

Ácido Salicílico na Germinação de Sementes de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*

Salicylic Acid on the Germination of *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis* seeds

Maria Eunice Lima Rocha^{*a}; Jaqueline de Araújo Barbosa^a; Mayra Taniely Ribeiro Abade^a; Kerolém Pricila Sousa Cardoso^b; Vandeir Francisco Guimarães^a

^aUniversidade Estadual do Oeste do Paraná, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Agronomia, PR, Brasil.

^bUniversidade Estadual do Oeste: PR, Brasil.

*E-mail: eunice_agronomia@yahoo.com.br

Resumo

O tratamento com reguladores vegetais é uma alternativa em potencial ao aumento da qualidade no rendimento das sementes florestais. Assim, este trabalho objetivou avaliar o potencial germinativo e o vigor de sementes de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis* tratadas com diferentes doses do ácido salicílico. O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia de Sementes da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, sendo utilizadas sementes de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*, em Delineamento Inteiramente Casualizado, composto de 5 tratamentos (0, 250, 500, 750 e 1000 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de ácido salicílico) e 4 repetições com 25 sementes. Durante o período experimental foram determinados os seguintes parâmetros: índice de velocidade de germinação; porcentagem de germinação; velocidade média da germinação; comprimento das plântulas normais e radícula; diâmetro do coleto; número de folíolos; e teste de envelhecimento acelerado. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e os dados comparados pelo teste de Tukey. De maneira geral, o comprimento do hipocótilo não foi afetado pelo aumento nas doses do ácido salicílico. Para o comprimento de radícula, houve um crescimento conforme as dosagens aplicadas. O índice de velocidade de germinação não externou diferença significativa. Nas sementes envelhecidas, o índice de velocidade de germinação e porcentagem de germinação não apresentou diferença estatística significativa. As doses refletiram, negativamente, nos parâmetros avaliados, no entanto, para as plântulas submetidas ao envelhecimento, houve um efeito positivo das dosagens de ácido salicílico.

Palavras-chave: Crescimento. Produção de Mudanças. Reguladores Vegetais.

Abstract

Treatment with plant regulators is a potential alternative to increasing the quality of forest seed yield. Thus, this work aimed to evaluate the germinative potential and vigor of *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis* seeds treated with different doses of salicylic acid. The experiment was developed at the Seed Technology Laboratory of the State University of Western Paraná, using seeds of *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*, in a completely randomized design, composed of 5 treatments (0, 250, 500, 750 and 1000 $\mu\text{mol L}^{-1}$ salicylic acid) and 4 repetitions with 25 seeds. During the experimental period, the following parameters were determined: germination speed index; germination percentage; average germination speed; normal seedling length and radicle; collection diameter; number of leaflets; and accelerated aging test. The results obtained were submitted to analysis of variance and the data compared using the Tukey test. In general, the hypocotyl length was not affected by the increase in salicylic acid doses. For the radicle length, there was an increase according to the applied dosages. The germination speed index showed no significant difference. In the aged seeds, the germination speed index and germination percentage did not show statistically significant difference. The doses reflected negatively on the evaluated parameters, however, for the seedlings submitted to aging, there was a positive effect of the salicylic acid dosages.

Keywords: Growth. Seedling Production. Plant Regulators.

1 Introdução

Plantas pertencentes ao gênero *Eucalyptus* apresentam importância na conservação da biodiversidade, já que seu uso vem diminuindo as explorações em matas nativas, assim, o uso da madeira surge como uma alternativa para os produtos oriundos de fontes de recursos não renováveis, a exemplo dos combustíveis e plásticos. Materiais oriundos de fontes renováveis, como as florestas plantadas, são importantes para minimizar a pressão sobre as florestas nativas e contribuir para a manutenção da qualidade de vida do Planeta (LONGUE JÚNIOR; COLODETTE, 2013).

Contudo, o sucesso no cultivo depende da produção de

mudas com boa qualidade, que consequentemente serão afetadas pela viabilidade e vigor das sementes utilizadas, inicialmente, para o estabelecimento das áreas comerciais. Espécies de *Eucalyptus* spp. podem apresentar sementes adaptadas para germinar sob condições de estresse salino moderado (-0,2 e -0,4 Mpa), porém, sob estresse hídrico, ocorre redução na porcentagem de germinação e no índice de velocidade de germinação (MARTINS *et al.*, 2014).

O uso de reguladores no tratamento de sementes surge como uma alternativa para melhorar a qualidade e vigor das sementes, a fim de alterar características morfológicas, fisiológicas ou bioquímicas, que estejam prejudicando o

desenvolvimento normal das mesmas, além de melhorar a germinação.

Hormônios ligados à indução do crescimento podem melhorar as características das plantas, impulsionando o desenvolvimento inicial das mesmas e refletindo em melhor qualidade das mudas, além disso, esse indutor de crescimento atua protegendo as plântulas e as sementes contra estresses bióticos e abióticos (BRUNES *et al.*, 2015). Contudo, poucos trabalhos relacionam o efeito do ácido salicílico em plantas de eucalipto e, principalmente, o efeito da sua aplicação nas sementes.

Os fitohormônios são substâncias que atuam em diversas fases do desenvolvimento e crescimento dos vegetais, e em pequenas concentrações ($1,0 \mu\text{mol L}^{-1}$) modificam, inibem e regulam características inerentes à morfologia, fisiologia, florescimento, germinação, senescência e abscisão foliar, além de regular respostas adaptativas ou ligadas à tolerância das plantas em situações adversas (estresses bióticos e abióticos) (LOPEZ *et al.*, 2008; VIEIRA *et al.*, 2010).

Essas substâncias podem ser produzidas sinteticamente, apresentando funções análogas aos hormônios vegetais e são conhecidas como reguladores vegetais. Os reguladores apresentam grande importância na maturação, na dormência, na germinação das sementes, e apesar desses efeitos serem bem elucidados para os principais grupos hormonais, à exemplo de auxinas, giberelinas, citocininas e ABA, pouco se discute em relação aos outros indutores de desenvolvimento vegetal, que também atuam de forma primária ou secundária, na promoção ou inibição da germinação, como o ácido jasmônico e o ácido salicílico (TAIZ *et al.*, 2017).

O ácido salicílico é um hormônio vegetal proveniente da rota do ácido chiquímico, e que tem como precursor a L-fenilalanina, que faz parte do grupo de compostos fenólicos, que regulam muitas funções metabólicas no processo de desenvolvimento dos vegetais, desde a germinação, o crescimento, o desenvolvimento, o amadurecimento, a abscisão foliar, a transpiração, até a interferência na absorção de água e solutos pelas raízes (RIVAS-SAN; PLASENCIA, 2011; HARA *et al.*, 2012; KABIRI *et al.*, 2012; SHARAFIZAD *et al.*, 2013).

Dessa forma, o tratamento com reguladores vegetais, especificamente, o ácido salicílico, é uma alternativa em potencial para o aumento da qualidade no rendimento das sementes (TAVARES *et al.*, 2014). Assim, diversas técnicas de tratamento de sementes visam assegurar a expressão do vigor, resultando em mudas com boas características, melhor qualidade, e maior índice de aproveitamento em viveiros (OLIVEIRA *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2016).

Assim, o objetivo da pesquisa foi avaliar o potencial germinativo e o vigor de sementes de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis* após a aplicação de doses do ácido salicílico.

2 Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia de Sementes da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus de Marechal Cândido Rondon, utilizando-se sementes de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*, adquiridas, mediante compra, no Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF).

As sementes são de procedência de Bofete, SP, e o plantio está localizado em área de produção de sementes (APS), geração F3, com ano de coleta em 2018, pureza igual a 0% e lote: BO0035N01.

O teste de germinação foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, composto de 5 tratamentos, referentes as doses de ácido salicílico (0, 250, 500, 750 e $1000 \mu\text{mol L}^{-1}$), 4 repetições com 25 sementes, semeadas em gerbox, com papel germitest, umedecidos com água destilada com 2,5 vezes o valor do seu peso e acondicionados em câmara de germinação tipo BOD, com temperatura de $25 \text{ }^\circ\text{C}$ constante e fotoperíodo de 12 horas, seguindo as recomendações da Regra de Análise de sementes (BRASIL, 2009).

O papel utilizado para a germinação foi umedecido com a solução de ácido salicílico (constituída de ácido salicílico e água deionizada) e as sementes dispostas em caixas do gerbox para iniciar o processo de embebição. Os tratamentos foram preparados a partir de uma solução padrão, que continha 100 mg do ácido por litro de água destilada. A partir dessa solução, houve a diluição referente aos tratamentos citados anteriormente.

Avaliações diárias foram realizadas logo após a instalação do experimento, conforme critérios estabelecidos pela RAS (BRASIL, 2009). Ao término das contagens diárias foi mensurado o comprimento das plântulas normais, a partir da extremidade inferior da raiz principal até a gema apical, comprimento da radícula, diâmetro do coleto e número de folíolos, com o auxílio do paquímetro digital e régua.

Após as mensurações, as plântulas foram separadas, em parte área e sistema radicular, e levadas a estufa de circulação de ar a $65 \text{ }^\circ\text{C}$, por 48 horas. Após esse período, as amostras foram pesadas em balança analítica, sendo os resultados expressos em g.

Em posse dos resultados, calculou-se a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação (IVG). A porcentagem de germinação foi calculada conforme proposto por Labouriau (1983). O índice de velocidade de germinação foi calculado, de acordo com Maguire (1962). Além das análises de germinação, foi realizado o teste de envelhecimento acelerado, a fim de testar o vigor das sementes mediante a aplicação de ácido salicílico.

Para o teste de envelhecimento acelerado, as sementes foram alocadas em caixas gerbox com telado, contendo 40 mL de água para garantir nível de umidade relativa do ar próximo de 100%, logo após, estas foram levadas à câmara de envelhecimento, previamente regulada para temperatura

constante de 42 °C por 48 horas, adaptando a metodologia realizada por Nakagawa *et al.* (2001).

Após o teste de envelhecimento acelerado, sub amostras referentes ao número de tratamentos e repetições (5x4) foram levadas a BOD com o objetivo de quantificar o número de sementes germinadas. As contagens diárias foram realizadas seguindo os critérios estabelecidos pelas RAS (BRASIL, 2009).

Os resultados obtidos foram testados quanto às pressuposições estatísticas, normalidade e homogeneidade, seguindo a análise variância e mediante a significância dos dados comparados pelo teste de Tukey através do programa estatístico SISVAR.

3 Resultados e Discussão

O efeito do ácido salicílico foi observado apenas nos parâmetros porcentagem de germinação e diâmetro do coleto. Em contrapartida, o desenvolvimento inicial das plântulas e a germinação não diferiram estatisticamente quando submetidas à aplicação do regulador vegetal.

Para as sementes submetidas ao envelhecimento acelerado, não houve diferença significativa para a porcentagem de germinação e para a índice de velocidade de germinação.

O comprimento do hipocótilo não foi afetado pelo aumento nas doses do ácido salicílico e as médias variaram de 0,99 a 1,22 cm (Quadro 1).

Quadro 1 - Comprimento do hipocótilo (CH), Comprimento da raiz primária (CRP), Diâmetro do colmo (DC) e massa seca total (MST) em plântulas de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*

Tratamentos	CH (cm)	CRP (cm)	DC (cm)	MST (mg)
0	1,22 a	1,13 a	0,36 ab	2,98 a
250	0,99 a	0,97 a	0,39 b	3,08 a
500	0,98 a	0,99 a	0,40 b	3,24 a
750	1,21 a	1,13 a	0,28 a	3,84 a
1000	0,99 a	0,93 a	0,41 b	2,73 a

Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro

Fonte: Dados da pesquisa.

Kappes *et al.* (2012), trabalhando com *Crotalaria juncea*, encontraram que tanto o comprimento total da plântula (hipocótilo e raiz primária) quanto a biomassa fresca foram influenciadas pela aplicação combinada de reguladores vegetais.

Uma justificativa interessante para os resultados obtidos está ligada à forma que o ácido salicílico foi disponibilizado, em trabalhos desenvolvidos por Silva *et al.* (2012), as sementes de melancia não foram influenciadas pelas concentrações de ácido salicílico quando pré-embebidas na solução, mas quando o substrato foi umedecido com doses de 5 e 50 µM as plantas reduziram o comprimento da parte aérea em função do tratamento controle, em função de maior tempo de exposição ao regulador vegetal.

Para o comprimento de radícula em plântulas tratadas com

ácido salicílico não houve diferença significativa ($P>0,05$) e as médias obtidas foram de 0,968; 0,990; 1,128; 0,930 e 1,133 cm para as doses de 0, 250, 500, 750 e 1000 µmol L⁻¹ (Quadro 1).

Em trabalhos desenvolvidos por Maia *et al.* (2000), a aplicação de ácido salicílico nas doses de 20, 50 e 100 mg kg⁻¹ resultou em efeito negativo na germinação, no entanto, houve maior comprimento para as raízes em sementes de soja.

Resultados semelhantes à pesquisa foram obtidos por Carvalho *et al.* (2007), em calêndulas tratadas com ácido salicílico, em que o número de folhas, comprimento da parte aérea e comprimento da raiz não diferiram estatisticamente.

O aumento nas doses de ácido salicílico favoreceu o desenvolvimento do coleto até a dose de 500 µmol L⁻¹, estes tratamentos, no entanto, não diferiram da concentração máxima do ácido. Isso ocorre porque uma das estratégias do ácido salicílico é aumentar o crescimento secundário e reduzir o crescimento primário (Quadro 1).

Além disso, esse resultado é interessante por equilibrar a planta como um todo e assegurar que, posteriormente, as mudas com maior diâmetro apresentam maior sobrevivência, quando expostas a algum tipo de estresse, principalmente, por apresentarem maior capacidade de formação de novas raízes (DEL CAMPO *et al.*, 2010).

Para a biomassa seca das plântulas não houve diferença entre a aplicação de ácido salicílico e o tratamento controle (Quadro 2), sendo resultado do que foi observado com o comprimento da parte aérea e da raiz primária, já que para esses tratamentos não houve diferença. Conseqüentemente, após a desidratação, a massa seca não externou incremento ou redução em função dos tratamentos.

Quadro 2 - Germinação (G) e índice de velocidade de germinação (IVG) em plântulas de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*

Tratamentos	Não envelhecidas		Envelhecidas	
	G (%)	IVG	G (%)	IVG
0	97 b	51,02 a	46 a	23,91 a
250	96 b	64,63 a	77 a	39,55 a
500	95 ab	50,37 a	57 a	28,71 a
750	97 b	54,09 a	67 a	33,85 a
1000	84 a	47,32 a	67 a	36,16 a

Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro

Fonte: Dados da pesquisa.

Interessante destacar que as doses usadas também irão influenciar, diretamente, nas respostas das sementes, já que para algumas espécies as doses exigidas são menores do que para outras. Como se trata de uma espécie florestal esta pode não ter expressado respostas no desenvolvimento das plântulas, por ser mais exigente, e as concentrações utilizadas não terem sido capazes de estimular o reconhecimento e a sinalização, transdução e resposta genética, em outra situação

e, em outras espécies, os tratamentos utilizados poderiam ser negativos ou positivos (TONEL *et al.*, 2013).

A resposta e a ativação hormonal são variáveis e dependentes da fase de desenvolvimento da espécie, partes dos vegetais, interação entre os hormônios, doses, tempo de exposição aos reguladores, além de ser influenciada pelas condições edáficas e climáticas (SALISBURY; ROSS, 2012).

O índice de velocidade de germinação em sementes de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis* não externou diferença significativa com o aumento das doses de ácido salicílico e as médias foram de 64,64; 50,37; 54,09; 47,32 e 51,02 nos tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente (Quadro 2).

Em trabalhos desenvolvidos, Kappes *et al.* (2012) usando combinações de reguladores vegetais, entre esses, cloreto de mepiquat (Pix HC®), etil-trinexapac (Moddus®) e paclobutrazol (Cultar 250 SC®) na germinação de sementes de *Crotalaria juncea* e os resultados obtidos demonstraram que a dose de 225 g ha⁻¹ de cloreto de mepiquat resultou em menor índice de velocidade de germinação e, conseqüentemente, menor vigor.

Os resultados apresentaram uma redução significativa (P<0,05) para a porcentagem de germinação, conforme foram adicionadas dosagens mais elevadas de ácido salicílico, em que no tratamento com 500 µmol L⁻¹ (95%) e 1000 µmol L⁻¹ (84%) foram observados os menores valores de germinação, comparado aos demais, demonstrando que a partir destas dosagens a embebição das sementes, em ácido salicílico, não proporcionou maior porcentagem de germinação (Quadro 2).

O ácido salicílico tem inúmeras funções no vegetal, entre essas, inibir o processo germinativo, o que corrobora com o resultado obtido neste estudo (ASHRAF *et al.*, 2010). Comportamento semelhante ao deste estudo foi observado por Carvalho *et al.* (2007), trabalhando com o ácido salicílico em sementes de calêndula (*Calendula officinalis* L.), os quais observaram um aumento no índice de velocidade de germinação em sementes de calêndula entre os valores de 0,025 e 0,05 mM e, a partir dessas doses houve uma diminuição neste índice.

Segundo Maia *et al.* (2000), em seus estudos, com doses crescentes de ácido salicílico, em sementes de soja (*Glycine max*), observaram um aumento na atividade da enzima α-amilase, porém não foram encontrados efeitos significativos na germinação dessas sementes. Para tanto, a concentração de ácido salicílico pode atuar de várias maneiras dependendo da espécie e de sua sensibilidade a esse composto, podendo influenciar a germinação das sementes e o crescimento de plantas (TONEL *et al.*, 2013).

Assim, concentrações menores de ácido salicílico, em plântulas de eucalipto, podem apresentar resultado positivo, considerando que as que foram utilizadas no estudo não causaram danos nas plântulas, o que poderia ser um limitante no tratamento de sementes.

Para a planta Sorgo Sacarino, Lisboa *et al.* (2017) não

recomendam o uso de ácido salicílico, tendo em vista que o regulador tem influência, negativa, em até 95% os parâmetros relacionados com a germinação e o desenvolvimento inicial da cultura.

A maior porcentagem de germinação foi obtida com o tratamento de embebição com ácido salicílico com quantidade mínima (0,7 mM). Mais energia é necessária para germinação em alta densidade de ácido salicílico, além do tempo necessário para a germinação (SHARAFIZAD *et al.*, 2013).

Em trabalhos realizados com arroz, a germinação de sementes tratadas com ácido salicílico reduziu com o aumento da concentração na solução de até 200 mg L⁻¹ (TAVARES *et al.*, 2014).

Silva *et al.* (2014) observaram que o maior tempo de contato com o regulador de crescimento foi favorável ao processo germinativo das sementes de melancia, e mesmo com reduzido índice de velocidade de germinação, houve maior porcentagem de germinação de sementes.

O ácido salicílico utilizado na embebição de sementes promove maior germinação em virtude de estímulos na atividade de enzimas relacionadas ao processo germinativo, à exemplo de α-amilase (MAIA *et al.*, 2000; SILVA *et al.*, 2014). Além disso, o ácido salicílico aumenta a vida útil da flor e pode inibir a germinação de sementes, dependendo dos fatores intrínsecos e extrínsecos aos vegetais (HAYAT *et al.*, 2010; UMEBESE; BANKOLE, 2013).

Nas sementes envelhecidas por 48 horas e tratadas com ácido salicílico não houve diferença estatística significativa para a *índice de velocidade de germinação* e para a porcentagem de germinação, além disso, a média geral obtida para ambos os parâmetros foram de 62,80% e 32,44, respectivamente .

Concordando com o obtido na pesquisa, Mazzuchelli *et al.* (2014), apesar de alguns parâmetros ligados ao crescimento e germinação de sementes não apresentarem diferença significativa, muitos estudos têm destacado o potencial do ácido salicílico na indução de resistência e tolerância para as condições ambientais adversas, dessa maneira, apesar do tratamento não ter resultado em ganhos morfológicos, pode melhorar o vigor das sementes e, conseqüentemente, o desenvolvimento posterior das mudas.

4 Conclusão

As sementes de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis* apresentaram redução na porcentagem de germinação quando submetidas à dose máxima, demonstrando que o aumento no uso de reguladores vegetais pode desencadear desequilíbrio na germinação de semente e o equilíbrio entre as substâncias presentes nessa estrutura. Para os parâmetros relacionados ao desenvolvimento inicial, apenas o diâmetro do coleto foi menor quando as sementes foram submetidas à dose de 750 µmol L⁻¹ de ácido salicílico.

Nas sementes submetidas ao envelhecimento acelerado, a germinação foi menor na dose de 1000 µmol L⁻¹ entretanto, as sementes não externaram diferença mesmo sob condições

extremas de temperatura e umidade.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CNPq) e Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) pelo apoio financeiro ou estrutural ao autor e coautores.

Referências

ASHRAF, M. *et al.* The physiological, biochemical and molecular roles of brassinosteroids and salicylic acid in plant processes and salt tolerance. *Crit. Rev. Plant Sci.*, v.29, n.3, p.162-190, 2010. doi: 10.1080/07352689.2010.483580

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. 426 Brasília: Mapa, 2009.

BRUNES, A.P. *et al.* de sementes de girassol com ácido salicílico. *Enciclopédia Biosfera*, v.11 n.21, p.1847-1854, 2015.

CARVALHO, P.R.; MACHADO NETO, N.B.; CUSTÓDIO, C.C. Ácido salicílico em sementes de calêndula (*Calendula officinalis* L.) sob diferentes estresses. *Rev. Bras. Sementes*, v.29, n.1, p.114-124, 2007. doi: 10.1590/S0101-31222007000100016.

DEL CAMPO, A.D.; NAVARRO, R.M.; CEACERO, E.C.J. Seedling quality and field performance of commercial stocklots of containerized holm oak (*Quercus ilex*) in Mediterranean Spain, an approach for establishing a quality standard. *New Forests*, v.39, n.1, p.19-37, 2010. doi: 10.1007/s11056-009-9152-9.

HARA, M. *et al.* Abiotic stress and role of salicylic acid in plants. In: PARVAIZA, A.; PRASAD M.N.V. *Abiotic Stress Responses in Plants*. New York: Springer, 2012.

HAYAT, Q. *et al.* Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: a review. *Envir. Experimental Bot.*, v.68, n. 1, p. 14-25, 2010. doi: 10.1016/j.envexpbot.2009.08.005.

KABIRI, R.; FARAHDAKSHI, H.; NASIBI, F. Effect of drought stress and its interaction with salicylic acid on black cumin (*Nigella sativa*) germination and seedling growth. *World Appl. Sci. J.*, v.18, n.4, p.520-527, 2012. doi: 10.5829/idosi.wasj.2012.18.04.878.

KAPPES, C. *et al.* Reguladores de crescimento e seus efeitos sobre a qualidade fisiológica de sementes e crescimento de plântulas de crotalaria. *Bioscie. J.I.*, v.28, n.2, p.180-190, 2012.

LABOURIAU, L.G. *A germinação de sementes*. Washington: OEA, 1983.

LISBOA, L.A.M. *et al.* Influência do ácido salicílico no processo germinativo de sementes de cultivares de sorgo sacarino. *Acta Iguazu*, v.6, n.2, p. 37-49, 2017.

LONGUE JÚNIOR, D.; COLODETTE, J.L. Importância e versatilidade da madeira de eucalipto para a indústria de base florestal. *Pesq. Florestal Bras.*, v.33, n.76, p.429-438, 2013. doi: 10.4336/2013.pfb.33.76.528.

LOPEZ, F. B.; CHAUHAN, Y.S.; JOHANSEN, C. Effects of timing of drought stress on leaf area development in a canopy light interception of short-duration pigeonpea. *J. Agron. Crop Sci.*, v.178, n.1, p.1-7, 2008. doi: 10.1111 / j.1439-037X.1997.tb00344.x.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci.*, v.2, p.176-177, 1962. doi: 10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x.

MAIA, F.C.; MORAES, D.M.; MORAES, R.C.P. Ácido salicílico: efeito na qualidade de sementes de soja. *Rev. Bras. Sementes*, n.22, p.264-270, 2000. doi: 10.17801/0101-3122/rbs.v22n1p264-270.

MARTINS, C.C.; PEREIRA, M.R.; LOPES, M.T.G. Germinação de sementes de eucalipto sob estresse hídrico e salino. *Bioscie. J.I.*, v.30, n.1, p.318-329, 2014.

MAZZUCHELLI, E.H.; SOUZA, G.M. PACHECO, A.C. Rustificação de mudas de eucalipto via aplicação de ácido salicílico. *Pesq. Agropec. Trop.*, v.44, n.4, p.443-450, 2014. doi: 10.1590/S1983-40632014000400012.

NAKAGAWA, J. *et al.* Envelhecimento acelerado em sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden classificadas por tamanho. *Scie. Forestalis*, n. 60, p. 99-108, 2001.

OLIVEIRA, L.S.; DIAS, P.C.; BRONDANI, G.E. Micropropagação de espécies florestais brasileiras. *Pesq. Florestal Bras.*, v.33, n.76, p.439, 2013. doi: doi.org/10.4336/2013.pfb.33.76.481.

RIVAS-SAN, V.M.; PLASENCIA, J. Salicylic acid beyond defence: its role in plant growth and development. *J. Experim. Bot.*, v.62, n.10, p.3321-3338, 2011. doi: 10.1093 / jxb / err031.

SALISBURY, F.B.; ROSS, CLEON, W. *Fisiologia de plantas*. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

SHARAFIZAD, M. *et al.* Effect of salicylic acid pretreatment on germination of wheat under drought stress. *J. Agricul. Scie.*, v.5, n.3, p.179-199, 2013. doi: 10.5539 / jas.v5n3p179.

SILVA, T.C.F.S. *et al.* Uso de diferentes concentrações de ácido salicílico na germinação de sementes de melancia *Crimson Sweet*. *Horticult. Bras.*, v.30, n.2, 2012.

SILVA, T.C.F.S. *et al.* Germinação de sementes de melancia sob diferentes métodos de tratamento com reguladores vegetais. *Scie. Plena*, v.10, n.3, 2014.

SILVA, M.L.M. *et al.* Germinação de sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze submetidas ao estresse hídrico em diferentes temperaturas. *Ciênc. Florestal*, v.26, p.999-1007, 2016. doi: 10.5902/1980509824229.

TAVARES, L.C. *et al.* Treatment of rice seeds with salicylic acid: seed physiological quality and yield. *J. Seed Scie.*, v.36, p.352-356, 2014. doi: 10.1590/2317-1545v36n3636.

TAIZ, L. *et al.* Estresse abiótico. In: BLUMWALD, E.; MITTLER, R. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TONEL, F.R. *et al.* Salicylic acid: physiological and biochemical changes in seeds and maize seedlings subjected to salt stress. *J. Seed Scie.*, v.35, n.4, p.457-465, 2013. doi: 10.1590/S2317-15372013000400007.

UMEBESE, C.E.; BANKOLE A.E. Impact of salicylic acid on antioxidants, biomass and osmotic adjustments in *Vigna unguiculata* L. walp. during water deficit stress. *African J. Biotechnol.*, v.12, n.33, p. 5200-5207. 2013. doi: 10.5897/AJB2013.12087.

VIEIRA, E.L. *et al.* *Manual de fisiologia vegetal*. São Luis: Edufma, 2010.