

Eficiência de bioestimulante combinado à escarificação mecânica na germinação de sementes de flamboyant

Efficiency of bio-stimulant combined with mechanical scarification on germination of flamboyant seeds

Eficiencia del bioestimulante combinado con la escarificación mecánica en la germinación de semillas de flamboyán

Recebido: 27/07/2024 | Revisado: 07/08/2024 | Aceitado: 08/08/2024 | Publicado: 12/08/2024

Hendrick da Costa de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6223-0085>
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil
E-mail: hendricksouza96@gmail.com

Paulo Roberto Machado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7697-3923>
Centro de Ensino Superior Riograndense, Brasil
E-mail: machadozootecnista@gmail.com

Irmfried Henrique Papke

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1382-6468>
Centro de Ensino Superior Riograndense, Brasil
E-mail: irmfriedpapke@outlook.com

Nilton Cesar Mantovani

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6339-7215>
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil
E-mail: mantovani.nilton@gmail.com

Rafael Antonio Pasini

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1223-9302>
Serviço nacional de aprendizagem rural: Uruguaiana, Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: rafa.pasini@yahoo.com.br

Resumo

Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes concentrações do bioestimulante Stimulate® na superação da dormência, germinação e desenvolvimento de plântulas de flamboyant (*Delonix regia*). Foram utilizadas concentrações de Stimulate® de 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 ml L⁻¹, com as sementes imersas por uma hora. As sementes testadas incluíram tanto as com tegumento intacto quanto as escarificadas com lixa d'água N° 120 na posição oposta ao embrião, seguindo um esquema fatorial 5x2. Os tratamentos foram dispostos em um delineamento inteiramente casualizado, com as sementes semeadas em tubetes contendo substrato comercial. Os resultados mostraram uma interação significativa ($p < 0,05$) entre os fatores bioestimulante e escarificação mecânica para todas as variáveis analisadas. A combinação de Stimulate® com a escarificação mecânica favoreceu a germinação das sementes de flamboyant. Contudo, a escarificação mecânica isoladamente resultou em maior formação de folhas e em crescimento superior tanto em altura quanto em diâmetro das plântulas. Assim, enquanto a combinação de bioestimulante e escarificação promoveu a germinação, a escarificação por si só foi suficiente para um melhor desenvolvimento das plântulas, tornando o uso do bioestimulante desnecessário.

Palavras-chave: Silvicultura; Escarificação mecânica; Produção de mudas; Giberelina; Superação de dormência.

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of different concentrations of the bio-stimulant Stimulate® on overcoming dormancy, germination, and development of flamboyant seedlings (*Delonix regia*). Concentrations of Stimulate® used were 2.5; 5.0; 7.5; and 10.0 ml L⁻¹, with seeds soaked for one hour. The seeds tested included those with intact teguments and those scarified with water sandpaper No. 120 on the side opposite the embryo, following a 5x2 factorial scheme. The treatments were arranged in a completely randomized design, with seeds sown in tubes containing commercial substrate. The results showed a significant interaction ($p < 0.05$) between the bio-stimulant and mechanical scarification factors for all analyzed variables. The combination of Stimulate® with mechanical scarification favored the germination of flamboyant seeds. However, mechanical scarification alone resulted in greater leaf formation and superior growth in both height and diameter of the seedlings. Thus, while the combination of bio-

stimulant and scarification promoted germination, scarification alone was sufficient for better seedling development, making the use of the bio-stimulant unnecessary.

Keywords: Forestry; Mechanical scarification; Seedling production; Gibberellin; Overcoming dormancy.

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes concentraciones del bioestimulante Stimulate® en la superación de la dormancia, germinación y desarrollo de plántulas de flamboyán (*Delonix regia*). Se utilizaron concentraciones de Stimulate® de 2,5; 5,0; 7,5 y 10,0 ml L⁻¹, con las semillas sumergidas durante una hora. Las semillas probadas incluyeron tanto las con el tegumento intacto como las escarificadas con lija de agua N° 120 en el lado opuesto al embrión, siguiendo un esquema factorial 5x2. Los tratamientos se organizaron en un diseño completamente al azar, con las semillas sembradas en tubetes con sustrato comercial. Los resultados mostraron una interacción significativa ($p < 0,05$) entre los factores bioestimulante y escarificación mecánica para todas las variables analizadas. La combinación de Stimulate® con escarificación mecánica favoreció la germinación de las semillas de flamboyán. Sin embargo, la escarificación mecánica por sí sola resultó en una mayor formación de hojas y en un crecimiento superior tanto en altura como en diámetro de las plántulas. Así, mientras que la combinación de bioestimulante y escarificación promovió la germinación, la escarificación por sí sola fue suficiente para un mejor desarrollo de las plántulas, haciendo innecesario el uso del bioestimulante.

Palabras clave: Silvicultura; Escarificación mecánica; Producción de plántulas; Giberelina; Superación de dormancia.

1. Introdução

O flamboyant (*Delonix regia* (Bojerex Hook.) Raf.) é uma espécie arbórea, exótica no Brasil, nativa da ilha de Madagascar e adaptada às condições de clima tropical. A espécie faz parte da família Fabaceae, subfamília Caesalpinioideae (Lucena et al., 2006).

A espécie apresenta importância pelo seu potencial de utilização comercial tanto no paisagismo urbano quanto rural, sendo uma árvore frondosa que quando adulta apresenta uma floração exuberante de coloração avermelhada. A principal forma de propagação do flamboyant é através de sementes. Porém, as sementes apresentam dormência devido ao tegumento impermeável à entrada de água, necessitando de estudos que visem alternativas para melhorar a produção de mudas (Ataíde et al., 2013; Zwirter et al., 2013; Bertolini & Brun, 2014).

A dormência é definida como a suspensão temporária do crescimento de qualquer parte da planta composta por meristema, sendo um mecanismo que auxilia na sobrevivência das plantas em ambientes que impedem o seu desenvolvimento. No entanto, a dormência prejudica a produção comercial de mudas, pois provoca uma germinação desuniforme e lenta (Bewley & Black, 1994; Moussa et al., 1998; Oliveira et al., 2003).

De acordo com Fowler e Bianchetti (2000), existem vários métodos que podem ser utilizados para a superação de dormência tegumentar, sendo os mais conhecidos a escarificação mecânica, escarificação ácida com ácido sulfúrico e imersão em água fria ou quente. Além destes, bioestimulantes também têm sido utilizados por estarem envolvidos em processos de desenvolvimento das sementes, como por exemplo, no crescimento, acúmulo e armazenagem de reservas e diferentes efeitos fisiológicos em órgãos e tecidos vegetais (Vieira & Castro, 2001). Um dos principais produtos comerciais utilizado com estes efeitos é o Stimulate®, um bioestimulante composto por reguladores vegetais (0,009% de cinetina (citocinina), 0,005% de ácido giberélico (giberelina) e 0,005% de ácido índolbutírico (auxina). As citocininas participam na tradução, controle de genes, regulação das funções proteicas, regulação da permeabilidade das membranas e regulação dos níveis de giberelina (Crozier et al., 2001). As giberelinas atuam na síntese de proteína e RNA específicos de germinação, na superação de dormência e controle de hidrólise das reservas, da qual o embrião em crescimento depende, enquanto que as auxinas auxiliam no alongamento celular e formação de raízes, estando envolvidas na incorporação de materiais na parede celular, controlando o crescimento de raízes, folhas, caule e dominância apical (Taiz & Zeiger, 2004). Observa-se a necessidade de estudos que combinem os métodos tradicionais utilizados para a superação de dormência de sementes com o uso de bioestimulantes.

Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes concentrações do bioestimulante Stimulate® na superação da dormência, germinação e desenvolvimento de plântulas de flamboyant (*Delonix regia*).

2. Metodologia

O experimento foi conduzido em estufa climatizada do Departamento de Engenharia Florestal da UFSM, campus de Frederico Westphalen/RS no segundo semestre de 2022. A estufa climatizada possui controle de temperatura ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) e de umidade do ar ($80 \pm 5\%$) e sistema de irrigação por nebulização intermitente. A metodologia científica adotada seguiu os procedimentos descritos por Köche (2011).

As sementes de flamboyant foram coletadas de oito árvores adultas no município de Restinga Seca/RS. As árvores fornecedoras de sementes foram localizadas em diferentes áreas do município, que possui várias plantas da espécie compondo o paisagismo local e, foram escolhidas levando como critérios boa forma de fuste e ausência de ataques de pragas e doenças. As sementes foram selecionadas quanto à sanidade e integridade, passaram por um processo de imersão em água e detergente neutro durante três minutos para eliminação de patógenos e posteriormente submetidas aos tratamentos.

Os tratamentos (Tabela 1) consistiram na imersão das sementes em diferentes concentrações do bioestimulante Stimulate® (2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 ml L⁻¹) por uma hora, seguindo a metodologia proposta por Gonçalves et al. (2019). As sementes utilizadas foram tanto com o tegumento intacto (íntegras) quanto escarificadas com lixa d'água Nº 120 na posição oposta ao embrião. Para o preparo das soluções do bioestimulante foi utilizada água destilada.

Tabela 1 - Tratamentos resultantes da combinação entre imersão, por uma hora, em diferentes concentrações de bioestimulante, das sementes de flamboyant íntegras ou escarificadas com lixa d'água Nº 120 na posição oposta ao embrião.

Tratamentos
T1 - Sem aplicação de bioestimulante em sementes íntegras
T2 - Stimulate® 2,5 ml L ⁻¹ em sementes íntegras
T3 - Stimulate® 5,0 ml L ⁻¹ em sementes íntegras
T4 - Stimulate® 7,5 ml L ⁻¹ em sementes íntegras
T5 - Stimulate® 10 ml L ⁻¹ em sementes íntegras
T6 - Sem aplicação de bioestimulante em sementes escarificadas
T7 - Stimulate® 2,5 ml L ⁻¹ em sementes escarificadas
T8 - Stimulate® 5,0 ml L ⁻¹ em sementes escarificadas
T9 - Stimulate® 7,5 ml L ⁻¹ em sementes escarificadas
T10 - Stimulate® 10 ml L ⁻¹ em sementes escarificadas

Fonte: Autores.

O experimento foi implantado com dez tratamentos com seis repetições e cinco sementes em cada repetição, totalizando 300 sementes, em delineamento Inteiramente Casualizado em esquema fatorial 5x2 (concentrações de bioestimulante em sementes sem e com escarificação mecânica). Após a aplicação dos tratamentos as sementes foram semeadas em tubetes de polipropileno com volume de 280 cm³ contendo substrato comercial Maxfertil® composto de vermiculita expandida, casca de pinus e eucalipto, fibra de coco e fibra de papel recuperada, alocados em bandejas e mantidos, por 28 dias na casa de vegetação.

As variáveis analisadas foram: percentual de sementes germinadas (%), número de folhas por plântula (Nº), altura e diâmetro das plântulas (cm) 28 dias após a semeadura (DAS). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$). Os dados foram submetidos à análise dos pressupostos de normalidade dos resíduos e homogeneidade de variância pelo teste de

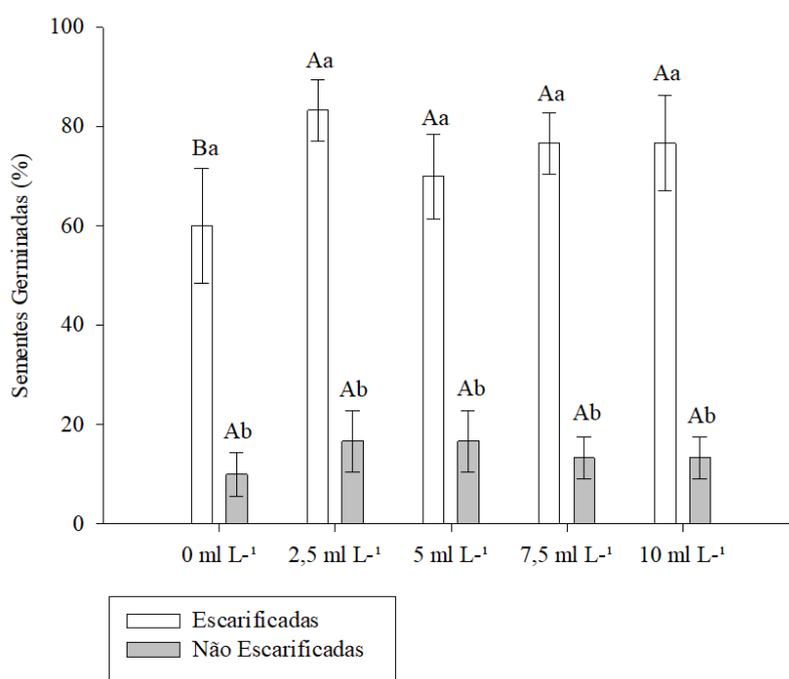
Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. As análises foram realizadas com auxílio do software estatístico R versão 3.6.2 (R Development Core Team, 2020).

3. Resultados

Houve interação significativa ($p < 0,05$) entre os fatores bioestimulante e escarificação mecânica para todas as variáveis avaliadas no presente estudo.

Verificaram-se maiores percentuais de germinação de sementes de flamboyant nos tratamentos em que foi utilizado o método de escarificação mecânica com lixa d'água N° 120 em comparação àqueles em que as sementes permaneceram com o tegumento íntegro. O bioestimulante promoveu aumento significativo na germinação quando as sementes são escarificadas, porém sem diferença estatística entre as diferentes concentrações. Já, para as sementes não escarificadas, ou seja, com o tegumento íntegro, o bioestimulante não promoveu ganhos na germinação quando comparado à germinação observada nestas mesmas sementes sem a aplicação do bioestimulante (Figura 1). O T6, em que as sementes não foram expostas ao Stimulate® mas foram escarificadas com a lixa, (Escarificação mecânica sem aplicação de Stimulate®) resultou no menor percentual de germinação (60%) quando comparado aos tratamentos com o uso do bioestimulante, diferindo estatisticamente dos mesmos. Os tratamentos sem o uso da técnica de escarificação mecânica com lixa d'água 120 apresentaram os menores valores de porcentagem de germinação, mesmo com a aplicação de diferentes concentrações de Stimulate®, quando comparados aos tratamentos em que a escarificação foi aplicada (Figura 1).

Figura 1 - Percentual de sementes germinadas de flamboyant (*Delonix regia*) em função das concentrações de Stimulate® combinadas com aplicação ou não da escarificação mecânica aos 28 dias após a semeadura (DAS). Letra maiúscula – Comparação entre as concentrações de Stimulate® dentro do método de superação de dormência. Letra minúscula – Comparação do método de superação de dormência dentro da mesma concentração de Stimulate®.*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Barras verticais indicam o erro padrão.

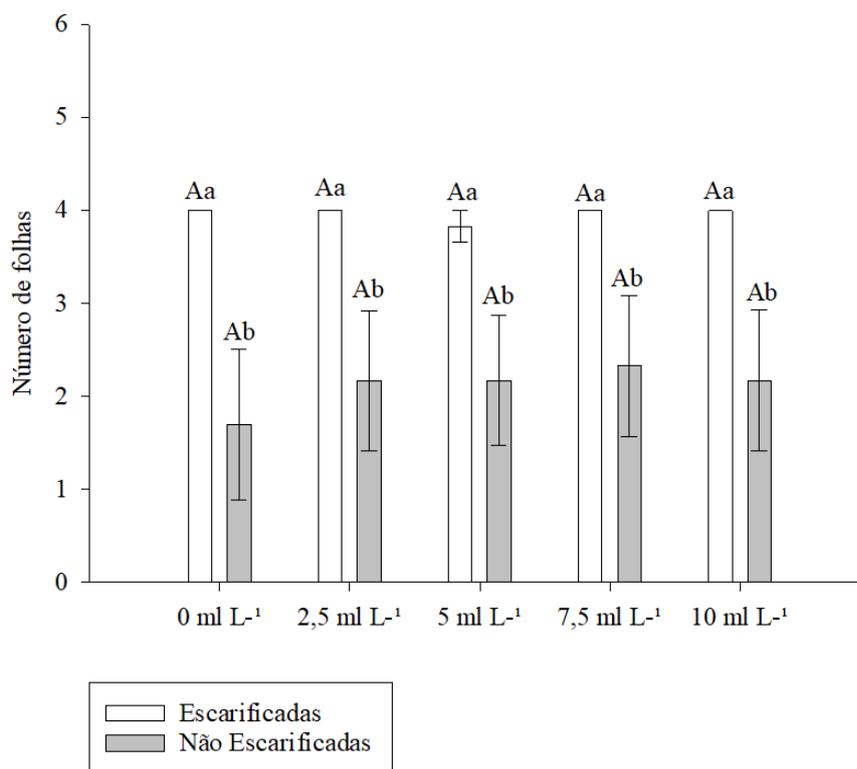


Fonte: Autores.

O bioestimulante, um produto que visa melhorar o crescimento das plantas, teve um efeito positivo na germinação das sementes apenas quando as sementes estavam escarificadas. Não houve diferença significativa entre as concentrações do bioestimulante usadas nos tratamentos, indicando que a concentração não influenciou a germinação além do efeito geral do bioestimulante. Para as sementes que não foram escarificadas e mantiveram o tegumento intacto, o bioestimulante não teve impacto significativo na germinação em comparação com sementes não tratadas. Portanto, o bioestimulante só foi eficaz na germinação de sementes que passaram pelo processo de escarificação.

O bioestimulante, em suas diferentes doses, tanto quando aplicado em sementes escarificadas ou não escarificadas, não promoveu aumento na formação de folhas nas plântulas de flamboyant (*Delonix regia*), pois não houve diferença estatística significativa entre o uso ou não do bioestimulante. Porém, para esta mesma variável, a escarificação das sementes promoveu maior formação de folhas do que quando se compara aos resultados obtidos com as sementes em que se manteve íntegro o tegumento (Figura 2).

Figura 2 - Número de folhas em plântulas de flamboyant (*Delonix regia*) em função das concentrações de Stimulate® combinadas com aplicação ou não da escarificação mecânica aos 28 dias após a semeadura (DAS). Letra maiúscula – Comparação entre as concentrações de Stimulate® dentro do método de superação de dormência. Letra minúscula – Comparação do método de superação de dormência dentro da mesma concentração de Stimulate®.*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Barras verticais indicam o erro padrão.



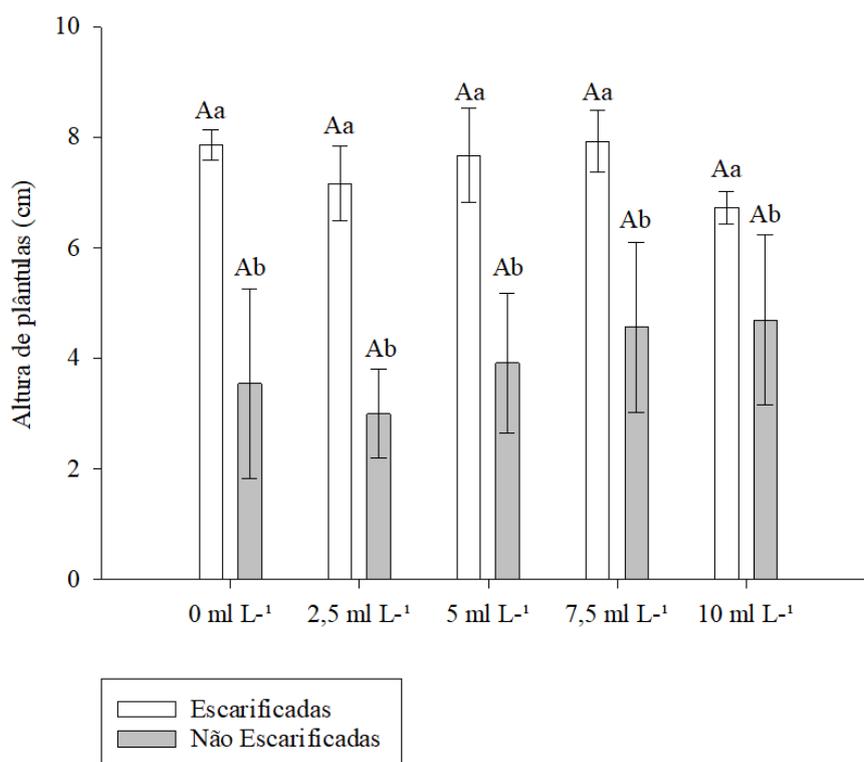
Fonte: Autores.

Independentemente da dose utilizada e de se as sementes foram escarificadas ou não, o bioestimulante não teve efeito significativo na quantidade de folhas formadas nas plântulas de flamboyant. Em outras palavras, a aplicação do bioestimulante não fez diferença estatística na quantidade de folhas produzidas pelas plântulas. No entanto, as sementes que foram escarificadas resultaram em um maior número de folhas nas plântulas em comparação com as sementes que não foram

escarificadas. Isso indica que o processo de escarificação das sementes teve um impacto positivo no desenvolvimento das folhas das plântulas, enquanto o uso do bioestimulante não teve efeito.

Da mesma forma que para as variáveis analisadas anteriormente, observou-se que o bioestimulante não promoveu aumento significativamente distinto no crescimento em altura das plântulas de flamboyant (*Delonix regia*), quando comparado aos resultados observados na ausência do bioestimulante, sendo este comportamento observado tanto para sementes escarificadas ou não (Figura 3). No entanto, as plântulas de flamboyant cresceram mais quando as sementes foram escarificadas com a lixa, diferindo estatisticamente dos resultados obtidos quando as sementes não foram escarificadas, independentemente das doses de bioestimulante, em ambas as situações.

Figura 3 – Altura de plântulas de flamboyant (*Delonix regia*) em função das concentrações de Stimulate® combinadas com aplicação ou não da escarificação mecânica aos 28 dias após a semeadura (DAS). Letra maiúscula – Comparação entre as concentrações de Stimulate® dentro do método de superação de dormência. Letra minúscula – Comparação do método de superação de dormência dentro da mesma concentração de Stimulate®.*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Barras verticais indicam o erro padrão.

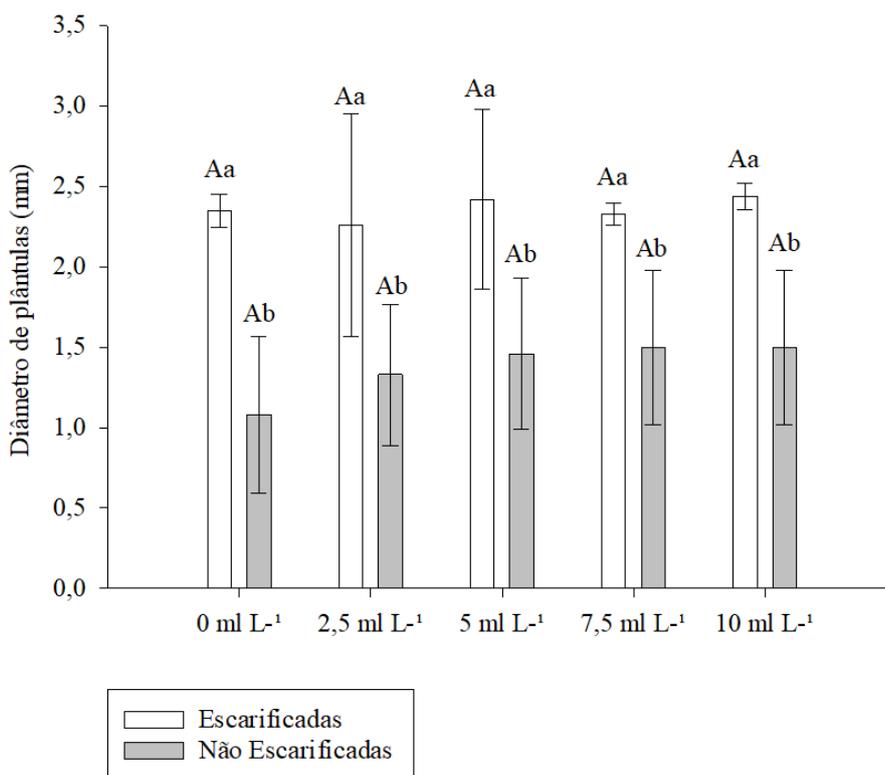


Fonte: Autores.

O efeito positivo da escarificação no crescimento em altura das plântulas de flamboyant foi consistente, independentemente das doses de bioestimulante utilizadas. Assim, a escarificação das sementes contribuiu de forma significativa para um maior crescimento das plântulas, enquanto o bioestimulante não teve impacto relevante nesse aspecto.

O crescimento em diâmetro das plântulas de flamboyant (*Delonix regia*), assim como ocorreu nas demais variáveis, não foi influenciado positivamente pelas doses de bioestimulante nas duas condições em que as sementes foram ou não escarificadas. No entanto, a escarificação também promoveu o aumento significativo do diâmetro do colo das plântulas em relação à média de diâmetro observada nos tratamentos em que as sementes não foram escarificadas com a lixa (Figura 4).

Figura 4 - Diâmetro de plântulas de flamboyant (*Delonix regia*) em função das concentrações de Stimulate® combinadas com aplicação ou não da escarificação mecânica aos 28 dias após a semeadura (DAS). Letra maiúscula – Comparação entre as concentrações de Stimulate® dentro do método de superação de dormência. Letra minúscula – Comparação do método de superação de dormência dentro da mesma concentração de Stimulate®. *Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Barras verticais indicam o erro padrão.



Fonte: Autores.

O crescimento do diâmetro das plântulas de flamboyant não foi melhorado pelas doses de bioestimulante, tanto com sementes escarificadas quanto não escarificadas. Porém, a escarificação das sementes aumentou significativamente o diâmetro do colo das plântulas comparado aos tratamentos sem escarificação.

4. Discussão

Através dos resultados observados, foi possível verificar que o Stimulate®, nas concentrações em que foi utilizado neste experimento, proporcionou, quando associado com a escarificação, os melhores resultados quanto à germinação das sementes. No entanto, para as demais variáveis como a formação de folhas ou crescimento em altura e diâmetro das plântulas, não se observou efeito estatisticamente positivo deste bioestimulante, independentemente se as sementes tenham sido previamente escarificadas ou permanecido com o tegumento intacto.

Porém, a escarificação do tegumento das sementes de flamboyant com a lixa foi decisiva para os maiores resultados de germinação, formação de folhas e crescimento em altura e diâmetro. A manutenção do tegumento intacto das sementes foi prejudicial a todas as variáveis analisadas.

Os tratamentos com o uso da escarificação mecânica em conjunto com a aplicação de Stimulate® favoreceram o processo de germinação de sementes de flamboyant (*Delonix regia*), constatando assim que a escarificação das sementes melhora os resultados obtidos com o Stimulate®.

Segundo Lorenzi et al. (2003) a escarificação mecânica é um dos métodos mais eficientes para a superação de dormência em flamboyant, pois promove o aumento na absorção de água pela semente favorecendo o processo de germinação. Oliveira et al. (2018) e Ataíde et al. (2013) também constaram a eficiência da escarificação mecânica na germinação de sementes de *Delonix regia*.

Quanto ao uso do bioestimulante, de acordo com Davies (2004), a associação de giberelinas com outros grupos de hormônios vegetais, como as auxinas e citocininas, induzem e aceleram o processo de germinação, principalmente em espécies que possuem dormência relacionada à concentração de hormônios na própria semente.

Canesin et al. (2012), aplicando Stimulate® em sementes de faveiro (*Dimorphandra mollis* Benth.) obtiveram resultados eficientes em diferentes processos fisiológicos da planta como germinação (66%) e crescimento da parte aérea (5,83 cm), promovendo um aumento de 2,5 e 1,61 vezes em comparação à testemunha, respectivamente. Mendes et al. (2019) concluíram que o uso de Stimulate® promoveu maior porcentagem de germinação (99,6%) de sementes de *Eucalyptus camaldulensis*, com o tratamento das sementes antes da semeadura. Smiderle e Souza (2022) constataram que o tratamento de sementes de *Hymenaea courbaril* com 10 e 15 ml L⁻¹ de Stimulate® proporcionaram valores acima de 85% de emergência de plântulas. Em mudas de *Acacia mangium*, o Stimulate® aplicado via sementes na concentração 15 ml L⁻¹ proporcionou um maior acúmulo de massa seca das raízes, proporcionando a formação de um sistema radicular bem desenvolvido (Carvalho et al. 2018). Prado neto et al. (2007) trabalhando com pré-imersão de sementes de jenipapeiro (*Genipa americana*) por 12 horas em solução de Stimulate® obtiveram aumento do comprimento de raiz e do índice de velocidade de emergência, sendo a melhor concentração 10 mL L⁻¹.

De acordo com Taiz e Zeiger (2004), existe o efeito sinérgico da utilização de reguladores vegetais no desenvolvimento vegetativo da maioria das plantas. Souza et al. (2013), aplicando o Stimulate® na concentração de 6 ml kg⁻¹ em sementes do porta-enxerto de tangerina ‘Cleópatra’ alcançaram resultados satisfatórios, com incremento no diâmetro do caule, número de folhas e área foliar, indicando o bioestimulante como promissor na diminuição do período de formação desse porta-enxerto. Em estudo conduzido por Aragão et al. (2001), foi constatado que a utilização de giberelina em combinação com citocinina promoveram o aumento no comprimento da raiz primária em plântulas de milho doce. Em sementes tetraploides de melancia também foi observado maior crescimento de plântulas com o uso de giberelinas em combinação com escarificação e maceração das sementes.

Os resultados encontrados para diferentes plantas indicam que a concentração ótima do bioestimulante varia de acordo com a espécie e tipo de dormência. No presente estudo verificou-se que as concentrações de Stimulate® avaliadas não promoveram resultados estatisticamente distintos para número de folhas, altura e diâmetro das plantas, porém, o uso deste bioestimulante promoveu aumento na germinação das sementes de flamboyant.

5. Conclusão

O bioestimulante Stimulate® quando associado à escarificação mecânica promove a germinação de sementes de flamboyant (*Delonix regia*). A escarificação mecânica isoladamente promoveu maior formação de folhas, crescimento em altura e em diâmetro das plântulas de flamboyant, sendo dispensável o uso do bioestimulante. Recomenda-se a realização de estudos futuros que investiguem o uso de concentrações maiores de bioestimulante combinado com escarificação mecânica, para avaliar se essa combinação influencia na produção de mudas de flamboyant.

Referências

Aragão, C. A., Dall'Igna Deon, M., Queiróz, M. A., & Dantas, B. F. (2006). Germinação e vigor de sementes de melancia com diferentes ploidias submetidas a tratamentos pré-germinativos. *Revista Brasileira de Sementes*, 28(1), 82-86. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222006000300012>

- Aragão, C. A., Lima, M. W. P., Morais, O. M., Ono, E. O., Boaro, C. S. F., Rodrigues, J. D., Nakagawa, J., & Cavariani, C. (2001). Fitorreguladores na germinação de sementes e no vigor de plântulas de milho super doce. *Revista Brasileira de Sementes*, 23(1), 62-67. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222001000100008>
- Ataíde, G. d. M., Bicalho, E. M., Dias, D. C. F. dos S., Castro, R. V. O., & Alvarenga, E. M. (2021). Superação da dormência das sementes de *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf. *Revista Árvore*, 37, 1145-1152. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000600016>
- Bertolini, I. C., & Brun, E. J. (2014). A influência do método de semeadura no crescimento de mudas de flamboyant (*Delonix regia* (Bojer ex Hook) Raf.) em viveiro florestal. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 9(4), 181-198. <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v9i4.63169>
- Bewley, J. D., & Black, M. (1994). *Seeds: Physiology of development and germination* (2nd ed.). Plenum.
- Carvalho, J. H. do N., Lima, A. P. L., & Lima, S. F. (2022). Adição de moinha de carvão e de Stimulate® na formação de mudas de *Acacia mangium*. *Revista de Agricultura Neotropical*, 5, 66-74. <https://doi.org/10.32404/rean.v5i1.2126>
- Crozier, A., Kachanovsky, S. K., & Walker, R. C. (2001). Biosynthesis of hormones and elicitor molecules. In B. B. Buchanan, W. Gruissem, & R. L. Jones (Eds.), *Biochemistry & molecular biology of plants* (pp. 850-929). American Society of Plant Physiologists.
- Canesin, A., Silva, J. S., & Oliveira, M. R. (2012). Bioestimulante no vigor de sementes e plântulas de faveiro (*Dimorphandra mollis* Benth.). *Cerne*, 18(3), 309-315. <https://doi.org/10.1590/S0104-77602012000200016>
- Davies, P. J. (2004). *Plant hormones: Biosynthesis, signal transduction, action* (3rd ed.). Kluwer Academic Publishers.
- Fowler, J. A. P., & Bianchetti, A. (2000). *Dormência em sementes florestais*. Embrapa Florestas.
- Gonçalves, C. A., Vieira, E. L., & Ledo, C. A. S. (2019). Crescimento inicial de porta-enxerto (limão cravo) submetido à embebição e pulverização foliar com Stimulate®. *Agri-Environmental Sciences*, 5(e019001). <https://doi.org/10.36725/agries.v5i0.780>
- Köche, J. C. (2011). *Fundamentos de metodologia científica: Teoria da ciência e iniciação à pesquisa*. Vozes.
- Lorenzi, H., Bacher, L. F., & Kira, M. (2003). *Árvores exóticas no Brasil: Madeiras, ornamentais e aromáticas*. Nova Odessa.
- Lucena, A. M. A., Silva, A. P., & Costa, P. R. (2006). Emprego de substratos irrigados com água de abastecimento e residuária na propagação do flamboyant. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 6, 115-121.
- Mendes, R. G., Silva, J. A., & Oliveira, P. R. (2019). Efeito do stimulate na qualidade fisiológica de sementes de eucalipto. *Brazilian Journal of Development*, 5(6), 1877-1885. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n3-1195>
- Moussa, H., Margolis, H. A., Dubé, P. A., & Odongo, J. (1998). Factors affecting the germination of doum palm (*Hyphaene thebaica* Mart.) seeds from the semi-arid of Nger, West Africa. *Forest Ecology and Management*, 104(1-3), 27-34. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(97\)00227-0](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(97)00227-0)
- Oliveira, L. M., Silva, J. A., & Costa, P. R. (2003). Avaliação de métodos para quebra da dormência e para a desinfestação de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert). *Revista Árvore*, 27, 597-603. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622003000500001>
- Oliveira, K. J. B., Silva, J. A., & Costa, P. R. (2018). Quebra de dormência de sementes de *Delonix regia* (Fabaceae). *Revista de Ciências Agrárias*, 41, 709-716. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA17302>
- Prado Neto, M., Silva, J. A., & Costa, P. R. (2007). Germinação de sementes de jenipapo submetidas à pré-embebição em regulador e estimulante vegetal. *Ciência e Agrotecnologia*, 31(3), 693-698. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000300014>
- R Core Team. (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org>
- Smiderle, O. J., & Souza, A. G. (2022). Scarification and doses of Acadian®, Stimulate® and *Trichoderma* spp. promote dormancy overcoming in *Hymenaea courbaril* L. seeds. *Journal of Seed Science*, 44, 1-11. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v44n1a01>
- Souza, J. M. A., Silva, A. L., & Oliveira, R. S. (2013). Efeito de bioestimulante no desenvolvimento inicial de plântulas do porta-enxerto cítrico tangerineira 'Cleópatra'. *Scientia Plena*, 9(1), 1-8. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2013.01001>
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2004). *Fisiologia vegetal* (3a ed.). Artmed.
- Vieira, E. L., & Castro, P. R. C. (2001). Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 23(2), 222-228. <http://dx.doi.org/10.17801/0101-3122/rbs.v23n2p222-228>
- Zwirtes, A. L., Baronio, C. A., Cantarelli, E. B., Rigon, J. P. G., & Capuani, S. (2013). Métodos de superação de dormência em sementes de flamboyant. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 33(76), 469-473. <https://doi.org/10.4336/2013.pfb.33.76.469>