

**JANINE FARIAS MENEGAES
RAQUEL STEFANELLO
UBIRAJARA RUSSI NUNES
ORGANIZADORES**

Sementes

**FOCO EM PESQUISA SOBRE
QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA
VOLUME II**



2024



Janine Farias Menegaes
Raquel Stefanello
Ubirajara Russi Nunes
Organizadores

**Sementes: foco em pesquisa sobre
qualidade fisiológica e sanitária**
Volume 2



Pantanal Editora

2024

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com.

Revisão: O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos

Profa. MSc. Adriana Flávia Neu

Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior

Profa. MSc. Aris Verdecia Peña

Profa. Arisleidis Chapman Verdecia

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva

Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo

Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu

Prof. Dr. Carlos Nick

Prof. Dr. Claudio Silveira Maia

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos

Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva

Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos

Prof. MSc. David Chacon Alvarez

Prof. Dr. Denis Silva Nogueira

Profa. Dra. Denise Silva Nogueira

Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão

Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves

Prof. Me. Ernane Rosa Martins

Prof. Dr. Fábio Steiner

Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza

Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez

Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles

Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira

Prof. MSc. Javier Revilla Armesto

Prof. MSc. João Camilo Sevilla

Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales

Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski

Prof. MSc. Lucas R. Oliveira

Prof. Dr. Luciano Façanha Marques

Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela

Prof. Dr. Leandris Argente-Martínez

Profa. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa

Marchesan

Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann

Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior

Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos

Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla

Profa. MSc. Mary Jose Almeida Pereira

Profa. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes

Profa. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira

Profa. Dra. Patrícia Maurer

Profa. Dra. Queila Pahim da Silva

Prof. Dr. Rafael Chapman Auty

Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke

Prof. Dr. Raphael Reis da Silva

Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes

Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)

Instituição

OAB/PB

Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã

UO (Cuba)

IF SUDESTE MG

Facultad de Medicina (Cuba)

ISCM (Cuba)

UFESSPA

UEA

UNEMAT

UFV

AJES

UFGD

UEMS

IFPA

UNICENTRO

IFMT

UFMG

URCA

ISEPAM-FAETEC

IFG

UEMS

UFF

(Colômbia)

UNAM (Peru)

IFRR

UCG (México)

Rede Municipal de Niterói (RJ)

UNMSM (Peru)

UFMT

SED Mato Grosso do Sul

UEMA

IFPR

Tec-NM (México)

Consultório em Santa Maria

UFJF

UEG

FAQ

UNAM (Peru)

SEDUC/PA

IFB

IFPA

UNIPAMPA

IFB

UO (Cuba)

UFMS

UFPI

UFG

UEMA

Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos IFB
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca UFPI
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira FURG
Profa. Dra. Yilan Fung Boix UO (Cuba)
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme UFT

Conselho Técnico Científico

- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Catalogação na publicação
Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

S471

Sementes: foco em pesquisa sobre qualidade fisiológica e sanitária – Volume 2 / Organização de Janine Farias Menegaes, Raquel Stefanello, Ubirajara Russi Nunes. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2024. 156p.

Livro em PDF

ISBN 978-65-85756-28-0

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756280>

1. Sementes. I. Menegaes, Janine Farias (Organizadora). II. Stefanello, Raquel (Organizadora). III. Nunes, Ubirajara Russi (Organizador). IV. Título.

CDD 631.521

Índice para catálogo sistemático

I. Sementes



Pantanal Editora

Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

O e-book **Sementes: foco em pesquisa sobre qualidade fisiológica e sanitária – volume 2** de publicação da Pantanal Editora, apresenta, em seus treze capítulos, os resultados de pesquisas desenvolvidas ao longo dos últimos anos de várias instituições de ensino como a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) a Universidade Federal do Paraná (UFPR) e a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) Campus Botucatu, todas com participação direta dos acadêmicos de graduação e de pós-graduação.

Sabendo que as pesquisas na Área de Sementes são essenciais para uma agricultura de baixo impacto ambiental e aumento da produtividade, nosso trabalho visa contemplar as necessidades de desenvolvimento do Setor Agrônômico Brasileiro. Aproximando o **produtor** da **ciência**, para que ambos obtenham sucesso na aplicabilidade desse conhecimento no **campo**, de forma a promover um manejo sustentável e rentável ao meio rural.

Ótima leitura e atentiosamente,

Janine Farias Menegaes

Raquel Stefanello

Ubirajara Russi Nunes

...

Quem cultiva a semente do amor
Segue em frente e não se apavora
Se na vida encontrar dissabor
Vai saber esperar a sua hora


...

(Madureira, Bernini & Pilares)


Sumário

Apresentação	4
Capítulo I	7
Introdução: principais aspectos na qualidade de sementes (revisão)	7
Capítulo II	25
Nutrição mineral de plantas e qualidade fisiológica de sementes: uma análise científica.....	25
Capítulo III	44
Componentes de produtividade de sementes de nabo-forrageiro em diferentes épocas de colheita ..	44
Capítulo IV	54
Embebição e qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja	54
Capítulo V	65
Mancha-púrpura na qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja.....	65
Capítulo VI	74
Qualidade fisiológica e sanitária e patogenicidade de sementes de sorgo-sacarino	74
Capítulo VII	88
Ácido salicílico na germinação de sementes de trevo-persa.....	88
Capítulo VIII	98
Efeitos do estresse salino na germinação de sementes de aveia-branca.....	98
Capítulo IV	107
Radiação ultravioleta (UV-B) na germinação de sementes de aveia-branca	107
Capítulo X	117
Óxido de grafeno na germinação de sementes de aveia-branca	117
Capítulo XI	127
Germinação de sementes de <i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal sob efeito da embebição com ácido giberélico	127
Capítulo XII	135
Morfologia das sementes e sua relação com a presença de <i>Fusarium</i> spp.....	135
Capítulo XIII	144
Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cártamo armazenadas por diferentes períodos	144
Sobre os organizadores	155
Índice Remissivo	156

Ácido salicílico na germinação de sementes de trevo-persa

 10.46420/9786585756280cap7

Raquel Stefanello 

Raissa Tainá Puntel 

Daiane Balconi Bevilaqua 

Lucio Strazzabosco Dorneles 

Ubirajara Russi Nunes 

INTRODUÇÃO

O ácido salicílico (AS) é conhecido como um dos fitohormônios multifuncionais amplamente encontrado nas plantas. É, também um importante bioestimulador envolvido na regulação do crescimento e nas fases de desenvolvimento das culturas hortícolas (Chen et al., 2023), sendo produzido dentro da planta no citoplasma e nos cloroplastos (Hassoon & Abduljabbar, 2019). Foi sugerido que uma pequena quantidade de AS tenha uma excelente capacidade de superar as adversidades que ocorrem devido ao estresse abiótico, e esta é uma boa forma de assegurar a produção sustentável de culturas agrícolas a nível mundial (Chen et al., 2023).

Várias espécies de plantas contêm ácido salicílico com proporção variando em grandes faixas de 0,1 a 10 $\mu\text{g g}^{-1}$ de massa fresca, dependendo da espécie e uma quantidade significativa é armazenada em formas metiladas e/ou glicosiladas (Liu et al., 2022). Além disso, pode ser utilizado de forma exógena, consistindo em uma alternativa, para melhorar a qualidade e o vigor das sementes, para alterar propriedades morfológicas, fisiológicas e bioquímicas prejudiciais ao desenvolvimento normal das mesmas, além de melhorar a germinação (Lima Rocha et al., 2021).

O ácido salicílico pode estar envolvido na regulação do crescimento e desenvolvimento normal das plantas (Aminifard et al., 2020); pode promover a diferenciação dos botões florais, aumentando a floração (Guo et al., 2023); exerce efeitos moduladores regulando a dormência e o crescimento das plântulas, tornando-as mais vigorosas ou menos suscetíveis a condições adversas (Sedláková et al., 2023) e desempenha vários papéis no aumento da resistência das plantas ao estresse como tolerância ao sal (Fu et al., 2023). Adicionalmente, o AS pode aumentar a tolerância das plantas à seca, regulando o crescimento das raízes, melhorando a eficiência do uso da água pelas folhas, estabilizando as membranas celulares e modulando o sistema de enzimas antioxidantes (Lefevre, Bauters & Gheysen, 2020; Ullah et al., 2023).

Entre os fitohormônios, o ácido salicílico tem sido considerado um regulador químico alternativo e ecologicamente correto, adequado para aliviar problemas de tolerância ao estresse abiótico em muitas culturas hortícolas. Tem uma excelente capacidade de regular a absorção de minerais, a abertura e o

fechamento dos estômatos, ativando os eliminadores de enzimas reativas de oxigênio (ROS) em resposta ao estresse abiótico (Li et al., 2021).

A esse respeito, vários autores relataram o efeito da aplicação exógena de ácido salicílico na germinação das sementes, como observado, por exemplo, em centeio (*Secale cereale* L.) (Yanik et al., 2018), cevada (Torun et al., 2020), soja [*Glycine max* (L.) Merrill.] (Dalcin et al., 2019), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) (Fernandes et al., 2019), trevo-branco (*Trifolium repens* L.) e trevo-vesiculoso (*T. vesiculosum* Savi) (Bortolin et al., 2020), capim-lança (*Austrostipa scabra* Lindl.), grama-stopodes (*Microlaena stipoides* (Labill.) R.Br.) e palha-voadora (*Rytidosperma geniculatum* Mattos) (Pedrini, Stevens & Dixon, 2021), lentilha (*Lens esculenta* Moench) (Chen et al., 2021), eucalipto (*Eucalyptus* spp.) (Lima Rocha et al., 2021), arroz (*Oryza sativa* L.) (Yang et al., 2021), ervilha (*Pisum sativum* L.) (Ahmad et al., 2022), pimentão (*Capsicum annuum* L.) (Agoncillo, 2018; Poór et al., 2019; Neumann Silva et al., 2023) e alfafa (*Medicago sativa* L.) (Xu et al., 2023). No entanto, apesar dos extensos dados experimentais, nenhum estudo básico e aplicado sobre as respostas fisiológicas das plantas ao AS foi encontrado para a espécie trevo-persa (*Trifolium resupinatum* L.). Esta espécie pertencente à família Fabaceae, é uma leguminosa anual originária do clima mediterrâneo, adaptada às condições edafoclimáticas das áreas cultivadas com arroz e utilizada principalmente como forragem, fornecendo pastagens e feno altamente nutritivos (Heuzé et al., 2015; Sganzerla et al., 2015). Semelhante a outras culturas forrageiras, quando cultivada em ambientes de alta salinidade, as taxas de germinação são baixas, resultando na redução do crescimento e da biomassa das plântulas (Ghassemabadi, Eisvand & Akbarpour, 2018).

Conforme verificado na literatura, muitos estudos estão sendo realizados com o objetivo de elucidar o efeito da aplicação exógena de ácido salicílico nos parâmetros de germinação e desempenho de plântulas de diversas espécies agrícolas, mas ainda existem dúvidas quanto às concentrações utilizadas e à forma de aplicação nas sementes. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do ácido salicílico na germinação de sementes de trevo-persa.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Genética Vegetal & Evolução Vegetal, do Departamento de Biologia (Centro de Ciências Naturais e Exatas) da Universidade Federal de Santa Maria (RS), Brasil, com sementes peletizadas de trevo-persa cultivar Lightning, adquiridas de uma empresa tradicional na comercialização de sementes (PGG Wrightson Seeds Brasil).

O preparo dos tratamentos consistiu em diluir o ácido salicílico ($C_7H_6O_3$) em água destilada, nas concentrações de $0,0900 \text{ g L}^{-1}$ ($500 \mu\text{M}$), $0,1801 \text{ g L}^{-1}$ ($1000 \mu\text{M}$), $0,2704 \text{ g L}^{-1}$ ($1500 \mu\text{M}$) e $0,3603 \text{ g L}^{-1}$ ($2000 \mu\text{M}$), de acordo com metodologia adaptada de Apon et al. (2023). No tratamento controle ($0 \mu\text{M}$) foi utilizada apenas água destilada. Considerando a baixa solubilidade em água do AS, a solução foi aquecida em micro-ondas por 5 minutos para completa dissolução.

O potencial fisiológico das sementes foi avaliado em câmara de germinação, com regime de 24 h de luz, através do teste de germinação realizado em caixas plásticas transparentes com quatro repetições de 50 sementes. As sementes foram acondicionadas sobre três folhas de papel *germitest* umedecidas com água destilada ou com as respectivas soluções de AS na proporção de 2,5 vezes a massa seca do papel. Após a semeadura, as caixas plásticas foram mantidas na temperatura de 20 °C, sendo a primeira contagem de germinação realizada após 4 dias e a última aos 7 dias (quando foi finalizado o teste). Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais (Brasil, 2009).

Para avaliação do comprimento, dez plântulas normais de cada repetição obtidas do teste de germinação foram avaliadas, aleatoriamente, com o auxílio de uma régua milimetrada. O comprimento médio das plântulas foi obtido somando-se as medidas de cada repetição e dividindo-se pelo número de plântulas normais mensuradas, com resultados expressos em centímetros (cm). Em seguida, as dez plântulas normais de cada repetição resultantes do teste de comprimento foram mantidas em sacos de papel, em estufa com temperatura aproximada de 60 °C, até a obtenção de massa constante (48 h). Posteriormente, as plântulas foram novamente pesadas em balança de precisão, com resolução de 0,001 g, sendo os resultados expressos em miligramas (mg).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, onde os tratamentos constituíram-se das diferentes concentrações de ácido salicílico. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F e Scott-Knott ($p\text{-valor} \leq 0,05$), quando constatado efeito significativo, foi realizada a análise de regressão pelo *software* SISVAR. A apresentação em gráficos de colunas foi escolhida para melhor visualização dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância mostrou que não houve diferença significativa na percentagem de plântulas normais de trevo-persa avaliadas pelos testes de primeira contagem aos 4 dias (94, 91 e 95%) e germinação aos 7 dias (95, 94 e 96%) até 1000 μM de AS (Figuras 1A e 1B).

No entanto, decréscimo no crescimento das plântulas foi observado a partir de 500 μM (3,64 cm) de AS em relação ao controle (4,17 cm) (Figura 2A). Para a biomassa seca das plântulas não houve diferença entre a aplicação de ácido salicílico e o tratamento controle (Figura 2B), resultados estes semelhantes aos observados por Lima Rocha et al. (2021) em sementes de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake e *E. grandis* W. Mill ex Maiden até 1000 $\mu\text{mol L}^{-1}$.

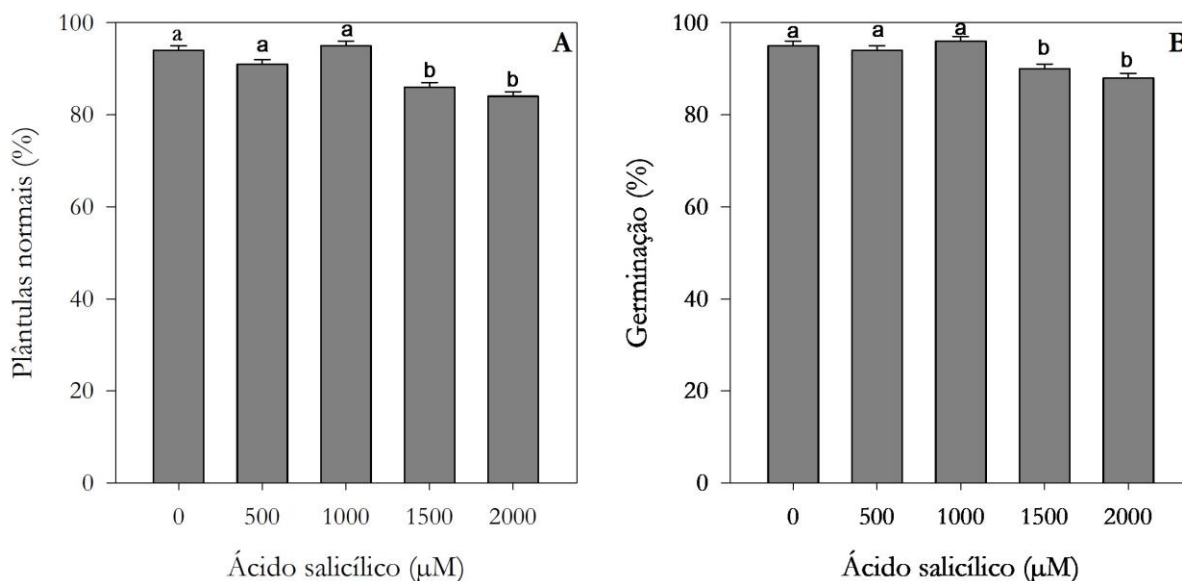


Figura 1. Primeira contagem (A) e germinação (B) de sementes de trevo-persa (*Trifolium resupinatum* L.) submetidas a diferentes concentrações de ácido salicílico. *Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p -valor \leq 0,05). Fonte: os autores.

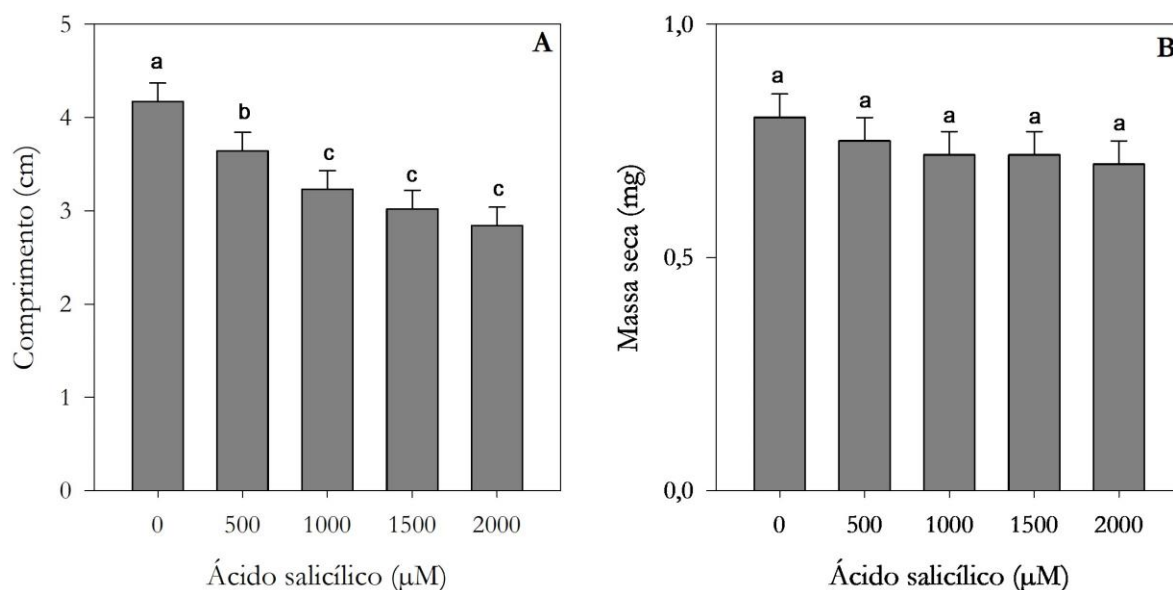


Figura 2. Comprimento total (A) e massa seca (B) de plântulas de trevo-persa (*Trifolium resupinatum* L.) submetidas a diferentes concentrações de ácido salicílico. *Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p -valor \leq 0,05). Fonte: os autores.

A aplicação de ácido salicílico tem papel controverso no crescimento e desenvolvimento das plantas, dependendo da concentração, da espécie, da frequência de aplicação e da etapa de desenvolvimento da planta (Silva et al., 2020; Koo, Heo & Choi, 2020). O papel do AS na fisiologia e produção vegetal é limitado a baixas concentrações, pois em altas concentrações pode causar danos oxidativos, reduzindo a tolerância contra estresses abióticos como, por exemplo, o sal (Kumar et al., 2022). Por outro lado, em sementes de ervilha, o AS aliviou o efeito adverso da salinidade, mesmo em

níveis mais altos, induzindo sistemas antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos, açúcares solúveis, acúmulo de prolina e regulando a homeostase iônica juntamente com a regulação positiva de antiportadores Na^+/H^+ (Ahmad et al., 2022).

Nossas observações mostram que o comprimento das plântulas de trevo-persa foi reduzido a partir de 500 μM (Figura 3). Resultados semelhantes ao deste estudo foram observados em sementes de soja onde concentrações de AS entre 250 e 750 μM apresentaram resultados favoráveis, porém, acima de 1000 μM prejudicaram os parâmetros de crescimento (Dalcin et al., 2019), enquanto o AS em concentrações de até 1000 μM não afetou negativamente a germinação das sementes de feijão (Fernandes et al., 2019). Em sementes de centeio, baixa concentração de AS resultou em aumento da taxa de germinação e alongamento das raízes, e concentrações mais altas ocasionaram acúmulo de H_2O_2 devido ao aumento de superóxido dismutase e menor atividade da enzima catalase, consequentemente, ocorrendo diminuição da taxa de germinação e do crescimento radicular (Yanik et al., 2018).

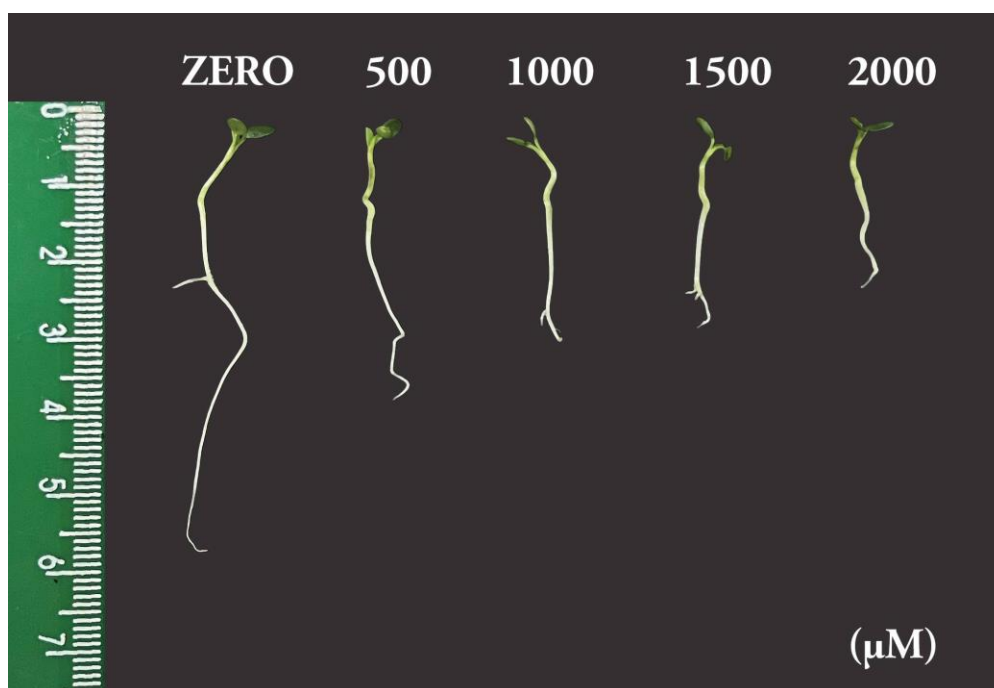


Figura 3. Plântulas de trevo-persa (*Trifolium resupinatum* L.) submetidas a diferentes concentrações de ácido salicílico (μM). Fonte: os autores.

Pesquisas realizadas anteriormente indicaram que os efeitos dos tratamentos com ácido salicílico podem ser diferentes em cada espécie ou cultivar (Neumann Silva et al., 2023). Em sementes de arroz, concentrações mais baixas como 10 μM de AS, fornecido através da solução nutritiva, melhorou consideravelmente os parâmetros de crescimento das plantas e a produção de biomassa, reduzindo a absorção de cromo (Yang et al., 2021) e 770 μM de AS incrementou a germinação das sementes de alfafa (*Medicago sativa* L.), reduzindo a peroxidação lipídica, promovendo a regulação osmótica e aumentando os níveis de antioxidantes (Xu et al., 2023).

Outros estudos mostram que o condicionamento com ácido salicílico não influenciou a taxa de germinação final das sementes de trevo-branco e de trevo-vesiculososo, mas mitigou os efeitos do alumínio (Al) na parte aérea desses (Bortolin et al., 2020). Adicionalmente, não foram verificados efeitos de incremento no potencial fisiológico de sementes de pimentão em função do tratamento de sementes com doses entre 0 a 400 μM de AS; assim como não se observaram efeitos positivos de estímulo do crescimento das plântulas (Neumann Silva et al., 2023).

Complementarmente, o efeito positivo ou negativo da aplicação de AS depende de vários fatores, incluindo dose, estágio de desenvolvimento da planta, espécie utilizada e modo de aplicação (Poór et al., 2019). Em sementes de eucaliptos (*Eucalyptus urophylla* S.T.Blake e *E. grandis* Hill ex-Maiden) tratadas com 250 a 1000 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de ácido salicílico, o comprimento do hipocótilo não foi afetado pelo aumento das doses enquanto para o comprimento radicular houve um crescimento conforme as concentrações aplicadas (Lima Rocha et al., 2021). Ainda, o envolvimento das sementes com ácido salicílico (100 μM) melhorou a sobrevivência de três espécies (capim-lança, grama-stopodes e palha-voadora) de gramíneas nativas utilizadas em programas de restauração (Pedrini et al., 2021) e, além disso, foi observado efeito positivo na germinação de sementes de pimentão com doses entre 100 e 500 μM (Agoncillo, 2018).

É interessante destacar que as doses utilizadas influenciam diretamente nas respostas das sementes, visto que para algumas espécies as doses recomendadas são menores do que para outras (Lima Rocha et al., 2021). Em sementes de cevada os efeitos do tratamento exógeno com AS dependeram tanto do momento do tratamento quanto da cultivar à qual foi aplicado (Torun et al., 2020). Em sementes de lentilha concentrações de 100 a 500 μM estimularam o crescimento de raízes, contudo, em concentração de 1000 μM ocorreu efeito inibitório (Chen et al., 2021). Assim, é possível inferir que diferentes concentrações de AS em diferentes espécies de plantas têm efeitos estimulantes ou inibidores no crescimento (Koo et al., 2020; Bagautdinova et al., 2022).

O ácido salicílico é um derivado fenólico comumente encontrado em plantas. Muitos estudos demonstraram que, ao atuar como fito-hormônio, desempenha papéis cruciais nas respostas de tolerância das plantas aos estresses bióticos e abióticos, mantendo assim o crescimento normal das plantas e melhorando os rendimentos sob estresse (Song et al., 2023). Além disso, faz a mediação na regulação do crescimento afetando a divisão e expansão celular; onde genes ou outras proteínas se ligam ao AS para modular a transcrição de genes-chave (como os associados com o ciclo celular e relaxamento da parede celular) ou no *cross-talk* com outros hormônios (giberelina, auxina e etileno) de maneira positiva ou negativa e, em seguida, regulam a divisão ou expansão celular, finalmente modificando o crescimento da planta (Li et al., 2022). Em concentrações adequadas, pode induzir as plantas a produzirem compostos antioxidantes, como enzimas e proteínas, que atuam na remoção de espécies reativas de oxigênio e favorecem a atividade fotossintética (Safeer et al., 2019).

Por fim, os resultados deste estudo indicam uma redução significativa para a porcentagem de germinação, conforme foram adicionadas dosagens mais elevadas de ácido salicílico, onde nos

tratamentos com 1500 μM (90%) e 2000 μM (88%) foram observados os menores valores de germinação, em relação ao controle (95%), demonstrando que a partir destas dosagens a embebição das sementes de trevo-persa em ácido salicílico não proporcionou maior porcentagem de germinação (Figura 1B). Estes resultados são importantes para compreender o papel do ácido salicílico na germinação destas sementes e podem contribuir para o desenvolvimento de estratégias eficazes para o manejo da cultura.

CONCLUSÃO

O ácido salicílico apresentou efeito positivo na germinação das sementes de trevo-persa até 1000 μM , reduzindo o comprimento das plântulas a partir de 500 μM .

AGRADECIMENTO

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio através da bolsa CNPq 308277/2021-0.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agoncillo, E. M. (2018). Enhancement of germination and emergence of hot pepper seeds by priming with acetyl salicylic acid. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 8, 9-13.
- Ahmad, F., Kamal, A., Singh, A., Ashfaque, F., Alamri, S., & Siddiqui, M. H. (2022). Salicylic acid modulates antioxidant system, defense metabolites, and expression of salt transporter genes in *Pisum sativum* under salinity stress. *Journal Plant Growth Regulation*, 41, 1905-1918. DOI: 10.1007/s00344-020-10271-5
- Aminifard, M. H., Jorkesh, A., Fallahi, H-R., & Moslemi, F. S. (2020). Influences of benzyl adenine and salicylic acid and on growth, yield, and biochemical characteristics of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Souh African Journal of Botanic*, 132, 299-303. DOI: 10.1016/j.sajb.2020.05.019
- Apon, T. A., Ahmed, S. F., Bony, Z. F., Chowdhury, M. R., Asha, J. F., & Biswas, A. (2023). Sett priming with salicylic acid improves salinity tolerance of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) during early stages of crop development. *Heliyon*, 9, e16030. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e16030
- Bagautdinova, Z., Omelyanchuk, N., Tyapkin, A., Kovrizhnykh, V. V., Lavrekha, V. V., & Zemlyanskaya, E. V. (2022). Salicylic acid in root growth and development. *International Journal of Molecular Science*, 23, e2228. DOI: 10.3390/ijms23042228
- Bortolin, G. S., Teixeira, S. B., Pinheiro, R. M., Ávila, G. E., Carlos, F. S., Pedroso, C. E. S., & Deuner, S. (2020). Seed Priming with salicylic acid minimizes oxidative effects of aluminum on *Trifolium* seedlings. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 20, 2502-251. DOI: 10.1007/s42729-020-00316-9
- Brasil (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA/ACS. 399p.

- Chen, J., Zhang, J., Kong, M., Freeman, A., Chen, H., & Liu, F. (2021). More stories to tell: nonexpressor of pathogenesis-related genes1, a salicylic acid receptor. *Plant Cell and Environment*, 44, 1716–1727. DOI: 10.1111/pce.14003
- Chen, S., Zhao, C-B., Ren, R-M., & Jiang, J-H. (2023). Salicylic acid had the potential to enhance tolerance in horticultural crops against abiotic stress. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1141918. DOI: 10.3389/fpls.2023.1141918
- Dalcin, J. S., Nunes, U. R., Roso, R., Müller, C. A., Backes, F. A. A. L., Backes, R. L., Mattioni, N. M., Filho, A. C., Santos, C. V. dos., Mendonça, M. B. F. da., Bastiani, G. G. de., Barbieri, G. F., & Stefanello, R. (2019). Salicylic acid concentrations and its effects on the physiological quality of soybean seeds. *Journal of Agricultural Science*, 11, 271-279. DOI: 10.5539/jas.v11n17p271
- Fernandes, T. S., Nunes, U. R., Roso, R., Ludwig, E. J., Zini, P. B., Menegaes, J. F., Barbieri, G. F., & Santos, C. V. dos. (2019). Physiological quality of common bean seeds subjected to different concentrations of salicylic acid. *Journal of Agricultural Science*, 11, 448. DOI: 10.5539/jas.v11n1p448
- Fu, C., Khan, M. N., Yan, J., Hong, X., Zhao, F., Chen, L., Ma, H., Li, Y., Li, J., & Wu, H. (2023). Mechanisms of nanomaterials for improving plant salt tolerance. *Crop and Environment*, 2, 92-99. DOI: 10.1016/j.crope.2023.03.002
- Ghassemabadi, H. F., Eisvand, H. R., & Akbarpour, O. A. (2018). Evaluation of salinity tolerance of different clover species at germination and seedling stages. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 8, 2469-2477. DOI: 10.22034/ijpp.2018.540991
- Guo, P. R., Wu, L. L., Wang, Y., Liu, D., & Li, J. A. (2023). Effects of drought stress on the morphological structure and flower organ physiological characteristics of *Camellia oleifera* flower Buds. *Plants*, 12, 2585. DOI: 10.3390/plants12132585
- Hassoon, A. S., & Abduljabbar, I. A. (2019). Review on the role of salicylic acid in plants. In: Hasanuzzaman, M., Filho, M. C. M. T., Fujita, M., Nogueira, T. A. R. (Orgs.). *Sustainable Crop Production*. London: IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.89107
- Heuzé, V., Tran, G., Giger-Reverdin, S., & Lebas, F. (2015). Persian clover (*Trifolium resupinatum*). *Feedipedia, a Programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO*, 30, 16.
- Koo, Y. M., Heo, A. Y., & Choi, H. W. (2020). Salicylic acid as a safe plant protector and growth regulator. *Plant Pathology Journal*, 36, 1-10. DOI: 10.5423/PPJ.RW.12.2019.0295
- Kumar, S., Ahanger, M. A., Alshaya, H., Jan, B. L., & Yerramilli, V. (2022). Salicylic acid mitigates salt induced toxicity through the modifications of biochemical attributes and some key antioxidants in *Capsicum annum*. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29, 1337-1347. DOI: 10.1016/j.sjbs.2022.01.028
- Lefevere, H., Bauters, L., & Gheysen, G. (2020). Salicylic acid biosynthesis in plants. *Frontiers in Plant Science*, 11, 338. DOI: 10.3389/fpls.2020.00338

- Li, Z. G., Xiang, R. H., & Wang, J. Q. (2021). Hydrogen sulfide-phytohormone interaction in plants under physiological and stress conditions. *Journal of Plant Growth Regulation*, 40, 2476-2484. DOI: 10.1007/s00344-021-10350-1
- Li, Z., Sheerin, D. J., Roepenack-Lahaye, E. V., Stahl, M., & Hiltbrunner, A. (2022). The phytochrome interacting proteins ERF55 and ERF58 repress light-induced seed germination in *Arabidopsis thaliana*. *Nature Communications*, 13, e1656. DOI: 10.1038/s41467-022-29315-3
- Lima Rocha, M. E. L., Barbosa, J. A., Abade, M. T. R., Cardoso, K. P. S., & Guimarães, V. F. (2022). Ácido Salicílico na germinação de sementes de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, 25, 709-713. DOI: 10.17921/1415-6938.2021v25n5-esp.p709-713
- Liu, J., Qiu, G., Liu, C., Li, H., Chen, X., Fu, Q., Lin, Y., & Guo, B. (2022). Salicylic acid, a multifaceted hormone, combats abiotic stresses in plants. *Life*, 12, 886. DOI: 10.3390/life12060886
- Neumann Silva, V. N., Bedin, F., Rheinnheimer, K. B., Janstch, F. T., Mello, E. S., & Mottin, F. M. (2023). Tratamento de sementes de pimenta com ácido salicílico - efeitos no potencial fisiológico das sementes e na produção de mudas. *Investigación Agrária*, 25, 1-10. DOI: 10.18004/investig.agrar.2023.junio.2501739
- Pedrini, S., Stevens, J. C., & Dixon, K. W. (2021). Seed encrusting with salicylic acid: A novel approach to improve establishment of grass species in ecological restoration. *PLoS One*. 16, e0242035. DOI: 10.1371/journal.pone.0242035
- Poór, P., Borbély, P., Bódi, N., Bagyánszki, M., & Tari, I. (2019). Effects of salicylic acid on photosynthetic activity and chloroplast morphology under light and prolonged darkness. *Photosynthetica*, 57, 367-376. DOI: 10.32615/ps.2019.040
- Safeer, M., Qamar, R., Altaf, M. M., Sarwar, N., Farooq, O., Iqbal, M. M., & Ahmad-Anjum, S. (2019). Exogenous application of salicylic acid ameliorates growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in saline soil. *Agrociência*, 53, 207-217.
- Sedláková, V., Zeljković, S. C., Štefelová, N., Smýkal, P., & Hanáček, P. (2023). Phenylpropanoid content of chickpea seed coats in relation to seed dormancy. *Plants*, 12, 2687. DOI: 10.3390/plants12142687
- Sganzerla, D. C., Bilharva, M. G., Priebe, C., Jiménez, R. M., Figas, M. F., Lemos, G. S., Ferreira, O. G. L., & Monks, P. L. (2015). Características produtivas da consorciação de trevo-persa e azevém submetidos a pastejo. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 67, 173-180. DOI: 10.1590/1678-6669
- Silva, A. A. R. da., Lima, G. S. de, Azevedo, C. A. V. de, Veloso, L. L. de S., & Gheyi, H. R. (2020). Salicylic acid as an attenuator of salt stress in soursop. *Revista Caatinga*, 33, 1092-1101. DOI: 10.1590/1983-21252020v33n424rc

- Song, W., Shao, H., Zheng, A., Zhao, L., & Xu, Y. (2023). Advances in roles of salicylic acid in plant tolerance responses to biotic and abiotic stresses. *Plants*, 12, 3475. DOI: 10.3390/plants12193475
- Torun, H., Novak, O., Mikulik, J., Pencik, A., Strnad, M., & Ayaz, F. A. (2020). Timing-dependent effects of salicylic acid treatment on phytohormonal changes, ROS regulation, and antioxidant defense in salinized barley (*Hordeum vulgare* L.). *Scientific Reports*, 10, e-13886. DOI: 10.1038/s41598-020-70807-3
- Ullah, C., Chen, Y.-H., Ortega, M. A., & Tsai, C. J. (2023). The diversity of salicylic acid biosynthesis and defense signaling in plants: Knowledge gaps and future opportunities. *Current Opinion in Plant Biology*, 72, 102349. DOI: 10.1016/j.pbi.2023.102349
- Xu, N., Sui, X., Chen, Z., Niu, J. P., Guo, Z. P., & Wang, Q. Z. (2023). Seed soaking with salicylic acid improves alfalfa (*Medicago sativa* L.) germination by involving the antioxidation system. *Acta Physiologiae Plantarum*, 45, 128. DOI: 10.1007/s11738-023-03600-0
- Yang, S., Ulhassan, Z., Shah, A. M., Khan, A. R., Azhar, W., Hamid, Y., Hussain, S., Sheteiwy, M. S., Salam, A., & Zhou, W. (2021). Salicylic acid underpins silicon in ameliorating chromium toxicity in rice by modulating antioxidant defense, ion homeostasis and cellular ultrastructure. *Plant Physiology and Biochemistry*, 166, 1001-1013. DOI: 10.1016/j.plaphy.2021.07.013
- Yanik, F., Ayturk, O., Cetinbas-Genc, A., & Vardar, F. (2018). Salicylic acid-induced germination biochemical and developmental alterations in rye (*Secale cereale* L.). *Acta Botanica Croatica*, 77, 45-50. DOI:10.2478/botcro-2018-0003

Índice Remissivo

- A**
- Ácido salicílico, 90
Avena sativa, 100, 102, 103, 105, 110, 111, 113,
120, 122, 123
- C**
- Colheita, 17, 50, 51, 55
Cultivares, 81, 83, 84, 85
- D**
- Danos mecânicos, 142
- E**
- Embebição, 56
Espécie forrageira, 128
- F**
- Físico, 14
Fisiologia, 30, 130
Fusarium, 77, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 86, 137, 138,
139, 140, 141, 143, 153, 154
- G**
- Germinação, 18, 50, 60, 71, 78, 129, 132
- M**
- Mancha, 67
- N**
- Nabo, 47, 48
- P**
- Plântulas, 84, 85, 94, 103, 123
- Q**
- Qualidade sanitária, 156
- S**
- Salinidade, 108
Sementes, 6, 9, 13, 21, 29, 30, 48, 49, 56, 57, 60,
62, 68, 70, 77, 83, 85, 120, 131, 136, 148, 153
Solanaceae, 129
Sorgo-sacarino, 89
- T**
- Trifolium resupinatum*, 91, 93, 94, 114, 120, 124
- V**
- Vigor, 17, 49, 50, 60, 61

Oe-book **Sementes: foco em pesquisa sobre qualidade fisiológica e sanitária – volume 2** de publicação da Pantanal Editora, apresenta, em seus treze capítulos, os resultados de pesquisas desenvolvidas ao longo dos últimos anos de várias instituições de ensino como a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) a Universidade Federal do Paraná (UFPR) e a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) Campus Botucatu, todas com participação direta dos acadêmicos de graduação e de pós-graduação.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil
Telefone (66) 9608-6133 (Whatsapp)
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br