



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS URUÇUÍ
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA

DUILHO DOS SANTOS ROCHA

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

URUÇUÍ

2021

DUILHO DOS SANTOS ROCHA

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

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. *Campus Uruçuí.*

Orientador: Prof. Dr. Fábio Oliveira Diniz

URUÇUÍ

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

R672a Rocha, Duilho dos Santos
 Acido salicílico em sementes de soja submetidas ao estresse do
 envelhecimento acelerado / Duilho dos Santos Rocha. - 2021.
 15 f.: il. p&b.
 Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Instituto
Federal do Piauí, Campus Uruçuí, 2021.
 Orientador : Prof. Dr. Fábio Oliveira Diniz.
 1. Glycine max. 2. Sementes de soja. 3. Germinação. I. Título.

CDD - 631

Elaborado por Aldeide Costa dos Santos Sousa CRB 3/1423

DUILHO DOS SANTOS ROCHA

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

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Bacharelado em
Engenharia Agrônômica do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. *Campus*
Uruçuí.

Aprovada em: 22/12/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fábio Oliveira Diniz (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Cristovam Alves Júnior
Instituto Federal Baiano (IF Baiano)

Prof. Me. Wallace de Sousa Leite
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

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

D. dos S. Rocha¹
F. O. Diniz²

RESUMO

O ácido salicílico é um composto fenólico envolvido a diversos processos fisiológicos, dentre os quais, funciona como modulador de estresses biótico e abiótico. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o potencial fisiológico de sementes de soja embebidas em diferentes concentrações de ácido salicílico e submetidas ao estresse do envelhecimento acelerado. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4 x 3 (concentrações de ácido salicílico e três períodos de envelhecimento acelerado, respectivamente). Para tanto, 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, cuja embebição foi realizada em água destilada), entre três folhas de papel germitest, com a quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco. Após a secagem, foram colocadas sob envelhecimento acelerado a 41 °C pelos períodos de 0, 24 e 48 horas. Em seguida foram realizados os testes de germinação, condutividade elétrica, emergência em campo, índice de velocidade de emergência, tempo médio de emergência e massa de plântulas. O uso de ácido salicílico na concentração 100 mg.L⁻¹ nas sementes reduz o estresse causado pelo envelhecimento acelerado por 48 horas/41°C, enquanto as concentrações 150 e 200 mg.L⁻¹ intensificam o estresse do envelhecimento.

Palavras-chave: *Glycine max*. Germinação. Vigor. Fitohormônio.

ABSTRACT

Salicylic acid is a phenolic compound common to several physiological processes, among which it works as a modulator of biotic and abiotic stresses. In this sense, the objective of this work was to evaluate the physiological potential of soybean seeds soaked in different salicylic acid systems and submitted to accelerated aging stress. For this purpose, soybean seeds, cv. Monsoy 8644, were subjected to soaking for eight hours, in different services of salicylic acid (100, 150 and 200 mg.L⁻¹ and the control, whose soaking was carried out in distilled water), between three sheets of germitest paper, with the amount equivalent to 2.5 times the mass of the dry substrate. After drying, they were placed under accelerated aging at 41 °C for periods of 0, 24 and 48 hours. Then, germination, electrical conductivity, field emergence, emergence speed index, mean emergence time and seedling mass were performed. The experimental design used was completely randomized, with four replications, with treatments arranged in a 4 x 3 factorial scheme (due to salicylic acid and three accelerated aging periods, respectively). The use of salicylic acid at a concentration of 100 mg.L⁻¹ in the

¹Graduando em Bacharelado em Engenharia Agrônômica. Instituto Federal Educação Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI Campus Uruçuí. E-mail: eng.duilho@gmail.com

²Docente, Dr. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI, Campus Uruçuí. E-mail: fabio.diniz@ifpi.edu.br

seeds reduces the aging stress accelerated aging for 48 hours/41°C, while the needs of 150 and 200 mg.L⁻¹ intensify the aging stress.

Keywords: *Glycine max*. Germination. Vigour. Phytohormone.

DATA DE SUBMISSÃO E APROVAÇÃO: 22/12/2021

IDENTIFICAÇÃO E DISPONIBILIDADE: TCC: <http://bia.ifpi.edu.br:8080/jspui/>

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja é destaque no cenário do agronegócio brasileiro, sendo que a cada safra os agricultores têm conseguido ganhos em produtividade, dentre outros fatores, em virtude das tecnologias desenvolvidas a cada ano. Com isso, tem-se conseguido driblar ou atenuar os fatores negativos causado pelas variáveis climáticas e hídricas, que interferem negativamente nas diferentes regiões produtores do país.

A utilização de sementes de alta qualidade é um dos fatores principais para o estabelecimento adequado das plantas no campo, 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, como os que avaliam o crescimento de plântulas, os que analisam a resposta das sementes submetem a estresse e os testes bioquímicos. Tais análises fornecem informações adicionais ao teste de germinação e seus resultados são capazes estimar o potencial de desempenho do lote de sementes no campo (VIEIRA; KRZYZANOWSK, 1999).

Dentre os procedimentos usados para avaliar o vigor de sementes, o teste de envelhecimento acelerado é um dos mais utilizados. Ele é classificado como de resistência a estresse, pois as sementes são expostas a altas temperaturas e condições de alta umidade relativa, o que intensifica o processo de deterioração (MARCOS-FILHO, 1999). Nessas condições, as sementes de baixa qualidade deterioram-se mais rapidamente do que as sementes mais vigorosas, estabelecendo diferenças no potencial fisiológico das amostras avaliadas (DUTRA; VIEIRA, 2004).

Frequentemente as plantas em campo são submetidas à estresses bióticos e abióticos que desencadeiam uma série de reações deletérias, a partir da formação de radicais livres (espécies reativas de oxigênio – ROS) que são uma resposta da defesa da planta a situações de estresses bióticos e abióticos essas respostas tem o objetivo

de fazer com que a planta retorne ao metabolismo normal, são consideradas reativas, as espécies que não precisam de energia externa para reagir com outras moléculas, o estresse osmótico, térmico ou patogênico, por exemplo pode levar a planta a produzir variáveis reativas de oxigênio, que são prejudiciais ao sistema celular (BARBOSA et al, 2014; WARSI; HOWLADAR; ALSHARIF, 2021). 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 (TAIZ et al, 2017). O ácido salicílico é um composto fenólico que está envolvido numa série de processos fisiológicos, e fazendo parte de nova classe de substâncias de crescimento de plantas. Inclusive, modulando respostas fisiológicas adaptativas a estresses (SING 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). Neste sentido, algumas pesquisas têm sido conduzidas visando a aplicação de ácido salicílico em sementes de soja (MAIA et al., 2000; DALCIN, 2019), porém, os resultados ainda não são conclusivos sobre o real papel do ácido salicílico na qualidade fisiológica das sementes. Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar o potencial fisiológico de sementes de soja embebidas com ácido salicílico e submetidas ao estresse do envelhecimento acelerado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Agropecuária do *Campus* Uruçuí, do Instituto Federal do Piauí. Foram utilizadas sementes de soja cv. Monsoy 8644, das quais foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes para determinação do teor de água pelo método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas, sendo os resultados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009), e o peso de mil sementes, utilizando-se oito subamostras de 100 sementes e pesadas em balança de precisão (0,001 g), com os resultados apresentados em grama (BRASIL, 2009).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 4 x 3 (quatro concentrações de ácido salicílico: 0, 100, 150 e 200 mg.L⁻¹ e três períodos de envelhecimento acelerado: 0, 24 e 48 horas, sob temperatura de 41 °C. 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 ($p < 0,05$).

Após as determinações iniciais, as sementes foram submetidas à embebição por oito horas, em diferentes concentrações de ácido salicílico (100, 150 e 200 mg.L⁻¹ e o controle, cuja embebição foi realizada em água destilada), entre três folhas de papel germitest, com a quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco. Transcorrido o período da hidratação, as sementes foram distribuídas sobre folhas de papel, para secagem em ambiente de laboratório 24 horas.

O teste de envelhecimento acelerado foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes, as quais foram pesadas e colocadas em copos de plástico contendo água destilada no volume de 75 mL e mantidas a 25 °C por 24 horas. Após este período de embebição, a condutividade elétrica da solução foi determinada por meio de leituras em condutivímetro (Tecnopon mCA-150) e os resultados apresentados em $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ de sementes (DUTRA; VIEIRA, 2006).

Na sequência, para promover o estresse nas sementes, foi instalado o teste de envelhecimento acelerado. Para tanto, as sementes foram distribuídas sobre uma tela de alumínio fixada no interior de caixas plásticas transparentes (11,0x11,0x3,0 cm), contendo 40 mL de água destilada. As caixas foram mantidas a 41 °C por períodos de 0, 24 e 48 horas. Após estes períodos de exposição, foram conduzidos os seguintes testes: O teor de água inicial de 10.4 g, adotando-se duas repetições de 25 sementes (BRASIL, 2009).

O teste de germinação para avaliação de tempo de emergência, com quatro subamostras 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 cinco dias após, computando-se a percentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Com as sementes remanescentes, conduziu-se o teste de emergência em campo, sendo utilizadas quatro repetições de 25 sementes, semeadas em canteiro com 10 m², na profundidade de aproximadamente 3,0 cm e dispostas em fileiras de 1 m de comprimento e 0,3 m entre linhas. A avaliação foi diária até a estabilização do número de plântulas emergidas. Os resultados serão apresentados em porcentagem de emergência (BRASIL, 2009), índice de velocidade de emergência (MAGUIRE, 1962) e o tempo médio de emergência (dia) (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 15:00 horas, com auxílio de termo-higrômetro portátil, modelo AK632, sendo as médias apresentadas na Figura 1.

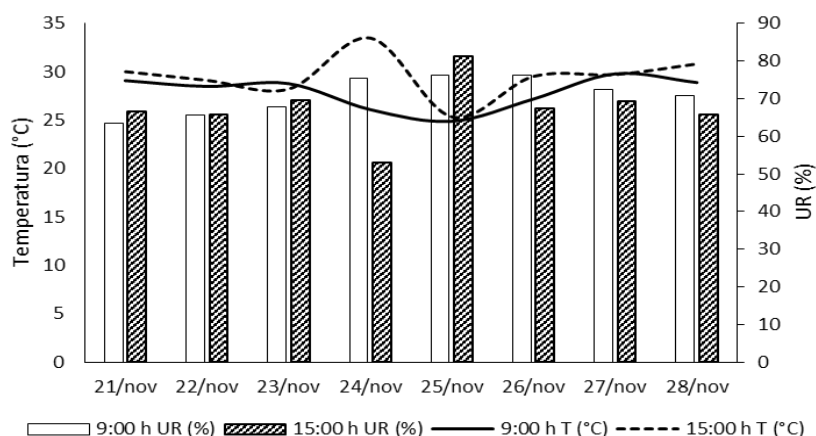


Figura 1. Temperatura média (°C) e umidade relativa do ar (UR, %) registradas às 9:00 horas e às 15:00 horas durante a condução do teste de emergência de plântulas em campo. Fonte: D. dos S. R. Uruçuí, 2021.

Por ocasião do encerramento do teste de emergência de plântulas, estas 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.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, estão apresentados os teores de água das sementes antes da hidratação com ou sem ácido salicílico, imediatamente após a período de hidratação, após a secagem e após o envelhecimento acelerado.

Tabela 1. Teor de água (%) inicial (IN) das sementes, após a embebição em ácido salicílico (AS), após a secagem (SE) e após o envelhecimento acelerado (EA) por 0, 24 e 48 horas, a 41 °C.

IN	AS	SE	EA		
			0 horas	24 horas	48 horas
10,4	28,8	20,7	18,5	25,3	33,8

Fonte: D. dos S. R. Uruçuí, 2021.

Observa-se que a hidratação das sementes por oito horas mais que dobrou o teor de água das sementes, posteriormente reduzido por ocasião da secagem. Quanto

ao teor de água das sementes submetidas ao envelhecimento acelerado, 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 milho e soja. Estes teores de água aliados à temperatura de 41 °C desencadeiam elevada taxa respiratória, intensificando o processo de deterioração da semente (MARCOS-FILHO, 2015).

Em relação ao teste de condutividade elétrica (Tabela 2), observa-se que os tratamentos com ácido salicílico não provocaram efeito significativo sobre os eletrólitos lixiviados pelas sementes. Por outro lado, as sementes submetidas ao envelhecimento acelerado apresentaram redução da lixiviação dos exsudatos celulares, uma vez que os valores foram menores que os observados nas sementes não envelhecidas. Estes resultados são contraditórios, pois o teste de condutividade elétrica 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. Assim, valor baixo de condutividade indica alta qualidade das sementes, enquanto valor alto, configura sementes com baixo vigor (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999; DUTRA; VIEIRA, 2006).

Tabela 2. Condutividade elétrica (CE) e germinação (G) de sementes e condutividade elétrica 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 a	57,7 b	61,4 b	-
----- 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 _G = 9,3%; C.V _{CE} = 7,4%				

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.

^{ns}Não houve efeito significativo. Fonte: D. dos S. R. Uruçuí, 2021.

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. Sabe-se que 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.

Quanto à germinação, constata-se interação significativa entre os tratamentos. A exposição das sementes ao envelhecimento acelerado por 48 horas reduziu o percentual de germinação. Por outro lado, sementes tratadas com 150 e 200 mg.L⁻¹ de ácido salicílico e mantidas por 48 horas em envelhecimento proporcionou redução da germinação. Portanto, ácido salicílico em sementes de soja não atenua o estresse promovido pelo envelhecimento acelerado por 48 horas (a 41 °C), pelo contrário, quando utilizadas doses acima de 150 mg.L⁻¹, há prejuízo à germinação. Estes resultados corroboram com os apresentados por Maia et al. (2000), ao concluírem que o ácido salicílico tem efeito negativo sobre a germinação de sementes de soja, cv. BR-4. Dalcin (2019), também concluíram que doses maiores de ácido salicílico (1000 µM) prejudicam os parâmetros fisiológicos de sementes de soja, cv's. NA 5909 e Tec Irga 6070 RR.

Na Tabela 3, semelhantemente ao teste de germinação, as variáveis: emergência de plântulas em campo, índice de velocidade de emergência, tempo médio de emergência e massa seca de plântulas sofreram interação significativa dos tratamentos. Porém, destaca-se que, com exceção do índice de velocidade de emergência, a utilização de 100 mg.L⁻¹ de ácido salicílico reduz os efeitos prejudiciais do envelhecimento acelerado por 48 horas.

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. 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.

Em contrapartida, as variáveis apresentadas na Tabela 3, confirmam o efeito deletério das maiores doses de ácido salicílico, especialmente quando as sementes foram mantidas sob estresse mais intenso (48 horas/41 °C).

Tabela 3. Médias de emergência de plântulas em campo (EMG), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) e 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	
----- 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	-
----- 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	-
----- TME (dia) -----				
0	4,5 Aa	4,2 Aa	4,8 Ba	4,5
100	4,5 Aa	4,6 Aa	4,9 Ba	4,7
150	4,4 Ab	4,3 Ab	6,2 Aa	5,0
200	4,4 Ab	4,6 Ab	6,3 Aa	5,2
Média	4,4	4,4	5,6	-
----- 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_{EMG} = 8,4%; C.V_{IVE} = 8,3%; C.V_{TME} = 7,5%; C.V_{MS} = 12,6%

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: D. dos S. R. Uruçuí, 2021.

Em trabalho similar com sementes de arroz, o tratamento com ácido salicílico nas doses de 0 a 200 mg L⁻¹ não alterou o parâmetro fisiológico destas sementes (TAVARES et al., 2014). Semelhantemente, Brunes et al. (2015) verificaram que o tratamento de sementes de girassol com ácido salicílico não interfere na germinação e na emergência das plântulas a campo, ainda que possa ocorrer resposta diferente

conforme o lote de sementes.

4 CONCLUSÃO

O uso de ácido salicílico na concentração 100 mg.L⁻¹ em sementes de soja (cv. Monsoy 8644) reduz o estresse causado pelo envelhecimento acelerado por 48 horas/41 °C.

Concentrações maiores (150 e 200 mg.L⁻¹) de ácido salicílico intensificam o estresse do envelhecimento acelerado por 48 horas/41 °C em sementes de soja (cv. Monsoy 8644).

REFERÊNCIAS

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. et al. 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. **Ácido salicílico em sementes de soja e desempenho de plântulas sob estresse hídrico**. 2019. 49 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 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.

KRZYANOWSKI, F. C; FRANÇA NETO, J. B.; VIEIRA, R. D. **Vigor de sementes:**

conceitos e testes. Londrina: Abrates, 1999. 218 p.

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

MAIA, F.C.; MORAES, D.M.; MORAES, R.C.P. DE. 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. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C; VIEIRA, R. D; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) **Vigor de Sementes: Conceitos e Teses**. Londrina, p.3.1- 3.24.1999.

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

MAZZUCHELLI, E.H.; SOUZA, G.M. PACHECO, A.C. Rustificação de mudas de eucalipto via aplicação de ácido salicílico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.44, n.4, p. 443-450, 2014.

NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas**. In: KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p.2.1-2.24.1999.

PEREZ, S. C. J. G. A. Envoltórios. In: Ferreira A. G.; Borghetti, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, p.125-134. 2004.

SINGH, P. K., SRIVASTAVA, D., TIWARI, P., TIWARI, M., VERMA, G., AND 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.

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.

WARSI, M. K.; HOWLADAS, S. M; ALSHARIF, M. A. Regulon: An overview of plant abiotic stress transcriptional regulatory system and role in transgenic plants. **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, 2021.