizado em áreas que enfrentam escassez de água, variações sazonais de chuvas e irrigação com água que possui altos níveis de sais (SOUZA *et al.*, 2018). A irrigação é uma tecnologia essencial para vencer a sazonalidade das chuvas, e proporcionar resultados satisfatórios de produtividade (OLIVEIRA *et al.*, 2014). Porém, a produção agrícola enfrenta desafios significativos devido à disponibilidade de água salina e às altas concentrações de sal na água de irrigação (VELOSO *et al.*, 2020). A resposta fisiológica da planta à salinidade é muitas vezes complexa e variada, o que dificulta a concepção e interpretação dos experimentos (NEGRÃO; SCHMÖCKEL; TESTER, 2017).

OBJETIVOS

Objetivo geral:

Avaliar o crescimento de duas cultivares de maxixe submetidas a condições de estresse salino.

Objetivos específicos:

Avaliar o crescimento vegetativo de cultivares de maxixe submetidas a diferentes condutividades elétrica.

Quantificar a produção de frutos de cultivares de maxixe submetidas a diferentes condutividades elétrica.

Determinar a biomassa de plantas de cultivares de maxixe, em resposta ao estresse salino em diferentes condutividades elétrica.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A cultura do Maxixe (*Cucumis anguria* L.).

O maxixeiro (*Cucumis anguria* L.) é uma planta que pertence à família das cucurbitáceas e tem grande relevância nas regiões Norte e Nordeste do Brasil (OLIVEIRA *et al.*, 2014; DHUMAL *et al.*, 2020). O fruto caracteriza-se como fonte de sais minerais e com baixo valor calórico, apresenta diversas propriedades medicinais. Entre elas estão sua ação emoliente, anti-helmíntica, anti-emética e laxativa, além de atuar preventivamente contra doenças na próstata (SANTOS, 2018).

Devido à sua rusticidade, o maxixe tem sido considerado uma opção agrícola viável para a região Nordeste (OLIVEIRA *et al.*, 2013). A maior parte da produção desse vegetal ocorre de forma natural, com plantas que surgem espontaneamente em áreas onde outras culturas, como feijão e milho, são cultivadas. Nesses casos, não são aplicadas práticas específicas de manejo para o maxixe (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

A utilização da irrigação para o cultivo do maxixe na região Nordeste é crucial, pois possibilita sua comercialização ao longo de todo o ano (SOUZA *et al.*, 2018). A produção do fruto faz parte da agricultura tradicional da região Nordeste, sendo cultivado por pequenos produtores que utilizam irrigação com água de poços rasos, os quais frequentemente apresentam altos níveis de salinidade (SANTOS *et al.*, 2017).

No entanto o rendimento das culturas diminui quando os níveis de sais na solução do solo impedem que as plantas absorvam água suficiente, resultando em escassez hídrica (OLIVEIRA *et al.*, 2013). A cultura do maxixe demonstra um potencial produtivo elevado, porém são escassos os estudos que poderiam impulsionar sua expansão, não havendo tecnologias que incentivem seu cultivo entre os agricultores (SANTOS *et al.*, 2017).

2.2 Salinidade

A salinidade é um fator abiótico que limita o desenvolvimento vegetal, pois altera o potencial osmótico, resultando na redução do consumo de água pelas plantas e, consequentemente, de nutrientes, o que leva à diminuição da produção (ZHAO *et al.*, 2021). A salinidade é uma das principais causas de estresse abiótico que prejudica a atividade agrícola. Estima-se que afete cerca de 20% da área cultivada global e 33% das áreas irrigadas (MACHADO; SERRA-LHEIRO, 2017).

Os danos às plantas causados pelo estresse salino resultam do estresse osmótico e da toxicidade por íons específicos, os quais alteram seus processos fisiológicos e metabólicos, comprometendo tanto a germinação quanto o desenvolvimento vegetativo (ARIF *et al.*, 2020; LUO *et al.*, 2021; WAKEEL, 2013). O desenvolvimento em todas as fases da planta é afetado, o que resulta na redução da capacidade de absorção de água devido ao aumento do potencial osmótico do substrato, na toxicidade de íons específicos como Na^+ e Cl^- , no desequilíbrio nutricional e na redução da absorção de nutrientes (HARTER *et al.*, 2014).

A salinização do solo é resultado de processos diversos. A salinidade do solo pode ser causada por processos naturais, como a formação de solos a partir de rochas ígneas e depósitos aluviais. Em climas áridos e semiáridos, a evaporação intensa concentra sais na superfície. Além disso, a elevação dos níveis de água subterrânea pode trazer sais dissolvidos para o solo. Depósitos naturais de cloretos, sulfatos e carbonatos também contribuem para a acumulação de sais ao longo do tempo (SHINDE *et al.*, 2023).

A irrigação inadequada é uma das causas antropogênicas mais comuns de salinidade. O uso excessivo de água, particularmente em áreas onde a água de irrigação contém altas concentrações de sais, pode levar ao acúmulo de sais na superfície do solo (GANESH *et al.*, 2023). D Pulido-Boschatta (2018) demonstra que a irrigação mal planejada pode exacerbar a salinidade através da ascensão capilar de águas subterrâneas salinas.

2.2.4 Estratégias de Manejo da Salinidade do Solo

O desenvolvimento e a escolha de variedades de plantas que tolerem a salinidade são abordados por Munns e Tester (2008). A beterraba sacarina por exemplo, que de acordo Lv *et al.* possui tolerância ao sal, utilizando mecanismos como a manutenção da homeostase iônica, o acúmulo de substâncias para ajuste osmótico e a regulação antioxidante.

Práticas de irrigação que evitem a salinização, como a irrigação por gotejamento e a drenagem eficaz, são discutidas por Allen *et al.* (1998). A aplicação de técnicas de irrigação mais eficientes pode reduzir a acumulação de sais no solo.

Técnicas como a lavagem do solo e a adição de emendas, como gesso, para promover a troca de cátions são exploradas por Rengasamy (2006). Essas técnicas ajudam a reduzir a concentração de sais no solo e melhorar suas propriedades.

Silva *et al.* (2024), em seu estudo com rabanete, verificaram que fitohormônios como ácido jasmônico e citocinina melhoraram a eficiência fotossintética, protegendo a clorofila e mantendo as trocas gasosas. A aplicação desses fitohormônios também aumentou a condutância

estomática e a fotossíntese líquida, mesmo sob estresse salino. Além disso, observou-se um impacto positivo no diâmetro, comprimento e teor de sólidos solúveis dos tubérculos. As plantas demonstraram adaptações nas trocas gasosas, equilibrando a assimilação de carbono e a perda de água.

2.3 Respostas Fisiológicas e Bioquímicas das Plantas ao Estresse Salino.

O estresse salino é um dos principais fatores abióticos que afetam negativamente o crescimento e a produtividade das plantas em diversas regiões agrícolas do mundo (BEHERA *et al.*, 2022; RAZA *et al.*, 2023). Esse tipo de estresse ocorre devido ao acúmulo excessivo de sais no solo, principalmente cloretos e sulfatos de sódio, que afetam a absorção de água e nutrientes pelas plantas (YANG; GUO, 2018).

As plantas sob estresse salino apresentam diversas alterações morfológicas e fisiológicas como forma de adaptação ao ambiente salino (FANG *et al.*, 2021). Segundo Munns e Tester (2008), a salinidade pode causar redução na área foliar, diminuição do crescimento radicular e aumento da espessura das folhas como uma estratégia para minimizar a perda de água por transpiração. Além disso, a salinidade pode levar ao fechamento estomático, reduzindo a taxa de transpiração e fotossíntese, o que afeta diretamente o crescimento e o desenvolvimento da planta (TAIZ & ZEIGER, 2017).

Uma das principais respostas bioquímicas das plantas ao estresse salino é o ajuste osmótico, que envolve a acumulação de solutos compatíveis, como prolina, glicina betaína e açúcares solúveis. Esses solutos ajudam a manter a turgidez celular e a estabilidade das proteínas e membranas celulares (ASHRAF & HARRIS, 2004).

O estresse salino interfere na absorção de água pelas raízes devido ao potencial osmótico negativo do solo (SHARMA *et al.*, 2022). Para enfrentar essa situação, as plantas desenvolvem mecanismos de regulação hídrica, incluindo a alteração da permeabilidade das membranas celulares e a modificação do transporte de íons (BLUMWALD, 2000). A homeostase iônica é mantida através da seletividade na absorção de íons e a compartimentação dos íons tóxicos, como o Na^+ e Cl^- , nos vacúolos celulares, minimizando seus efeitos nocivos no citoplasma (ZHU, 2003).

O estresse salino aumenta a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs), como peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e radical superóxido (O_2^-), que podem causar danos oxidativos às células. Para se protegerem desses danos, as plantas ativam sistemas de defesa antioxidante,

incluindo enzimas como superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e peroxidase (POD) (MITTLER, 2002).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada na área experimental do Departamento de Ciências Agrônômicas e Florestais da Universidade Federal Rural do Semiárido (DCAF/UFERSA), em Mossoró, RN, Brasil. O clima da região é classificado como quente e seco – tipo BSh, segundo Köppen (ALVARES *et al.*, 2013). O Experimento teve início em 18 de junho de 2024 e foi finalizado em 5 de julho de 2024. A temperatura média foi de 28,36 °C, com umidade relativa média de 69,34%. Os dados climáticos foram coletados no local experimental por meio de um termo-higrômetro digital (Figura 1).

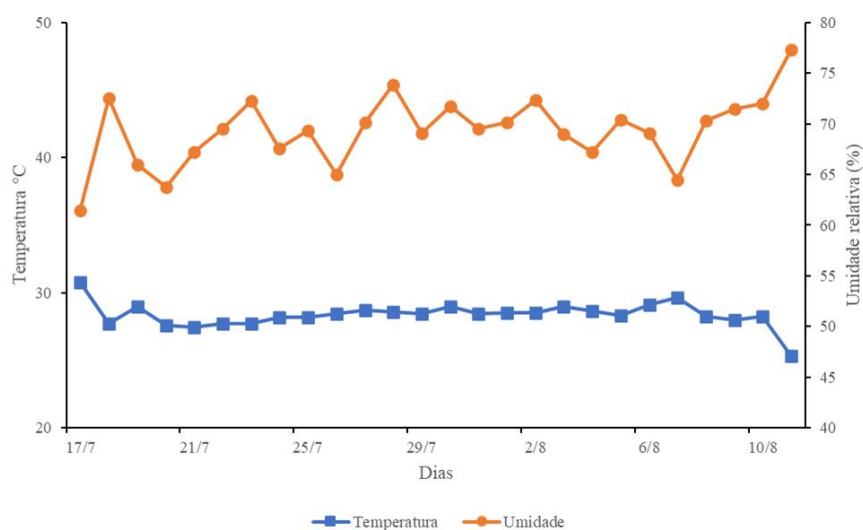


Figura 1. Dados climáticos de temperatura (°C) e umidade relativa (%) durante o período do experimento. Mossoró-RN, UFERSA, 2024.

3.2 Cultivares e semeadura

Foram utilizadas duas cultivares de maxixe, a cultivar Norte e a cultivar Liso. As sementes, adquiridas da empresa TopSeed, foram semeadas em bandejas de polietileno contendo 162 células, preenchidas com solo da área local. As mudas foram transplantadas 7 dias após a emergência (DAE) para vasos de polietileno com capacidade volumétrica de 5,0 dm³,

preenchidos com a mistura de 3 kg de solo e 1 kg de esterco bovino. O controle de plantas daninhas foi feito manualmente.

3.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2×3 , com quatro repetições, considerando-se uma planta por parcela experimental. Os tratamentos foram constituídos por duas cultivares de maxixe e três níveis de condutividade elétrica (CEa) de (0,5, 2,75 e 5,0 dS m⁻¹), representando níveis de estresse salino sem estresse, moderado e estresse severo, preparados pela adição de cloreto de sódio (NaCl) na água de abastecimento local.

3.4 Irrigação

A irrigação, realizada diariamente, com água de diferentes condutividades elétricas começou aos 20 dias após o transplante (DAT). As águas salinas foram armazenadas em recipientes plásticos de 60 dm³, com a condutividade elétrica monitorada a cada 3 dias. A coleta de água para análise foi feita no dia do preparo das soluções salinas para irrigação. A irrigação foi feita diariamente pelo método de lisimetria de pesagem, e o volume de cada tipo de água evaporada ou transpirada em 24 horas foi medido para manter a umidade do solo em 80% da capacidade de campo, de acordo com Girardi *et al.* (2016).

3.5 Coleta de Dados

A coleta de dados ocorreu aos 33 DAT. As plantas colhidas foram separadas em várias partes para determinações específicas, foram realizadas medições de altura da planta (cm), diâmetro do caule (mm), diâmetro dos frutos (mm) e comprimento dos frutos (mm). A altura das plantas foi mensurada com régua graduada (cm) e o diâmetro do caule foi medido a 3 cm acima do nível do solo, utilizando um paquímetro digital (mm).

Posteriormente, caules, raízes e frutos foram colocados em papel Kraft e secos em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C até alcançarem matéria constante. A matéria da parte aérea (MSPA), a matéria seca da raiz (MSR) e a matéria seca total (MST) foram determinadas utilizando uma balança semianalítica (0.01 g), com os resultados expressos em gramas por planta.

3.6 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando observado significância estatística ($p \leq 0,05$), foi realizado o teste de comparação de médias de Tukey. Os dados que apresentaram distribuição não normal e o coeficiente de variação alto ($>34\%$), foram transformados pela fórmula “ $\sqrt{X + 1}$ ”, antes da ANOVA, sendo conservado os dados verdadeiros. As análises foram realizadas utilizando o programa estatística R (Equipe principal R, 2023), a 5% de significância e as tabelas e gráficos gerados pelo programa Excel.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicam que não houve diferença significativa entre as cultivares Norte e Liso, nos aspectos relacionados à altura de planta, diâmetro do caule, número de frutos maduros, diâmetro e comprimento do caule (Tabela 1). Ambas as cultivares apresentaram médias semelhantes quando submetidas as mesmas condições de salinidade, indicando que as duas cultivares respondem de maneira similar nessas variáveis.

Tabela 1. Valores de F para altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de frutos maduros (NFM), número de frutos imaturos (NFI), diâmetro do fruto (DF), comprimento do fruto (CF), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR) e matéria seca total (MST).

FV	GL	AP	DC	NFM	NFI	DF	CF	MSPA	MSR	MST
		F								
Bloco	2	0,28 ^{ns}	1,14 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,66 ^{ns}	3,28 ^{ns}	3,70 ^{ns}	3,37 ^{ns}
Salinidade	2	16,53**	5,08*	16,50**	3,25 ^{ns}	23,30**	25,33**	102,54**	27,76**	109,95**
Cultivar	1	0,41 ^{ns}	0,17 ^{ns}	3,96 ^{ns}	2,92 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,17 ^{ns}	10,43*	6,13*	10,95*
Salinidade*Cultivar	2	1,01 ^{ns}	2,46 ^{ns}	1,94 ^{ns}	0,14 ^{ns}	2,99 ^{ns}	3,45 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,21 ^{ns}
C.V.(%)		21,95	21,55	13,33	27,43	33,00	34,66	15,42	25,37	15,27

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; **: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; *: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; GL: grau de liberdade; C.V.: coeficiente de variação.

Os efeitos da salinidade foram altamente significativos, com o aumento da salinidade na água de irrigação, a altura das plantas diminuiu significativamente (Figura 2). As plantas cultivadas na salinidade de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ apresentaram a maior altura média (Figura 2).

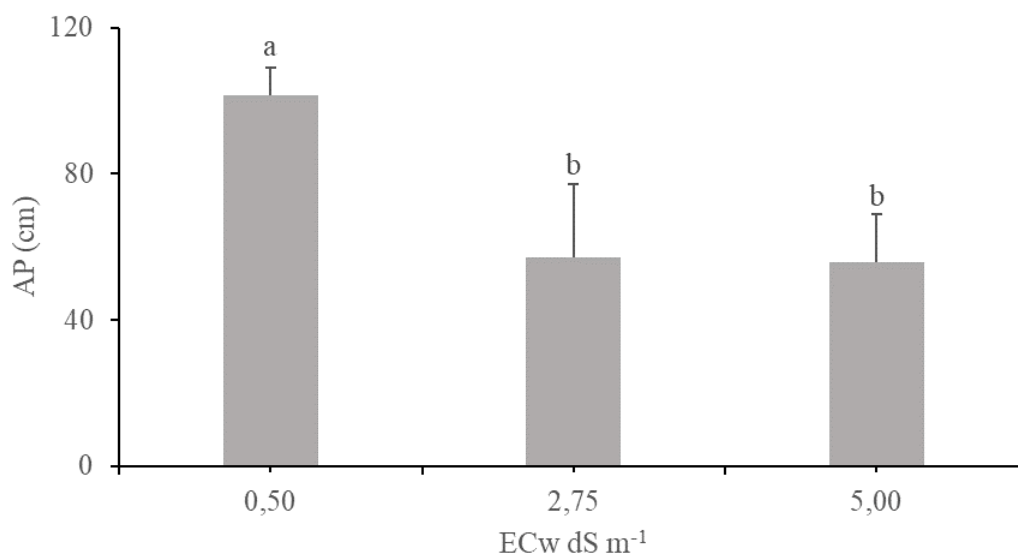


Figura 2. Altura de planta (cm) das cultivares Norte e Liso (*Cucumis anguria* L), cultivadas sob diferentes doses níveis salinos (ECw). Mossoró-RN, UFERSA, 2024.

Esses achados estão alinhados com a literatura, que demonstra que a salinidade interfere nos processos metabólicos fundamentais das plantas, resultando em impactos negativos significativos no seu desenvolvimento e crescimento (HAMEED *et al.*, 2021). Segundo estudos de Bandehagh e Taylor (2020), a salinidade interfere nos processos metabólicos das plantas ao reduzir a taxa de fotossíntese e a condutância estomática, prejudicando a produção de energia. Ela também altera a respiração mitocondrial, impactando a produção de ATP. O acúmulo de íons tóxicos como Na^+ e Cl^- desestabiliza a homeostase celular e inibe enzimas essenciais.

No estudo de Ribeiro *et al.* (2024) com rabanete, a salinidade também resultou em reduções significativas na altura das plantas, diâmetro do caule e número de folhas. A área foliar e a matéria seca das folhas, pecíolos e raízes também diminuíram com a salinidade elevada. Além disso, o comprimento, diâmetro e peso fresco dos bulbos foram negativamente impactados pela salinidade.

As plantas submetidas a salinidade de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ apresentaram um diâmetro médio do caule significativamente maior do que as plantas irrigadas com $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 3). Quando submetidas a salinidade de $2,75 \text{ dS m}^{-1}$ as plantas não apresentaram diferença para diâmetro nas salinidades de $0,5$ e $5,0 \text{ dS m}^{-1}$. Na salinidade de $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ o diâmetro médio do caule foi significativamente menor do que a salinidade de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 3).

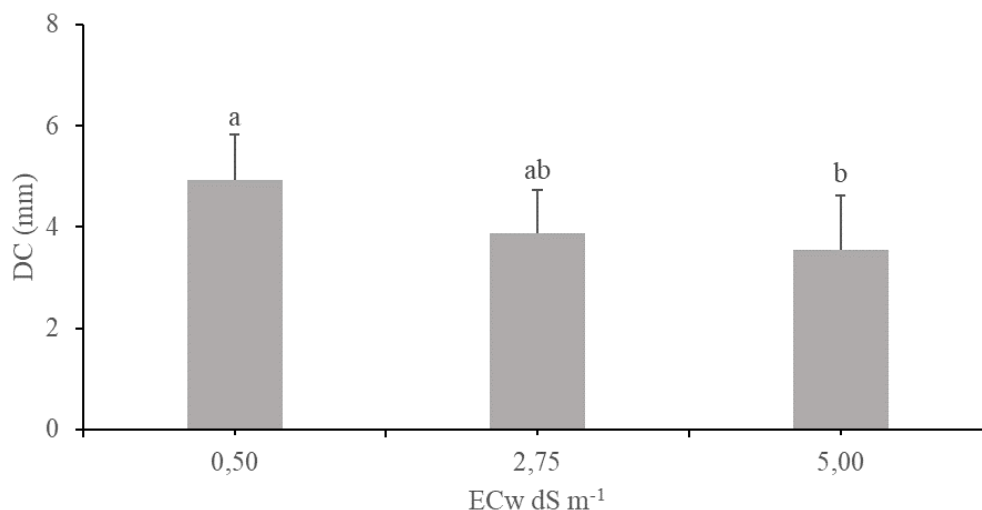


Figura 3. Diâmetro do caule (mm) das cultivares Norte e Liso (*Cucumis anguria* L), cultivadas sob diferentes doses níveis salinos (ECw). Mossoró-RN, UFERSA, 2024.

Esse resultado é apoiado por Riseh *et al.* (2021), que observaram que a salinidade elevada prejudica o crescimento do caule devido ao estresse osmótico e toxicidade iônica. Colin *et al.* (2023), aponta que o estresse osmótico e a toxicidade iônica afetam as plantas de várias maneiras. O estresse osmótico, causado pela alta concentração de sais no solo, reduz o potencial osmótico, dificultando a absorção de água e limitando o crescimento. A toxicidade iônica, resultante de altos níveis de sódio e cloreto, causa distúrbios fisiológicos que afetam a fotossíntese e a respiração, danificando células e tecidos. Ambos os tipos de estresse reduzem a altura das plantas, o diâmetro do caule e o número de folhas, comprometendo o desenvolvimento e a produção de biomassa.

As plantas submetidas à salinidade de 0,5 dS m⁻¹ apresentaram um número médio de frutos maduros significativamente maior do que as plantas irrigadas com 5,0 dS m⁻¹ (Figura 4). Quando submetidas à salinidade de 2,75 dS m⁻¹, as plantas apresentaram um número médio de frutos maduros não apresentaram diferenças significativas da salinidade de 0,5 dS m⁻¹. Não houve a produção de frutos na salinidade de 5,0 dS m⁻¹ (Figura 4).

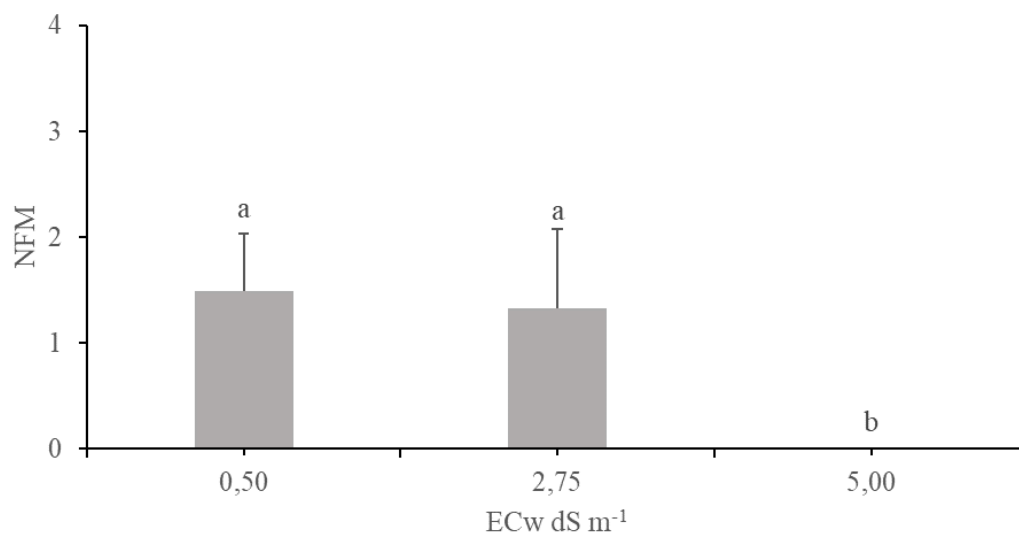


Figura 4. Figura 4. Número de frutos maduros das cultivares Norte e Liso (*Cucumis anguria* L), cultivadas sob diferentes doses níveis salinos (ECw). Mossoró-RN, UFERSA, 2024.

Isso está em linha com os resultados de estudos anteriores, como os de Costan *et al.* (2020), que mostram que a salinidade elevada reduz a frutificação devido ao impacto negativo na saúde geral da planta. Conforme exposto por Hameed *et al.* (2021), o estresse salino afeta negativamente as plantas, impactando a floração, o amadurecimento e a qualidade dos frutos. A salinidade interfere na fotossíntese, reduzindo a produção de energia essencial para o crescimento. Além disso, o estresse salino aumenta a produção de espécies reativas de oxigênio (ROS), causando danos oxidativos, que precisa ajustar seu conteúdo osmótico em detrimento de outros processos vitais.

Em relação aos números de frutos imaturos os resultados indicam que não houve efeito significativo da salinidade da água. Também não foram observadas diferenças significativas entre os cultivares Norte e Liso em relação ao número de frutos imaturos. Nas condições do experimento, tanto a salinidade da água (nos níveis testados) quanto o tipo de cultivar não influenciaram significativamente o número de frutos imaturos de maxixe.

A salinidade de 0,5 dS m⁻¹ resultou nos maiores diâmetros de frutos, a salinidade de 2,75 dS m⁻¹ diferiu significativamente dos outros dois tratamentos, resultando em frutos com diâmetro menor que quando submetidos ao nível salino de 0,5 dS m⁻¹. No maior nível de salinidade 5,0 dS m⁻¹ não houve a produção de frutos (Figura 5).

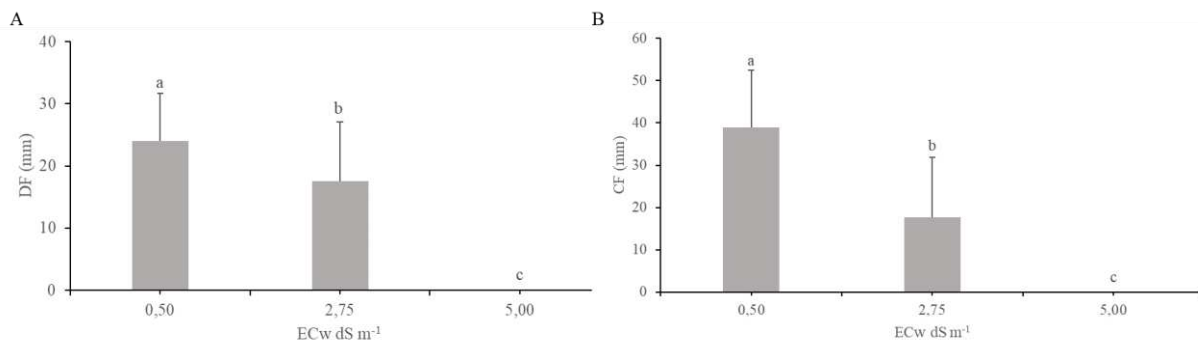


Figura 5. Diâmetro do fruto (mm) (A) e comprimento do fruto (mm) (B) das cultivares Norte e Liso (*Cucumis anguria* L), cultivadas sob diferentes doses níveis salinos (ECw). Mossoró-RN, UFERSA, 2024.

Os frutos cultivados na salinidade $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ foram significativamente mais longos do que aqueles cultivados com maiores níveis salinidade (Figura 5B).

O aumento da salinidade resultou em uma redução no diâmetro e no comprimento dos frutos. Isso é consistente com Oliveira *et al.* (2021), que relataram que o estresse salino pode reduzir o tamanho dos frutos devido à menor disponibilidade de água e nutrientes. Também em concordância com estudos do autor Naeem *et al.* (2020), onde a salinidade provocou impacto negativo no diâmetro e no comprimento dos frutos de tomate. O diâmetro máximo dos frutos (4,23 cm) foi observado sem salinidade, enquanto o mínimo (3,74 cm) ocorreu com 90 mM de NaCl. O comprimento máximo (5,15 cm) foi registrado sem salinidade, e o mínimo (4,53 cm) com 90 mM de NaCl.

Houve diferença significativa na matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR) e na matéria seca total (MST) entre as cultivares Norte e Liso (Figura 6). As plantas da cultivar Norte apresentaram maior MSPA, MSR e MST em comparação com as plantas da cultivar Liso nos três níveis salinos (0,5, 2,75 e 5,0 dS m^{-1}) (Figura 6).

As plantas cultivadas com o menor nível de salinidade ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$) apresentou maiores MSPA, MSR e MST do que aquelas cultivadas com maior salinidade (2,75 e $5,0 \text{ dS m}^{-1}$) (Figura 7). Não houve diferenças significativas entre os níveis salinos de 2,75 e $5,0 \text{ dS m}^{-1}$. Tanto a salinidade da água de irrigação quanto o tipo de cultivar influenciam significativamente na matéria seca das plantas de maxixe, com menor salinidade resultando em maiores MSPA, MSR e MST, e o cultivar Norte apresentando melhores resultados em comparação ao cultivar Liso (Figura 7).

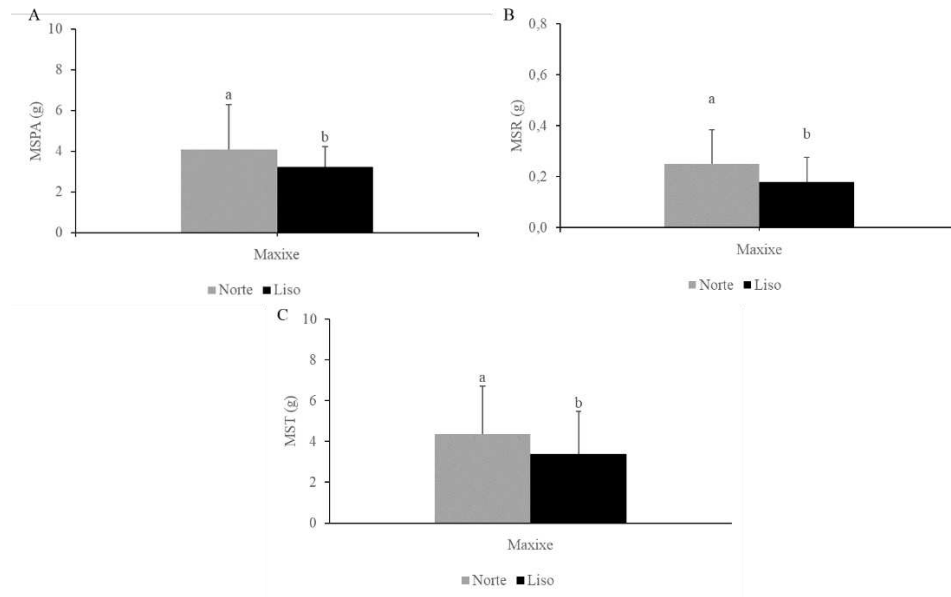


Figura 6. Massa seca da parte aérea (MSPA) (g) (A), raiz (MSR) (g) (B) e total (MST) (g) (C) de variedades de maxixe (*Cucumis anguria* L). Mossoró-RN, UFERSA, 2024.

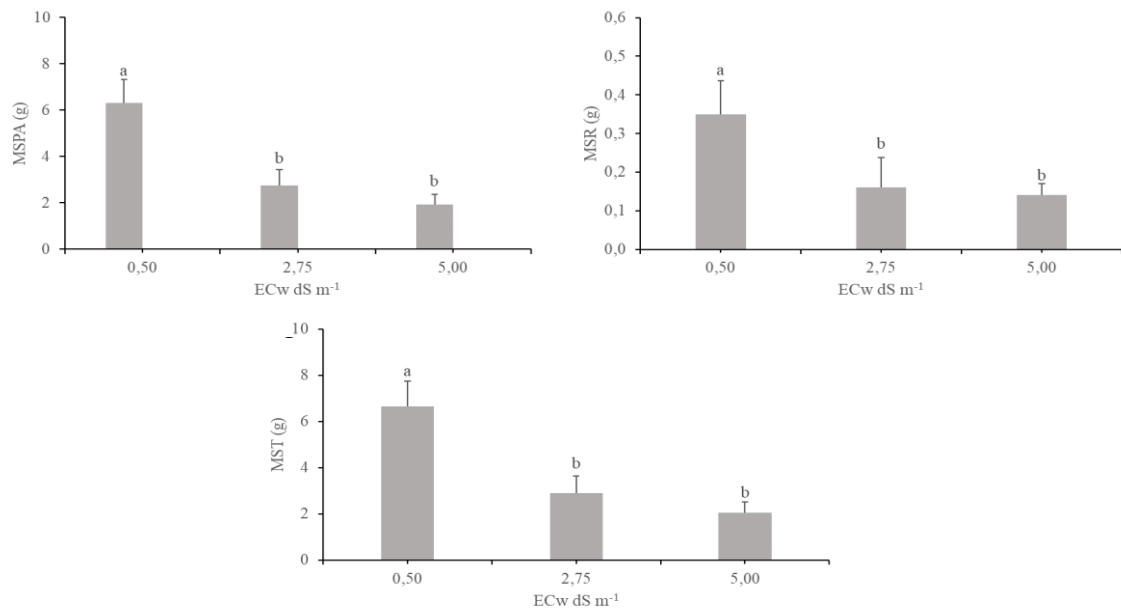


Figura 7. Massa seca da parte aérea (MSPA) (g) (A), raiz (MSR) (g) (B) e total (MST) (g) (C) de variedades de maxixe (*Cucumis anguria* L) cultivadas sob diferentes doses níveis salinos (ECw). Mossoró-RN, UFERSA, 2024.

Ocorreram diferença significativa na massa seca total (MST) nos tratamentos com níveis salinos de 0,5 e 2,75 dS m⁻¹ (Figura 7C). As plantas cultivadas com água de menor salinidade (0,5 dS m⁻¹) exibiram uma MST superior àquelas cultivadas com águas de maior salinidade (2,75 e 5,0 dS m⁻¹) (Figura 7 C). Não foram observadas diferenças significativas entre os

níveis de salinidade de 2,75 e 5,0 dS m⁻¹. Tanto a salinidade da água quanto o tipo de cultivar tiveram um impacto significativo na massa seca total das plantas de maxixe. Menores níveis de salinidade resultaram em maior massa seca total, e a cultivar Norte mostrou um melhor desempenho em comparação ao cultivar liso. Esses resultados estão de acordo com estudos como os de Chauhan *et al.* (2022), que demonstraram que a salinidade reduz a biomassa total das plantas devido ao desequilíbrio iônico, osmótico e oxidativo na planta.

Em consonância Calone *et al.* (2020), a alta salinidade do solo e da água resultou em uma redução significativa no peso seco final das plantas de sorgo, reduziu a biomassa em 87%, evidenciando o impacto negativo da salinidade no crescimento das plantas. Lovelli *et al.* (2023), destaca que o estresse nutricional, causado pela absorção desequilibrada de íons úteis devido ao antagonismo com íons em excesso, prejudica os processos metabólicos das plantas. Além disso, a salinidade pode aumentar a resistência estomática e mesofílica, limitando a atividade fotossintética e, conseqüentemente, o crescimento e a produção de biomassa.

5 CONCLUSÕES

Conclui-se que a salinidade da água de irrigação tem um impacto significativo no desempenho das plantas de maxixe, com maior salinidade resultando em menor produtividade.

A cultivar Norte apresentou um maior desempenho em relação a cultivar Liso em termos de matéria seca das plantas.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S. **Crop evapotranspiration guidelines for computing crop requirements. FAO Irrig. Drain. Report modeling and application**Article in **Journal of Hydrology**, 1998. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/290988983>>.
- ARIF, Y. et al. Salinity induced physiological and biochemical changes in plants: An omic approach towards salt stress tolerance. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 156, p. 64–77, 1 nov. 2020.
- ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, v. 166, n. 1, p. 3–16, 1 jan. 2004.
- BANDEHAGH, A.; TAYLOR, N. L. **Can Alternative Metabolic Pathways and Shunts Overcome Salinity Induced Inhibition of Central Carbon Metabolism in Crops? Frontiers in Plant Science**Frontiers Media S.A., , 4 ago. 2020.
- BEHERA, T. K. et al. **Approaches Involved in the Vegetable Crops Salt Stress Tolerance Improvement: Present Status and Way Ahead. Frontiers in Plant Science**Frontiers Media S.A., , 21 fev. 2022.
- BLUMWALD, E. . Sodium transport and salt tolerance in plants. *Current Opinion in Cell Biology*, 12(3), 399-405, 2000.
- CALONE, R. et al. Salt tolerance and na allocation in sorghum bicolor under variable soil and water salinity. **Plants**, v. 9, n. 5, 1 maio 2020.
- CHAUHAN, P. K. et al. Understanding the salinity stress on plant and developing sustainable management strategies mediated salt-tolerant plant growth-promoting rhizobacteria and CRISPR/Cas9. **Biotechnology & genetic engineering reviews**, 2022.
- COLIN, L. et al. **The cell biology of primary cell walls during salt stress. Plant Cell**American Society of Plant Biologists, , 1 jan. 2023.
- CORWIN, D. L.; LESCH, S. M. Characterizing soil spatial variability with apparent soil electrical conductivity: I. Survey protocols. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 46, n. 1- 3 SPEC. ISS., p. 103–133, 2005.
- COSTAN, A. et al. Interactive effects of salinity and silicon application on *Solanum lycopersicum* growth, physiology and shelf-life of fruit produced hydroponically. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 100, n. 2, p. 732–743, 30 jan. 2020.
- SILVA, T. I. et al. Phytohormones mitigate salt stress damage in radish. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 28, n. 7, 2024.
- OLIVEIRA, A. et al. **Tolerância do maxixeiro, cultivado em vasos, à salinidade da água de irrigação**br (Pesquisador CNPq). jan/fev, 2014.
- OLIVEIRA, F. D. A. et al. Produção de mudas de cultivares de maxixeiro em fibra de coco fertirrigadas com diferentes concentrações de nutrientes. **Revista Ceres**, v. 63, n. 5, p. 698–705, 2016.

OLIVEIRA, F. N. et al. Comportamento de três cultivares de maxixe sob condições salinas. **Semina: Ciencias Agrarias**, v. 34, n. 6, p. 2753–2762, nov. 2013.

VELOSO, L. L. S. A. et al. Physiological changes and growth of soursop plants under irrigation with saline water and H₂O₂ in post-grafting phase. **Semina: Ciencias Agrarias**, v. 41, n. 6, p. 3023–3038, 2020.

NETA, M. L. S. et al. Cultivo de maxixeiro em meio salino a partir de sementes tratadas com bioestimulante. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 40, n. 1, 2018.

DHUMAL, S. S.; NAIK, B. V.; NIMBALKAR, M. S. Advances in Tissue Culture of Cucurbits: A Review. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 9, n. 8, p. 2887–2910, 20 ago. 2020.

FANG, S.; HOU, X.; LIANG, X. **Response Mechanisms of Plants Under Saline-Alkali Stress**. **Frontiers in Plant Science**Frontiers Media S.A., 4 jun. 2021.

GANESH S., S.; SHIVAM J., S.; JAGDISH B., S. **The Disastrous Effects of Soil Salinity and pH on Environmental Systems**. **Disaster Advances**World Research Association, 1 jun. 2023.

GUIMARÃES, I. P., et al.,. Germinação e vigor de sementes de maxixe irrigado com água salina. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*,3 (2) 50-55, 2008.

GIRARDI, L. B. et al. Evapotranspiração e coeficiente de cultura da alstroemeria (*Alstroemeria x hybrida*) cultivada em estufa. **Irriga**, v. 21, n. 4, p. 817-829, 2016.

HAMEED, A. et al. Effects of salinity stress on chloroplast structure and function. **Cells**, v. 10, n. 8, 1 ago. 2021.

HARTER, L. S. H., HARTER, F. S., DEUNER, C., MENEGHELLO, G. E., & VILLELA, F. A. Salinidade e desempenho fisiológico de sementes e plântulas de mogango. *Horticultura Brasileira*, 32(1), 80-85, (2014).

LOVELLI, S. et al. Absciscic acid and biomass partitioning in tomato under salinity. Em: **Eco-physiology and Responses of Plants under Salt Stress**. [s.l.] Springer New York, 2013.

LUO, X. et al. The ABI4-RbohD/VTC2 regulatory module promotes reactive oxygen species (ROS) accumulation to decrease seed germination under salinity stress. **New Phytologist**, v. 229, n. 2, p. 950–962, 1 jan. 2021.

LV, X.; CHEN, S.; WANG, Y. **Advances in Understanding the Physiological and Molecular Responses of Sugar Beet to Salt Stress**. **Frontiers in Plant Science**Frontiers Media S.A., 6 nov. 2019.

MA, Y.; DIAS, M. C.; FREITAS, H. **Drought and Salinity Stress Responses and Microbe-Induced Tolerance in Plants**. **Frontiers in Plant Science**Frontiers Media S.A., , 13 nov. 2020.

MACHADO, R. M. A.; SERRALHEIRO, R. P. **Soil salinity: Effect on vegetable crop growth. Management practices to prevent and mitigate soil salinization. Horticulturae**MDPI Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 1 jun. 2017.

MITTLER, R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. **Trends in Plant Science**, v. 7, n. 9, p. 405–410, 1 set. 2002.

MUNNS, R.; TESTER, M. **Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology**, 2008.

NAEEM, M. et al. Effect of Salicylic Acid and Salinity Stress on the Performance of Tomato Plants. **Gesunde Pflanzen**, v. 72, n. 4, p. 393–402, 1 dez. 2020.

NEGRÃO, S.; SCHMÖCKEL, S. M.; TESTER, M. Evaluating physiological responses of plants to salinity stress. **Annals of Botany**, v. 119, n. 1, p. 1–11, 1 jan. 2017.

OLIVEIRA, G. B. S. et al. Potassium nutrition as a strategy to mitigate salt stress in melon grown under protected cultivation. **Semina:Ciencias Agrarias**, v. 42, n. 6, p. 3219–3234, 2021.

PULIDO-BOSCH, A et al. Impacts of agricultural irrigation on groundwater salinity. *Environmental Earth Sciences*, 77, 1-14, 2018.

RAZA, A. et al. **Smart reprograming of plants against salinity stress using modern biotechnological tools. Critical Reviews in Biotechnology**Taylor and Francis Ltd., , 2023.

R CORE TEAM. R: Uma linguagem e ambiente para computação estatística. Viena: Áustria, 2023Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: jul. 2024.

RENGASAMY, P. **World salinization with emphasis on Australia.** Journal of Experimental Botany. **Anais...**mar. 2006.

RHOADES, J. D.; CORWIN, D. L.; LESCH, S. M. Geospatial measurements of soil electrical conductivity to assess soil salinity and diffuse salt loading from irrigation. Em: **Geophysical Monograph Series**. [s.l.] Blackwell Publishing Ltd, 1998. v. 108p. 197–215.

RIBEIRO, J. E. DA S. et al. Melatonin mitigates salt stress effects on the growth and production aspects of radish. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 28, n. 4, 2024.

RISEH, R. S. et al. **Salinity stress: Toward sustainable plant strategies and using plant growth-promoting rhizobacteria encapsulation for reducing it. Sustainability (Switzerland)**MDPI, 1 nov. 2021.

SANTOS, G. B. **Produção e qualidade de frutos e sementes de maxixe em diferentes densidades de plantio**, 2018.

SANTOS, L. J. S. et al. **EFEITO DA SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DO MAXIXE.** INOVAGRI, 29 set. 2017.

SHARMA, A.; DEVI, Y. B.; MEETEL, T. T. A review on impact of salt stress in soil health and its suitable control measure. **Environment Conservation Journal**, v. 23, n. 3, p. 412–424, 21 dez. 2022.

SHINDE, Ganesh S.; SAPKALE, Shivam J.; SAPKALE, Jagdish B. The disastrous effects of soil salinity and pH on environmental systems. *Disaster Advances*, v. 16, n. 6, p. 5306245, jun. 2023.

SHRIVASTAVA, P.; KUMAR, R. **Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation**. **Saudi Journal of Biological Sciences** Elsevier B.V., 1 mar. 2015.

SILVA, D. K. DA et al. Análise do desenvolvimento e produtividade do maxixe em função de diferentes tipos de adubos orgânicos. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 7, p. e17611729724, 20 maio 2022.

Soil Science Society of America Journal: List of Issues - Wiley Online Library. Disponível em: <<https://access.onlinelibrary.wiley.com/loi/14350661/year/1996>>. Acesso em: 25 jul. 2024.

SOUZA, F. M. DE et al. DESENVOLVIMENTO INICIAL E TOLERÂNCIA DE CULTIVARES DE MAXIXE IRRIGADO COM ÁGUA SALINA. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 1, p. 2385–2394, 28 fev. 2018.

TAIZ, L., & ZEIGER, E. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. 6ª edição. Artmed, 2017.

TOMAZ, A. et al. Risk assessment of irrigation-related soil salinization and sodification in mediterranean areas. **Water (Switzerland)**, v. 12, n. 12, 1 dez. 2020.

WAKEEL, A. Potassium-sodium interactions in soil and plant under saline-sodic conditions. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 176, n. 3, p. 344–354, jun. 2013.

YANG, Y.; GUO, Y. **Elucidating the molecular mechanisms mediating plant salt-stress responses**. **New Phytologist** Blackwell Publishing Ltd, , 1 jan. 2018.

ZHAO, S. et al. **Regulation of plant responses to salt stress**. **International Journal of Molecular Sciences** MDPI AG, 1 maio 2021.

ZHU, J. K. Regulation of ion homeostasis under salt stress. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 6, n. 5, p. 441–445, 2003.