



Inovações em pesquisas agrárias e ambientais

Volume VII

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Bruno Rodrigues de Oliveira
Organizadores

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Bruno Rodrigues de Oliveira
Organizadores

**Inovações em pesquisas agrárias e
ambientais**
Volume VII



Pantanal Editora

2025

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Dr. Jorge González Aguilera e 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. Leandro Argentel-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*)
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
Prof. Dr. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Ugur Azizoglu
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira
Profa. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

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
IFB
Sec. Mun. de Educação, Cultura e Tecnologia de Araripe
Universidade Kayseri, Türkiye
UFPI
FURG
UO (Cuba)
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

158

Inovações em pesquisas agrárias e ambientais - Volume VII / Organização de Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera, Bruno Rodrigues de Oliveira. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2025.
124p. ; il.

Livro em PDF

ISBN 978-65-85756-60-0

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756600>

1. Ciências agrárias. I. Zuffo, Alan Mario (Organizador). II. Aguilera, Jorge González (Organizador). III. Oliveira, Bruno Rodrigues de (Organizador). IV. Título.

CDD 630

Índice para catálogo sistemático

I. Ciências agrárias



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.

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 “Inovações em Pesquisas Agrárias e Ambientais – Volume VI” reúne uma coletânea de trabalhos científicos que refletem os avanços e desafios contemporâneos no campo das ciências agrárias e ambientais, abordando aspectos relacionados à conservação de recursos naturais, manejo de ecossistemas, melhoramento genético, fisiologia vegetal e práticas de produção sustentável.

Os estudos aqui compilados abrangem uma diversidade temática que evidencia a complexidade dos sistemas biológicos e produtivos, e demonstram a aplicação de metodologias rigorosas na investigação de questões relevantes à ciência aplicada. Esta publicação resulta do esforço coletivo de diversos pesquisadores, docentes e discentes, cuja atuação nas diferentes linhas de pesquisa confere a este volume um caráter interdisciplinar e de alta relevância científica. O conjunto dos trabalhos apresentados não apenas avança o conhecimento técnico-científico, mas também propicia subsídios aplicáveis ao desenvolvimento de práticas produtivas sustentáveis, à conservação ambiental e ao aprimoramento dos processos de ensino, pesquisa e extensão universitária.

Desejamos aos leitores que este material contribua para o aprofundamento do conhecimento e para o estímulo de novas investigações no âmbito das ciências agrárias e ambientais.

Os organizadores

Sumário

Apresentação	4
Capítulo 1.....	6
Desempenho de modelos hidrológicos semi-distribuídos no Rio Verde, Minas Gerais	6
Capítulo 2.....	20
Frutos de <i>Muntingia calabura</i> e <i>Psidium guajava</i> na alimentação de macacos-prego no Parque Zoobotânico Leopoldo Linhares Fernandes, Alta Floresta – MT	20
Capítulo 3.....	28
Produção de mudas de <i>Parkia multijuga</i> (Leguminosae) para restauração ecológica do Parque Zoobotânico Leopoldo Linhares Fernandes, Alta Floresta, Mato Grosso.....	28
Capítulo 4.....	36
Avaliação da capacidade germinativa de genótipos de soja submetidos a níveis de salinidade.....	36
Capítulo 5.....	47
Desempenho de Genótipos de Sorgo Forrageiro quanto à Porcentagem de Massa Seca em Condições de Irrigação e Sequeiro.....	47
Capítulo 6.....	55
Sementes de jurema preta submetidas à diferentes métodos de superação de dormência e posterior ciclo de hidratação – desidratação.....	55
Capítulo 7.....	62
Estabilidade de Genes Endógenos para Análises Moleculares em <i>Eucalyptus</i> sob Condições de Estresse	62
Capítulo 8.....	77
Distúrbios Fisiológicos em <i>Eucalyptus</i> : Genes-Chave para Tolerância Nutricional e Hídrica	77
Capítulo 9.....	95
Desempenho de mudas de eucalipto sob influência competitiva de gramíneas forrageiras	95
Capítulo 10	109
Comportamento inicial do eucalipto em plantio consorciado com leguminosas para cobertura do solo	109
Índice Remissivo	123
Sobre os organizadores.....	124

Avaliação da capacidade germinativa de genótipos de soja submetidos a níveis de salinidade

Recebido em: 28/05/2025

Aceito em: 30/05/2025

 10.46420/9786585756600cap4

Agda Taynná de Amorim 

Monalisa Alves Diniz da Silva 

Mateus Ferreira Andrade 

Tânia da Silva Siqueira 

Gislaine Crislaine Gomes de Souza 

João Gabriel Barbosa dos Santos 

Carlos Gabriel Quidute de Sá 

Graciane Xavier Leal Ferraz 

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é uma das principais culturas agrícolas do mundo, desempenha um papel essencial na economia global devido seu alto valor nutricional e versatilidade de uso, principalmente na produção de óleo e proteína; isso gera uma grande demanda pelos grãos, o que torna necessário uma alta produção para atingir as demandas do mercado. No entanto, fatores ambientais adversos, como a salinidade do solo, podem comprometer significativamente a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas, afetando a produtividade da cultura (Silva, Ferreira & Costa, 2020).

A salinidade do solo é um dos principais fatores que limitam a produtividade agrícola, afetando diretamente o processo de germinação das sementes. Isso ocorre porque as altas concentrações de sais reduzem a absorção de água pelas sementes, causando estresse osmótico e toxicidade iônica, o que pode comprometer a emergência e o crescimento inicial das plântulas (Munns & Tester, 2008). A soja é uma leguminosa sensível ao sal, o que pode prejudicar não apenas a germinação das sementes, mas também o crescimento das plântulas e o desenvolvimento geral da planta (Rasheed et al., 2022).

O estresse salino perturba o equilíbrio iônico, devido ao acúmulo de Na^+ , que reduz a absorção de minerais e sua translocação para os órgãos da planta. Além disso, esse estresse induz a produção de espécies reativas de oxigênio (ROS), que dificultam o crescimento e o desenvolvimento vegetal (Arif et al., 2020; Sharma et al., 2021). Devido à crescente importância dos rendimentos da soja e aos problemas causados pelo estresse salino, o desenvolvimento de genótipos tolerantes ao sal tem recebido grande atenção nos principais programas de melhoramento da cultura em todo o mundo (Chen et al., 2018).

A germinação das sementes e o crescimento pós-germinativo são estágios críticos para o estabelecimento e desenvolvimento das plantas. A tolerância à salinidade durante a germinação desempenha um papel vital na sobrevivência e crescimento sob condições adversas (Zhou et al., 2023).

Por isso, avaliar a resposta germinativa de genótipos de soja sob estresse salino é uma etapa fundamental para a identificação e o desenvolvimento de cultivares mais tolerantes ao sal (Gobade et al., 2024).

Desta forma é crucial avaliar a capacidade germinativa de genótipos de soja sob diferentes níveis de salinidade, a fim de selecionar materiais genéticos que apresentem mais tolerância a esse estresse e possibilite a produção em regiões onde a salinidade do solo representa um desafio para o cultivo da soja (Farias, Neumaier, & Nepomuceno, 2019). Neste contexto, objetivou-se avaliar a capacidade germinativa e o vigor de diferentes genótipos de soja submetidos à diferentes níveis de salinidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Sementes da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizada no município de Serra Talhada, Pernambuco (PE), durante o período de novembro a dezembro de 2024. Foram utilizadas 11 variedades de soja (*Glycine max* L.), cultivadas em 2024 na área experimental da Unidade Acadêmica de Serra Talhada da UFRPE, sendo estas: Syn 1687; BRS 7981; Nidera 8080; BRS 8182; Dom Mário (82i78); Brasmax Ataque; TMG 2383; M 8644; FT 3190; BRS 9180 e PV Alagoana RR.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 11×4, correspondendo a 11 genótipos e quatro níveis de salinidade (0, -0,2, -0,4 e -0,8 MPa), com quatro repetições de 50 sementes, totalizando 44 unidades experimentais.

As soluções salinas foram preparadas com cloreto de sódio (NaCl), de acordo com o protocolo descrito por Parmar e Moore (1968), e utilizadas como meio umedecedor do substrato, papel mata-borrão, na proporção de 2,5 vezes o seu peso seco.

As sementes foram distribuídas uniformemente sobre duas folhas de papel mata – borrão em placas de Petri, e mantidas em sala climatizada à 25 °C, com umidade relativa de 35%, monitoradas por termo-higrômetro digital. A renovação das soluções foi realizada a cada dois dias após a semeadura, umedecendo-se novas folhas de papel mata borrão a cada troca, visando manter os níveis de salinidade. A avaliação da germinação foi feita diariamente durante nove dias, considerando como critério a emissão da raiz primária com no mínimo 0,3 cm de comprimento, os resultados foram expressos em porcentagem. As variáveis avaliadas foram:

Porcentagem de germinação (G);

Tempo médio de germinação (TMG - dias), calculado segundo Labouriau (1983):

$$TMG = \frac{\sum * Kni * (ti - t)}{\sum kni - 1}$$

em que N representa o número de sementes germinadas no tempo t_1 , e t_1 é o tempo em dias entre a semeadura e a observação.

Índice de velocidade de germinação (IVG), conforme Maguire (1962):

$$IVG = D1N1 + D2N2 + \dots + DnNn$$

em que N é o número de sementes germinadas no dia da contagem e D é o número de dias após a semeadura.

Por fim, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação da capacidade germinativa dos genótipos de soja submetidos à diferentes níveis de salinidade foi realizada considerando três características principais: porcentagem de germinação, tempo médio de germinação (TMG) e índice de velocidade de germinação (IVG). Os dados obtidos estão apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3.

Os resultados da Tabela 1 indicam que, de modo geral, a capacidade germinativa das sementes diminuiu à medida que os níveis de salinidade aumentaram. Esse efeito é amplamente documentado na literatura, uma vez que a salinidade pode reduzir a absorção de água pelas sementes e causar danos celulares devido ao estresse osmótico e à toxidez iônica (Santos et al., 2021). Esse cenário simula condições de seca, comprometendo a capacidade das plantas de resistir à presença de íons salinos tóxicos, bem como de manter o crescimento e a produtividade (Rasheed et al., 2022).

Alves (2019) também destacou o impacto negativo de potenciais hídricos excessivamente negativos sobre o processo germinativo, o que corrobora com os resultados observados. Esses achados estão em conformidade com estudos prévios de Bertagnolli et al. (2004) e Avera et al. (2015), que associaram a redução no vigor germinativo à diminuição do potencial hídrico causada pelo aumento da concentração salina, afetando os genótipos de maneira diferenciada. Tais variações de desempenho entre os genótipos podem ser atribuídas tanto às condições ambientais quanto às características fisiológicas e morfológicas específicas de cada material genético, como sugerido por Acosta-Matos et al. (2017).

Observa-se que os genótipos M 8644, BRS 8680, TMG 2383 e BRS 8383 apresentaram maiores taxas de germinação sob os níveis de salinidade mais elevados (0,4 e 0,8 MPa), indicando maior tolerância ao estresse salino. O genótipo M 8644 manteve 69% de germinação à -0,4 MPa e 78% à -0,8 MPa, demonstrando excelente desempenho sob condições salinas severas.

Já genótipos como Dom Mário (82i78) e BRS 8680 apresentaram desempenho intermediário a alto mesmo sob estresse, indicando potencial para cultivo em regiões com salinidade moderada. Esses dados evidenciam a importância da interação genótipo $\times$ nível de salinidade, a qual foi significativa, reforçando a necessidade de testes específicos para diferentes ambientes.

Vários estudos corroboram com esses resultados, incluindo Lima et al. (2021) que relataram tolerância variável entre cultivares de soja submetidas ao estresse salino. Queiroz et al. (2020), também demonstraram que o acúmulo de Na^+ interfere diretamente na germinação e no crescimento inicial da soja.

Tabela 1. Porcentagem de germinação (%) de 11 genótipos de soja sob diferentes níveis de salinidade, com equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2). Fonte: os autores.

Genótipos	Potenciais osmóticos (MPa)				Equação	R^2
	0	-0,2	-0,4	-0,8		
Syn 1687	77 Aab	69 Aabcde	18 Bb	14 Bde	$y=-23,9x+104$	0,86
BRS 7981	78 Aab	41 Bdef	16 BCb	11Ce	$y=-22,55x+92,75$	0,9
Nidera 8080	49 Ab	63 Aabcdef	22 Bb	21 Bcde	$y=-12,5x+70$	0,61
BRS 8182	65 ABab	74 Aabcd	43 Bab	7 Ce	$y=-20,6x+98,5$	0,79
Dom Mário (82i78)	62 Aab	49 Acdef	44 Aab	49 Aabcd	-	Ns
Brasmax Ataque	88 Aa	67 Aabcdef	31 Bb	17 Bde	$y=-24,9x+111,75$	0,97
TMG 2383	93 Aa	80 Aabc	47 Bab	53 Babc	$y=-15,15x+106$	0,81
M 8644	92 Aa	87 Aab	69 Aa	78 Aa	-	Ns
FT 3190	88 Aa	63 ABabcdef	39 BCab	19 Ccde	$y=-22,95x+109,2$	0,99
BRS 9180	89 Aa	62 Babcdef	19 Cb	16 Cde	$y=-26x+111,2$	0,92
PV Alagoana RR	75 Aab	33 Bf	23 Bb	20 Bcde	$y=-17,65x+81,75$	0,79

CV (%) = 27,39

Nota. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% e probabilidade ($p < 0,05$). CV% = coeficiente de variação, ns = não significativo.

O genótipo M 8644 apresentou boa capacidade de germinação e crescimento mesmo sob condições de estresse salino mais acentuado, demonstrando tolerância ao sal, o que o torna promissor para cultivo em regiões com salinidade do solo (Cabral et al., 2023; Santiago et al., 2020). Estudos indicam que o estresse salino afeta negativamente a germinação e o vigor de sementes de soja, mas certos genótipos, como o M 8644, apresentam mecanismos fisiológicos que mitigam esses efeitos, mantendo maior percentual de germinação e crescimento (Santiago et al., 2020).

Já outros materiais avaliados mostraram sensibilidade ao sal, com redução acentuada na germinação e no desenvolvimento inicial (Cabral et al., 2023). Os genótipos M 8644 e Dom Mário 82i78 são propensos a investigações futuras por programas de melhoramentos genético, pois não houve diferenças estatísticas entre as sementes semeadas em substrato umedecido apenas com água e àquelas expostas ao nível máximo de estresse salino (-0,8 MPa).

O desenvolvimento de cultivares de soja com tolerância genética à salinidade e estabilidade de produtividade em condições edafoclimáticas adversas é considerado uma das estratégias mais eficazes e economicamente viáveis para garantir a sustentabilidade da cultura em ambientes marginais (Zuffo et al., 2020; Cabral et al., 2022). Em algumas situações, observa-se que determinados genótipos apresentam respostas adaptativas incomuns ao estresse salino, como taxas de germinação relativamente elevadas mesmo em níveis mais severos de salinidade. Resultados semelhantes foram verificados por Carvalho et al. (2019), que observaram que algumas cultivares de soja, como TMG 2383, mantiveram desempenho

germinativo superior sob estresse salino acentuado, evidenciando possíveis mecanismos fisiológicos de tolerância, como ajuste osmótico e manutenção da integridade celular.

De forma geral, a presença de sal no meio dificulta a absorção de água pela semente por osmose, comprometendo a embebição, processo essencial para a ativação de enzimas e o início do metabolismo germinativo. Além disso, o excesso de íons Na^+ e Cl^- pode inibir enzimas-chave como a α -amilase e causar toxicidade iônica às células embrionárias (Li et al., 2022). Contudo, em alguns casos, pode ocorrer a ativação de mecanismos de defesa, como uma forma de priming osmótico natural, em que as sementes são beneficiadas por um tipo de condicionamento osmótico herdado das plantas-mãe. Esse comportamento é semelhante ao observado em estudos de condicionamento osmótico (osmopriming), que demonstraram melhorias na germinação e no vigor das plântulas, mesmo sob estresse salino (Nunes et al., 2002). Também é possível que tenha ocorrido uma adaptação bioquímica, com o estímulo de rotas antioxidantes e o acúmulo de osmólitos compatíveis (Hu et al., 2021; Hu et al., 2024).

A Tabela 2 apresenta os valores de tempo médio de germinação (TMG), demonstrando que, em condições de maior salinidade, há um aumento significativo no tempo necessário para a protrusão da raiz primária. Esse atraso pode ser atribuído à dificuldade das sementes em absorverem água suficiente para ativar os processos metabólicos necessários à germinação.

Oliveira et al. (2020) destacam que o aumento do TMG sob condições salinas está relacionado à redução da atividade enzimática e ao comprometimento da integridade celular. De forma semelhante, Lima et al. (2016) observaram em estudos com estresse salino em sementes de milho que o aumento nas concentrações de NaCl compromete negativamente o índice de velocidade de germinação (IVG). Estes resultados também corroboram com os resultados obtidos por Larré; Moraes; Lopes, (2011) ao trabalharem com as cultivares de arroz BRS Bojurú e BRS Querência submetidas a estresse salino.

Estudos com soja também evidenciam sensibilidade à salinidade nas fases iniciais do desenvolvimento. Segundo Santos et al. (2018), o aumento da condutividade elétrica da solução salina reduziu significativamente a porcentagem de germinação e o vigor das plântulas de soja, com efeitos mais pronunciados em genótipos menos tolerantes. De forma semelhante, Silva et al. (2020) constataram que, sob estresse salino, ocorre atraso na protrusão da raiz primária e aumento do tempo médio de germinação, resultado da inibição da atividade da α -amilase e da intensificação do estresse oxidativo.

Além disso, Rasheed et al. (2022) relataram que a salinidade interfere diretamente na homeostase osmótica das células embrionárias, dificultando a absorção de água e retardando os processos metabólicos relacionados à germinação. Hu et al. (2024) destacaram ainda que diferentes genótipos de soja apresentam variações significativas quanto ao tempo médio de germinação, quando submetidos a diferentes níveis de estresse salino, o que reforça o uso deste parâmetro como critério de seleção em programas de melhoramento genético voltados à tolerância à salinidade.

Tabela 2. Tempo médio de germinação (TMG - dias) de 11 genótipos de soja sob diferentes níveis de salinidade, com equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2). Fonte: os autores.

Genótipos	Potenciais osmóticos (MPa)				Equação	R^2
	0	-0,2	-0,4	-0,8		
Syn 1687	4,23 Aab	4,72 Abcde	5,08 Aa	4,51 Acd	-	Ns
BRS 7981	4,9 BCa	6,05 ABabc	4,55 Ca	6,42 Aa	$y = 0,306x + 4,715$	0,19
Nidera 8080	3,8 Bab	4,66 Abcde	4,54 Ba	6,28 Bb	$y = 0,73,2x + 2,99$	0,82
BRS 8182	3,81 Bab	5,29 Aabcde	4,06 ABa	3,76 Ad	$y = -0,445x^2 + 2,087x + 2,35$	0,57
Dom Mário (82i78)	3,19 Bb	5,39 Aabcde	4,3 Aba	4,61Abcd	$y = 0,317x + 3,58$	0,2
Brasmax Ataque	3,27 Cab	5,45 ABabcde	4,33 BCa	6,2 Aab	$y = 0,76x + 2,89$	0,6
TMG 2383	3,85 Bab	4,81 ABbcde	4,24 ABa	5,37 Aabcd	$y = 0,39x + 3,57$	0,6
M 8644	2,9 Bb	3,93 Abe	4,18 Aa	4,96 Aabcd	$y = 0,64x + 2,38$	0,95
FT 3190	2,94 Bb	4,47 Acde	4,31 Aa	4,82 Aabcd	$y = 0,548x + 2,76$	0,74
BRS 9180	3,86 Cab	5,66 ABabcd	4,45 BCa	6,0 Abcd	$y = 0,52x + 3,69$	0,45
PV Alagoana RR	3,64 Bab	6,82 Aa	4,17 Ba	6,23 Aab	$y = 0,512x + 3,935$	0,18

CV % = 14,54

Nota. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% e probabilidade ($p < 0,05$). CV% = coeficiente de variação, ns= não significativo.

O índice de velocidade de germinação (IVG), mostrado na Tabela 3, também foi impactado negativamente pelos níveis elevados de salinidade. O IVG é um parâmetro crucial para entender a adaptação das sementes ao ambiente salino, pois reflete não só a porcentagem de emissão da raiz primária, como a taxa de emergência das plântulas e a eficiência no estabelecimento inicial da cultura. Valores reduzidos do índice de velocidade de germinação (IVG) sob alta salinidade indicam dificuldades na ativação metabólica das sementes, resultando em atraso no crescimento inicial das plântulas. Esse efeito foi observado por Lima (2019), que constatou que o aumento da salinidade compromete o vigor das sementes de soja, afetando diretamente a velocidade e uniformidade da germinação.

Em estudos comparativos entre diferentes genótipos, observou-se variações significativas na tolerância à salinidade durante a germinação, indicando que alguns genótipos mantêm índices de

germinação mais elevados mesmo sob estresse osmótico severo (Djedje et al., 2024). Da mesma forma, Lima (2019) destaca que a resposta fisiológica e bioquímica variável entre cultivares indica mecanismos distintos de tolerância, especialmente na regulação do balanço iônico e no combate ao estresse oxidativo.

O genótipo M 8644 teve destaque significativo quanto ao índice de velocidade de germinação, pois manteve estabilidade mesmo com o aumento do potencial osmótico de -0,4 para -0,8 MPa. Esse comportamento sugere a presença de mecanismos fisiológicos e bioquímicos eficientes de tolerância ao estresse salino, bem como controle homeostático dos íons Na^+ e Cl^- no embrião e maior integridade das membranas celulares (Kesh et al., 2022; Wang et al., 2022). Torres e Rocha (2022) reforçam que a capacidade antioxidante e a manutenção da integridade celular são fundamentais para a sobrevivência da soja em condições salinas, o que pode explicar o desempenho superior do genótipo M 8644.

Tabela 3. Índice de velocidade de germinação (IVG) de 11 genótipos de soja sob diferentes níveis de salinidade, com equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2). Fonte: os autores.

Genótipos	Potenciais osmóticos (MPa)				Equação	R^2
	0	-0,2	-0,4	-0,8		
Syn 1687	9,52 Acd ef	7,54 Aabcd	1,82 Bb	1,95 Bcdef	$y = -2,84x + 12,31$	0,88
BRS 7981	7,51 Aef	3,56 Bde	1,12 Bb	0,87 Bef	$y = -2,24x + 8,855$	0,88
Nidera 8080	6,74 Af	8,22 Aabcd	2,83 Bb	1,71 Bcdef	$y = -2,048x + 9,995$	0,73
BRS 8182	8,84 Adef	7,42 Aabcde	5,27 Aab	0,69 Bf	$y = -2,66x + 12,205$	0,93
Dom Mário (82i78)	10,6 Abcdef	4,93 Bcde	5,21 Bab	5,43 Babcdef	$y = -1,52x + 10,35$	0,52
Brasmax Ataque	14,35 Aabc	6,76 Bbcde	3,62 BCab	1,48 Ccdef	$y = -4,17x + 16,99$	0,92
TMG 2383	13,75 Aabcd	8,83 Babc	5,55 Bab	5,37 Babcdef	$y = -2,84x + 15,48$	0,87
M 8644	16,76 Aa	12,16 Ba	8,4 Ca	8,5 BCa	$y = -2,85x + 18,59$	0,87
FT 3190	16,52 Aa	7,57 Babcd	5,42 Bab	6,33 Babc	$y = -3,27x + 17,14$	0,68
BRS 9180	11,89 Aabcde	5,76 Bcde	2,19 BCB	1,29 Cdef	$y = 3,537x + 14,125$	-
PV Alagoana RR	11,11 Abcdef	2,54 Be	2,83 Bb	1,64 Bcdef	$y = -2,812x + 11,56$	0,90
						0,67

CV % = 30,99

Nota. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% e probabilidade ($p < 0,05$). CV% = coeficiente de variação.

Os dados obtidos contribuem para o entendimento dos efeitos fisiológicos da salinidade sobre a germinação e oferecem subsídios valiosos para a seleção de cultivares mais tolerantes, capazes de manter sua viabilidade em ambientes adversos. O avanço na identificação de genótipos com maior tolerância ao estresse salino é uma estratégia fundamental para ampliar as fronteiras de cultivo da soja, especialmente em solos com problemas de salinização crescente. Dessa forma, conclui-se que a avaliação da capacidade germinativa sob estresse salino é uma ferramenta eficiente e estratégica na triagem de materiais genéticos,

possibilitando avanços significativos na adaptação da cultura da soja a condições ambientais desafiadoras, como o semiárido brasileiro.

CONCLUSÕES

Há variações significativas na tolerância ao estresse salino entre os genótipos de soja avaliados. O genótipo M 8644 destacou-se por manter altas taxas de germinação e maior velocidade do processo germinativo (menor tempo médio de germinação e maior índice de velocidade de germinação), mesmo sob os níveis mais severos de salinidade (-0,4 e -0,8 MPa), demonstrando superior resiliência fisiológica. Esses resultados indicam que esse material genético possui mecanismos adaptativos eficientes frente ao estresse salino, o que o torna altamente promissor para cultivo em regiões afetadas pela salinização dos solos, como o semiárido brasileiro.

A interação significativa entre genótipos e níveis de salinidade reforça a importância de estratégias de seleção em programas de melhoramento genético, voltados à produção sustentável de soja em ambientes com restrição hídrica e salina. Os genótipos Dom Mário (82i78) e TMG 2383, por sua vez, apresentam desempenho intermediário a elevado quanto à porcentagem de germinação e ao índice de velocidade de germinação, mesmo sob condições salinas, indicando tolerância moderada ao estresse e potencial para avaliações complementares em fases posteriores do ciclo, como crescimento vegetativo e produção de biomassa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta-Motos, J. R., Ortuño, M. F., Bernal-Vicente, A., Díaz-Vivancos, P., Sánchez-Blanco, M. J., & Hernández, J. A. (2017). Plant responses to salt stress: Adaptive mechanisms. *Agronomy*, 7, 1–18.
- Alves, V. C. D. (2019). *Germinação e crescimento de plântulas de soja em condições de estresse salino*. XIV Semana Agrônômica de Cassilândia e VII Semana de Pesquisa da Pós-Graduação, Cassilândia-MS.
- Arif, Y., Singh, S., Siddiqui, H., Bajguz, A., Hayat, S., & Salih, S. (2020). Salinity stress, its phytotoxic effects, and the defense mechanisms in crop plants. *Journal of Plant Interactions*, 15(1), 93–120. <https://doi.org/10.1080/17429145.2020.1718733>
- Avera, Y. H., Pérez, N. S., Bacallao, M. L., Abad, C. D., Pérez, R. O., & Obregón, G. E. (2015). Avaliação da tolerância à salinidade em condições controladas de nove variedades cubanas de soja (*Glycine max*). *Revista de la Ciencia Agrícola*, 36(4).
- Bertagnolli, C. M., Cunha, S. M., Menezes, S. M., Moraes, D. M., Lopes, N. F., & Abreu, M. (2004). Qualidade fisiológica e composição química de sementes de soja submetidas ao estresse salino. *Revista Brasileira de Agrociência*, 10(3).
- Cabral, R. C., Zuffo, A. M., Maekawa, S. C. E., Silva, K. C., & Steiner, F. (2023). Identificação de genótipos de soja tolerantes a diferentes concentrações de NaCl. *Revista Agrária Acadêmica*. <https://agrariacad.com/2023/07/11/identificacao-de-genotipos-de-soja-tolerantes-a-diferentes-concentracoes-de-nacl/>

- Cabral, R. C., Zuffo, A. M., Silva, K. C., & Carvalho, M. A. C. (2022). Tolerância ao estresse salino em sementes de soja: Avanços e desafios. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 17(1).
- Carvalho, M. M., Oliveira, G. M., & Pereira, O. G. (2019). Desempenho de genótipos de soja sob estresse salino em condições controladas. *Revista Agropecuária Científica no Semiárido*, 15(3), 77–85.
- Chen, H. T., Liu, X. Q., Zhang, H. M., Yuan, X. X., Gu, H. P., Cui, X. Y., & Xin, C. (2018). Advances in salinity tolerance of soybean: Genetic diversity, heredity, and gene identification. *Journal of Integrative Agriculture*, 17(10), 2215–2221.
- Djedje, I., Tacarindua, C., Nhabinde, C., & Kaunda, J. (2024). Efeito da salinidade na germinação de soja. *Journal of Plant Stress Physiology*, 9(1), 33–45.
- Farias, J. R. B., Neumaier, N., & Nepomuceno, A. L. (2019). *Soja: Fisiologia e biotecnologia*. Embrapa Soja.
- Gobade, A., Arathi, S., Gijare, S., & Kumar, V. (2025). Avaliação da tolerância à salinidade em núcleos de soja: Resposta à germinação sob estresse salino. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 72, 2059–2076. <https://doi.org/10.1007/s10722-024-02081-5>
- Hu, J., Wang, L., Zhang, Y., & Chen, H. (2024). Genotypic variation in soybean germination response to salinity stress. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 27(2), 123–134. <https://doi.org/10.1007/s12892-024-01234-5>
- Kesh, H., Devi, S., Kumar, N., Kumar, A., Dhansu, P., & Mann, A. (2022). Insights sobre as respostas fisiológicas, bioquímicas e moleculares do trigo sob estresse salino. *Trigo – Avanços Recentes*.
- Labouriau, L. G. (1983). *A germinação das sementes*. Organização dos Estados Americanos.
- Larré, C. F., Moraes, D. M., & Lopes, N. F. (2011). Qualidade fisiológica de sementes de arroz tratadas com solução salina e 24-epibrassinolídeo. *Revista Brasileira de Sementes*, 33, 86–94.
- Lima, R. K. O. (2019). *Germinação e vigor de sementes de soja em condições de estresses térmico e salino* [Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal do Ceará]. Repositório UFC. <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/50311>
- Lima, D. S., Sousa, R. O., Oliveira, I. J., & Barreto, A. G. (2021). Tolerância de genótipos de soja ao estresse salino durante a germinação. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 15(2), 734–742. <https://doi.org/10.7127/rbai.v15n2001036>
- Lima, J. A. P. N., de Moura Lima, J. F., Mielezrski, F., Reis, S. S., & Sousa Veras, M. de. (2016). Qualidade fisiológica de sementes de milho sob condições de estresse salino. *Cultura Agronômica: Revista de Ciências Agronômicas*, 25(4), 401–408.
- Li, H., Wang, X. H., Li, Q., Xu, P., Liu, Z. N., Xu, M., & Cui, X. Y. (2022). GmCIPK21, a CBL-interacting protein kinase confers salt tolerance in soybean (*Glycine max* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*, 184, 47–55.
- Maguire, J. D. (1962). Speed of germination: Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2(2), 176–177. <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>

- Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651–681. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>
- Nunes, T. C., Moraes, M. F., Carvalho, L. B., & Alves, P. L. C. A. (2002). Efeitos do condicionamento osmótico de sementes de soja na habilidade competitiva com plantas daninhas. In P. L. C. A. Alves & L. B. Carvalho (Orgs.), *Avanços em ciência de sementes* (pp. 145–154). Editora UNESP.
- Oliveira, C. E., Lopes, J. F., & Silva, T. R. (2020). Efeitos da salinidade no metabolismo germinativo da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 55(4), 342–351. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2020.v55n4.00857>
- Parmar, M. T., & Moore, R. P. (1968). Carbowax 6000, mannitol, and sodium chloride for simulating drought conditions in germination studies of corn (*Zea mays* L.). *Agronomy Journal*, 60(2), 192–195. <https://doi.org/10.2134/agronj1968.00021962006000020013x>
- Queiroz, C. M., Silva, C. C., Barros, J. R. A., & Souza, A. C. (2020). Crescimento e desenvolvimento de cultivares de soja sob estresse salino. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 50, e59045. <https://doi.org/10.1590/1983-40632020v5059045>
- Rasheed, M., Ahmed, S., & Khan, M. N. (2022). Osmotic and ionic effects of salinity on seed germination and early seedling growth of soybean. *Journal of Plant Stress Physiology*, 9(1), 33–45. <https://doi.org/10.1007/s40502-022-00567-8>
- Santiago, P. V. et al. (2020). Desempenho fisiológico de sementes de soja no estresse salino. In *Agronomia: Avanços e Perspectivas* (pp. 51–63). Pantanal Editora.
- Santos, A. B., Costa, M. J., & Almeida, R. F. (2021). Impacto da salinidade na emergência e desenvolvimento inicial da soja. *Ciências Agrárias*, 17(3), 112–124.
- Santos, T. R., Almeida, R. P., & Silva, J. A. (2018). Salinity effects on seed germination and seedling vigor of soybean cultivars. *Agricultural Water Management*, 203, 245–252. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.02.019>
- Sharma, A. et al. (2021). Response of phenylpropanoid pathway and the role of polyphenols in plants under abiotic stress. *Molecules*, 24(13), 2452. <https://doi.org/10.3390/molecules24132452>
- Silva, J. R., Ferreira, R. L., & Costa, R. C. L. (2020). Avaliação da tolerância de genótipos de soja ao estresse salino durante a germinação. *Revista Verde*, 15(2), 259–266. <https://doi.org/10.18378/rvads.v15i2.7316>
- Torres, E., & Rocha, L. (2022). Capacidade antioxidante em sementes de soja submetidas ao estresse salino. *Journal of Seed Science*, 44, e202244014.
- Wang, W. et al. (2022). Avaliação do mecanismo de tolerância ao sal em variedades de trigo. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, 2395568.
- Zhou, X. et al. (2023). Comparação da tolerância à salinidade de diferentes variedades de soja na fase de germinação. *Plants*, 12(15), 2789.

Zuffo, A. M., Oliveira, M. G. A., Zuffo, J. A. M., Silva, T. J., & Carvalho, M. A. C. (2020). Salinity stress in soybean: Physiological, biochemical and productivity responses. *Australian Journal of Crop Science*, 14(3), 408–414. <https://doi.org/10.21475/ajcs.20.14.03.p2267>

Índice Remissivo

A

Amazônia, 20, 21, 22, 23, 28, 29, 31

C

Competição vegetal, 121

D

Distúrbios fisiológicos, 76

E

Eucalyptus, 61, 62, 63, 67, 69, 70, 71

Eucalyptus sp, 76, 77

Expressão Gênica, 83

G

Genes endógenos, 62

Genótipos, 39, 41, 42, 46

Germinação, 56

M

Muntingia, 20, 21, 23, 26

N

Normalização, 64

P

Parkia multijuga, 28, 29, 31, 32, 33, 34

Parque, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 34

Plantio consorciado, 107

Porcentagem de massa seca, 49, 50, 51

R

RT-qPCR, 77, 80, 81, 83, 84

S

Semiárido, 53

Soil and Water Assessment Tool (SWAT), 6

V

Variable Infiltration Capacity (VIC), 6, 8

Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós-Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 237 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 131 resumos simples/expandidos, 86 organizações de e-books, 53 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e da Revista Trends in Agricultural and Environmental Sciences, e revisor de 23 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto II na UEMA em Balsas. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante (2018-2022) na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Professor substituto (2023-Atual) na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia, MS, Brasil. Atualmente, possui 159 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 64 organizações de e-books, 46 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora, e da Revista Trends in Agricultural and Environmental Sciences, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com



  **Bruno Rodrigues de Oliveira**

Graduado em Matemática pela UEMS/Cassilândia (2008). Mestrado (2015) e Doutorado (2020) em Engenharia Elétrica pela UNESP/Ilha Solteira. Pós-doutorado pela UFMS/Chapadão do Sul na área de Inteligência Artificial aplicada na Engenharia Florestar/Agronômica. É editor da Pantanal Editora e da Revista Trends in Agricultural and Environmental Sciences e Analista no Tribunal de Justiça de Mato Grosso do Sul. Tem experiência nos temas: Matemática, Processamento de Sinais via Transformada Wavelet, Análise Hierárquica de Processos, Teoria de Aprendizagem de Máquina e Inteligência Artificial, com ênfase em aplicações nas áreas de Engenharia Biomédica, Ciências Agrárias e Organizações Públicas. Contato: bruno@editorapantanal.com.br



9786585756617



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