

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

JULIA ANAYRANE FERREIRA REIS

APLICAÇÃO FOLIAR DE 24-EPIBRASSINOLÍDEO NA MITIGAÇÃO DO
ESTRESSE SALINO EM TOMATE CEREJA (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*)

Rio Largo-AL

2025

JULIA ANAYRANE FERREIRA REIS

APLICAÇÃO FOLIAR DE 24-EPIBRASSINOLÍDEO NA MITIGAÇÃO DO
ESTRESSE SALINO EM TOMATE CEREJA (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*)

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Agronomia do
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da
Universidade Federal de Alagoas, como
requisito parcial à obtenção do título de
Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Vilma Marques Ferreira

Rio Largo-AL

2025

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

R375a Reis, Julia Anayrane Ferreira.

Aplicação foliar de 24-epibrassinolídeo na mitigação do estresse salino em tomate cereja (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme). / Julia Anayrane Ferreira Reis. – 2025.

37 f.: il.

Orientador(a): Vilma Marques Ferreira.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Graduação em Agronomia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2025.

Inclui bibliografia

1. Estresse salino. 2. 24-epibrassinolídeo. 3. Tomate cereja. 4. Mitigação de estresse. 5. Hormônios vegetais.


CDU: 635.64

Folha de Aprovação

JULIA ANAYRANE FERREIRA REIS


APLICAÇÃO FOLIAR DE 24-EPIBRASSINOLÍDEO NA MITIGAÇÃO DO ESTRESSE SALINO EM TOMATE CEREJA (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*)

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à banca examinadora do curso de Agronomia do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas e aprovada em 06 de maio de 2025.


Documento assinado digitalmente
 VILMA MARQUES FERREIRA
Data: 06/06/2025 21:17:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(Orientadora – Dra. Vilma Marques Ferreira, Universidade Federal de Alagoas)

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 EMANOEL DOS SANTOS VASCONCELOS
Data: 07/06/2025 14:14:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(Examinador Externo – MSc Emanuel dos Santos Vasconcelos)

Documento assinado digitalmente
 JOAO CORREIA DE ARAUJO NETO
Data: 06/06/2025 21:20:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(Examinador Interno – Dr. João Correia de Araujo Neto, Universidade Federal de Alagoas)

"Por trás de cada linha escrita aqui, há noites em claro,
dúvidas vencidas e sonhos mantidos de pé."

– Autor desconhecido

AGRADECIMENTOS

A Deus, minha eterna gratidão. Por ter me concedido saúde, sabedoria e serenidade para seguir em frente, mesmo diante das dificuldades. Por ter iluminado meus passos e me sustentado em todos os momentos — sem Ele, nada disso seria possível.

Aos meus pais, Raimundo Reis e Lúcia Reis, meu alicerce e maior exemplo de força e amor. Obrigado pelo apoio incondicional, pelos ensinamentos diários e por acreditarem em mim, mesmo quando eu duvidava. Cada conquista minha carrega a marca do esforço e dedicação de vocês.

Ao meu irmão Álvaro Reis, minha profunda gratidão. Obrigado por estar presente nos momentos mais difíceis, seu incentivo e apoio incondicional foram fundamentais para que eu pudesse chegar até aqui.

À minha orientadora, professora Dr^a Vilma Marques Ferreira, agradeço imensamente pela orientação paciente e generosa ao longo deste trabalho. Sua confiança e disponibilidade foram fundamentais para que eu me sentisse segura a cada etapa.

Ao professor Dr. João Correia de Araujo Neto, muito obrigado por todo o apoio, acolhimento e pelas contribuições que enriqueceram minha formação acadêmica.

À professora Dr^a Lígia Sampaio Reis, sou especialmente grata pelo incentivo constante, pelas palavras de encorajamento, pelo carinho demonstrado e pela inspiração que tanto me impulsionou ao longo da jornada.

Aos colegas do Laboratório de Propagação de Plantas, meu sincero agradecimento pela parceria, troca de saberes e amizade construída nesse percurso. Em especial, à Wanda Martins, Cinthia Dantas e Me. Emanuel Vasconcelos — obrigada por estarem ao meu lado durante a condução do experimento, por cada gesto de apoio e por tornarem essa etapa mais leve e possível.

A todos que, direta ou indiretamente, torceram e vibraram pela finalização deste ciclo deixo meu mais profundo agradecimento.

RESUMO

O estresse salino é um fator limitante para o crescimento das plantas, afetando a produtividade agrícola. Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação foliar de 24-epibrassinolídeo na mitigação do estresse salino em plantas de tomate cereja (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme). O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, sendo os tratamentos organizados em esquema fatorial 2×5 , correspondendo a dois níveis de aplicação de hormônio (com e sem) e cinco níveis de salinidade (0,5; 1,5; 3,0; 4,5 e 6 dS/m), totalizando 40 unidades experimentais. Foram analisados parâmetros biométricos, massa fresca e seca, e o teor de clorofila sob condições de salinidade. Embora os resultados mostrem que a salinidade prejudicou o desenvolvimento fisiológico das plantas, não foi possível observar efeitos significativos da aplicação do 24-epibrassinolídeo devido a fatores bióticos e ambientais. Conclui-se que mais estudos sob condições controladas são necessários para avaliar com precisão os efeitos do hormônio.

Palavras-chave: estresse salino; 24-epibrassinolídeo; tomate cereja; mitigação de estresse; hormônios vegetais.

ABSTRACT

Salt stress is a limiting factor for plant growth, affecting agricultural productivity. This study aimed to evaluate the effect of foliar application of 24-epibrassinolide in mitigating salt stress in cherry tomato plants (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*). The experiment was conducted in a randomized block design (RBD), with four replications, and the treatments were organized in a 2×5 factorial scheme, corresponding to two levels of hormone application (with and without) and four salinity levels (0.5; 1.5; 3.0; 4.5 and 6 dS/m), totaling 40 experimental units. Biometric parameters, fresh and dry mass, and chlorophyll content under salinity conditions were analyzed. Although the results show that salinity impaired the physiological development of plants, it was not possible to observe significant effects of the application of 24-epibrassinolide due to biotic and environmental factors. It is concluded that further studies under controlled conditions are needed to accurately evaluate the effects of the hormone.

Keywords: salinity stress; 24-epibrassinolide; cherry tomato; stress mitigation; plant hormones.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do local de execução do experimento.	21
Figura 2 - Aplicação via foliar do hormônio.	22
Figura 3 - Análise biométrica da altura das plantas	24
Figura 4 - Processo de separação das partes das plantas (A), pesagem (B) e secagem (C).....	25
Figura 5 - Massa Seca da raiz (MSR) em função da interação entre os fatores hormônio x níveis salinos. Para a interação (Hormônio x Níveis Salinos) os símbolos indicam o comportamento do hormônio dentro dos níveis salinos.....	27

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Resumo mensal de variáveis meteorológicas (Temperatura máxima(T.Max) e mínima (T.Mín), umidade relativa do ar (UR Máx) e mínima (UR Mín), Estação Agrometeorológica, CECA/UFAL durante ... a execução do experimento.....21
- Tabela 2** - Resumo da análise de variância referente aos parâmetros de altura da planta aos 15,30,45 e 60 dias após semeadura (AP15), (AP30), (AP45), (AP60) de tomate cereja (*solanum lycopersicum* var. cerasiforme) em função da aplicação de 24-EPBL (concentração de 10^{-8} mol/L) e salinidade da água de irrigação (CEes $S_0=0,5dSm^{-1}$; $S_1=1,5dSm^{-1}$; $S_2=3,0 dSm^{-1}$; $S_3=4,5 dSm^{-1}$ e $S_4=6,0 dSm^{-1}$)...... 25
- Tabela 2** - Resumo da análise de variância referente aos parâmetros de número de folhas aos 15,30,45 e 60 dias após semeadura (NF15), (NF30), (NF45), (NF60) de plantas de tomate cereja (*solanum lycopersicum* var. cerasiforme) em função da aplicação de 24-EPBL (concentração de 10^{-8} mol/L) e salinidade da água de irrigação (CEes $S_0=0,5dSm^{-1}$; $S_1=1,5dSm^{-1}$; $S_2=3,0 dSm^{-1}$; $S_3=4,5 dSm^{-1}$ e $S_4=6,0 dSm^{-1}$)...... 26
- Tabela 3** - Resumo da análise de variância referente aos parâmetros de Massa Fresca da Raiz (MFR), Massa Seca da Raiz (MSR), Massa Fresca do Caule (MFC), Massa Seca do Caule (MSC), Massa Fresca das Folhas (MFF) e Massa Seca das Folhas (MSF) de plantas de tomate cereja (*solanum lycopersicum* var. cerasiforme) em função da aplicação de 24-EPBL (concentração de 10^{-8} mol/L) e salinidade da água de irrigação (CEes $S_0=0,5dSm^{-1}$; $S_1=1,5dSm^{-1}$; $S_2=3,0 dSm^{-1}$; $S_3=4,5 dSm^{-1}$ e $S_4=6,0 dSm^{-1}$).....27
- Tabela 4** - Resumo da análise de variância referente aos parâmetros de Clorofila a, Clorofila b e Clorofila total de plantas de tomate cereja (*solanum lycopersicum* var. cerasiforme) em função da aplicação de 24-EPBL (concentração de 10^{-8} mol/L) e salinidade da água de irrigação (CEes $S_0=0,5dSm^{-1}$; $S_1=1,5dSm^{-1}$; $S_2=3,0 dSm^{-1}$; $S_3=4,5 dSm^{-1}$ e $S_4=6,0 dSm^{-1}$).....29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

24-EpiBL	24-Epibrassinolídeo
AP	Altura da Planta
BRs	Brassinosteróides
DAS	Dias Após Semeadura
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MFC	Massa Fresca do Caule
MFF	Massa Fresca das Folhas
MFR	Massa Fresca da Raiz
MSC	Massa Seca do Caule
MSF	Massa Seca da Raiz
MSF	Massa Seca das Folhas
NF	Número de Folhas
T. MÁX	Temperatura Máxima
T. MÍN	Temperatura Mínima
UR	Umidade Relativa
VAR	Variedade

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO TOMATE.....	14
2.2 ESTRESSE NAS PLANTAS: BIÓTICO E ABIÓTICO	15
2.2.1 ESTRESSE BIÓTICO	15
2.2.2 ESTRESSE ABIÓTICO	16
2.3 BRASSINOSTEROIDES: PAPEL E FUNÇÃO NAS PLANTAS	17
2.4 24-EPIBRASSINOLIDEO.....	18
2.5 MITIGAÇÃO DO ESTRESSE SALINO EM PLANTAS COM USO DE BRASSINOSTERÓIDES	19
3 OBJETIVO GERAL.....	20
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	20
4 MATERIAIS E MÉTODOS	20
4.1 ÁREA EXPERIMENTAL	20
4.2 CULTIVAR E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	21
4.3 SISTEMA DE CULTIVO	21
4.4 PREPARO E APLICAÇÃO DO 24- EPIBL	21
4.5 PREPARO E APLICAÇÃO DAS SOLUÇÕES SALINAS.....	22
4.6 DETERMINAÇÃO DE PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS	23
4.7 MEDIÇÃO DE PARÂMETROS MORFOLÓGICOS	23
4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	24
5.1 PARÂMETROS MORFOLÓGICOS.....	24
5.2 PRODUÇÃO DE BIOMASSA.....	26
5.3 PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS (CLOROFILA A, CLOROFILA B E CLOROFILA TOTAL)	28
6 CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

O tomateiro cereja (*Solanum lycopersicum* L. var. cerasiforme) configura-se como uma cultivar de expressiva relevância econômica, destacando-se tanto pelo elevado valor agregado de seus frutos quanto por sua ampla aplicação na indústria alimentícia. Esta variedade, comumente destinada ao consumo in natura, caracteriza-se pela produção de frutos de reduzido porte, dispostos em inflorescências que podem conter de 12 a 18 unidades. Os frutos apresentam coloração variando entre o vermelho e o amarelo, formato periforme, elevados teores de sólidos solúveis e destacada atividade antioxidante, superior à observada em outras cultivares do gênero, atributos que reforçam sua importância agrônômica e nutricional (Embrapa,2018; Silva et al., 2019)

A produção em escala comercial e o consumo de tomate cereja vêm crescendo em diversos países, inclusive no Brasil (Peixoto, *et al.*, 2017). De acordo com o IBGE (2023), a produção de tomate, incluindo o tipo cereja, tem registrado aumento considerável, com uma expansão das áreas dedicadas ao cultivo, impulsionada pela crescente demanda e valorização dessa variedade no mercado. Contudo, trata-se de uma cultura sensível à salinidade, o principal efeito é a redução da produtividade biológica ou econômica, e é geralmente atribuída a vários processos fisiológicos e bioquímicos na célula (MUNNS, R.; TESTER, M., 2008).

De acordo com Silva *et al.* (2022), as condições edafoclimáticas do Nordeste brasileiro podem limitar significativamente a produção agrícola, sobretudo devido à escassez hídrica característica da região. Essa limitação obriga o uso de água com elevados teores de sais para a irrigação, o que compromete o desenvolvimento das culturas, afetando negativamente o crescimento, a fisiologia e, conseqüentemente, a produtividade das plantas.

A salinidade do solo representa um dos principais obstáculos ao desenvolvimento da agricultura, especialmente em regiões semiáridas e áreas irrigadas, onde a escassez de água potável leva ao uso de fontes hídricas com elevada concentração de sais. Esse acúmulo de sais no solo compromete a absorção de água pelas plantas e interfere em processos metabólicos essenciais, resultando em redução do crescimento, alterações fisiológicas e queda na produtividade (Dias, 2016; Freitas, 2019). Nesse cenário, torna-se necessário buscar soluções eficientes para minimizar os impactos do estresse salino.

O uso de substâncias bioativas como os brassinosteroides tem se mostrado promissor na mitigação dos efeitos do estresse salino em plantas. Entre esses compostos, o 24-epibrassinolídeo (24-EpiBL) se destaca por favorecer diversos processos fisiológicos, como a regulação do crescimento, o equilíbrio osmótico e o aumento da atividade de enzimas antioxidantes, contribuindo para a tolerância ao estresse (Tanver,2019). Pesquisas recentes apontam que a aplicação foliar de 24-EpiBL em hortaliças sob estresse salino pode melhorar significativamente o acúmulo de biomassa, a eficiência fotossintética e o estado hídrico das plantas (SILVA,2021).

Dessa forma, o presente trabalho propõe-se a investigar os efeitos da aplicação foliar de 24-EpiBL na atenuação dos impactos do estresse salino em plantas de tomate cereja, buscando oferecer alternativas sustentáveis para o manejo da cultura em condições ambientais adversas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO TOMATE

A espécie *Solanum lycopersicum*, popularmente conhecida como tomate, faz parte da família Solanaceae, que também inclui outras espécies de importância agrícola, como a batata (*Solanum tuberosum*), o pimentão (*Capsicum spp.*) e a berinjela (*Solanum melongena*). A família Solanaceae é amplamente distribuída em diversas regiões do mundo, com várias de suas espécies cultivadas no Brasil. Sua relevância econômica é significativa, especialmente devido ao cultivo de hortaliças que têm grande demanda tanto no mercado interno quanto externo (EMBRAPA, 2024).

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) é uma planta herbácea que, em climas tropicais, pode ser cultivada como perene, embora, em sistemas agrícolas comerciais, geralmente seja tratada como uma planta anual. Suas folhas são compostas, com disposição alternada e margens serrilhadas. As flores são hermafroditas, de coloração amarela, organizadas em inflorescências do tipo cacho. Os frutos são bagas, cuja coloração pode variar de acordo com a cultivar, apresentando-se nas tonalidades vermelha, amarela ou roxa (Silva, 2023).

O ciclo de vida do tomateiro (*Solanum lycopersicum*) é composto por quatro fases principais: germinação, crescimento vegetativo, floração e frutificação. Para o cultivo adequado da planta, é necessário que as condições climáticas sejam favoráveis. De acordo com a Embrapa (2024), "temperaturas diurnas entre 20°C e 25°C e temperaturas noturnas variando de 11°C a 18°C são ideais, além de pelo menos 6 horas

diárias de luz solar direta para o crescimento saudável da planta". Adicionalmente, a planta exige boa luminosidade para o seu desenvolvimento.

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é uma das hortaliças mais cultivadas mundialmente, sendo amplamente consumido tanto na forma in natura quanto processada. No Brasil ocupa papel relevante na horticultura, não apenas pelo volume de produção, mas também pela geração de empregos e pela importância socioeconômica que representa em diversos estados. (MAPA, 2024). Em 2024, a produção nacional de tomate no Brasil alcançou aproximadamente 4,2 milhões de toneladas, consolidando o país como um dos maiores produtores globais da hortaliça (GOIÁS, 2024).

2.2 ESTRESSE NAS PLANTAS: BIÓTICO E ABIÓTICO

2.2.1 ESTRESSE BIÓTICO

De acordo com Gravina (2010), entre as hortaliças de importância econômica, o tomateiro é uma das que apresenta o maior número de insetos – praga, os quais na maioria das áreas produtoras desta cultura constituem um dos fatores responsáveis pela redução da produção. Dentre as pragas-chave associadas a cultura do tomate, destacam-se a tripses (*Frankliniella schultzei*, *Thrips palmi* e *Thrips tabaci*); pulgões (*Myzus persicae* e *Macrosiphum euphorbiae*); moscas-brancas (*Bemisia tabaci* biótipo B ou *Bemisia argentifolli*); traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*) e broca-pequena (*Neoleucinodes elegantalis*) (Fernandes, 2001; Gallo, 2002).

A sucção contínua de seiva em tecidos tenros da planta, bem como a injeção de toxinas, tanto por adultos como por ninfas, provocam definhamento de mudas e plantas jovens e encarquilhamento das folhas, brotos e ramos (Colariccio, 2017). Além disso segundo Machado (2024), o inseto injeta toxinas nos frutos, causando problemas como amadurecimento irregular e alterações na textura, sabor e a excreção de substâncias açucaradas, que promovem o crescimento de fungos, que influenciam tanto na fotossíntese quanto na saúde geral da planta.

O tomateiro é também uma planta extremamente vulnerável ao ataque de doenças, que pode ser de origem biótica (provocadas por organismos vivos) ou abiótica (resultantes de fatores ambientais), como descrito por Lopes (2021). Diversas doenças, já registradas em várias partes do mundo, têm o potencial de impactar negativamente a produtividade e a qualidade dos frutos, limitando a produção em determinadas épocas e regiões do Brasil.

As principais doenças que afetam a cultura do tomateiro no Brasil incluem a murcha de Fusarium (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*), a septoriose (*Septoria*

lycopersici), a mancha-bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*) e a murcha-bacteriana (*Ralstonia solanacearum*). Essas doenças comprometem o metabolismo da planta, resultando em redução da produtividade e da qualidade dos frutos, com sintomas frequentemente se manifestando apenas após a colheita (Lopes, 2021).

2.2.2 ESTRESSE ABIÓTICO

Estresse abiótico é denominado como a interferência negativa de elementos não vivos sobre seres vivos em determinado ambiente, que podem variar de acordo com o tempo e a localização geográfica (Taiz, 2013). O estresse salino por sua vez, ocasiona danos que tendem a reduzir significativamente os rendimentos das culturas, uma vez que comprometem o crescimento e processos vitais como a fotossíntese, e sua magnitude pode variar dependendo das condições climáticas, intensidade da luz, métodos de irrigação, espécies de plantas, estádios fenológicos condições do solo (Tang *et al.*, 2015; Wang, H. *et al.*, 2023).

O efeito da salinidade sobre as plantas pode ser observado de duas formas, primeiro o estresse osmótico, no qual, é devido à redução do potencial osmótico em função do excesso de sais, provocando um déficit hídrico. E o segundo é o estresse iônico, que ocorre em função dos elevados teores de sódio nos tecidos, proporcionando uma alteração da relação potássio/sódio, tendo como consequência um desbalanço nutricional (Munns & Tester, 2008).

Segundo Williams (1987), a salinidade pode ser classificada em dois tipos: primária, que ocorre naturalmente em regiões áridas com baixa precipitação e alta evaporação, onde há acúmulo gradual de íons; e secundária, resultante de ações humanas, como a irrigação com água salobra. No caso do tomate cereja, a salinidade é um dos principais desafios, especialmente em regiões onde a irrigação é feita com água de qualidade inferior ou onde os solos possuem alta concentração de sais.

A presença excessiva de sais no solo interfere na absorção de água e nutrientes pelas raízes, resultando em desidratação, clorose, necrose foliar, queda na qualidade dos frutos, atrofiamento e crescimento retardado das plantas (Munns & Tester, 2008; Ghoulam e Fares, 2019; Acosta-Motos, 2020). De acordo com Maia Júnior (2022), a salinidade afeta negativamente parâmetros fisiológicos em plantas de tomate cereja, como a eficiência fotoquímica, o índice SPAD, a suculência foliar e a produção de matéria seca total, indicando que o estresse salino compromete o desempenho

fotossintético e o acúmulo de biomassa nas plantas o que, por sua vez, afeta a produtividade das culturas agrícolas.

Além disso, pode prejudicar a produção de flores e sementes, comprometendo a capacidade reprodutiva. O tomateiro possui uma sensibilidade moderada à salinidade, tolerando até 2,5 dS m⁻¹. Dessa forma, a água utilizada para irrigação influencia diretamente o desenvolvimento e a produtividade da cultura (AYERS & WESTCOT, 1994).

2.3 BRASSINOSTEROIDES: PAPEL E FUNÇÃO NAS PLANTAS

Como sugestão de seu nome, os brassinosteróides são substâncias esteroides, observadas primeiramente em plantas da família botânica Brassicaceae, especificamente em extrato de mostarda (*Brassica napus*) na década de 1960 (COLL, 2006). De acordo com revisão publicada na revista International Journal of Molecular Sciences, os brassinosteróides estão amplamente distribuídos em diversas partes das plantas, como folhas, caules, raízes, flores, pólen, anteras e sementes (ZHANG, 2022).

Os brassinosteroides (BRs), reconhecidos como o sexto grupo de hormônios vegetais, são compostos esteroidais que desempenham múltiplas funções no crescimento e desenvolvimento das plantas (Manghwar, 2022). Estudos demonstram que os BRs promovem a divisão e alongação celular, especialmente em tecidos meristemáticos e brotos, o que resulta em um maior crescimento da planta. Além disso, regulam o crescimento das raízes, permitindo uma exploração mais eficiente do solo em busca de nutrientes e água (Nolan, 2023).

Os BR's também são estudados na promoção e biossíntese de etileno, crescimento e desenvolvimento de raízes, controle de insetos, síntese de ácidos nucléicos e proteínas, regulação na germinação, indução de resistência a fatores bióticos e abióticos, ativação de bombas de prótons, dentre outros efeitos (Silva *et al.*, 2021). Esses hormônios também têm um papel importante na fotomorfogênese, influenciando o desenvolvimento das plantas em resposta à luz (Nolan *et al.*, 2023). Os BRs modulam a expressão de genes relacionados à fotossíntese, otimizando o aparato fotossintético e favorecendo o acúmulo de biomassa (Wei & Li, 2020). Os resultados de Kaya *et al.*, (2019) sugerem que os BRs, particularmente o epi-brassinolídeo (EpiBL), desempenham um papel crucial na melhoria da tolerância das plantas ao estresse salino, regulando as respostas antioxidantes e aumentando a síntese de substâncias protetoras contra os danos causados pelas condições adversas.

Além do papel em mitigar o estresse abiótico, os BRs contribuem significativamente para a defesa contra patógenos. Eles atuam em múltiplos níveis no sistema imunológico das plantas, ativando vias de sinalização que induzem a produção de compostos de defesa, como fitoalexinas e proteínas relacionadas à patogênese melhorando a resistência das plantas a infecções (Belkhadir *et al.*, 2012). Nos últimos anos, a aplicação exógena de brassinosteroides, como o 24-EpiBL, tem sido amplamente utilizada em culturas agrícolas, como arroz e sorgo, demonstrando eficácia na mitigação dos efeitos negativos de estresses como salinidade, seca e temperaturas extremas (LARRÉ *et al.*, 2014; NETO *et al.*, 2022).

2.4 24-EPIBRASSINOLIDEO

Com sua estrutura baseada em um esqueleto de ciclopentanoperidrofenantreno, semelhante aos esteroides animais, os BRs possuem grupos hidroxila e cetona específicos que conferem funções biológicas únicas, essenciais para o desenvolvimento e a defesa das plantas em condições adversas (Bajguz e Tretyn, 2003). Trata-se de um BR's cujos efeitos apresentam maiores resultados positivos tanto sobre a germinação, o desenvolvimento das plântulas, bem como na amenização dos estresses bióticos e abióticos (SAINI *et al.*, 2015).

Os efeitos benéficos do 24-EpiBL têm conferido às plantas tolerância a diversos tipos de estresse, dentre eles a deficiência hídrica (Silva *et al.*, 2021), metais pesados (Maia, 2022), salinidade (Longatti, 2012) entre outros. Sob as condições supracitadas, os brassinosteróides estimulam a atividade das enzimas antioxidantes e, conseqüentemente, promovem a manutenção da taxa fotossintética (Bajguz e Hayatae, 2009), aumentando a produção de enzimas como superóxido dismutase (SOD) e catalase (CAT), que ajudam a reduzir o acúmulo de espécies reativas de oxigênio (ROS) e a prevenir danos celulares em condições adversas (MAIA *et al.*, 2023).

Ele estimula o crescimento das plantas promovendo a divisão e alongamento celular, especialmente em áreas meristemáticas e tecidos em desenvolvimento. Essa ação é vital para a alongação dos brotos e o desenvolvimento das raízes, aumentando a capacidade das plantas de explorar o solo para a absorção de nutrientes e água (NOLAN *et al.*, 2023).

Adicionalmente, o 24-EpiBL promove o ajuste osmótico por meio da síntese de compostos osmoprotetores, como prolina e açúcares solúveis, contribuindo para a manutenção do equilíbrio hídrico da planta (Anwar *et al.*, 2023). O 24-EpiBL também é conhecido por melhorar a eficiência fotossintética das plantas, Ele regula a expressão de

genes que codificam proteínas associadas aos cloroplastos e ao aparelho fotossintético, otimizando a captura de luz e a fixação de carbono (Siddiqui e Ahmed, 2018).

Como resultado, ocorre um aumento na produção de carboidratos e no acúmulo de biomassa, especialmente em condições de estresse (Lobato *et al.*, 2021). Além disso, o 24-EpiBL pode aumentar a resistência das plantas a patógenos, ativando a expressão de genes de defesa e induzindo a produção de compostos antimicrobianos. Ele ativa vias de sinalização do ácido salicílico (SA), que desempenha um papel crucial na resposta imune da planta (KOHLI *et al.*, 2018).

Estudos demonstram que a aplicação exógena de 24-EpiBL pode melhorar significativamente a resposta de plantas ao estresse ambiental. Em feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), por exemplo, a substância regulou positivamente os índices de fluorescência da clorofila em condições de estresse hídrico, o que indica maior eficiência fotossintética, e também promoveu maior crescimento e acúmulo de biomassa (Silva *et al.*, 2021; Oliveira, 2023). Da mesma forma, em soja (*Glycine max*), o uso de 24-EpiBL nas fases reprodutivas atenuou os efeitos do estresse hídrico, melhorando as trocas gasosas e a eficiência do fotossistema II (SANTOS, 2022).

2.5 MITIGAÇÃO DO ESTRESSE SALINO EM PLANTAS COM USO DE BRASSINOSTERÓIDES

Diante do estresse salino, o tomate cereja utiliza mecanismos de resposta e adaptação para mitigar os efeitos negativos da salinidade. Entre essas estratégias, destaca-se o ajuste osmótico, no qual a planta sintetiza compostos orgânicos, como prolina e açúcares solúveis, que ajudam a manter o equilíbrio hídrico interno. Além disso, a exclusão de íons tóxicos das folhas e a compartimentalização de Na^+ e Cl^- em vacúolos são fundamentais para minimizar os danos celulares (GUPTA e HUANG, 2014).

Recentemente, estudos sugerem que o uso de reguladores de crescimento vegetal pode aumentar a tolerância à salinidade em tomate cereja (Lima *et al.*, 2024). Os brassinosteroides (BR's) mais comumente usados em estudos são o brassinolídeo, o 24-epibrassinolídeo e o 28-hombrassinolídeo, pois demonstram os melhores resultados em bioensaios. Esses compostos promovem a atividade antioxidante e ajudam a estabilizar a estrutura celular, permitindo que a planta mantenha suas funções fisiológicas mesmo sob condições de alta salinidade (Maia Júnior, 2022). Assim, sua aplicação se apresenta como uma solução viável para ajudar as plantas a enfrentar os efeitos prejudiciais do estresse salino e de outros estresses abióticos.

Diversos estudos também têm demonstrado a eficácia dos brassinosteróides, como o 24-EpiBL, em plântulas de *Eucalyptus camaldulensis*, conforme diz Sasse (2003), onde foi observado que o uso do 24-EpiBL melhorou significativamente o crescimento de sob condições de salinidade, restaurando os níveis de clorofilas e aumentando a atividade da redutase do nitrato.

Da mesma forma, pesquisas em *Brassica juncea* mostraram que a pulverização de 24-EpiBL nas folhas ou sua aplicação via raízes resultaram em um aumento no crescimento das plantas (Alam *et al.*, 2020). Essas evidências reforçam o papel crucial dos brassinosteróides na mitigação dos efeitos adversos da salinidade, destacando-se como uma estratégia promissora para a melhoria do crescimento vegetal sob estresse salino.

3 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da aplicação foliar de 24-EpiBL na mitigação do estresse salino em plantas de tomate cereja (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*).

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Analisar parâmetros biométricos, de massa fresca e seca das plantas e teor de clorofila sob condições de salinidade.
- Investigar o impacto da aplicação foliar de 24-EpiBL na altura e número de folhas das plantas de tomate cereja submetidas ao estresse salino.
- Avaliar a massa fresca e seca da raiz e da parte aérea das plantas tratadas com 24-EpiBL em comparação com as plantas não tratadas, em condições de salinidade.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido de abril de 2024 a junho de 2024 em área coberta anexa ao Laboratório de Propagação de Plantas no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas, localizado em Rio Largo-AL, nas seguintes coordenadas geográficas: 9°27'56"S 35°49'36"W (Figura 1). Condições climáticas de temperatura média de 27,8 °C a 24,2°C entre os meses de abril e junho e umidade do ar entre 73,3% e 88,8% segundo dados da Estação Agrometeorológica, CECA/UFAL, 2024 (Tabela 1).

Figura 1 - Localização do local de execução do experimento.



Fonte: Google Earth (2025).

Tabela 1 - Resumo mensal de variáveis meteorológicas (Temperatura máxima (T.Max) e mínima (T.Mín), umidade relativa do ar (UR Máx) e mínima (UR Mín), Estação Agrometeorológica, CECA/UFAL durante a execução do experimento.

Variáveis		Meses		
		Abril	Maior	Junho
Temperatura do ar (°C)	Média	27,8	25,3	24,2
	Mínima	22,8	20,8	19,2
	Máxima	32,8	31,8	30,4
Umidade Relativa do Ar (%)	Média	77,3	88,0	88,8
	Mínima	54,6	46,7	48,4
	Máxima	100	100	100

Fonte: LIA – Laboratório de Irrigação e Agrometeorologia, CECA/UFAL (2024).

4.2 CULTIVAR E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

As sementes empregadas neste estudo foram do tipo Yubi, uma variedade amplamente apreciada comercialmente e, devido à sua resistência e adaptabilidade, é frequentemente utilizada em pesquisas agrícolas e práticas de cultivo, especialmente em sistemas de produção que visam maximizar a qualidade e a produtividade dos frutos.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, sendo os tratamentos organizados em esquema fatorial 2×5 , correspondendo a dois níveis de aplicação de hormônio (com e sem) e cinco níveis de salinidade (0,5; 1,5; 3,0; 4,5 e 6 dS/m), totalizando 40 unidades experimentais.

4.3 SISTEMA DE CULTIVO

As unidades experimentais constaram de vasos com volume de 5L, cheios por húmus de minhoca. O experimento teve início com a semeadura direta de 4 sementes por vaso, numa profundidade de um centímetro. Aos 22 dias após a semeadura (DAS) foi realizado o desbaste, mantendo apenas duas plantas por vaso e tutoramento.

4.4 PREPARO E APLICAÇÃO DO 24- EPIBL

Para o preparo da solução de concentração 0,01 μmol de hormônio, realizou-se o cálculo considerando o peso molecular de 480,7 g/mol e sabendo-se que 1 mL da solução de hormônio contém 0,002 mg, determinou-se a quantidade aproximada de

2,4mL de solução de hormônio que posteriormente foi diluída em água destilada a 1L. A diluição do fitohormônio foi realizada de acordo com um protocolo de cuidados, garantindo a precisão e a estabilidade da solução.

O 24-EpiBL foi aplicado diretamente nas folhas das plantas aos 30 e 45 DAS (Figura 2), com o auxílio de um borrifador manual e uma barreira de contenção de papelão afim de evitar que o hormônio fosse transportado para áreas não intencionais, afetando plantas deveriam receber tratamento. A quantidade a ser aplicada variou entre 1 a 5 mL de solução por planta, levando em consideração o tamanho da folha de cada planta.

Figura 2 - Aplicação via foliar do hormônio.



Fonte: Autora (2024).

4.5 PREPARO E APLICAÇÃO DAS SOLUÇÕES SALINAS

A salinidade das águas de irrigação foi preparada adicionando o cloreto de sódio por diluição a água ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$), procedente do Centro de Engenharias e Ciências Agrárias, no município de Rio Largo-AL, até encontrar os níveis de condutividade elétrica de cada tratamento. As diluições seguiram os procedimentos metodológicos de Freire (2015).

A umidade do solo foi elevada ao nível correspondente a capacidade de campo; para isto, foi pesado um vaso, saturado o solo com água, envolvido os com um plástico, de forma a forçar a perda de água apenas por drenagem (GERVÁSIO, E. S.; CARVALHO, J. A.; SANTANA, M. J., 2000). Cessada a drenagem (24 horas após a saturação), foi retirado o plástico e pesado em balança eletrônica, obtendo-se, a umidade correspondente ao nível próximo da capacidade de campo (peso-controle 350mL de água).

A partir do 15º DAS, foram iniciadas as irrigações com os respectivos níveis de salinidade, também no 15º DAS foi realizada a primeira medição de altura da planta e número de folhas. Para determinar o intervalo ideal de irrigação, o substrato foi previamente saturado até o ponto de drenagem, simulando a condição de capacidade de campo. A partir disso, mediu-se o tempo necessário para a infiltração total da água e a quantidade drenada, o que permitiu avaliar a taxa de infiltração e a capacidade de retenção do substrato.

Analisando a lâmina de água efetivamente retida e a evapotranspiração ocorrida nos dias seguintes, concluiu-se que o intervalo de dois dias entre irrigações é o mais adequado. Esse manejo assegura a disponibilidade hídrica para a cultura sem provocar encharcamento ou hipóxia radicular.

4.6 DETERMINAÇÃO DE PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS

Para a determinação dos pigmentos fotossintéticos em laboratório com o equipamento portátil o, retiraram-se 4 discos foliares de aproximadamente 0,4 mm, perfazendo uma amostra. Para a extração as amostras foram maceradas utilizando-se 5 mL de acetona 80% com auxílio de pistilo em cadinho de porcelana e posteriormente transferidas para tubos de ensaio, sendo os extratos submetidos à centrifugação por 3 minutos em temperatura ambiente.

Após, o sobrenadante foi separado e realizou-se a leitura das absorvâncias das amostras nos comprimentos de onda de 663 nm, 645 nm e 480 nm em espectrofotômetro mono-feixe modelo Uv-m51. A partir dessas leituras, foram calculadas as concentrações de clorofila a (Chl a), clorofila b (Chl b) e clorofila total, utilizando as fórmulas propostas por Lichtenthaler e Buschmann (2001).

4.7 MEDIÇÃO DE PARÂMETROS MORFOLÓGICOS

No 15º DAS iniciou-se as medições das alturas das plantas com melhor vigor, feitas do coleto ao ponto de inserção da folha apical, com régua graduada (Figura 3). Posteriormente, as plantas que passaram pela medição inicial foram marcadas afim de identifica-las, as biometrias posteriores foram realizadas aos 15, 30, 45 DAS bem como a contagem dos números de folhas caulinares.

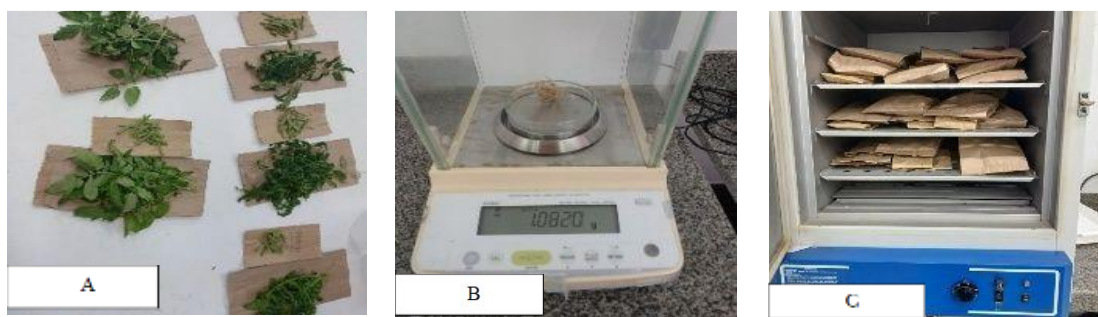
Figura 3 - Análise biométrica da altura das plantas.



Fonte: Autora (2024).

A relação entre a fitomassa da matéria seca da parte aérea (folha e caule) e a fitomassa da matéria seca da raiz foi obtida conforme procedimentos de Gomes (2003). Para a determinação das fitomassas secas, depois de separadas das plantas e lavadas com água destilada, as partes (raiz, caule e folhas) foram colocadas em estufa de circulação de ar forçado a 65 °C até atingir massa constante; em seguida o material foi retirado e pesado em balança semianalítica (Figura 4).

Figura 4 - Processo de separação das partes das plantas (A), pesagem (B) e secagem (C).



4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram tabulados no software Microsoft Excel e posteriormente analisados com o auxílio do programa estatístico Sisvar 5.6®. As análises estatísticas incluíram a análise de variância (ANOVA) e, quando esta indicou significância, as médias dos fatores qualitativos (CE) foram comparadas pelo teste de Tukey, adotando-se os níveis de significância de 1% ($p < 0,01$) e 5% ($p < 0,05$) e para fatores quantitativos foi realizada a análise de regressão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 PARÂMETROS MORFOLÓGICOS

De acordo com o resumo da análise de variância, não houve efeito significativo dos tratamentos para altura da planta (Tabela 2) e número de folhas (Tabela 3) em nenhuma das datas analisadas. Divergindo de estudos que demonstram que os BR's, como o 24-EpiBL, são eficazes na promoção do crescimento vegetal, principalmente por estimularem a divisão e o alongamento celular, além de atenuarem os efeitos do estresse salino (VARDHINI; RAO, 2003; BAJGUZ; HAYAT, 2009).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância referente aos parâmetros de altura da planta aos 15,30,45 e 60 dias após semeadura (AP15), (AP30), (AP45), (AP60) de tomate cereja (*solanum lycopersicum* var. cerasiforme) em função da aplicação de 24-EPBL (concentração de 10^{-8} mol/L) e salinidade da água de irrigação (CEes S0=0,5dSm⁻¹; S1=1,5dSm⁻¹; S2=3,0 dSm⁻¹; S3=4,5 dSm⁻¹ e S4=6,0 dSm⁻¹).

Fonte de Variação	Quadrado Médio			
	AP15	AP30	AP45	AP60
Hormônio	9.5062 ^{ns}	10.0000 ^{ns}	2.5000 ^{ns}	11.1302 ^{ns}
Sal	14.4781 ^{ns}	34.4281 ^{ns}	88.3656 ^{ns}	65.7447 ^{ns}
Reg. Linear	43.5125 ^{ns}	15.7531 ^{ns}	227.8125 ^{ns}	2.8125 ^{ns}
Reg. Quadrática	7.0000 ^{ns}	0.6450 ^{ns}	63.0000 ^{ns}	68.8289 ^{ns}
Interação (Hormônio x Sal)	49.1468 ^{ns}	155.3593 ^{ns}	170.2968 ^{ns}	324.5002 ^{ns}
Blocos	1.5729 ^{ns}	11.6916 ^{ns}	35.4166 ^{ns}	27.4975 ^{ns}
CV%	23.09	24.03	17.99	19.12

ns, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p \leq 0,01$ e significativo a $p \leq 0,05$; CV= coeficiente de variação.

No entanto, durante o período de execução do experimento as plantas analisadas sofreram o ataque de pragas e doenças que podem ter influenciado negativamente o desempenho das plantas tratadas com o hormônio. Conforme demonstram (Melo, 2022; Silva et al., 2022) em estudos utilizando plantas da variedade cereja, a ação dos estressores exigem que a planta redirecione parte significativa de sua energia para processos de defesa e regeneração dos tecidos danificados, como as folhas, comprometendo o crescimento em altura. Esse gasto energético adicional, somado ao estresse causado pela salinidade, pode ter limitado a resposta esperada 24-EpiBL.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância referente aos parâmetros de número de folhas aos 15,30,45 e 60 dias após semeadura (NF15), (NF30), (NF45), (NF60) de plantas de tomate cereja (*solanum lycopersicum* var. cerasiforme) em função da aplicação de 24-EPBL (concentração de 10^{-8} mol/L) e salinidade da água de irrigação (CEes S0=0,5dSm⁻¹; S1=1,5dSm⁻¹; S2=3,0 dSm⁻¹; S3=4,5 dSm⁻¹ e S4=6,0 dSm⁻¹).

Fonte de Variação	Quadrado Médio			
	NF15	NF30	NF45	NF60
Hormônio	13.2250 ^{ns}	57.6000 ^{ns}	81.2250 ^{ns}	108.9000 ^{ns}
Sal	7.3125 ^{ns}	23.4000 ^{ns}	29.9125 ^{ns}	192.4375 ^{ns}
Reg. Linear	2.8125 ^{ns}	1.8000 ^{ns}	39.2000 ^{ns}	304.2000 ^{ns}
Reg. Quadrática	3.9375 ^{ns}	9.1428 ^{ns}	11.5714 ^{ns}	5.1428 ^{ns}
Interação (Hormônio x Sal)	2.5375 ^{ns}	35.7250 ^{ns}	112.4125 ^{ns}	506.0875 ^{ns}
Blocos	6.7583 ^{ns}	8.0333 ^{ns}	3.8250 ^{ns}	118.1666 ^{ns}
CV%	18.86	33.26	37.05	52.47

ns, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p \leq 0,01$ e significativo a $p \leq 0,05$; CV= coeficiente de variação.

Resultados semelhantes foram relatados por Silva *et al.*, (2021) os quais também não verificaram efeitos expressivos de estresses salinos moderados ou da aplicação de reguladores de crescimento sobre o número de folhas em cultivares de tomate, especialmente em estágios iniciais do ciclo.

Tais evidências sugerem que, sob determinadas condições, essa característica morfológica pode apresentar relativa estabilidade, mesmo frente a variações ambientais ou fisiológicas, indicando possível resiliência da espécie quanto ao desenvolvimento foliar em curto prazo.

5.2 PRODUÇÃO DE BIOMASSA

De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 4), houve efeito significativo da interação entre os fatores hormônio x sal sobre a massa seca da raiz (MSR) em plantas de tomate cereja.

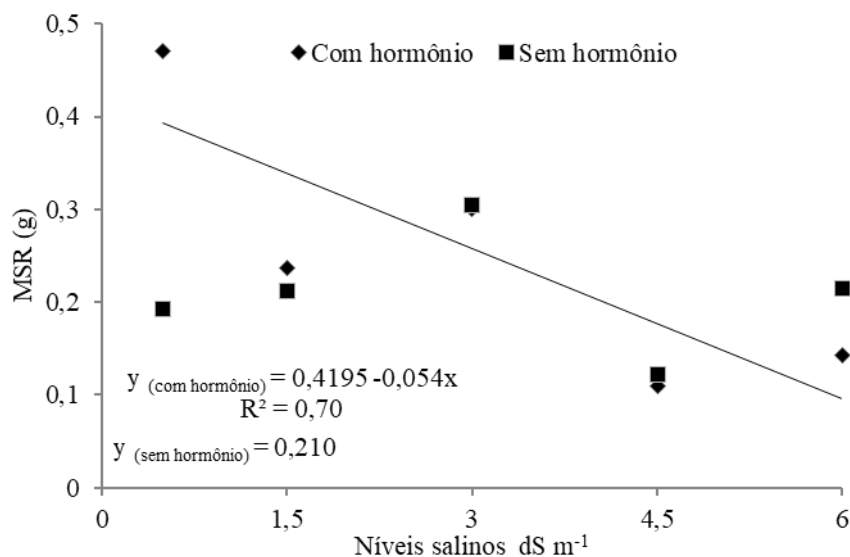
Tabela 4 - Resumo da análise de variância referente aos parâmetros de Massa Fresca da Raiz (MFR), Massa Seca da Raiz (MSR), Massa Fresca do Caule (MFC), Massa Seca do Caule (MSC), Massa Fresca das Folhas (MFF) e Massa Seca das Folhas (MSF) de plantas de tomate cereja (*solanum lycopersicum* var. cerasiforme) em função da aplicação de 24-EPBL (concentração de 10^{-8} mol/L) e salinidade da água de irrigação (CEes S0=0,5dSm⁻¹; S1=1,5dSm⁻¹; S2=3,0 dSm⁻¹; S3=4,5 dSm⁻¹ e S4=6,0 dSm⁻¹).

Fonte de Variação	Quadrado Médio					
	MFR	MSR	MFC	MSC	MFF	MSF
Hormônio	0.7590 ^{ns}	0.0180 ^{ns}	0.0672 ^{ns}	0.1428 ^{ns}	58.2015 ^{ns}	1.3395 ^{ns}
Sal	1.9030 ^{ns}	0.0621 ^{ns}	69.6637 ^{ns}	0.3938 ^{ns}	151.5570 ^{ns}	1.1559 ^{ns}
Reg. Linear	3.9738 ^{ns}	0.0008 ^{ns}	191.2092 ^{ns}	191.2092 ^{ns}	88.7444 ^{ns}	0.6390 ^{ns}
Reg. Quadrática	0.8768 ^{ns}	0.0048 ^{ns}	0.0000 ^{ns}	0.0000 ^{ns}	1.4983 ^{ns}	0.0198 ^{ns}
Interação (Hormônio x Sal)	0.9760 ^{ns}	0.0370*	24.6732 ^{ns}	0.6023 ^{ns}	11.6266 ^{ns}	0.5564 ^{ns}
Blocos	0.3570 ^{ns}	0.0233 ^{ns}	46.3600 ^{ns}	1.8294 ^{ns}	10.1099 ^{ns}	1.4152 ^{ns}
CV%	36.05	43.31	23.73	27.84	29.30	31.69

ns, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p \leq 0,01$ e significativo a $p \leq 0,05$; CV= coeficiente de variação.

A MSR foi afetada negativamente pela salinidade da água de irrigação e, de acordo com a análise de regressão (Figura 6), observa-se decréscimo linear de 12,87% por aumento unitário nos níveis salinos, com reduções de 77,23% nas plantas que receberam a maior em relação a menor salinidade ($0,5 \text{ dSm}^{-1}$). A divergência nos resultados sobre o efeito do 24-EBL na biomassa seca da raiz é multifatorial, envolvendo a espécie ou cultivar da planta, a concentração do fitohormônio, a interação com pragas e doenças, o estado nutricional e as condições ambientais (Cardoso,2022).

Figura 6 - Massa Seca da raiz (MSR) em função da interação entre os fatores hormônio x níveis salinos. Para a interação (Hormônio x Níveis Salinos) os símbolos indicam o comportamento do hormônio dentro dos níveis salino.



Esse resultado reafirma que diferentes níveis de salinidade impactam significativamente a massa seca das raízes. A resposta ao estresse salino é comum em plantas sensíveis, como o tomate cereja, que tende a reduzir o crescimento radicular sob condições de alta salinidade, como demonstrado por diversos estudos (Zörb, 2019; Gupta & Huang, 2023).

Sugerindo que, no contexto deste estudo, a aplicação do hormônio pode não ter exercido o efeito esperado sobre o desenvolvimento da biomassa, podendo haver fatores específicos do ambiente experimental ou das condições de cultivo que influenciaram negativamente o desempenho das plantas.

Tal discrepância entre os resultados encontrados e os dados de pesquisas anteriores destacam a necessidade de investigação mais aprofundada sobre as condições que possam alterar a resposta das plantas ao hormônio, como variáveis de manejo, estresse ambiental ou características genéticas das espécies estudadas.

Considerando que a aplicação de 24-EBL não resultou em mudanças evidentes nos parâmetros morfológicos, quando aplicada a dose sugere-se que a mesma se encontra em uma concentração muito baixa. Essa falta de resposta também pode estar associada a um possível "limite" de eficácia do 24-EBL em determinadas condições, corroborando os achados deste estudo, onde a dose aplicada não foi suficiente para gerar alterações significativas.

5.3 PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS (CLOROFILA A, CLOROFILA B E CLOROFILA TOTAL)

De acordo com o resumo da análise de variância, os tratamentos não exerceram efeitos significativos em nenhum dos parâmetros analisados (Tabela 5). Esses resultados indicam que, nas condições experimentais adotadas, o hormônio vegetal não foi eficaz em alterar os teores de clorofila a frente ao estresse salino.

Estudos como o de Silva (2021) e Oliveira (2022) observaram comportamento semelhante, relatando que a aplicação de BR's, embora beneficie algumas variáveis fisiológicas sob salinidade, nem sempre promove alterações nos pigmentos fotossintéticos, especialmente quando o estresse é moderado.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância referente aos parâmetros de Clorofila a, Clorofila b e Clorofila total de plantas de tomate cereja (*solanum lycopersicum* var. cerasiforme) em função da aplicação de 24-EPBL (concentração de 10^{-8} mol/L) e salinidade da água de irrigação (CEes S0=0,5dSm⁻¹; S1=1,5dSm⁻¹; S2=3,0 dSm⁻¹; S3=4,5 dSm⁻¹ e S4=6,0 dSm⁻¹).

Fonte de Variação	Quadrado Médio		
	Clorofila a	Clorofila b	Clorofila total
Hormônio	0.9725 ^{ns}	10.8476 ^{ns}	18.3653 ^{ns}
Sal	0.7195 ^{ns}	7.1298 ^{ns}	4.2712 ^{ns}
Reg. Linear	0.6494 ^{ns}	2.5215 ^{ns}	0.6168 ^{ns}
Reg. Quadrática	0.8041 ^{ns}	0.6274 ^{ns}	0.0102 ^{ns}
Blocos	25,6215 ^{ns}	4.6884 ^{ns}	8.4881 ^{ns}
CV%	45.23	147.26	55.53

ns, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p \leq 0,01$ e significativo a $p \leq 0,05$; CV= coeficiente de variação

Por outro lado, resultados contrastantes foram reportados por Lima et al., (2019), que encontrou aumento significativo nos níveis de clorofila a em plantas de pimentão tratadas com 24-EpiBL sob estresse salino severo. Isso sugere que a resposta ao regulador pode variar conforme a espécie e a intensidade do estresse.

6 CONCLUSÃO

Embora o uso do 24-epibrassinolídeo tenha sido indicado como uma prática promissora na indução de resistência a estresses ambientais, os resultados obtidos neste estudo não mostraram efeitos significativos na mitigação do estresse salino nas plantas avaliadas.

Diante disso, sugere-se a realização de novos experimentos, com o controle adequado de pragas e doenças, para avaliar com maior precisão o potencial do 24-epibrassinolídeo na mitigação de estresses salinos em plantas de tomate cereja. A continuidade da pesquisa nesta área é crucial para o avanço do conhecimento sobre o uso de reguladores vegetais na agricultura, especialmente em condições adversas de estresse.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA-MOTOS, J. R.; AROCA, R.; BARRIO, R. J.; ALARCON, J. J.; LÓPEZ-ALFONSO, H.; RUIZ-LOPEZ, M. A. Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. *Agronomy*, v. 10, n. 6, p. 1–16, 2020.
- ALAM, Pravej; KOHLI, Sukhmeen Kaur; AL BALAWI, Thamer; ALTALAYAN, Fahad H.; ALAM, Prawez; ASHRAF, Muhammad; BHARDWAJ, Renu; AHMAD, Parvaiz. Foliar application of 24-epibrassinolide improves growth, ascorbate-glutathione cycle, and glyoxalase system in brown mustard (*Brassica juncea*) under cadmium toxicity. *Plants*, [S.l.], v. 9, n. 11, p. 1487, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/plants9111487>. Acesso em: 28 abr. 2025
- ANWAR, A.; LIU, Y.; DONG, R.; BAI, L.; YU, X.; LI, Y. The central negative regulator of flooding tolerance, the PROTEOLYSIS 6 branch of the N-degron pathway, adversely modulates salinity tolerance in Arabidopsis. *Plants*, v. 9, n. 11, p. 1415, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/plants9111415>. Acesso em: 28 abr. 2025.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. *Water quality for agriculture*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1994. FAO Irrigation and Drainage Paper, 29. Disponível em: <https://www.fao.org/docrep/003/t0234e/t0234e00.htm>. Acesso em: 28 abr. 2025.
- BAJGUS, Andrzej; TRETYN, Andrzej. The chemical characteristic and distribution of brassinosteroids in plants. *Phytochemistry*, [S.l.], v. 62, n. 7, p. 1027–1046, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(02\)00656-8](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(02)00656-8). Acesso em: 28 abr. 2025.exaly.com+2
- BAJGUSZ, Andrzej; HAYAT, Shabir. Effects of brassinosteroids on the plant responses to environmental stresses. *Plant Physiology and Biochemistry*, [S.l.], v. 47, n. 1, p. 1–8, 2009. Disponível em: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2009PIPb...47...1B/abstract>. Acesso em: 28 abr. 2025.
- Belkhadir, Y., Jaillais, Y., Epple, P., Balsemão-Pires, E., Dangl, J. L., & Chory, J. (2012). Brassinosteroids modulate the efficiency of plant immune responses to microbe-associated molecular patterns. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(1), 297–302. <https://doi.org/10.1073/pnas.1112840108>
- CARDOSO, Yan Castro. Aplicação exógena de 24-epibrassinolídeo como mitigador dos efeitos do déficit hídrico em Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.). Orientador: Cândido Ferreira de Oliveira Neto. 2022. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso

- (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, PA, 2022. Disponível em: <http://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/2713>. Acesso em: 22/04/2025.
- COLARICCIO, Addolorata; CHAVES, Alexandre Levi Rodrigues. Aspectos Fitossanitários da Cultura da Alface. 1ª ed. São Paulo – SP: Instituto Biológico, 2017.
- COLL, D.M. Novedades acerca del mecanismo de reconocimiento y transducción de la señal brasinoesteroide. Revista CENIC Ciências Biológicas, Havana, v.37, n.2, p.67-72, 2006.
- DIAS, N. S.; DUARTE, S. N.; YOSHINAGA, R. T.; TELES FILHO, J. F. "Produção de alface sob diferentes níveis de salinidade do solo". Irriga, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2016. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/3175>
- EMBRAPA. *Sistemas de produção: Tomate industrial*. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2024. Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/clima.htm. Acesso em: 20 abr. 2025.
- EMBRAPA. *Solanaceae e sua importância para a agricultura*. Brasília: Embrapa, 2024.
- EMPRESABRASILEIRADEPESQUISAAGROPECUÁRIA. *Acultura do tomate*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortaliças/tomate-de-mesa/cultivares2>.
- FERNANDES, O. A.; CARDOSO, A. M.; MARTINELLI, S. Manejo integrado de pragas do tomate: manual de reconhecimento das pragas e táticas de controle. Jaboticabal: FUNEP. 2001. 20 p.
- FREIRE, J. L. O. et al. Teores de micronutrientes no solo e no tecido foliar do maracujazeiro amarelo sob atenuantes do estresse salino. Agropecuária Técnica, v. 36, n. 1, p. 65-81, 2015.
- FREITAS, D. M.; SANTOS, F. A.; SILVA, L. F.; SILVA, J. T.; LIMA, J. S. "Salinização do solo e risco de desertificação na região semiárida". Mercator, v. 18, n. 2, p. 1-13, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/mercator/a/rpNjRffgtMLP3LYtLn7kNbh>
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. Entomologia Agrícola. Piracicaba: FEALQ. 2002. 920p.

- GERVÁSIO, E.S.; CARVALHO, J.A.; SANTANA, M.J. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 4, n.1, p.125-128, 2000.
- GHOULAM, B.; FARES, K. Salinity effect on seed germination and early seedling growth in durum wheat. *Agricultural Water Management*, v. 80, n. 1–3, p. 23–35, 2006.
- GOIÁS. Goiás mantém a liderança na produção nacional de tomate em 2024. 2024. Disponível em: <https://agenciakoradenoticias.go.gov.br/145300-goias-mantem-a-lideranca-na-producao-nacional-de-tomate-em-2024>. Acesso em: 20 abr. 2025.
- GOMES, J. M. et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. *Revista Árvore*, Viçosa-MG. v. 27, n. 2, p. 113-127, 2003.
- GRAVINA, C. S. Produção e incidência de insetos - pragas em tomateiro orgânico sob diferentes sistemas e níveis de irrigação. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. 2010.93p.
- GUPTA, B.; HUANG, B. Mechanism of salinity tolerance in plants: Physiological, biochemical, and molecular characterization. *International Journal of Genomics*, v. 2014, p. 701596, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2014/701596>. Acesso em: 26 abr. 2025.
- IBGE. *Produção agrícola municipal 2023: Tomate*. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 abr. 2025.
- Kaya, C., Ashraf, M., Sonmez, O., & Tuna, A. L. (2019). Exogenous application of 24-epibrassinolide synergistically protects root structures and chloroplastic pigments and upregulates antioxidant enzymes and biomass in Na⁺-stressed tomato plants. *Journal of Plant Growth Regulation*, 38(3), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s00344-021-10481-5>
- KOHLI, Sukhmeen Kaur; HANDA, Neha; SHARMA, Anket; et al. Interaction of 24-epibrassinolide and salicylic acid regulates pigment contents, antioxidative defense responses, and gene expression in *Brassica juncea* L. seedlings under Pb stress. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 25, n. 15, p. 15159–15173, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1742-7>. Acesso em: 28 abr. 2025.
- LARRÉ, Cristina Ferreira et al. Influência do 24-epibrassinolídeo na tolerância ao estresse salino em plântulas de arroz. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 35, n. 1, p. 67-76, 2014.

LICHTENTHALER, H. K.; BUSCHMANN, C. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, New York, p. F4.3.1-F4.3.8, 2001.

LIMA, R. F. et al. Efeito de paclobutrazol em tomate cereja sob salinidade da água de irrigação. 2024. Disponível em:

<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/38769>. Acesso em: 20/04/2025.

Lobato, A. K. S.; Sousa, V. Q.; Messias, W. F. S.; Pereira, Y. C.; Silva, B. R. S.; Guedes Lobato, E. M. S.; Alyemini, M. N.; Ahmad, P. Pretreatment with 24-Epibrassinolide Synergistically Protects Root Structures and Chloroplastic Pigments and Upregulates Antioxidant Enzymes and Biomass in Na⁺-Stressed Tomato Plants. *Journal of Plant Growth Regulation*, v. 40, p. 1–15, 2021. Disponível em:

<https://doi.org/10.1007/s00344-021-10481-5>. Acesso em: 28 abr. 2025.

LONGATTI, Cláudia Aparecida. *Efeito de brassinosteróide no crescimento, metabolismo e fixação de nitrogênio em plantas de Cajanus cajan noduladas e sob estresse salino*. 2012. 64 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Universidade

Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, 2012. Disponível em:

<https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/879905>. Acesso em: 28 abr. 2025.

LOPES, Carlos Alberto. *Doenças do tomateiro*. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1135499>. Acesso em: 24 abr. 2025.

MACHADO, A.-A. W. Controle (manejo integrado) da mosca branca - Bemisia tabaci.

Disponível em: https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/manejo-integrado/manejo-integrado-de-pragas/controle--manejo-integrado--da-mosca-branca---bemisia-tabaci_485150.html.

MAIA JÚNIOR, Sebastião de Oliveira; ANDRADE, Jailma Ribeiro de;

NASCIMENTO, Ronaldo do; LIMA, Robson Felipe de; BEZERRA, Carlos Vailan de Castro; FERREIRA, Vilma Marques. Brassinosteroid application increases tomato tolerance to salinity by changing the effects of stress on membrane integrity and gas exchange. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 44, e55647, 2022. DOI:

<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v44i1.55647>.

MAIA, C. F.; PEREIRA, Y. C.; DA SILVA, B. R. S.; et al. Exogenously applied 24-epibrassinolide favours stomatal performance, ROS detoxification and nutritional balance, alleviating oxidative damage against the photosynthetic apparatus in tomato

leaves under nickel stress. *Journal of Plant Growth Regulation*, v. 42, p. 2196–2211, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00344-022-10693-3>. Acesso em: 28 abr. 2025.

MAIA, Camille Ferreira. *24-Epibrassinolide: a molecule with multiple benefits against heavy metal toxicity in plants*. Orientador: Allan Klynger da Silva Lobato. 2022. 56 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2022. Disponível em: <http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1687>. Acesso em: 28 abr. 2025.

MANGHWAR, H.; HUSSAIN, A.; ALI, Q.; LIU, F. Brassinosteroids (BRs) role in plant development and coping with different stresses. *International Journal of Molecular Sciences*, [S.l.], v. 23, n. 3, p. 1012, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1422-0067/23/3/1012>. Acesso em: 26 abr. 2025.

MAPA. Produção de tomate no Brasil: cenário atual e perspectivas. Brasília: Ministério da Agricultura e Pecuária, 2024.

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

NETO, Maurílio Rosa Benicio et al. Brassinosteróide: Influência do brassinosteróide como mitigador da salinidade em plantas de sorgo. Anais da Semana de Ciências Agrárias e Jornada de Pós-graduação em Produção Vegetal (ISSN 2594-9683), v. 17, p. 11-15, 2022.

NOLAN, Trevor M. et al. Brassinosteroid gene regulatory networks at cellular resolution in the Arabidopsis root. *Science*, v. 379, n. 6639, p. eadf4721, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.adf4721>. Acesso em: 26 abr. 2025.

OLIVEIRA, J. F. Resposta fisiológica e crescimento de feijão-caupi submetido a estresse hídrico com aplicação de 24-epibrassinolídeo. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2023. Disponível em: <https://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/2713>. Acesso em: 29 abr. 2025.

Peixoto, J. V. M., de Moraes, E. R., Peixoto, J. L. M., dos Reis Nascimento, A., & Neves, J. G. (2017). Tomaticultura: Aspectos morfológicos e propriedades físico-químicas do fruto. *Revista Científica Rural*, 19(1), 96-117.

SAINI, S.; SHARMA, I.; PATI, P. K. Versatile roles of Brassinosteroid in plants in the context of its homeostasis, signaling and crosstalks. *Frontiers in Plant Science*, v. 6, p.

950, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00950>. Acesso em: 28 abr. 2025.

SANTOS, E. A. Aplicação de 24-epibrassinolídeo na tolerância ao estresse hídrico em soja (*Glycine max*). 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, 2022. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/handle/123456789/14788>. Acesso em: 29 abr. 2025.

SASSE, J. M. Physiological actions of brassinosteroids: on update. *Journal of Plant Growth Regulation*, New York, v. 22, n. 4, p. 276-288, 2003.

Siddiqui, H.; Ahmed, K. B. M.; Hayat, S. Comparative effect of 28-homobrassinolide and 24-epibrassinolide on the performance of different components influencing the photosynthetic machinery in *Brassica juncea* L. *Plant Physiology and Biochemistry*, v. 129, p. 198–212, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.05.027>. Acesso em: 28 abr. 2025.

SILVA, A. A. R.; VELOSO, L. L. S.; LIMA, G. S.; SOARES, L. A. A.; CHAVES, L. H. C.; SILVA, F. A.; DIAS, M. S.; FERNANDES, P. D. Induction of salt stress tolerance in cherry tomatoes under different salicylic acid application methods. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 43, n. 3, p. 1145-1166, 2022.

Silva, A. C. F., Matias, A. L. C., Rejane, E., de Lima, O., de Sousa, V. F., & Neto, J. F. (2019) Caracterização físico-química do fruto e da geleia tomate cereja (*Lycopersicon esculentum* Mill). V Encontro Nacional da Agroindústria 2(1)118204.

SILVA, A. S. da et al. Aplicação de Brassinosteróide aumenta a tolerância do tomateiro à salinidade alterando os efeitos do estresse na integridade da membrana e na troca gasosa. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 43, e53678, 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/asagr/a/43LSzGKbQNHqZqJ9wy7pjGL/?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 29 abr. 2025.

SILVA, Jaqueline Bezerra da; ESPÍNDOLA, Jhone Souza; ESPÍNDOLA, Tatiana Keslei Alvarenga. Brassinosteróides: caracterização e influência sobre o crescimento e desenvolvimento de plantas. *Campo Digital*, v. 16, p.11, 2021. Artigo de revisão. Disponível em: <https://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/campodigital/article/view/3224/1191>. Acesso em: 1 abr. 2025.

SILVA, M. R. et al. 24-epibrassinolídeo regula positivamente os índices de fluorescência da clorofila em plantas de feijão-caupi sob déficit hídrico. In: CONGRESSO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2., 2021. Anais [...]. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/iicca2021/565860-24-epibrassinolideo-regula->

positivamente-os-indices-de-fluorescencia-da-clorofila-em-plantas-de-feijao-caupi-sob/. Acesso em: 29 abr. 2025.

SILVA, Valdeí Marcelino da. *Cultivo do tomate cv. cereja sob salinidade da água de irrigação e manejo do sistema*. 2021. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo, 2021. Disponível em:

<http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/123456789/8195>. Acesso em: 31 mar. 2025.

Silva, André Lucas Januário. Epibrassinólídeo atenua o estresse hídrico na fase de crescimento vegetativo e melhora o rendimento de plantas de soja. 2021. 72 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2021. Disponível em:

<https://www.repositorio.ufal.br/handle/123456789/8058>. Acessado em 10 abr. 2025

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 6. ed. Artmed, 2017.

TANG, X.; MU, X.; SHAO, H.; Wang, H.; BRESTIC, M. Global plant-responding mechanisms to salt stress: physiological and molecular levels and implications in biotechnology. *Critical Reviews in Biotechnology*, [s.l.], v. 35, n. 4, p. 425-437, 2015.

TANVEER, M.; SHAHZAD, B.; SHARMA, A.; KHAN, E. A. 24-Epibrassinolide application in plants: An implication for improving drought stress tolerance in plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, v. 135, p. 295-303, fev. 2019. DOI:

10.1016/j.plaphy.2018.12.013. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.12.013>. Acesso em: 29 abr. 2025.

VARDHINI, B. V.; RAO, S. S. R. Amelioration of osmotic stress by brassinosteroids on seed germination and seedling growth of three varieties of sorghum. *Plant Growth Regulation*, Dordrecht, v. 41, n. 1, p. 25-31, 2003.

WANG, H.; ZHENG, C.; NING, S.; CAO, C.; Li, K.; DANG, H.; WU, Y.; ZHANG, J. Impacts of long-term saline water irrigation on soil properties and crop yields under maize-wheat crop rotation. *Agricultural Water Management*, [s.l.], v. 286, n. August 2023, p. 108383, 2023.

Wei, Z., Li, Z., et al. (2020). "Regulation of Photosynthetic Proteins and Photosynthesis by Brassinosteroids in Maize." *Plants*, 12(6), 1290.

<https://doi.org/10.3390/plants12061290>

WILLIAMS, W.D 1987. Salinization of rivers and stream: na importante environmental hazard. *Ambio*, 16:180-185.

ZÖRB, C. et al. Salinity impairs photosynthetic capacity and enhances carotenoid-related gene expression and biosynthesis in tomato (*Solanum lycopersicum* L. cv. Micro-Tom). *Frontiers in Plant Science*, v. 14, p. 1118383, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1118383>. Acesso em: 26 abr. 2025.