

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA FACULDADE
DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

**ESTRESSE SALINO E ÁCIDO SALICÍLICO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E
DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE PIMENTAS ORNAMENTAIS**

MARIANA CAMPOS DE LIMA

JABOTICABAL – SP

2024

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ESTRESSE SALINO E ÁCIDO SALICÍLICO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E
DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE PIMENTAS ORNAMENTAIS**

MARIANA CAMPOS DE LIMA

Orientadora: Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta

Coorientadores: Prof. Dr. Everlon Cid Rigobelo

Dr. Carlos Henrique Barbosa Santos

Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de
Jaboticabal, para graduação em ENGENHARIA
AGRONÔMICA.

Jaboticabal - SP
2º Semestre/2024

L732e

Lima, Mariana Campos de

Estresse salino e ácido salicílico na germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de pimentas ornamentais / Mariana Campos de Lima. -- Jaboticabal, 2024

25 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientadora: Kathia Fernandes Lopes Pivetta

Coorientador: Everlon Cid Rigobelo

1. Estresse salino. 2. Ácido salicílico. 3. Pimentas ornamentais. 4. Germinação. 5. Desenvolvimento de plântulas. I. Título.

unes



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CÂMPUS DE JABOTICABAL



DEPARTAMENTO: PRODUÇÃO VEGETAL

CERTIFICADO
TRABALHO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

TÍTULO: Estresse salino e ácido salicílico na germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de pimentas ornamentais

ACADÊMICA: Mariana Campos de Lima

CURSO: Engenharia Agrônômica

ORIENTADORA: Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta

COORIENTADORES: Prof. Dr. Everlon Cid Rigobelo
Dr. Carlos Henrique Barbosa Santos

PERÍODO Mês/Ano a Mês/Ano:
Janeiro/2024 Setembro/2024

APROVADA

Este trabalho é recomendado para compor a base de dados CAPELO. ☐ Sim ☒ Não

BANCA EXAMINADORA:

Presidente: Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta  Documento assinado digitalmente
KATHIA FERNANDES LOPES PIVETTA
Data: 26/09/2024 11:16:27-0300
Verifique em https://validar.it.gov.br

Membro: Dra. Ana Carolina Corrêa Muniz  Documento assinado digitalmente
ANA CAROLINA CORREIA MUNIZ
Data: 26/09/2024 16:18:28-0300
Verifique em https://validar.it.gov.br

Membro: Ms. Gabriel Longuinhos Queiróz  Documento assinado digitalmente
GABRIEL LONGUINHOS QUEIROZ
Data: 26/09/2024 13:43:23-0300
Verifique em https://validar.it.gov.br

Jaboticabal, 26/09/24

Aprovado "ad referendum" do Conselho do Departamento em: 26/09/2024

 Documento assinado digitalmente
CIBELE CHALITA MARTINS
Data: 30/09/2024 09:21:38-0300
Verifique em https://validar.it.gov.br

Chefe do Departamento

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, pelo amor incondicional, cuidado e apoio nos momentos mais desafiadores.

Ao meu pai, pelo exemplo e amor à profissão.

Ao meu irmão, por ser meu amigo e estar comigo em todas as etapas.

À professora Kathia, pela orientação durante a elaboração deste trabalho.

As minhas amigas, Mariana Silveira, Karine, Raphaela, Alessandra, Carime e Thais, por todo apoio, carinho e tantos momentos que compartilhamos nesses anos.

ÍNDICE

1. RESUMO.....	7
2. INTRODUÇÃO.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
5. CONCLUSÃO.....	19
6. REFERÊNCIAS.....	20

Estresse salino e ácido salicílico na germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de pimentas ornamentais¹

RESUMO - A salinidade pode interferir negativamente na germinação das sementes e no desenvolvimento das plântulas, por isso, conhecer a tolerância das plantas à salinidade e buscar alternativas que amenizem esses efeitos negativos, como o uso do ácido salicílico (AS), indicam caminhos para o melhor desenvolvimento das plantas em ambientes afetados por este estresse. O objetivo deste trabalho foi avaliar a germinação de sementes e o desenvolvimento de plântulas das pimentas da espécie *Capsicum chinense* Jacquin, variedades Biquinho e Bode, em diferentes concentrações salinas de cloreto de sódio (NaCl), utilizando AS, como possível atenuante do estresse salino. Os tratamentos foram em esquema fatorial 5 x 2, sendo cinco concentrações salinas (0, 30, 60, 90 e 120 mM de NaCl, respectivamente 0; 3,31; 5,71; 7,84 e 9,68 dS m⁻¹) combinadas com ausência ou presença de AS. Avaliou-se o número de plântulas normais e anormais e de sementes que não germinaram, o comprimento da raiz e da parte aérea e a massa seca total. Conclui-se que a salinidade interfere negativamente na germinação das sementes e no desenvolvimento das plântulas de ambas as variedades. A pimenta-biquinho mostrou tolerância à salinidade até 30 mM de NaCl e as plântulas apresentaram raízes maiores na presença do AS até 60 mM de NaCl. A pimenta-bode não foi tolerante à salinidade durante o processo de germinação de sementes e de desenvolvimento das plântulas e o AS não foi efetivo em atenuar os efeitos negativos das soluções salinas; a porcentagem de germinação e o comprimento da parte aérea das plântulas dessa variedade foi menor na presença do AS.

Palavras-chave: *Capsicum chinense*. Estresse abiótico. Pimenta-biquinho. Pimenta-bode. Salinidade.

¹ Artigo a ser enviado para a Revista Ciência Agronômica

Salt stress and salicylic acid on seed germination and seedling development of ornamental peppers

ABSTRACT - Salinity can negatively interfere with seed germination and seedling development, therefore, knowing the tolerance of plants to salinity and the searching alternatives that mitigate its negative effects, such as the use of salicylic acid (SA), indicate ways for better plant development in environments affected by this stress. The objective of this work was to evaluate seed germination and seedling development of peppers of the species *Capsicum chinense* Jacquin varieties Biquinho and Bode, in different saline concentrations of sodium chloride (NaCl), using salicylic acid, as a possible saline stress attenuator. The treatments were in a 5 x 2 factorial scheme, with five saline concentrations (0, 30, 60, 90 and 120 mM NaCl, respectively 0, 3.31; 5.71, 7.84 and 9.68 dS m⁻¹) combined with absence or presence of SA. It were evaluated the number of normal and abnormal seedlings and seeds that did not germinate, the root and shoot length and the total dry mass. It was concluded that salinity negatively interfered with seed germination and seedling development of both varieties. The 'Biquinho' pepper showed tolerance to salinity up to 30 mM NaCl and the seedlings showed larger roots in the presence of SA up to 60 mM NaCl. The 'Bode' pepper was not tolerant to salinity during the process of seed germination and seedling development; SA was not effective in mitigating the negative effects of saline solutions; the percentage of germination and the average length of the aerial part of the seedlings were lower in the presence of SA.

Key-words: *Capsicum chinense*. Abiotic stress. 'Biquinho' pepper. 'Bode' pepper. Salinity.

INTRODUÇÃO

Os estresses abióticos exercem impactos significativos sobre o crescimento vegetal, podendo inibir ou retardar esse processo, dependendo da fase de desenvolvimento da planta, da intensidade e da duração do estresse (Gomes Neto, 2021). Dentre eles, temperaturas elevadas, seca e salinidade do solo são os principais fatores ambientais que afetam diretamente a produtividade das plantas, assim como, a distribuição geográfica das mesmas na natureza (He; He; Ding, 2018; Zhu, 2016).

O estresse salino é responsável por mudanças no padrão de germinação e no crescimento vegetal, capaz de promover alterações em funções metabólicas, fisiológicas e também anatômicas das plantas, influenciando negativamente o desenvolvimento das espécies (Coelho *et al.*, 2017; Dutra *et al.*, 2017). Entretanto, o efeito dos sais é dependente de vários fatores como a espécie, os tipos de sais, a concentração e a duração do estresse salino, o manejo da cultura e o estágio fenológico (Sá *et al.*, 2017; Taiz *et al.*, 2017), sendo as fases de germinação das sementes e crescimento inicial das plantas as mais sensíveis na maioria das culturas agrícolas (Pinheiro *et al.*, 2018).

A busca por estratégias que minimizem os efeitos do estresse salino é essencial para o desenvolvimento das plantas. Nesse sentido, a embebição das sementes com ácido salicílico é uma técnica que proporciona maior tolerância durante a germinação e estabelecimento inicial da planta, promovendo a sinalização e a expressão de genes envolvidos na homeostase induzido pelo estresse (Nobrega *et al.*, 2020a), como já foi constatado em agrião-de-jardim (*Lepidium sativum*) (Habibi e Abdoli, 2013) e mostarda (*Brassica juncea*) (Nazar; Umar; Khan, 2015) submetidas ao estresse salino.

As pimentas são consideradas de grande valor econômico da família Solanaceae devido a sua ampla utilização em especiarias, corantes e uso medicinal (Nath *et al.*, 2016), destacando

também sua importância como ornamental (Cavalcanti *et al.*, 2024). A espécie *Capsicum chinense* Jacquin foi a primeira pimenta encontrada no Novo Mundo e dentre as principais variedades estão 'Biquinho' e 'Bode'. A pimenta-biquinho possui fruto pequeno, arredondado, estreitando-se completamente na ponta com formato parecido com o de um bico, sendo a de coloração vermelho intenso a mais comum, enquanto a pimenta-bode possui frutos de coloração amarelada ou vermelha quando maduros, com expressiva pungência e aroma (Carvalho *et al.*, 2006).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a germinação de sementes e o desenvolvimento de plântulas das pimentas da espécie *Capsicum chinense* Jacquin variedades Biquinho e Bode, em diferentes concentrações salinas de cloreto de sódio (NaCl), utilizando ácido salicílico, como possível atenuante do estresse salino.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes de Plantas Hortícolas do Departamento de Produção Vegetal, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP/FCAV), Câmpus de Jaboticabal (SP). As sementes de pimenta-biquinho, de coloração vermelha e de pimenta-bode, de coloração amarela, foram obtidas diretamente da empresa Isla Sementes Ltda.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. O experimento foi realizado em esquema fatorial 5 x 2 sendo quatro concentrações salinas: 30, 60, 90 e 120 mM de NaCl (correspondendo a 3,31; 5,71; 7,84 e 9,68 dS m⁻¹, respectivamente) e o tratamento controle com água destilada, combinadas com ausência (imersão em água destilada) ou presença (imersão em solução contendo ácido salicílico a 1,0 mM) de ácido salicílico; foram

quatro repetições e 100 sementes por parcela; cada parcela foi representada por uma caixa de acrílico tipo “gerbox”.

As sementes foram imersas em 200 mL de água destilada ou na solução contendo 1,0 mM de ácido salicílico durante oito horas, de acordo com o tratamento e, após a imersão, as sementes foram lavadas com água destilada para remover qualquer excesso de ácido salicílico (Nóbrega *et al.*, 2021b). A preparação das soluções salinas se deu adicionando cloreto de sódio (NaCl) à água destilada, com os valores medidos utilizando um medidor de condutividade portátil. Após a imersão em água destilada ou ácido salicílico, de acordo com o tratamento, as sementes de cada variedade foram colocadas para germinar.

A semeadura foi realizada em caixas de acrílico (11 x 11 x 3 cm), tipo “gerbox”, com tampa, colocadas sobre duas folhas de papel mata-borrão umedecidas com as respectivas soluções, de acordo com o tratamento, na quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel (Brasil, 2009). As caixas foram colocadas em câmaras de germinação do tipo Biological Oxygen Demand (B.O.D.), à temperatura de 20-30 °C e fotoperíodo de 16 horas de luz e oito horas de escuro (Brasil, 2009).

A avaliação foi realizada aos 14 dias (Brasil, 2009) anotando-se o número de plântulas normais (plântulas que apresentaram parte aérea e sistema radicular desenvolvidos), o número de plântulas anormais (plântulas que apresentaram somente raízes, sem parte aérea) e o número de sementes que não germinaram; calculando-se, posteriormente, a porcentagem. Avaliou-se, também, numa amostra de até 10 plântulas normais por parcela, o comprimento da parte aérea (cm) e o comprimento da maior raiz (cm) com auxílio de régua milimetrada e, ainda, a massa seca total (raízes e parte aérea) (g) de todas as plântulas da parcela, obtidas após a secagem em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C até atingir peso constante, sendo posteriormente pesadas em balança de precisão de 0,001g (SHIMADZU®, modelo AY220).

A análise estatística foi realizada utilizando o Software AgroEstat (Barbosa e Maldonado Junior, 2015). Para a imersão prévia das sementes em solução de ácido salicílico ou em água destilada, quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; quando houve significância entre as concentrações salinas, foi realizada a análise de regressão polinomial a fim de verificar o comportamento das variáveis em função do aumento das concentrações salinas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a pimenta-biquinho, a interação entre as concentrações salinas e o ácido salicílico mostrou-se significativa apenas para o comprimento da maior raiz; para as demais características avaliadas, a interação entre esses fatores não apresentou significância estatística. Já para a pimenta-bode, não foi observada significância nas interações entre as concentrações salinas e o ácido salicílico para qualquer das características estudadas.

Para ambas as variedades, houve diferenças significativas entre as concentrações salinas para as características estudadas (Figuras 1 e 2), com exceção do número de sementes que não germinaram, que foi, em média, 6,4% para pimenta-biquinho e 14,4% para pimenta-bode. A salinidade afeta a germinação de sementes pois, teores elevados de sais solúveis, especialmente o NaCl, podem causar redução do potencial hídrico do substrato, diminuindo a capacidade de absorção de água pelas sementes, inibindo a germinação devido aos efeitos osmóticos e tóxicos do sal (Silva *et al.*, 2021).

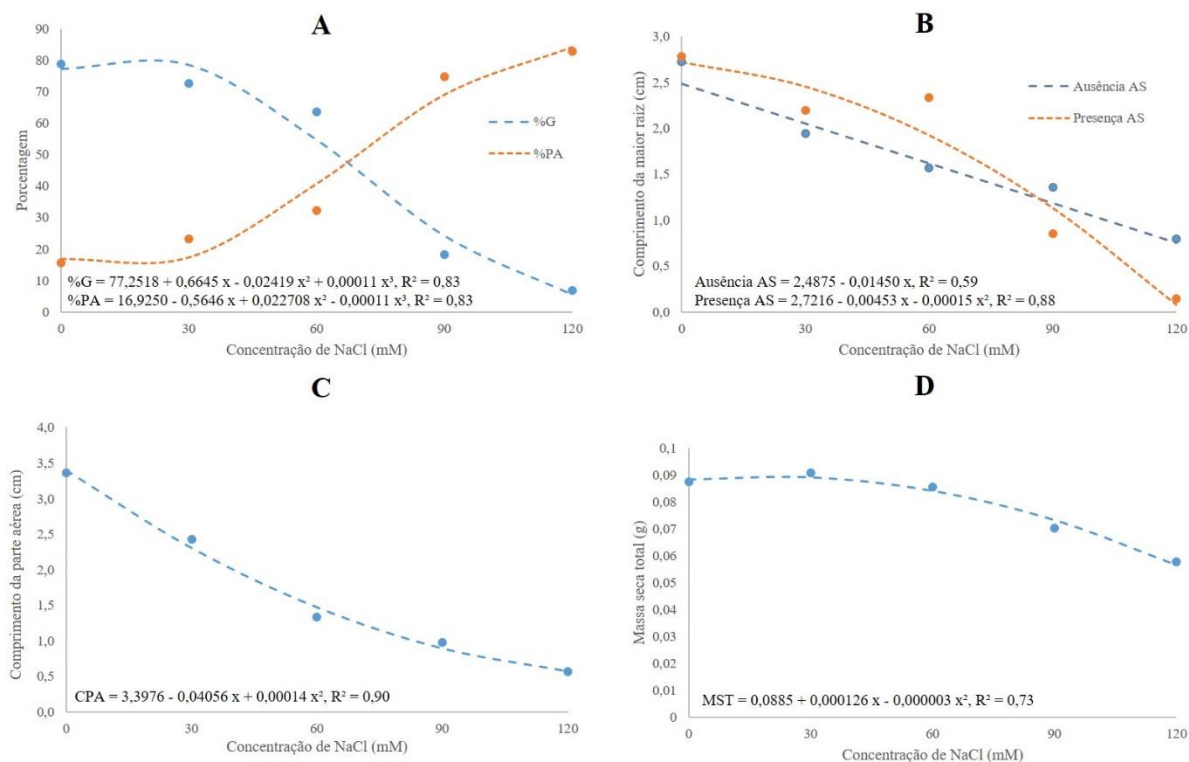
Para a pimenta-biquinho, observa-se (Figura 1A) pequena variação entre a porcentagem de germinação na ausência e na solução de 30 mM de NaCl (3,31 dS m⁻¹), 77% e 78% respectivamente, porém, houve uma queda acentuada a partir desta concentração, apresentando 55% com 60 mM (5,71 dS m⁻¹), 24% com 90 mM (7,84 dS m⁻¹) e 5% com 120 mM (9,68 dS

m⁻¹). Estes resultados sugerem que a pimenta-biquinho foi tolerante à salinidade até 30 mM de NaCl (3,31 dS m⁻¹) no processo germinativo das sementes.

Para a pimenta-bode, a porcentagem de germinação também diminuiu com o aumento da concentração salina (Figura 2A), no entanto, a queda foi menos acentuada do que para a pimenta-biquinho e a porcentagem de germinação foi baixa já na ausência de NaCl (22%), diminuindo gradativamente com o aumento da concentração salina (12%, 5%, 1% e 0,3% respectivamente para 30, 60, 90 e 120 mM) demonstrando que essa variedade não foi tolerante à salinidade nas concentrações estudadas. A baixa capacidade de germinação obtida na ausência de NaCl para esta variedade, sugere a possibilidade de que as sementes apresentavam dormência, comum nas espécies de *C. chinense* (Medeiros *et al.*, 2020).

A tolerância à salinidade é variável com a espécie (Arif *et al.*, 2020; Braga *et al.*, 2024). Neste estudo, a pimenta-biquinho foi tolerante até 30 mM de NaCl (3,31 dS m⁻¹). Outras espécies também se mostraram tolerantes à salinidade como jacarandá-caroba (*Jacaranda brasiliana*) (Braga *et al.*, 2024), palmeira-triângulo (*Dypsis decary*) (Vieira *et al.*, 2023), para as forrageiras *Festuca arundinacea* e *Phleum pratense* (Sharavdorj *et al.*, 2021), para as palmeiras *Carpentaria acuminata* e *Ptychosperma elegans* (Batista *et al.*, 2016) e para a palmeira jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) (Souza *et al.*, 2024). Essas espécies vegetais, portanto, desenvolveram mecanismos que lhes garantem sobreviver em ambientes com concentrações salinas mais altas (Arif *et al.*, 2020), sendo a observação da porcentagem de germinação das sementes em substratos salinos um dos métodos mais difundidos para a determinação da tolerância das plantas ao excesso de sais (Silva *et al.*, 2021). Já a pimenta-bode não foi tolerante a nenhuma concentração de NaCl, assim como a arbórea pimenta-rosa (*Schinus terebinthifolius*) (Braga *et al.*, 2024).

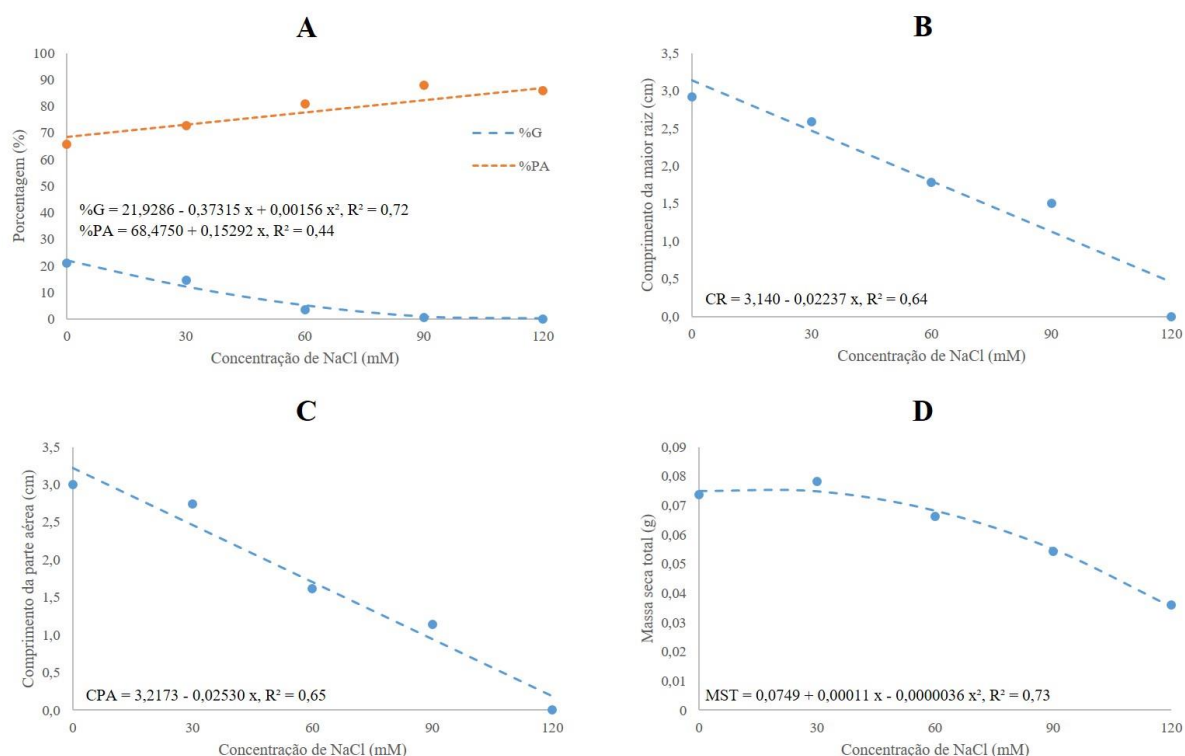
Figura 1. Porcentagem de germinação (%G) e de plântulas anormais (%PA) (A), comprimento da maior raiz (B), comprimento da parte aérea (C) e massa seca total (D) de pimenta-biquinho (*Capsicum chinense* Jacq), submetidas ao pré-tratamento ou não de ácido salicílico (AS) e semeadas em diferentes concentrações salinas de NaCl.



Significativo a 5% de probabilidade.

Estudando a tolerância de três espécies de pimenta (*Capsicum annuum* 'Doce Comprida', *Capsicum frutescens* 'Malagueta' e *Capsicum chinense* 'Biquinho') irrigadas com águas salinas (0,6; 1,2; 1,8; 2,4 e 3,0 dS m⁻¹), Sá *et al.* (2019) verificaram que o aumento da salinidade da água de irrigação reduziu a emergência, o crescimento e o acúmulo de fitomassa das três espécies e que essas pimentas toleraram condutividade elétrica de até 1,78, 2,71 e 1,55 dS m⁻¹ (respectivamente, *C. annuum* L. 'Doce Comprida', *C. frutescens* L. 'Malagueta' e *C. chinense* 'Biquinho') na fase de desenvolvimento inicial, sendo *C. frutescens* a mais tolerante ao estresse salino e *C. chinense* a mais sensível. Ressalta-se que as concentrações testadas por Sá *et al.* (2019) foram inferiores à menor concentração testada nesta pesquisa.

Figura 2. Porcentagem de germinação (%G) e de plântulas anormais (%PA) (A), comprimento da maior raiz (B), comprimento da parte aérea (C) e massa seca total (D) de pimenta-bode (*Capsicum chinense* Jacq), submetidas ao pré-tratamento ou não de ácido salicílico e semeadas em diferentes concentrações salinas de NaCl.



Significativo a 5% de probabilidade.

Para a pimenta-biquinho, observa-se que, à medida que aumentou a concentração salina, aumentou a porcentagem de plântulas anormais, sendo, 17% na ausência de NaCl, 17% com 30 mM, 41% com 60mM, 70% com 90mM e 84% com 120 mM (Figura 1A); a pimenta-bode mostrou comportamento semelhante, sendo que a porcentagem de plântulas anormais também aumentou com o aumento da concentração salina, sendo 68%, 73%, 77%, 82% e 86%, respectivamente para 0, 30, 60, 90 e 120 mM de NaCl (Figura 2A).

Para ambas as variedades, a porcentagem de plantas anormais, que apresentaram somente raízes (sem parte aérea) foi alta (Figuras 1A e 2A). Talvez essas plântulas ainda

pudessem emitir parte aérea se ficassem mais tempo em condições de germinação já que foram avaliadas com 14 dias após a semeadura, seguindo as recomendações de Brasil (2009), porém, em Brasil (2009) há indicação apenas para o gênero *Capsicum*, no entanto, a espécie *C. chinense* e até as variedades estudadas, pimenta-biquinho e pimenta-bode, podem levar mais tempo para germinarem. Além disso, o número de plântulas anormais aumentou com o aumento das concentrações salinas, para ambas as variedades, evidenciando que a salinidade realmente interfere na formação de plântulas normais.

Houve, para ambas as variedades, diminuição das médias de comprimento de raiz (Figuras 1B e 2B) e da parte aérea (Figuras 1C e 2C) com o aumento da concentração salina, o que também pode ser observado na figura 3. Os danos provocados pelo aumento de sais, pode ter comprometido o balanço osmótico nas raízes, provocando assim alteração na permeabilidade das membranas e na estabilidade celular, causando redução no crescimento das raízes, conforme observado por Soares *et al.* (2024) em sementes de alface (*Lactuca sativa*) de origem orgânica e convencional.

Relacionado ao efeito do ácido salicílico, para a pimenta-biquinho, não houve diferenças entre ausência e presença, para as características estudadas; já para a pimenta-bode, maior porcentagem de germinação e maior comprimento da parte aérea foram observados na ausência de ácido salicílico, para as demais características, não houve diferenças (Tabela 1).

A aplicação exógena de ácido salicílico vem sendo utilizada como uma técnica para minimizar os efeitos deletérios dos sais sobre as plantas (Nobrega *et al.*, 2020a). Trata-se de um composto fenólico que age na sinalização e ativação de genes que atuam como mecanismos de defesa da planta contra os efeitos do estresse bióticos e abióticos (Methenni *et al.*, 2018; Nobrega *et al.*, 2020b; Silva *et al.*, 2018).

Neste estudo, o ácido salicílico não foi efetivo em mitigar os efeitos negativos do NaCl para a maioria das características estudadas para ambas as variedades de pimenta, assim como,

para as arbóreas jacarandá-caroba (*J. brasiliana*) e pimenta-rosa (*S. terebinthifolius*) (Braga *et al.*, 2024). A aplicação de ácido salicílico até 2,0 mM também não influenciou o crescimento do tomateiro (*Solanum lycopersicon*) (Nobrega *et al.*, 2021a), nem da arbórea mulungu (*Erythrina velutina*) (Lopes *et al.*, 2019) submetidos à solução salina.

Figura 3. Aspecto geral das plântulas de pimenta-biquinho e pimenta-bode (*Capsicum chinense* Jacq), na ausência (A) e na presença (P) de ácido salicílico, nas concentrações salinas de 0, 30, 60, 90 e 120 mM de NaCl.

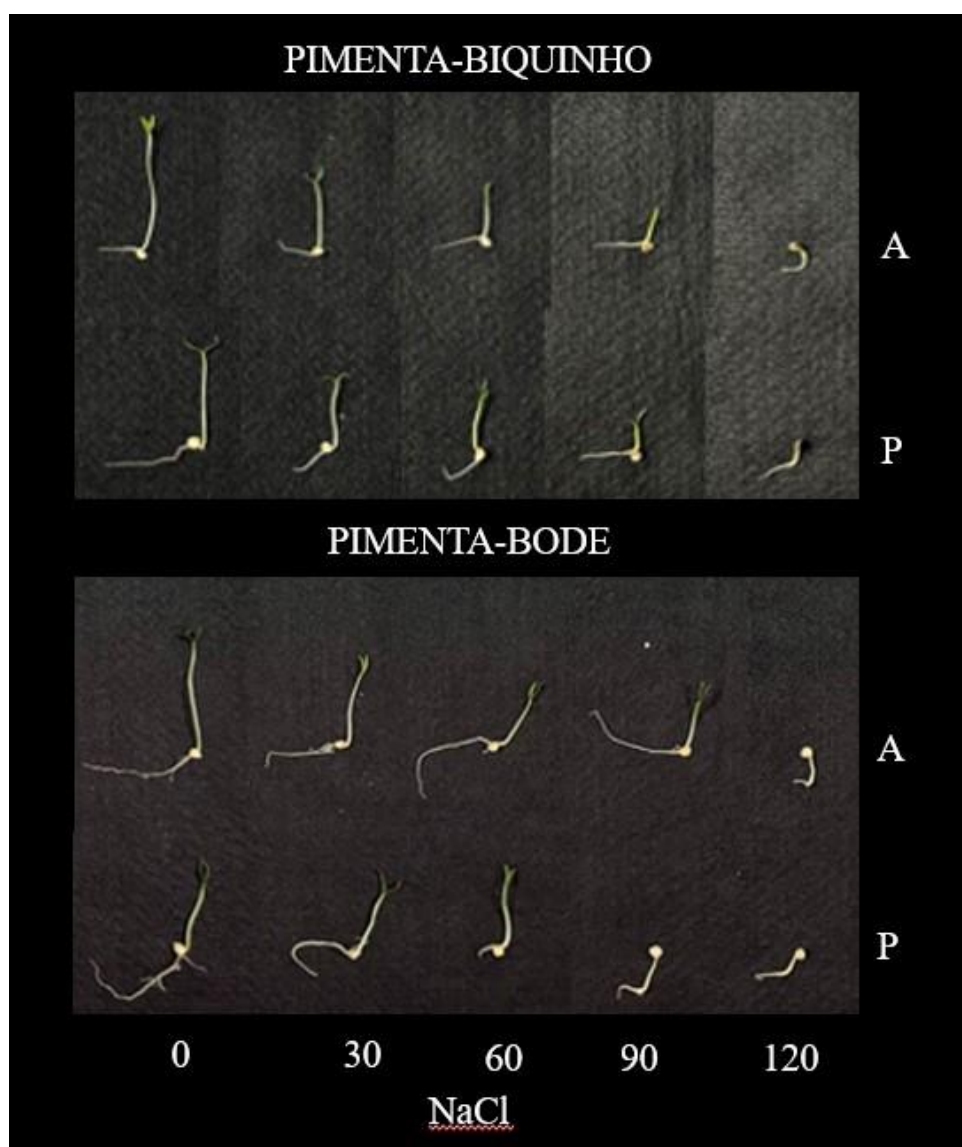


Tabela 1. Porcentagem de germinação (G), porcentagem de plântulas anormais (PA), porcentagem de sementes que não germinaram (SNG), comprimento da raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA) e massa seca total (MST) de pimenta-biquinho e pimenta-bode (*Capsicum chinense* Jacq), submetidas ao pré-tratamento ou não com ácido salicílico e semeadas em diferentes concentrações salinas de NaCl. Jaboticabal, SP, 2024.

Ácido salicílico	G (%)	PA (%)	SNG (%)	CR (cm)	CPA (cm)	MST (g)
Pimenta-biquinho						
Ausência	48,25 a	46,90 a	4,85 a	-	1,84 a	0,0803 a
Presença	47,70 a	44,45 a	7,85 a	-	1,63 a	0,0765 a
CV (%)	28,07	26,41	19,50	-	20,12	10,21
Pimenta-bode						
Ausência	9,85 a	75,95 a	14,20 a	2,01 a	2,09 a	0,0643 a
Presença	6,05 b	79,35 a	14,60 a	1,58 a	1,31 b	0,0590 a
CV (%)	21,94	7,87	25,52	21,5	21,33	15,21

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Entretanto, para a variedade ‘Biquinho’, as raízes foram maiores quando se utilizou o ácido salicílico até 60 mM (Figura 1B), demonstrando que, para essa pimenta, o ácido salicílico mitigou os efeitos negativos da salinidade com relação ao comprimento da raiz. Dessa maneira, sugere-se que o AS foi capaz de impedir o dano causado pelo sal, provavelmente acionando o aparato de enzimas antioxidantes (Bezerra *et al.*, 2020), o que pode ter estimulado respostas de aclimação, fato este também observado por Soares *et al.* (2024) em sementes de alface (*Lactuca sativa*), de origem orgânica e convencional quando submetidas ao pré-tratamento com AS e expostas ao estresse salino simulado pela presença de NaCl.

No entanto, com relação à variedade ‘Bode’, o ácido salicílico chegou a ser maléfico, uma vez que diminuiu a porcentagem de germinação das sementes e o comprimento médio da parte aérea. Resultados semelhantes foram encontrados em sementes de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*, onde a porcentagem de germinação das sementes diminuiu quando as

mesmas foram tratadas com 1,0 mM de AS (Rocha *et al.*, 2021), mesma concentração testada nesta pesquisa.

Além da espécie, as respostas ao ácido salicílico exógeno no crescimento das plantas dependem também da sua concentração, pois diferentes concentrações têm efeitos promotores ou inibidores no crescimento de plantas e órgãos em diferentes espécies vegetais (Li; Sun; Liu, 2022). Baixas concentrações podem melhorar os mecanismos de defesa das plantas, porém concentrações elevadas de ácido salicílico podem causar morte celular ou suscetibilidade das plantas a estresses abióticos (Khan *et al.*, 2015). Oliveira *et al.* (2022) constataram que a aplicação foliar de ácido salicílico na concentração de 4,5 mM intensificou os efeitos deletérios da salinidade da solução nutritiva sobre as trocas gasosas e massa fresca de fruto do meloeiro (*Cucumis melo*) cultivado em sistema hidropônico.

Avaliando a influência do pré-tratamento com ácido salicílico (0, 500, 1000 e 1500 μ M) na germinação, vigor e parâmetros de crescimento de plântulas de agrião-de-jardim (*Lepidium sativum* L.) submetidas a estresse salino, Habibi e Abdoli (2013) verificaram aumento da porcentagem de germinação com o uso da concentração de 500 μ M. Estudando a aplicação exógena do ácido salicílico em plantas de mostarda (*Brassica juncea*), submetidas a estresse por NaCl, Nazar; Umar; Khan (2015) observaram que o uso da concentração de 0,5 mM mitigou os efeitos negativos do estresse salino e melhorou a fotossíntese e o crescimento das plantas.

Sendo assim, a baixa resposta das pimentas utilizadas neste estudo, à aplicação do ácido salicílico como mitigador da salinidade, pode estar relacionada à concentração do mesmo.

CONCLUSÕES

A salinidade interfere negativamente na germinação das sementes, no crescimento e no desenvolvimento das plântulas de pimenta-biquinho e pimenta-bode.

A pimenta-biquinho mostrou tolerância à salinidade promovida por NaCl até 30 mM e as plântulas apresentaram raízes maiores na presença do ácido salicílico até 60 mM de NaCl.

A pimenta-bode não foi tolerante à salinidade promovida por NaCl durante o processo de germinação de sementes e desenvolvimento das plântulas; o ácido salicílico não foi efetivo em atenuar os efeitos negativos das soluções salinas; a porcentagem de germinação e o comprimento médio da parte aérea das plântulas foi menor na presença do ácido salicílico.

REFERÊNCIAS

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, n. 11, p. 64–77, 2020.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **AgroEstat** - sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos - versão 1.1.0.711. Jaboticabal: UNESP, 2015. 396 p.

BATISTA, G. S. et al. Seed desiccation and salinity tolerance of palm species *Carpentaria acuminata*, *Dypsis decaryi*, *Phoenix canariensis* and *Ptychosperma elegans*. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 12, p. 1630-1634, 2016.

BEZERRA, J. D. C. et al. Biossíntese de lignina em plantas submetidas ao déficit hídrico. **Pubvet**, v. 14, p. 132, 2020.

BRAGA, A. C. et al. Caroba-tree and Brazilian peppertree germinative response to salinity stress and application of salicylic acid. **Ornamental Horticulture**, v. 30, p. 1-5, 2024.

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Secretaria de defesa agropecuária. **Regras para análise de sementes**. 2009. Disponível em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf>

CARVALHO, S. I. C. et al. **Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2006. 27p.

CAVALCANTI, T. F. M. et al. Ornamental peppers: there is some accounting for taste. **Ornamental Horticulture**, v. 30, p. 1-6, 2024.

COELHO, D. S. et al. Germinação e crescimento inicial de variedades de feijão caupi submetidas a diferentes concentrações salinas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 2, p. 261-266, 2017.

DUTRA, T. R. et al. Efeito da salinidade na germinação e crescimento inicial de plântulas de três espécies arbóreas florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 91, p. 323-330, 2017.

GOMES NETO, V. **Caracterização de genes de mamona (*Ricinus communis* L.) associados a tolerância a estresses abióticos**. 2021. Tese Doutorado em Biotecnologia, Universidade Federal da Bahia.

HABIBI, A.; ABDOLI, M. Influence of salicylic acid pre-treatment on germination, vigor and growth parameters of garden cress (*Lepidium sativum*) seedlings under water potential loss at

salinity stress. **International Research Journal of Applied and Basic Sciences**, v. 4, n. 6, p. 1393-1399, 2013.

HE, M.; HE, C.H.; DING, N. Abiotic stresses: general defenses of land plants and chances for engineering multistress tolerance. **Frontiers in plant science**, v. 9, p. 1771, 2018.

KHAN, M.I.R. et al. Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, p. 1-17, 2015.

LI, A.; SUN, X.; LIU, L. Action of salicylic acid on plant growth. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, e-878076, 2022

LOPES, M. D. F. Q. et al. Crescimento de *Erythrina velutina* Willd. submetida a estresse salino e aplicação de ácido salicílico. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n.4, p. 31-38, 2019.

MEDEIROS, A. D. et al. Relationship between internal morphology and physiological quality of pepper seeds during fruit maturation and storage. **Agronomy Journal**, v. 112, p. 25-35, 2020.

METHENNI, K. et al. Salicylic acid and calcium pretreatments alleviate the toxic effect of salinity in the Oueslati olive variety. **Scientia Horticulturae**, v. 233, p. 349-358, 2018.

NATH, P. et al. Enzyme-assisted extraction of carotenoid-rich extract from red capsicum (*Capsicum annuum*). **Agricultural Research**, v.5, n.2, 2016.

NAZAR, R.; UMAR, S.; KHAN, N. A. Exogenous salicylic acid improves photosynthesis and growth through increase in ascorbate-glutathione metabolism and S assimilation in mustard under salt stress. **Plant Signaling & Behavior**, v. 10, n. 3, e1003751, 2015.

NÓBREGA, J. S. et al. Effects of irrigation water salinity and salicylic acid on germination and vigor of *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze. **Semina: Ciências Agrárias**, v.41, n.5, p.1507-1515, 2020a.

NÓBREGA, J. S. et al. Salinidade e ácido salicílico no desenvolvimento inicial de melancia. **Revista Desafios**, v. 7, n. 2, p. 162-171, 2020b.

NÓBREGA, J. S. et al. Water salinity and salicylic acid on tomato plants growth. **Research, Society and Development**. v. 10, n. 7, e41210716630, 2021a.

NÓBREGA, J.S. et al. Salicylic acid as a saline stress attenuator in the physiological quality of *Erythrina velutina* seeds. **Revista Árvore**, v. 45, p. e4521, 2021b.

OLIVEIRA, V.K.N. et al. Salicylic acid does not mitigate salt stress on the morphophysiology and production of hydroponic melon. **Brazilian Journal of Biology**, v. 82, e-262664, 2022.

PINHEIRO, C. et al. Salinity effect on germination, seedling growth and cotyledon membrane complexes of a portuguese salt marsh wild beet ecotype. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v. 30, p. 113-127, 2018.

ROCHA, M. E. L. et al. Ácido Salicílico na Germinação de Sementes de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*. **Ensaio e Ciência**, v. 25, n. 5-esp., p. 709-713, 2021.

SÁ, F.V.S. et al. Initial development and tolerance of bell pepper (*Capsicum annuum*) cultivars under salt stress. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 11, p. 181-189, 2017.

SÁ, F.V.S. et al. Initial development and tolerance of pepper species to salinity stress. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 3, p. 826-833, 2019.

SHARAVDORJ, K. et al. Understanding seed germination of forage crops under various salinity and temperature stress. **Journal of Crop Science and Biotechnology**, v. 24, p. 545–554, 2021.

SILVA, E. C. et al. Qualidade fisiológica de sementes de feijão mungo submetidas ao estresse salino. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**. v. 11, n. 1, p. 207-212, 2021.

SILVA, T. I. et al. *Ocimum basilicum* L. seeds quality as submitted to saline stress and salicylic acid. **Journal of Agricultural Science**, v.10, n.5, p. 159-166, 2018.

SOARES, L. G. J. et al. Estresse salino e tratamento com ácido salicílico em sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) de origem orgânica e convencional. **Luminária**, v. 26, n. 1, p. 12-21, 2024.

SOUZA, A.M.B. et al. Germination performance of *Syagrus romanzoffiana* seeds subjected to water and salt stress. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 45, n. 5, p. 1563-1578, 2024.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2017. 858 p.

VIEIRA, G. R. et al. Germination of *Dypsis decaryi* seeds under salt stress. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 44, n. 3, p. 945-956, 2023.

ZHU, J. K. Abiotic stress signaling and responses in plants. **Cell**, v. 167, n. 2, p. 313-324, 2016.