

Influência do ácido salicílico no processo germinativo de sementes de cultivares de sorgo sacarino

Lucas Aparecido Manzani Lisboa, Allan de Marcos Lapaz, Ronaldo da Silva Viana, Reginaldo Sciarra Leonezi, Paulo Alexandre Monteiro de Figueiredo

¹UNESP – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita - Campus Dracena

Email autor correspondente: allanlapaz60@gmail.com

Artigo enviado em 23/02/2017, aceito em 28/06/2017.

Resumo: O sorgo sacarino é utilizado para diversos fins, incluindo a produção de grãos, produção de forragens destinadas à alimentação animal e biocombustíveis. Este trabalho teve como objetivo a avaliação da influência do ácido salicílico no processo germinativo de sementes de três cultivares de sorgo sacarino, sem que as mesmas tenham sido submetidas aos processos pertinentes às Regras de Análise de Sementes (RAS). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x6, ou seja, três cultivares de sorgo sacarino, sendo elas: BRS 506; BRS 508; BRS 509, e seis doses crescentes de ácido salicílico (AS): 0,000 (zero - controle); 0,00125; 0,0025; 0,005; 0,01; 0,02 mols L⁻¹, com quatro repetições, totalizando 72 parcelas. As parcelas foram compostas por 25 sementes de cada cultivar, totalizando 100 sementes por tratamento. Durante o período experimental foram determinados os seguintes parâmetros: índice de velocidade de germinação (IVG); porcentagem de germinação (%G); número total de folhas (NTF); área foliar total média (AFTM); comprimento médio da parte aérea (CMPA); comprimento médio da raiz (CMR); massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA) e massa de matéria seca da raiz (MMSR). De maneira geral, o uso de ácido salicílico influencia negativamente em até 95% os parâmetros IVG, %G, NTF, CMPA, CMR, MAF, MMSPA e MMSR. Não é recomendado o uso do ácido salicílico no processo germinativo e desenvolvimento da plântula de sorgo sacarino, sem que as sementes tenham sido submetidas aos processos pertinentes às Regras de Análise de Sementes (RAS).

Palavras chave: *Sorghun bicolor* (L.) Moench, germinação, fisiologia vegetal.

Acid influence salicylic germination in the process of seed saccharine sorghum

Abstract: The saccharin sorghum is used for several purposes, including the grain production, production intended for animal feeding and biofuels. The objective of this work was to evaluate the influence of salicylic acid on the seed germination process of three saccharin sorghum cultivars, without having been submitted to the procedures related to the Rules of Seed Analysis (RAS). The experimental design was completely randomized in a factorial scheme 3x6, that is, three cultivars of saccharin sorghum, being: BRS 506; BRS 508; BRS 509, and six increasing doses of salicylic acid (AS): 0.000 (zero-control); 0.00125; 0.0025; 0.005; 0.01; 0.02 mols L⁻¹, with four replications, totaling 72 plots. The plots were composed of 25 seeds of each cultivar, totaling 100 seeds per treatment. During the experimental period the following parameters were

determined: germination rate index (IVG); Percentage of germination (% G); Total number of leaves (NTF); Mean total leaf area (AFTM); Average shoot length (CMPA); Mean root length (CMR); Mass of shoot dry matter (MMSPA) and root dry matter mass (MMSR). In general, the use of salicylic acid negatively influences up to 95% the IVG, % G, NTF, CMPA, CMR, MAF, MMSPA and MMSR parameters. The use of salicylic acid in the germination process and development of the sorghum seedlings is not recommended, without the seeds having undergone the processes relevant to the Rules of Analysis of Seeds (RAS).

Key words: *Sorghum bicolor* (L.) Moench, germination, plant physiology.

Introdução

O sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) pertence à família Poaceae e é nativo do continente africano. Quanto ao cenário agrícola mundial, algumas cultivares de sorgo encontram-se entre os principais cereais mais produzidos, chegando a ocupar o quinto lugar entre os mesmos (ALMODARES e HADI, 2009; REZENDE et al., 2011).

Atualmente, o sorgo sacarino vem sendo utilizado na produção de grãos, como forragem para alimentação animal e, também, na produção de biocombustíveis. Devido a sua capacidade em armazenar açúcares fermentáveis em seus colmos, assim como a cana-de-açúcar, passa a ser uma alternativa de matéria-prima na produção do etanol (SANTOS, 2011).

A germinação do sorgo sacarino, assim como em outras espécies, está sujeita aos eventos fisiológicos influenciados por diversos fatores pertinentes a dormência, como a impermeabilidade do tegumento, a imaturidade do embrião, além da presença de substâncias inibidoras da germinação. (BEWLEY e BLACK, 1982; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Nesse sentido, fazem-se necessários estudos mais aprofundados quanto ao uso de

reguladores vegetais na superação da dormência do sorgo sacarino.

Os reguladores de crescimento vegetal são compostos sintéticos que não são produzidos pelos vegetais e são utilizados de forma exógena, produzindo efeitos análogos aos grupos de hormônios vegetais (VIEIRA et al., 2010). Especificamente, o ácido salicílico possui várias funções no vegetal, atuando no processo germinativo, regulação do crescimento, agente antioxidante não enzimático e na ativação de mecanismos de defesa a estresse (COSTA et al., 2015).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do ácido salicílico no processo germinativo de sementes de três cultivares de sorgo sacarino, sem que as mesmas tenham sido submetidas aos processos pertinentes às Regras de Análise de Sementes (RAS).

Material e métodos

O experimento foi realizado no mês de agosto de 2015, no Laboratório de Morfofisiologia Vegetal e Forragens da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, localizada no município de Dracena, Estado de São Paulo, com coordenadas geográficas 21° 29' 10,24" S e 51° 31'

41,29" W, com altitude média de 411 m acima do nível do mar.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial de 3x6, ou seja, três cultivares de sorgo sacarino, sendo elas: BRS 506; BRS 508; BRS 509 e seis doses de ácido salicílico (AS): 0,000 (zero - controle); 0,00125; 0,0025; 0,005; 0,01; 0,02 mol L⁻¹ com quatro repetições, totalizando 72 parcelas. As parcelas foram compostas por 25 sementes de cada cultivar, totalizando 100 sementes por tratamento.

A fim de atingir os objetivos propostos as sementes não foram submetidas aos processos pertinentes às Regras de Análise de Sementes (RAS), de acordo Brasil (2009).

As sementes foram imersas nas soluções de AS por um período de 12 horas com suas respectivas doses. Posteriormente, foram acondicionadas em caixas plásticas do tipo gerbox, sobre uma folha de papel substrato germitest devidamente umedecida com água deionizada com 2,5 vezes a massa do papel (SÁ et al., 2011). As caixas foram levadas para câmara de germinação com fotoperíodo alternado de 12 horas dia/noite, com temperatura constante de 30°C. Visando manter a casualidade do experimento, as posições das caixas foram alteradas de maneira aleatória todos os dias no decorrer de sua execução.

Durante o período germinativo de 15 dias foi realizada a contagem de plântulas para a determinação do índice de velocidade de germinação (IVG), conforme Maguire (1962). Após este período, ou seja, no momento da coleta dos dados, foram determinados os seguintes parâmetros: porcentagem de germinação (%G), determinado através de porcentagem de plântulas normais; número total de folhas (NTF), determinada através da contagem direta; área foliar total média (AFTM),

segundo a metodologia adaptada descrita por Hermann e Câmara (1999); comprimento médio da parte aérea (CMPA) e comprimento médio da raiz (CMR), determinados por meio de uma régua graduada em milímetros. Para a determinação da massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA) e massa de matéria seca da raiz (MMSR) todo material passou por um processo de secagem em estufa com circulação forçada e renovação de ar, em temperatura de 65°C até atingir peso constante.

A análise estatística dos dados consistiu na realização de análises de variância pelo teste F ($p>0,05$). Constatada a significância, foram realizadas regressões polinomiais lineares, quadráticas e cúbicas, onde a escolha do modelo para cada variável foi baseado na significância dos parâmetros e nos valores do R². Para a realização das análises estatísticas foi utilizado o programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009).

Resultados e discussão

Na Figura 1 estão apresentados os valores dos índices de velocidade de germinação (IVG) das sementes de três cultivares de sorgo sacarino quando submetidas a diferentes doses de AS. Foi verificado que a cultivar BRS 506 respondeu positivamente até a dose 0,009 mols L⁻¹ de AS, proporcionando um aumento de 173,8% em relação ao controle. As doses acima provocaram um decréscimo neste parâmetro, atingindo 65,6% entre a maior dose e o controle. As cultivares BRS 508 e BRS 509 responderam negativamente às doses testadas, sendo os pontos de mínima nas doses de 0,016 e 0,020 mols L⁻¹ respectivamente, levando à decréscimos de 91,81 e 91,42%, respectivamente, em relação ao controle.

Comportamento semelhante ao deste estudo foi observado por Carvalho et al. (2007), trabalhando com o ácido salicílico em sementes de calêndula (*Calendula officinalis* L.) sob diferentes estresses, porém em papel substrato umedecido com a solução. Os autores observaram um aumento no índice de velocidade de germinação em sementes de calêndula entre os valores de 0,025 e 0,05 mM. A partir dessas doses houve

uma diminuição neste índice. Pacheco et al. (2007) observaram que em sementes de camomila (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert) o AS proporcionou um efeito inibitório na germinação de sementes embebidas por 24 horas na concentração de 0,2 mM. Esse efeito inibidor não foi observado por Silva et al. (2014) quando trabalharam com sementes de melancia (*Citrullus lanatus*).

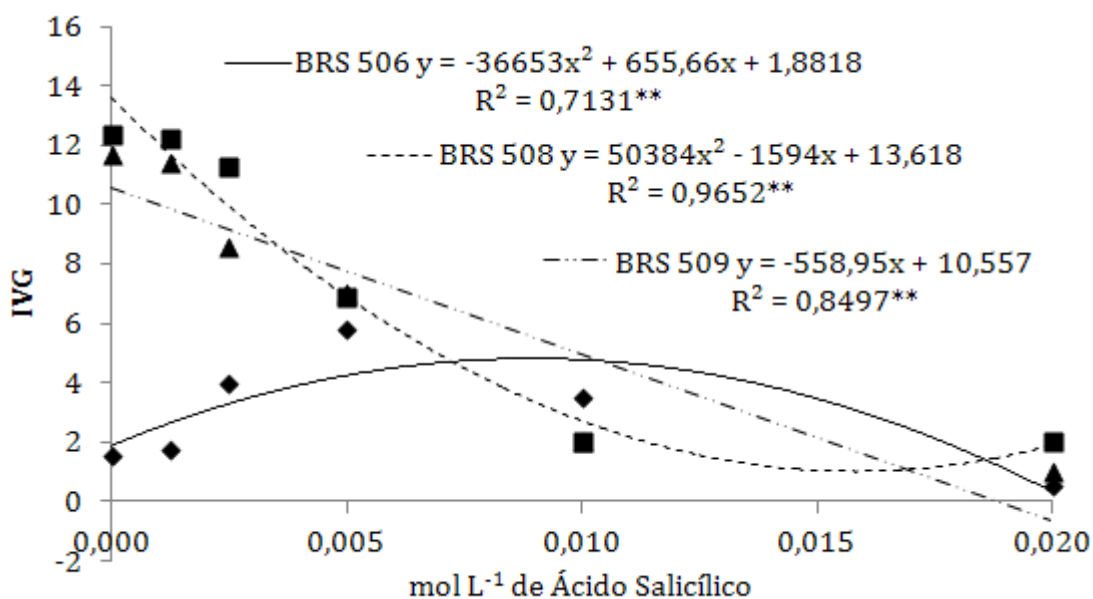


Figura 1. Ajuste das curvas de regressão para os valores de índice de velocidade de germinação de sementes de três cultivares de sorgo sacarino quando submetidas às doses de ácido salicílico.

Na Figura 2 estão apresentados os valores da porcentagem de germinação (%G). Verificou-se que à medida que as doses de AS aumentaram ocorreu uma redução nos valores de %G para as cultivares BRS 506 e BRS 509, havendo uma maior inibição na dose de

0,02 mol L⁻¹, cujo decréscimo foi respectivamente de 85,39% e 80,37% em relação ao controle. Já a cultivar BRS 508 teve uma resposta quadrática negativa, onde o ponto de mínima foi na dose de 0,018 mol L⁻¹, resultando num decréscimo de 65,74%.

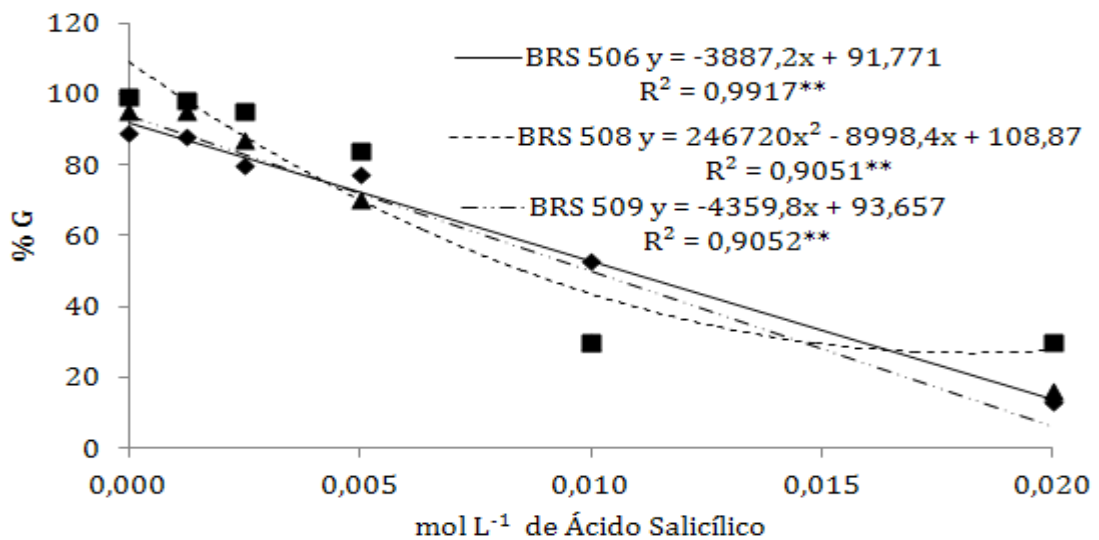


Figura 2. Ajuste das curvas de regressão aos valores de porcentagem de germinação de sementes de três cultivares de sorgo sacarino quando submetidas às doses de ácido salicílico.

Ashraf et al. (2010) relatam que o AS tem inúmeras funções no vegetal, dentre elas, inibir o processo germinativo, o que corrobora com o resultado obtido neste estudo. Silveira et al. (2000) constataram efeito inibitório na germinação em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.), sendo mais drástico nas concentrações de 10 e 20 μ M de AS. Porém, Carvalho et al. (2007) verificaram um aumento na porcentagem de germinação em sementes de calêndula, especialmente quando submetido ao estresse térmico e hídrico. Segundo Nun et al. (2003), o ácido salicílico pode inibir a atividade da enzima catalase, cuja redução ocasiona um aumento na quantidade de peróxido de hidrogênio (H_2O_2), o que proporciona em algumas espécies uma melhor germinação. Maia et al. (2000)

estudando 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.

Na Figura 3 estão apresentados os valores de número total de folhas (NTF). Observou-se que na ausência do AS, ou seja, na dose zero (controle), as cultivares obtiveram o maior valor para essa característica. Ao estabelecer um comparativo entre os valores da dose zero (controle) e os menores valores obtidos pelas cultivares BRS 506 (0,02 mol L⁻¹), BRS 508 (0,014 mol L⁻¹) e BRS 509 (0,014 mol L⁻¹), verifica-se que foi obtido um decréscimo de 87,1; 81,75 e 99,98 % respectivamente.

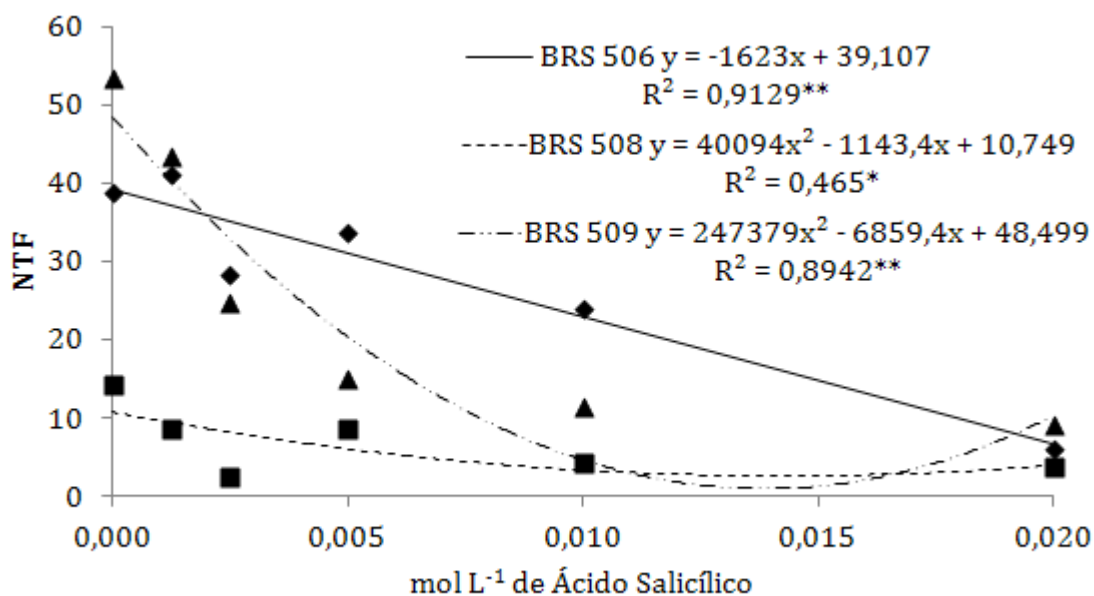


Figura 3. Ajuste das curvas de regressão aos valores de número total de folhas de plântulas oriundas de sementes de três cultivares de sorgo sacarino quando submetidas às doses de ácido salicílico.

Brandão et al. (2016) trabalhando com a capacidade elicitora do ácido salicílico no cultivo in vitro de apaga-fogo (*Alternanthera tenella* Colla) também não constatarem efeito significativo para o número de brotos tratados em diferentes concentrações de AS. Entretanto, Carvalho et al. (2007) observaram que as sementes de calêndula sob diferentes estresses, não responderem de forma significativa para

os tratamentos com AS em relação ao número de folhas.

Na Figura 4 estão apresentados os valores de área foliar total média (AFTM). Verificou-se que as cultivares BRS 506, 508 e 509 responderam negativamente às doses testadas de AS, resultando num decréscimo de, respectivamente, 30; 40,32 e 81,17% em relação ao não uso de AS.

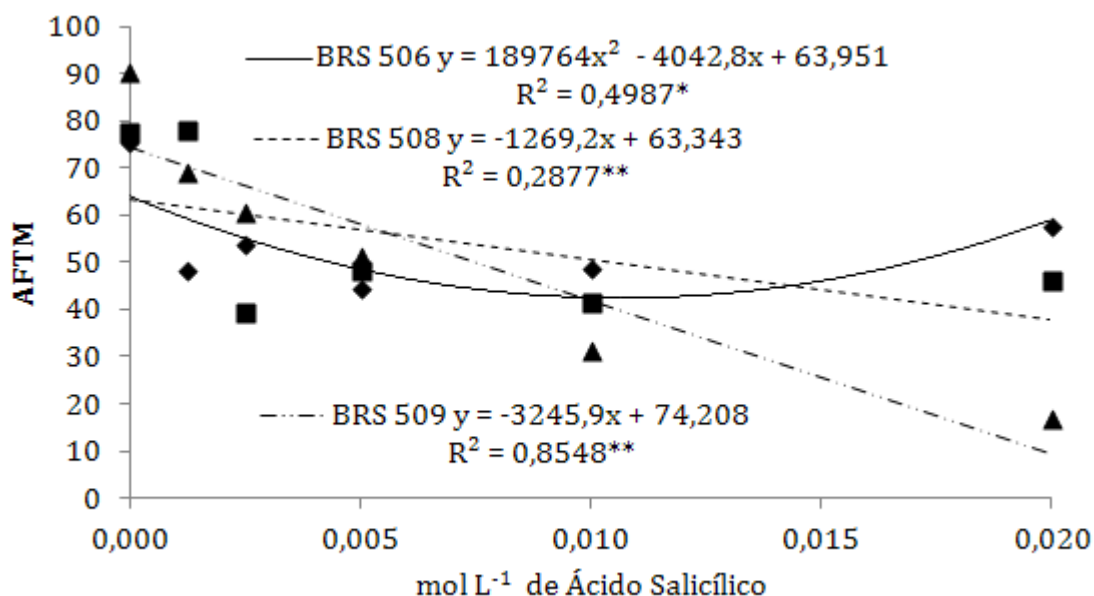


Figura 4. Ajuste das curvas de regressão aos valores de área foliar total média de plântulas oriundas de sementes de três cultivares de sorgo sacarino quando submetidas às doses de ácido salicílico.

Estes resultados podem ser explicados de acordo com aqueles relatados por Gallego-Giraldo et al. (2011), onde o AS tende a inibir o crescimento dos vegetais através da regulação da biossíntese de lignina, o que resulta em uma rigidez na parede celular secundária e, conseqüentemente, obsta a alongação celular. Resultado diferente ao deste estudo foi constatado por Esmalli et al. (2015), trabalhando com cultivares de arroz submetidos ao ácido salicílico sob estresse abiótico, com as concentrações de 0, 1 e 2% de AS, onde obtiveram um aumento na área foliar de 14% na concentração de 2%.

Na Figura 5 estão apresentados os valores de comprimento médio da parte aérea (CMPA). Foi observado que para a cultivar BRS 506 não foi encontrada diferença estatística entre as doses que apresentaram uma média de $41,84 \pm 17,29$ cm. De maneira diferente, as cultivares BRS 508 e BRS 509 apresentaram um efeito significativo, onde foi constatada uma resposta negativa com o emprego das doses de AS, sendo os menores valores obtidos nas doses 0,011 e 0,02 mol L⁻¹ respectivamente.

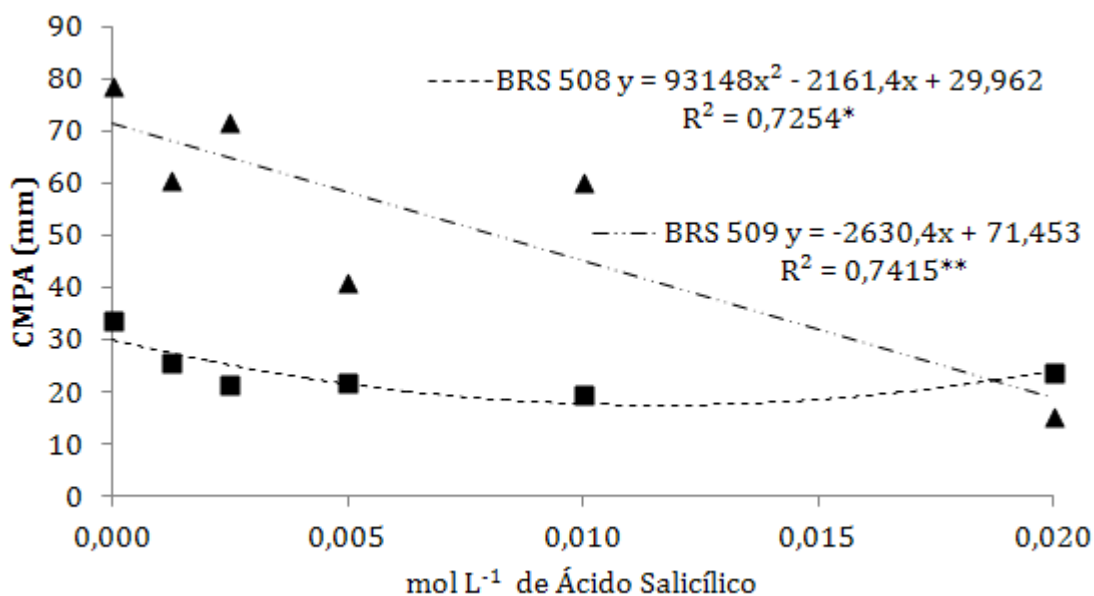


Figura 5. Ajuste das curvas de regressão aos valores de comprimento médio da parte aérea de plântulas oriundas de sementes de três cultivares de sorgo sacarino quando submetidas às doses de ácido salicílico.

Resultado semelhante foi encontrado por Brandão et al. (2016), que constataram que o comprimento médio da parte aérea da planta apaga-fogo obteve um decréscimo de 81% na concentração 400 μM de AS. Porém, Silva et al. (2014) não observaram esse efeito negativo quando as sementes de melancia foram embebidas em diferentes concentrações de AS para o comprimento da parte aérea. Contudo, no substrato umedecido com o regulador de crescimento vegetal em questão, na dose de 5 e 50 μM , as plântulas apresentaram um menor tamanho aéreo. Da mesma maneira, Maia et al. (2000) não encontraram diferenças

estatísticas quando trabalharam com a ação do ácido salicílico no comprimento da parte aérea.

Na Figura 6 estão apresentados os valores de comprimento médio de raiz (CMR). Verificou-se que as cultivares BRS 506 e 508 responderam negativamente quando houve o aumento na concentração de AS, o que ocasionou uma diferença no comprimento da raiz de respectivamente 50,41 e 36,37% na dose de 0,02 mols L^{-1} . Já a cultivar BRS 509 respondeu de maneira positiva até a dose 0,008 mols L^{-1} de AS. Porém, as doses acima ocasionaram um menor comprimento de raiz.

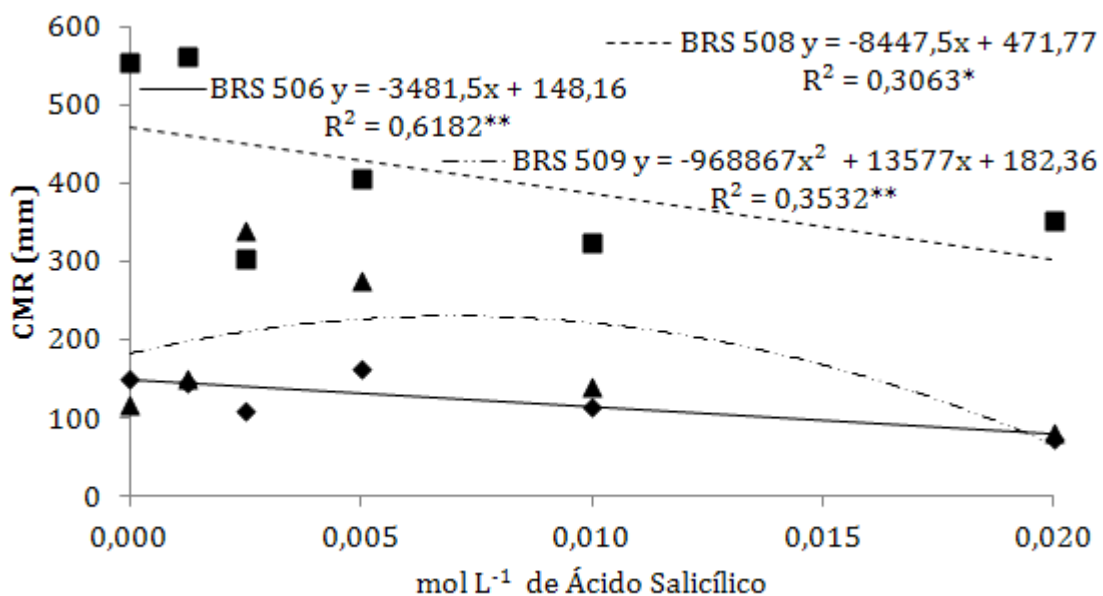


Figura 6. Ajuste das curvas de regressão aos valores de comprimento médio de raiz de plântulas oriundas de sementes de três cultivares de sorgo sacarino quando submetidas às doses de ácido salicílico.

De acordo, com Brandão et al. (2016) o comprimento da raiz da plântula apaga-fogo respondeu negativamente às doses crescentes de AS, apresentando um decréscimo de 91 % na concentração de 400 μ M. Maia et al. (2000) observaram que as doses de AS de 20, 50 e 100 mg kg^{-1} proporcionaram um aumento no comprimento das raízes, o que difere dos resultados encontrados neste trabalho. Os autores Ashraf et al. (2010) relataram que o ácido salicílico interfere na absorção de solutos pela raiz, na

redução da transpiração e na abscisão foliar, o que é um possível agravante para o crescimento do vegetal.

Na Figura 7 estão apresentados os valores de massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA), foi constatado novamente que o uso crescente na concentração em solução de AS na superação da dormência nas sementes de sorgo BRS 506, 508 e 509 apresentaram um decréscimo de 64,39; 91,13 e 53,98%, respectivamente, em relação ao controle.

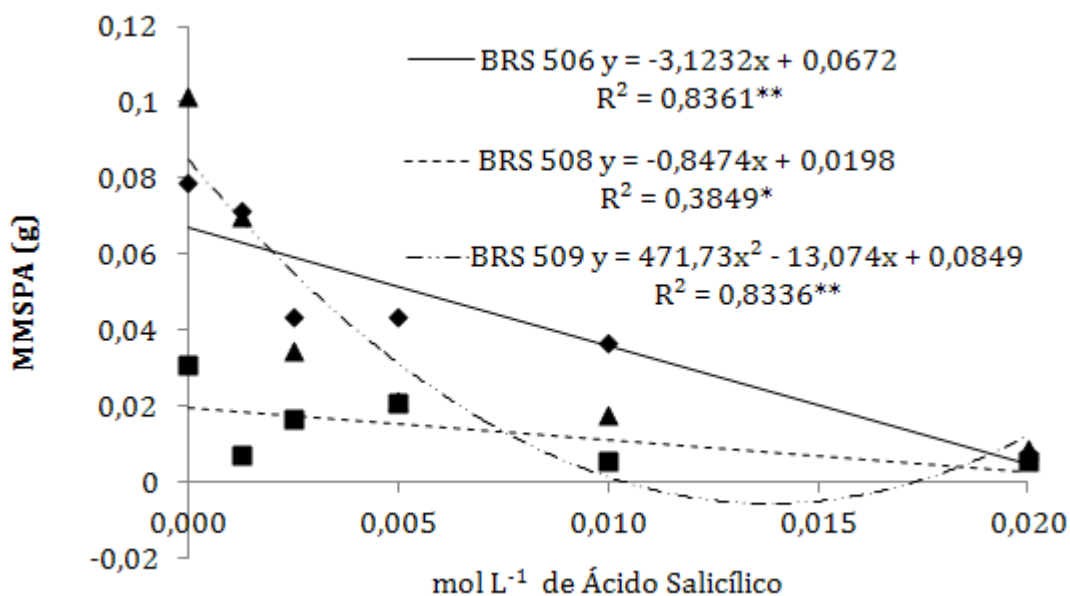


Figura 7. Ajuste das curvas de regressão aos valores da massa de matéria seca da parte aérea de plântulas oriundas de sementes de três cultivares de sorgo sacarino quando submetidas às doses de ácido salicílico.

Resultado semelhante foi encontrado por Silveira et al. (2000), onde também concluíram que doses elevadas de AS inibiu o desenvolvimento da parte aérea do arroz. Para Coste et al. (2011) trabalhando com as espécies *Hypericum hirsutum* (L.) Fourr. e *Hypericum maculatum* (L.) Fourr. in vitro, nas concentrações 0, 100 e 200 μ M de AS não observaram esse efeito inibidor na biomassa da parte aérea.

Para o parâmetro massa de matéria seca da raiz (MMSR) não foram observadas diferenças estatísticas entre as cultivares. Porém, foi constatada uma diferença estatística somente entre as doses. Nota-se que o emprego do AS em solução acarretou num decréscimo de 83,44% nas cultivares de sorgo sacarino em relação ao controle.

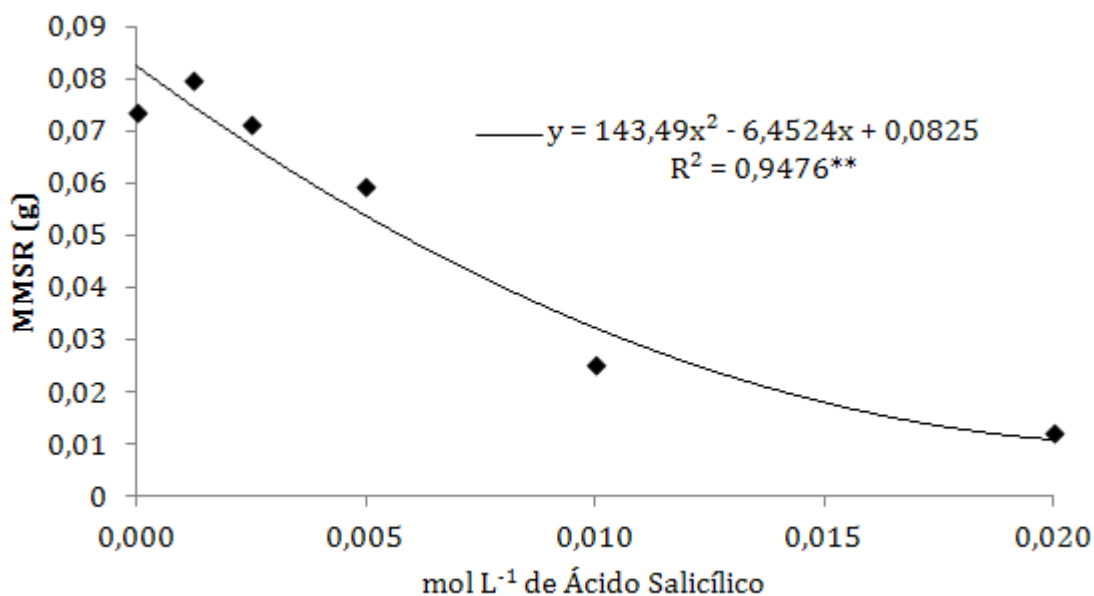


Figura 8. Ajuste das curvas de regressão aos valores de massa de matéria seca da raiz de plântulas oriundas de sementes de três cultivares de sorgo sacarino quando submetidas às doses de ácido salicílico.

Plantas com menor massa de raízes tendem a uma menor absorção de água, nutrientes e produção de hormônios, devido a uma menor superfície de contato com o solo ou a danos. Dessa forma, afeta negativamente os processos fisiológicos em geral do vegetal, principalmente o balanço entre o sistema radicular e caulinar (RAVEN et al., 2007).

Resultados análogos foram obtidos por Maia et al. (2000), onde a massa da matéria seca da parte aérea e das raízes em sementes de soja quando tratadas com doses de AS, apresentaram menores valores nas doses de 50 e 100 mg kg⁻¹. Da mesma maneira, Brandão et al. (2016) observaram diminuições na fitomassa fresca da raiz nas plântulas de apaga-fogo quando tratadas com AS, atingindo uma redução de 97% na concentração 400 µM. Mediante aos resultados discutidos neste trabalho, torna-se notável a necessidade de estudos mais aprofundados da ação do

AS no processo germinativo de diferentes espécies vegetais, pois é possível observar neste trabalho que o fator espécie ou mesmo cultivares agem de maneiras diferentes à ação do AS, o que corrobora com Kerbauy (2008). Esses últimos salientam que, quando aplicado exogenamente o AS, o desenvolvimento da planta pode ser inibido ou estimulado, ou seja, essas ações distintas do AS dependem da concentração utilizada, da espécie a ser tratada e das condições de cultivo.

Conclusões

De maneira geral, o uso de ácido salicílico influencia negativamente em até 95% os parâmetros IVG, %G, NTF, CMPA, CMR, MAF, MMSPA e MMSR.

Não é recomendado o uso do ácido salicílico no processo germinativo e desenvolvimento da plântula de sorgo sacarino sem que as sementes tenham sido submetidas aos processos

pertinentes às Regras de Análise de Sementes (RAS).

Referências

ALMODARES, A.; HADI, M. R. Production of bioethanol from sweet sorghum: A review. **African Journal of Agricultural Research**, v.4, n.9, p.772-780, 2009.

ASHRAF, M.; AKRAM, N. A.; ARTECA, R. N.; FOOLAD, M. R. The physiological, biochemical and molecular roles of brassinosteroids and salicylic acid in plant processes and salt tolerance. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.29, n.3, p.162-190, 2010.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination**. New York: Springer – Verlag, 1982. 375p.

BRANDÃO, I. R.; KLEINOWSKI, A. M.; RIBEIRO, M. V.; LUCHO, S. M.; MILECH, C.; BRAGA, E. J. B. Capacidade elicitora do Ácido salicílico no cultivo in vitro de *Alternanthera tenella*. **Revista Congrega Urcamp**, Bagé, v.1, n.1, p.1-11, 2016.

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

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

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

COSTA, R. R.; ANDRADE, W. L.; SILVA, D.C.; MELO, A. S.; SUASSUNA, J. F. Ácido salicílico como atenuador de estresse hídrico em feijão-caupi. In: **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC**, 2015, Fortaleza - CE. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC, 2015.

COSTE, A.; VLASE, L.; HALMAGYI, A.; DELIU, C.; COLDEA, G. Effects of plant growth regulators and elicitors on production of secondary metabolites in shoot cultures of *Hypericum hirsutum* and *Hypericum maculatum*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v.106, p. 279-288, 2011.

ESMAELLI, M.; HEIDARZADE, A.; ZEINALI, A. Alterations in content of phenolic acids and growth parameters of two rice (*Oryza sativa*) cultivars in response to salicylic acid under abiotic stress. **International Journal of Farming and Allied Sciences**. v.4, p.119-124, 2015.

GALLEGO-GIRALDO, L.; ESCAMILLA-TREVINO, L.; JACKSON, L. A.; DIXON, R. A. Salicylic acid mediates the reduced growth of lignin down-regulated plants. **Proceedings of the National Academy of Science**, Ardmore, v.108, n.51, p.20814-20819, 2011.

HERMANN, E. R.; CÂMARA, G. M. S. Um método simples para estimar a área foliar da cana-de-açúcar. **STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.17, p.32-34. 1999.

- KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 431p.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.
- MAIA, F. C.; MORAES, D. M.; MORAES, R. C. P. Ácido salicílico: efeito na qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.22, n.1, p.264-270, 2000.
- NUN, N. B., PLAKHINE, D., JOEL, D. M., MAYER, A. M. Changes in the activity of the alternative oxidase in Orobanche seeds during conditioning and their possible physiological function. **Phytochemistry**, v.64, n.1, p.235-241, 2003.
- PACHECO, A. C.; CUSTÓDIO, C. C.; MACHADO NETO, N. B.; CARVALHO, P. R.; PEREIRA, D. N.; PACHECO, J. G. E. Germinação de sementes de camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] e calêndula (*Calendula officinalis* L.) tratadas com ácido salicílico. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.9, n.1, p.61-67, 2007.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2009. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. ISBN 3-900051-07-0.
- RAVEN, P.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 7.ed., Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2007. 830p.
- REZENDE, G. M.; PIRES, D. A. A.; BOTELHO, P. R. F.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; SALES, E. C. J.; JAYME, D. G.; REIS, S. T.; PIMENTEL, L. R., LIMA, L. O. B.; KANEMOTO, E. R.; MOREIRA, P. R. Características agrônômicas de cinco genótipos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], cultivados no inverno, para a produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.10, n.2, p.171-179, 2011.
- SÁ, M. E. de; OLIVEIRA, S. A.; BERTOLIN, D. C. **Roteiro prático da disciplina de Produção e tecnologia de sementes: análise da qualidade de sementes**. 1. ed. São Paulo-SP: Cultura acadêmica Editora, v.1. 2011. 112p.
- SANTOS, G. S. **Agroenergia em Revista**. 3ed. Embrapa Agroenergia. v.3. 2011. 52p. Brasília.
- SILVA, T. C. F. S.; SILVA, R. C. B.; SILVA, J. E. S. B.; SANTOS, R. S.; ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F. Germinação de sementes de melancia sob diferentes métodos de tratamento com reguladores vegetais. **Scientia Plena**, São Cristóvão, v.10, n.3, p.1-15, 2014.
- SILVEIRA, M. A. M.; MORAES, D. M.; LOPES, N. F. Germinação e alterações bioquímicas em sementes de arroz tratadas com ácido salicílico. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.2, p.200-205, 2000.
- VIEIRA, E. L.; SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; SILVA, J. S. **Manual de fisiologia vegetal**. São Luis: Edufma, 2010. 230 p.