

**ÁCIDO SALICÍLICO EM SEMENTES DE SOJA
SUBMETIDAS AO ESTRESSE DO
ENVELHECIMENTO ACELERADO**

**ÁCIDO SALICÍLICO EN SEMILLAS DE SOJA
SOMETIDAS AL ESTRÉS DEL ENVEJECIMIENTO
ACELERADO**

DOI: <https://doi.org/10.31692/2764-3425.v2i2.172>

¹DUILHO DOS SANTOS ROCHA

Graduado em Engenharia Agrônômica, Instituto Federal do Piauí, eng.duilho@gmail.com

²DOUGLAS MARTINS DE SANTANA

Graduado em Engenharia Agrônômica, Instituto Federal do Piauí, douglas.martinssantana1@gmail.com

³FÁBIO OLIVEIRA DINIZ

Doutor, Instituto Federal do Piauí, fabio.diniz@ifpi.edu.br

RESUMO

O ácido salicílico é um composto fenólico envolvido em diversos processos fisiológicos, funcionando como mitigador de estresses biótico e abiótico nas plantas. Neste sentido, objetivou-se avaliar o potencial fisiológico de sementes de soja embebidas em diferentes concentrações de ácido salicílico e submetidas ao estresse do envelhecimento acelerado. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial 4 x 3 (concentrações de ácido salicílico e três períodos de envelhecimento acelerado, respectivamente), com quatro repetições. As sementes de soja cv. Monsoy 8644 foram submetidas à embebição por oito horas, em diferentes concentrações de ácido salicílico (100, 150 e 200 mg L⁻¹ e o controle com água destilada), entre três folhas de papel germitest, com a quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco. Após a secagem, as sementes foram submetidas ao envelhecimento acelerado a 41 °C pelos períodos de 0, 24 e 48 horas. Entre estas etapas as sementes foram caracterizadas quanto ao teor de água. Foram avaliados o percentual de germinação e emergência, o índice de velocidade e o tempo médio de emergência, a massa seca da parte aérea das plântulas e a condutividade elétrica. O uso de ácido salicílico não reduz o efeito danoso do envelhecimento acelerado das sementes e quando utilizados nas concentrações 150 e 200 mg L⁻¹ de intensificam os efeitos deletérios do envelhecimento acelerado.

Palavras-chave: glycine max; estresse; fitohormônio.

RESUMEN

El ácido salicílico es un compuesto fenólico involucrado en diversos procesos fisiológicos, funcionando como mitigador de estreses biótico y abiótico en las plantas. En este sentido, se objetivó evaluar el potencial fisiológico de semillas de soja empapadas en diferentes concentraciones de ácido salicílico y sometidas al estrés del envejecimiento acelerado. Se adoptó el delineamiento enteramente casualizado, esquema factorial 4 x 3 (concentraciones de ácido salicílico y tres períodos de envejecimiento acelerado, respectivamente), con cuatro repeticiones. Las semillas de soja cv. Monsoy 8644 fueron sometidas a remojo durante ocho horas, en diferentes concentraciones de ácido salicílico (100, 150 y 200 mg L⁻¹ y el control con agua destilada), entre tres hojas

de papel germitest, con la cantidad equivalente a 2,5 veces la masa del sustrato seco. Después del secado, las semillas fueron sometidas al envejecimiento acelerado a 41 °C por los períodos de 0, 24 y 48 horas. Entre estas etapas las semillas se caracterizaron en cuanto al contenido de agua. Se evaluaron el porcentaje de germinación y emergencia, el índice de velocidad y el tiempo medio de emergencia, la masa seca de la parte aérea de las plântulas y la conductividad eléctrica. El uso de ácido salicílico no reduce el efecto perjudicial del envejecimiento acelerado de las semillas y cuando están utilizados en las concentraciones 150 y 200 mg L⁻¹ de intensifican los efectos nocivos del envejecimiento acelerado.

Palabras Clave: glycine max; estrés; fitohormona.

INTRODUÇÃO

A cultura da soja é destaque no cenário do agronegócio brasileiro, no qual os ganhos em produtividades são crescentes a cada safra, em virtude do aprimoramento do setor e pela adoção crescente de tecnologias (OLIVEIRA, 2021). A utilização de sementes de alta qualidade é um dos principais fatores para o estabelecimento adequado das plantas no campo e, por conseguinte, para a obtenção de maiores produtividades (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; MARCOS-FILHO, 2015).

Neste sentido, diversos testes podem ser utilizados para determinar o potencial fisiológico das sementes, como o teste de germinação e, especialmente, os testes de vigor, capazes de prever o comportamento das sementes no decorrer do tempo (KAEFER et al., 2019), e os que analisam a resposta das sementes submetidas a estresses (VIEIRA; KRZYZANOWSK, 1999). Tais análises fornecem informações importantes sobre o potencial de desempenho do lote de sementes em campo, além de auxiliar no processo de tomada de decisão.

Dentre os procedimentos usados para a avaliação do vigor de sementes, o teste de envelhecimento acelerado é um dos mais utilizados. Nesse teste, as sementes são expostas a altas temperaturas e condições de alta umidade relativa, intensificando o processo de deterioração das sementes (MARCOS FILHO, 2015). Em tais condições, as sementes de baixa qualidade são deterioradas de forma mais rápida que as sementes mais vigorosas, evidenciando as diferenças no potencial fisiológico das amostras avaliadas. Além disso, pode-se estimar o potencial de armazenamento do lote e o desempenho das sementes em campo (RODRIGUES et al., 2016).

Frequentemente as plantas em campo são submetidas a estresses bióticos e abióticos que desencadeiam uma série de reações deletérias, a partir da formação de radicais livres (espécies reativas de oxigênio – ROS), culminando em respostas de defesa das plantas a situações de estresses. As respostas de defesa têm o objetivo de reestabelecer o metabolismo normal da planta (BARBOSA et al, 2014). Em resposta aos radicais livres, as plantas podem se proteger por meio de diferentes mecanismos fisiológicos (enzimáticos e não-enzimáticos), dentre os quais, a síntese de ácido salicílico (AS) (TAIZ et al, 2017).

O ácido salicílico é um composto fenólico que está envolvido em vários processos fisiológicos, sendo capaz de modular respostas adaptativas a tais estresses, mitigando os seus efeitos (SING et al, 2019). Devido às suas características, o composto é caracterizado como um fitohormônio (DALCIN et al., 2019). A aplicação exógena de ácido salicílico pode agir como indutor de proteínas de tolerância aos diferentes estresses, bem como para elevar ou regular a atividade de enzimas de desintoxicação celular (CARVALHO et al., 2007), entretanto, o composto apresenta uma alta variação, conforme a cultivar e as condições de cultivo (DUTRA, 2015).

Neste contexto, algumas pesquisas foram conduzidas visando a aplicação de ácido salicílico em sementes de soja (MAIA et al., 2000; DALCIN et al., 2019; NAZARI et al., 2020), porém, os resultados não foram conclusivos. Nesse contexto, objetivou-se avaliar o potencial

fisiológico de sementes de soja embebidas com ácido salicílico e submetidas ao estresse do envelhecimento acelerado.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nos últimos anos, aumentou-se o número de estudos sobre a aplicação de ácido salicílico (AS) nas culturas de interesse econômico, visto os benefícios mitigadores da aplicação de AS em sementes e plantas, em respostas a diferentes estresses de origem biótica e abiótica, sobretudo em decorrência dos efeitos fisiológicos e bioquímicos do composto (METHENNI et al., 2018; SILVA et al., 2018).

O AS atua no transporte e absorção de íons, na proteção da integridade das membranas, nos processos de respiração e fotossíntese, como promotor de florescimento, na germinação de sementes e na sinalização de estresses causados por agentes biótico e/ou abiótico (METHENNI et al., 2018; ROCHA, 2018) e no aumento de atividade da enzima Rubisco (LEE et al., 2014).

A utilização do AS vem sendo pesquisada como atenuador de estresses em sementes de milho (TONEL, 2011), melão (MOREIRA et al., 2014), girassol (BRUNES, 2015), sorgo sacarino (LISBOA et al, 2017), melancia (NÓBREGA et al., 2020) e algodão (SILVA, 2021). O AS também possui a função de elevar o potencial produtivo das culturas (SILVA, 2012).

Todavia, até o momento, pouquíssimos estudos foram realizados objetivando esclarecer a relação do ácido salicílico com a qualidade de sementes de soja, especialmente, quando submetidas à condição de estresse do envelhecimento acelerado.

METODOLOGIA

O ensaio foi conduzido no Laboratório de Agropecuária do Instituto Federal do Piauí - *Campus* Uruçuí. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial 4 x 3, com quatro repetições. Foram empregadas quatro concentrações de AS (100, 150 e 200 mg L⁻¹ e o controle com água destilada) e três períodos de envelhecimento acelerado (0, 24 e 48 horas, sob temperatura de 41 °C). Utilizou-se sementes de soja cv. Monsoy 8644.

Primeiramente, as sementes foram caracterizadas quanto ao teor de água (TA), usando quatro repetições de 25 sementes cada. Foi empregado o método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas, sendo os resultados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).

Após as determinações iniciais, as sementes foram submetidas à embebição por oito horas, nas diferentes concentrações de AS, entre três folhas de papel germitest, com a quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco. Transcorrido o período da hidratação, foi determinado o teor de água utilizando-se duas repetições de 25 sementes.

Posteriormente, as sementes foram distribuídas sobre folhas de papel, para secagem em ambiente de laboratório por 24 horas, e, em seguida, nova determinação da umidade das sementes, utilizando a mesma metodologia (BRASIL, 2009).

O teste de envelhecimento acelerado foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes. Para tanto, as sementes foram distribuídas sobre uma tela de alumínio fixada no interior de caixas plásticas transparentes (11,0 x 11,0 x 3,0 cm), contendo 40 mL de água destilada. As caixas foram mantidas a 41 °C por períodos de 0, 24 e 48 horas. Após estes tempos de exposição, foi determinado o teor de água, adotando-se duas repetições de 25 sementes.

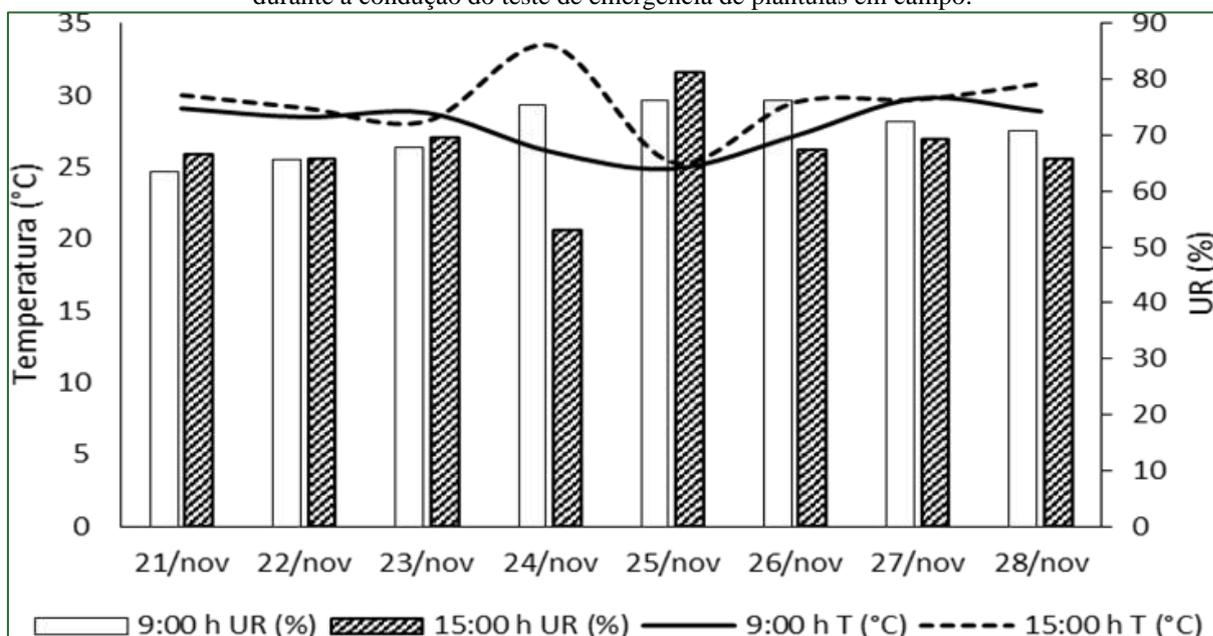
Em sequência, foi realizado o teste de germinação. Foram empregadas quatro repetições de 25 sementes, distribuídas entre três folhas de papel germitest, umedecidas com água destilada na quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco e mantidas a 25 °C, sob fotoperíodo de 8 horas. A avaliação foi realizada aos cinco dias após a instalação, computando-se a percentagem de plântulas normais ((BRASIL, 2009).

Para o teste de condutividade elétrica (CE), as sementes foram pesadas, acondicionadas em copos de plástico com água destilada (75 mL) e mantidas a 25 °C por 24 horas. Após o período de embebição, a CE foi determinada por meio de leituras em condutivímetro (modelo Tecnon mCA-150) e os resultados apresentados em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de sementes (DUTRA; VIEIRA, 2006).

Para o teste de emergência em campo foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, semeadas em canteiro com 10 m², na profundidade 3,0 cm, e dispostas em fileiras de 1 metro de comprimento e 0,3 m entre linhas. A avaliação foi diária até a estabilização do número de plântulas emergidas, sendo os resultados expressos em porcentagem de emergência (BRASIL, 2009). A partir desses dados foram calculados o índice de velocidade de emergência (MAGUIRE, 1962) e o tempo médio de emergência (LABOURIAU, 1983).

Durante a condução do teste de emergência em campo foram registradas a temperatura média e a umidade relativa do ar, às 9:00 e às 15:00 horas, com auxílio de termo-higrômetro portátil (modelo AK632), sendo as médias apresentadas na Figura 1.

Figura 1 - Temperatura média (°C) e umidade relativa do ar (UR, %) registradas às 9:00 horas e às 15:00 horas durante a condução do teste de emergência de plântulas em campo.



Fonte: Própria (2021).

Por ocasião do encerramento do teste de emergência, as plântulas foram cortadas rente ao solo, acondicionadas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 72 horas, quando apresentaram peso constante.

Os resultados foram apresentados em g plântula⁻¹. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade (Teste de Lillifors) e à análise de variância, sendo as comparações entre as médias realizadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

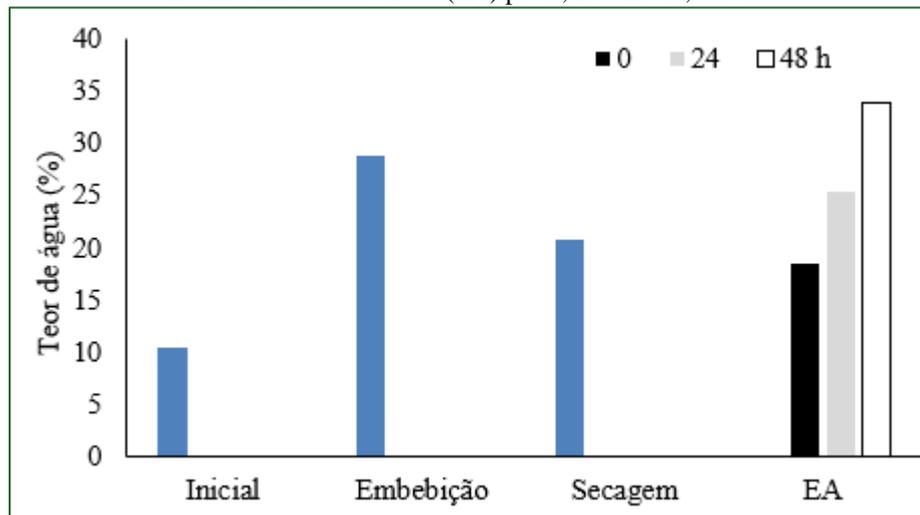
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 1 são apresentados o teor de água inicial das sementes, o TA após a embebição em ácido salicílico e após a secagem. Também são apresentados os teores após o envelhecimento acelerado por 0, 24 e 48 horas, a 41 °C.

A hidratação das sementes por oito horas elevou em 176,9% o TA inicial das sementes, posteriormente sendo reduzido em 28,1% por ocasião da secagem. Quanto ao teor de água das sementes submetidas ao EA, é nítido o incremento da umidade com o aumento do período de exposição das sementes, o que também foi verificado por DUTRA e VIEIRA (2004), ao avaliarem diferentes combinações de tempo e temperatura do teste de envelhecimento acelerado para sementes de soja e milho. Estes teores de água aliados à temperatura de 41 °C podem

desencadear o aumento nas taxas respiratórias, intensificando o processo de deterioração da sementes (MARCOS-FILHO, 2015).

Figura 02 - Teor de água inicial, após a embebição em ácido salicílico, depois do processo de secagem e após o envelhecimento acelerado (EA) por 0, 24 e horas, a 41 °C.



Fonte: Própria (2021).

A aplicação de AS em sementes de soja não atenuou os estresses promovidos pelo envelhecimento acelerado por 48 horas (a 41 °C), sobretudo quando tratadas com 150 (21%) e 200 mg L⁻¹ de AS (14%) (Tabela 1).

Tabela 01 - Germinação (G) de sementes de soja cv. Monsoy 8644 IPRO condicionadas em diferentes concentrações de ácido salicílico (AS) e submetidas a níveis de estresse, promovido pelo envelhecimento acelerado (EA).

AS (mg L ⁻¹)	EA (41 °C)			Média
	0 horas	24 horas	48 horas	
	G (%)			
0	84 Aa	85 ABa	67 Ab	79
100	88 Aa	92 Aa	68 Ab	83
150	85 Aa	77 Ba	21 Bb	61
200	80 Aa	87 ABa	14 Bb	60
Média	84	85	43	-
C.V(%)	9,3			

Legenda: Médias seguidas por mesmas letras maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey (p < 0.05); C.V = Coeficiente de variação.

Fonte: Própria (2021).

Os resultados encontrados neste estudo corroboram com os apresentados por Maia et al. (2000), ao concluírem que o ácido salicílico teve efeito negativo sobre a germinação de sementes de soja cv. BR-4. Além disso, Dalcin (2019), também concluiu que doses maiores de ácido salicílico (1000 μM) prejudicaram os parâmetros fisiológicos de sementes de soja cvs. NA 5909 e Tec Irga 6070 RR. Al-Hakimi *et al.* (2006) discutiram que o AS possui atividade mais nítida em condições de estresses, como ocorreu nas sementes envelhecidas por 24 e 48 horas. Todavia, segundo Rigazzo (2016), o efeito do AS sobre o potencial germinativo não é observado frequentemente.

A emergência e o índice de velocidade de emergência apresentaram reduções severas quando as sementes foram tratadas com AS nas doses de 150 (38%) e 200 mg L^{-1} (33%) e submetidas ao envelhecimento por 48 horas (Tabela 2). Ainda em relação à EMG, nos demais períodos de EA, não houve efeito do ácido salicílico, independente da concentração empregada. Os menores valores de IVE foram observados no tempo de 48 horas de exposição, em todas as concentrações de AS utilizadas.

Tabela 2. Emergência de plântulas em campo (EMG) e índice de velocidade de emergência plântulas (IVE) oriundas de sementes de soja cv. Monsoy 8644 condicionadas em diferentes concentrações de ácido salicílico (AS) e submetidas a níveis de estresse, promovido pelo envelhecimento acelerado (EA).

AS (mg L^{-1})	EA (41 °C)			Média
	0 horas	24 horas	48 horas	
	EMG (%)			
0	93 Aa	94 Aa	89 Aa	92
100	96 Aa	89 Aa	90 Aa	92
150	92 Aa	96 Aa	38 Bb	75
200	93 Aa	94 Aa	33 Bb	73
Média	94	93	63	-
C.V(%)	8,4%			
	IVE			
0	5,263 Aab	5,596 Aa	4,732 Ab	5,197
100	5,540 Aa	4,937 Aab	4,735 Ab	5,071
150	5,259 Aa	5,626 Aa	1,604 Bb	4,163
200	5,390 Aa	5,299 Aa	1,397 Bb	4,029
Média	5,363	5,364	3,117	-
C.V (%)	8,3%			

Legenda: Médias seguidas por mesmas letras maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$); C.V = Coeficiente de variação.

Fonte: Própria (2021).

A embebição das sementes com água e na solução com 100 mg L⁻¹ de AS podem ter aliviado os danos decorrentes do envelhecimento acelerado durante 48 horas, ao reduzir o tempo médio de emergência (Tabela 3). Por outro lado, a interação entre as doses de 150 e 200 mg L⁻¹ de AS e o EA por 48 horas prolongaram o TME, corroborando com os dados de EMG e IVE (Tabela 2).

Tabela 03 - Tempo médio de emergência (TME) de plântulas oriundas de sementes de soja cv. Monsoy 8644 condicionadas em diferentes concentrações de ácido salicílico (AS) e submetidas a níveis de estresse, promovido pelo envelhecimento acelerado (EA).

AS (mg L ⁻¹)	EA (41 °C)			Média
	0 horas	24 horas	48 horas	
TME (dias)				
0	4,5 Aa	4,2 Aa	4,8 Aa	4,5
100	4,5 Aa	4,6 Aa	4,9 Aa	4,7
150	4,4 Aa	4,3 Aa	6,2 Bb	5,0
200	4,4 Aa	4,6 Aa	6,3 Bb	5,2
Média	4,4	4,4	5,6	-
C.V(%)	7,5			

Legenda: Médias seguidas por mesmas letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$); C.V = Coeficiente de variação.

Fonte: Própria (2021).

A embebição na dose de 100 mg L⁻¹ de AS também elevou a MSPA de plântulas, no EA por 48 horas (Tabela 4). Para as demais doses, as menores médias de matéria seca de plântulas foram verificadas quando a sementes foram expostas ao maior tempo de envelhecimento.

Tabela 04 - Massa seca da parte aérea de plântulas (MS) oriundas de sementes de soja cv. Monsoy 8644 condicionadas em diferentes concentrações de ácido salicílico (AS) e submetidas a níveis de estresse, promovido pelo envelhecimento acelerado (EA).

AS (mg L ⁻¹)	EA (41 °C)			Média
	0 horas	24 horas	48 horas	
	MS (g plântula ⁻¹)			
0	0,055 Aa	0,056 Aa	0,041 ABb	0,051
100	0,056 Aa	0,047 Aa	0,046 Aa	0,049
150	0,056 Aa	0,058 Aa	0,031 Bb	0,048
200	0,056 Aa	0,052 Aa	0,036 ABb	0,048
Média	0,056	0,053	0,038	-
C.V.(%)	12,6			

Legenda: Médias seguidas por mesmas letras maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey (p < 0.05); C.V = Coeficiente de variação.

Fonte: Própria (2021).

Em relação ao teste de condutividade elétrica (Tabela 5), não foi verificado efeito significativo das doses de ácido salicílico sobre os eletrólitos lixiviados pelas sementes. Por outro lado, as sementes submetidas ao envelhecimento acelerado, a partir de 24 horas, apresentaram menor lixiviação dos exsudatos celulares.

Tabela 05 - Condutividade elétrica (CE) de sementes de soja cv. Monsoy 8644 IPRO condicionadas em diferentes concentrações de ácido salicílico (AS) e submetidas a níveis de estresse, promovido pelo envelhecimento acelerado (EA).

AS (mg L ⁻¹)	EA (41 °C)			Média
	0 horas	24 horas	48 horas	
	CE (μS cm ⁻¹ g ⁻¹)			
0	86,4	59,9	62,4	69,5 ^{ns}
100	83,1	58,7	62,6	68,1
150	85,1	56,8	59,3	67,1
200	84,4	55,5	61,4	67,1
Média	84,8 B	57,7 A	61,4 A	-
C.V (%)	7,4			
C.V.(%)	9,3			

Legenda: Médias seguidas por mesmas letras maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey (p < 0.05); C.V = Coeficiente de variação.

Fonte: Própria (2021).

Os resultados observados neste estudo são contraditórios, pois o teste de CE baseia-se no princípio de que com o processo de deterioração, ocorre a liberação de eletrólitos celulares das sementes, em virtude da perda da integridade das membranas celulares. É provável que a

maior condutividade elétrica das sementes não submetidas ao envelhecimento seja pelo fato destas sementes possuírem teor de água inferior (18,5%) aos teores das sementes envelhecidas por 24 e 48 horas (25,3% e 33,8%, respectivamente) (Figura 2).

As sementes secas apresentam as membranas celulares em estado de gel, não possuindo permeabilidade seletiva. Segundo Marcos-Filho (2015), sementes com baixo teor de água apresentam aumento na lixiviação de solutos ao serem submetidas à rápida hidratação, face à transição abrupta da fase gel para cristalino dos fosfolipídios das membranas celulares.

Avaliando o ácido salicílico e o potencial germinativo de sementes de soja, ALTEFF et al (2021) não verificaram diferença estatística em relação à germinação, comprimento de parte aérea e de raiz, e biomassa de parte aérea e de raiz. Em trabalho similar com sementes de arroz, a aplicação de ácido salicílico nas doses de 0 a 200 mg L⁻¹ não alterou o parâmetro fisiológico das sementes (TAVARES et al., 2014).

Já Carvalho, Machado-Neto e Custódio (2007) concluíram que o ácido salicílico na dose de 0,025 mM interferiu positivamente na percentagem de germinação e no índice de velocidade de germinação de sementes da calêndula (*Calendula officinalis* L.) em condições ideais e sob efeito de estresse hídrico e térmico a 35 °C. Brunet et al. (2015) verificaram que o tratamento de sementes de girassol com AS não interferiu na germinação e na emergência das plântulas a campo, ainda que tenham ocorrido respostas diferentes conforme o lote de sementes.

De certo modo, estes resultados confirmam os benefícios da utilização de ácido salicílico como redutores de estresse, desde que aplicado em baixas concentrações, como também foi relatado por Anaya et al. (2018) em sementes de fava (*Vicia faba*) submetidas ao estresse salino.

CONCLUSÕES

O uso de ácido salicílico em sementes de soja cv. Monsoy 8644 não atenua o estresse promovido pelo envelhecimento acelerado.

As doses de 150 e 200 mg L⁻¹ de ácido salicílico intensificam os efeitos deletérios do envelhecimento acelerado por 48 horas.

REFERÊNCIAS

AL-HAKIMI, M. A. Counteraction of drought stress on soybean plants by seed soaking in salicylic acid. **International Journal of Botany**, v. 2, n. 4, p. 421-426, 2006.

ALTEFF, S. P.; SANTOS; N. C. S.; MATAROLI, I. S.; DOMINGUES, C. M.; MENEZES,

A. O.; SILVA, B. A.; PAZ, M. S. B.; SILVA, L. A.; GASTL FILHO, J.; NUNES, B. M. Ácido salicílico e o potencial germinativo de sementes de soja. In: **Simpósio de Ciências Agrárias e Ambientais**, 2021 - Monte Carmelo, 2021. Disponível em: <<https://www.doity.com.br/anais/sicaa2021/trabalho/210871>>. Acesso em: 25 set. 2022.

ANAYA, F.; FGHIRE, R.; WAHBI, S.; LOUTFI, K. Influence of salicylic acid on seed germination of *Vicia faba* L. under salt stress. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 17, p-1-8, 2018.

BARBOSA, M. R.; SILVA, M. M. A., WILLADINO, L.; ULISSES, C.; CAMARA, T. R. Geração e desintoxicação enzimática de espécies reativas de oxigênio em plantas. **Ciência Rural**, v. 44, n. 3, p. 453-460, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395 p.

BRUNES, A. P.; DIAS, L. W.; LEITZKE, I. D.; SILVA, A. S.; SOARES, V. N. Tratamento de sementes de girassol com ácido salicílico. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n. 21, 2015.

CARVALHO, P. R.; MACHADO-NETO, N. B.; CUSTÓDIO, C. C. Ácido salicílico em sementes de calêndula (*Calendula officinalis* L.) sob diferentes estresses. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p.114-124, 2007.

CARVALHO, N. M; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed., Jaboticabal: Funep, 2012. 590 p.

DALCIN, J. S.; NUNES, U. R.; ROSO, R.; MÜLLER, C. A.; BACKES, F. A. A. L.; BACKES, R. L.; MATTIONI, N. M.; CARGNELUTTI FILHO, A.; SANTOS, C. V.; MENDONÇA, M. B. F.; BASTIANI, G. G.; BARBIERI, G. F; STEFANELLO, R. Salicylic Acid Concentrations and Its Effects on the Physiological Quality of Soybean Seeds. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 17, p.271-279, 2019.

DUTRA, A. S.; VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica para a avaliação do vigor de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 117-122, 2006.

DUTRA, A. S.; VIEIRA, R. D. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja. **Ciência Rural**, v.34, n.3, p.715-721, 2004.

DUTRA, W. F.; **Ácido salicílico como indutor de tolerância ao déficit hídrico nas fases de germinação e crescimento inicial de feijão Caupi**. 2015. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.

KAEFER, J.; ZAMBERLAN, J.; SALAZAR, R.; BORTOLOTTI, R. Influência do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Ciência e Tecnologia**, v. 3, n. 1, p. 13-22, 2019.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174 p.

LEE, S. Y.; DAMODARAN, P. N.; ROH, K. S. Influence of salicylic acid on rubisco and rubisco activase in tobacco plant grown under sodium chloride in vitro. *Saudi Journal of Biological Sciences*, v. 21, n. 5, p. 417-426, 2014.

LISBOA, L. A. M.; LAPAZ, A. M.; VIANA, R. S.; LEONEZI, R. S.; FIGUEIREDO, P. A. M.; Influência do ácido salicílico no processo germinativo de sementes de cultivares de sorgo sacarino. *Acta Iguazu*, v. 6, n. 2, p. 37-49, 2017.

MAIA, F. C.; MORAES, D. M.; MORAES, R. C. P. Ácido salicílico: efeito na qualidade de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 22, n.1, p.264- 270, 2000.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2015. 660 p.

METHENNI, K.; ABDALLAH, M. B.; NOUAIRI, I.; SMAOUI, A.; ZARROUK, M.; YOUSSEF, N. B. Salicylic acid and calcium pretreatments alleviate the toxic effect of salinity in the Oueslati olive variety. *Scientia Horticulturae*, v. 233, n. 1, p. 349-358, 2018.

MOREIRA, G. G., VIANA, M. M., LIRA, V. A., GUISTEM, J. M., SANTOS, F. N., & RODRIGUES, E. F. Condicionamento fisiológico de sementes de melão com diferentes soluções de ácido giberélico e ácido salicílico. *Horticultura Brasileira*, v. 31, n. 2, p. 652-659, 2014.

NAZARI, R., PARSA, S., TAVAKKOL AFSHARI, R., MAHMOODI, S., & SEYYEDI, S. M. Salicylic acid priming before and after accelerated aging process increases seedling vigor in aged soybean seed. *Journal of crop improvement*, v. 34, n. 2, p. 218-237, 2020.

NÓBREGA, J. S.; SILVA, T. I.; RIBEIRO, J. E.S.; VIEIRA, L. S.; FIGUEIREDO, F. R. A.; FÁTIMA, R. T.; BRUNO, R. L. A.; DIAS, T. J. Emergência e crescimento inicial de melancia submetida a salinidade e doses de ácido salicílico. *Revista Desafios*, v. 7, n. 2, p. 162-171, 2020.

OLIVEIRA, N. M.; SANTOS, H. N.; VIRGENS, E. P. Análise econômica do transporte de soja em grão no estado de Mato Grosso. *Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, 2021.

RIGAZZO, J. N. *et al.* Efeitos de diferentes doses de Ácido salicílico sobre características fisiológicas no desenvolvimento inicial de sorgo sacarino. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS, 1., 2016, Dracena. *Anais [...]*. 2016: Unesp, 2016. p. 386-393.

ROCHA, M. E. L. **Ação do ácido salicílico nas características morfofisiológicas e bioquímicas em mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. E *Cedrela fissilis* VELL.** 150 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2018.

RODRIGUES, M.; KRZYZANOWSKI, F.; FRANÇA-NETO, J. B.; LORINI, I.; HENNING,

A.; HENNING, F. Desempenho fisiológico de sementes de soja submetidas ao teste de envelhecimento acelerado e postas a germinar após vários períodos de espera. XXXV Reunião de Pesquisa de Soja, Londrina/PR. **Anais...** Online 2016. Disponível em: < <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1052198/1/RPS2016259261.pdf>>.

SILVA, E. G. F. **Qualidade de sementes de algodoeiro** (*Gossypium hirsutum* L.) **tratadas com ácidos salicílico**. 2021. 39 f. TCC (Graduação) – Curso de Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/20604/1/EGFS05082021-MA1164.pdf>. Acesso em 29 set. 2022.

SILVA, T. C. F. S.; Matias, J. R.; RAMOS, D. L. D.; ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. D. Uso de diferentes concentrações de ácido salicílico na germinação de sementes de melancia Crimson Sweet. *Horticultura Brasileira*, v. 30, n. 2, p.7679-7685, 2012.

SILVA, A. F.; SOUSA, V. F. O.; SANTOS, G. L.; ARAÚJO JÚNIOR, E. S.; SILVA, S. L. F.; MACEDO, C. E. C; MELO, A. S.; MAIA, J. M. Antioxidant protection of photosynthesis in two cashew progenies under salt stress. *Journal of Agricultural Science*, v. 10, n. 10, 2018.

SING, P. K.; SRIVASTAVA, D.; TIWARI, P.; TIWARI, M.; VERMA, G.; CHAKRABARTY, D. **Drought tolerance in plants: molecular mechanism regulation of signaling molecules**, in *Plant Signaling Molecules*, eds M. I. R. Khan, P. S. Reddy, A. Ferrante, N. A. Khan (Cambridge: Woodhead Publishing), 105–123. doi: 10.1016/B978-0-12-816451-8.00006-X. 2019.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TAVARES, L. C.; CASSYO, C. A.; BRUNES, A. P.; OLIVEIRA, S.; VILLELA, F. A. Treatment of rice seeds with salicylic acid: physiological quality and yield. **Journal of Seed Science**, Londrina, v.36, n.3, p. 352-356, 2014.

TONEL, F. R. **Tolerância à salinidade induzida pelo ácido salicílico em sementes e plântulas de milho híbrido**. 2011. 75 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal). 2011. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS, 2011.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 4, p. 1-26.

Submetido em: 30/04/2024

Aceito em: 18/07/2024

Publicado em: 31/07/2024

Avaliado pelo sistema *double blind review*