JOURNAL OF EDUCATION, SCIENCE AND HEALTH – JESH
Revista de Educação, Ciência e Saúde
DOI: https://doi.org/10.52832/jesh.v6i2.743
Home page: https://bio10publicacao.com.br/jesh
e-ISSN: 2763-6119

EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE CANAFÍSTULA SOB DIFERENTES PRODUTOS BIOLÓGICOS E TEMPOS DE IMERSÃO

EMERGENCE AND GROWTH OF CANAFISTULA UNDER DIFFERENT BIOLOGICAL PRODUCTS AND IMMERSION TIMES

EMERGENCIA Y CRECIMIENTO DE CANAFISTULA BAJO DIFERENTES PRODUCTOS BIOLÓGICOS Y TIEMPOS DE INMERSIÓN

Hugo Roldi Guariz[1]; Priscila Azevedo Magalhães[2]; Floriane Trindade Amorim[3]; Lázaro da Silva Oliveira[4]; Hayla Garcia de Almeida[5]; Marcelo Henrique Savoldi Picoli[6]

[1]Dr. em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina (UEL). Docente do IFBaiano – *Campus* Guanambi, Guanambi, Bahia, Brasil; [2]Graduanda em Engenharia Agronômica pelo IFBaiano – *Campus* Guanambi. Discente do IFBaiano – *Campus* Guanambi, Guanambi, Bahia, Brasil; [3]Graduanda em Engenharia Agronômica pelo IFBaiano – *Campus* Guanambi. Discente do IFBaiano – *Campus* Guanambi, Guanambi, Bahia, Brasil; [4]Graduanda em Engenharia Agronômica pelo IFBaiano – *Campus* Guanambi. Discente do IFBaiano – *Campus* Guanambi, Guanambi, Bahia, Brasil; [5]Graduanda em Engenharia Agronômica pelo IFBaiano – *Campus* Guanambi. Discente do IFBaiano – *Campus* Guanambi, Guanambi, Bahia, Brasil; [6] Dr. em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá (UEM). Docente do Centro Universitário Integrado, Campo Mourão, Paraná, Brasil.

Recebido: 15/06/2026 | **Aprovado**: 20/08/2026 | **Publicado**: 25/08/2026

Resumo: O presente estudo teve como objetivo avaliar a emergência e o desenvolvimento inicial de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium*) submetidas à escarificação mecânica associada à imersão em biofertilizante não comercial, à base de pseudocaule de bananeira, folhas de mamona e esterco bovino, bem como em inoculante não comercial contendo microrganismos do gênero *Bacillus aryabhattai*. A utilização de insumos alternativos e de baixo custo tem se destacado como estratégia promissora para a produção de mudas florestais, especialmente em condições de limitação hídrica e nutricional. O experimento foi conduzido no Laboratório de Solos e em casa de vegetação do Setor de Agricultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano — Campus Guanambi. Os tratamentos consistiram em: T1 (testemunha, apenas escarificação mecânica); T2 (escarificação mecânica + imersão em inoculante microbiológico por 10 minutos); T3 (escarificação mecânica + imersão em inoculante microbiológico por 20 minutos); T4 (escarificação mecânica + imersão em biofertilizante por 10 minutos); e T5 (escarificação mecânica + imersão em biofertilizante por 20 minutos). Após a aplicação dos tratamentos, as sementes foram semeadas em bandejas de 200 células contendo substrato comercial. As avaliações foram realizadas aos 7 e 21 dias após a semeadura, sendo mensuradas as variáveis altura da plântula (AP), comprimento da raiz (CR) e percentual de emergência (PE). Os dados foram submetidos à análise de variância, com comparação de médias por meio do software RStudio. Observou-se efeito significativo dos tratamentos para todas as variáveis avaliadas. A associação da escarificação mecânica com o biofertilizante e o inoculante microbiológico promoveu incrementos no crescimento inicial das plântulas e na porcentagem de emergência. O tratamento T5 destacou-se por apresentar o maior percentual de emergência (91,6%), evidenciando o potencial do biofertilizante no estímulo à germinação e ao vigor inicial. Dessa forma, o uso integrado de métodos físicos e biológicos configura-se como estratégia eficiente, sustentável e de baixo custo para a produção de mudas de canafístula, com potencial aplicação em programas de restauração florestal e sistemas produtivos no semiárido.

Palavras-chave: Espécies florestais nativas. Produção de mudas. Bioinsumos.

Abstract: The present study aimed to evaluate the emergence and initial development of canafistula (*Peltophorum dubium*) seeds subjected to mechanical scarification combined with immersion in a non-commercial biofertilizer, based on banana pseudostem, castor bean leaves, and cattle manure, as well as in a non-commercial inoculant containing microorganisms of the genus *Bacillus aryabhattai*. The use of alternative, low-cost inputs has been highlighted as a promising strategy for the production of forest seedlings, especially under conditions of water and nutrient limitation. The experiment was conducted in the Soil Laboratory and in a greenhouse at the Agriculture Sector of the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano — Campus Guanambi. The treatments consisted of: T1 (control, mechanical scarification only); T2 (mechanical scarification + immersion in microbial inoculant for 10 minutes); T3 (mechanical scarification + immersion in

microbial inoculant for 20 minutes); T4 (mechanical scarification + immersion in biofertilizer for 10 minutes); and T5 (mechanical scarification + immersion in biofertilizer for 20 minutes). After treatment application, the seeds were sown in 200-cell trays containing a commercial substrate. Evaluations were carried out at 7 and 21 days after sowing, and the following variables were measured: seedling height (SH), root length (RL), and emergence percentage (EP). Data were subjected to analysis of variance, with means compared using RStudio software. A significant effect of treatments was observed for all evaluated variables. The combination of mechanical scarification with both the biofertilizer and the microbial inoculant promoted increases in initial seedling growth and emergence percentage. Treatment T5 stood out by presenting the highest emergence percentage (91.6%), highlighting the potential of the biofertilizer in stimulating germination and early vigor. Thus, the integrated use of physical and biological methods represents an efficient, sustainable, and low-cost strategy for the production of canafistula seedlings, with potential application in forest restoration programs and production systems in semiarid regions.

Keywords: Native forest species. Seedling production. Bioinputs

Resumen: El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la emergencia y el desarrollo inicial de semillas de canafístula (*Peltophorum dubium*) sometidas a escarificación mecánica asociada a la inmersión en biofertilizante no comercial, a base de pseudotallo de banano, hojas de ricino y estiércol bovino, así como en un inoculante no comercial que contiene microorganismos del género *Bacillus aryabhattai*. El uso de insumos alternativos y de bajo costo se ha destacado como una estrategia prometedora para la producción de plántulas forestales, especialmente en condiciones de limitación hídrica y nutricional. El experimento fue realizado en el Laboratorio de Suelos y en un invernadero del Sector de Agricultura del Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano — Campus Guanambi. Los tratamientos consistieron en: T1 (testigo, solo escarificación mecánica); T2 (escarificación mecánica + inmersión en inoculante microbiológico durante 10 minutos); T3 (escarificación mecánica + inmersión en inoculante microbiológico durante 20 minutos); T4 (escarificación mecánica + inmersión en biofertilizante durante 10 minutos); y T5 (escarificación mecánica + inmersión en biofertilizante durante 20 minutos). Después de la aplicación de los tratamientos, las semillas fueron sembradas en bandejas de 200 celdas con sustrato comercial. Las evaluaciones se realizaron a los 7 y 21 días después de la siembra, midiéndose las siguientes variables: altura de la plántula (AP), longitud de la raíz (LR) y porcentaje de emergencia (PE). Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y las medias se compararon mediante el software RStudio. Se observó un efecto significativo de los tratamientos para todas las variables evaluadas. La combinación de la escarificación mecánica con el biofertilizante y el inoculante microbiológico promovió incrementos en el crecimiento inicial de las plántulas y en el porcentaje de emergencia. El tratamiento T5 se destacó por presentar el mayor porcentaje de emergencia (91,6%), evidenciando el potencial del biofertilizante en la estimulación de la germinación y el vigor inicial. De esta forma, el uso integrado de métodos físicos y biológicos se configura como una estrategia eficiente, sostenible y de bajo costo para la producción de plántulas de canafístula, con potencial aplicación en programas de restauración forestal y sistemas productivos en regiones semiáridas.

Palabras-clave: Especies forestales nativas. Producción de plântulas. Bioinsumos.

1 INTRODUÇÃO

A espécie arbórea *Peltophorum dubium*, popularmente conhecida como canafístula, pertencente à família *Fabaceae*, subfamília *Caesalpinioideae*, apresenta ampla distribuição no território brasileiro, ocorrendo em estados como Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Mato Grosso do Sul e Paraná. Destaca-se pelo rápido crescimento, podendo atingir entre 15 e 40 metros de altura, além de apresentar elevada rusticidade. Em função dessas características, é amplamente utilizada em reflorestamentos mistos e em programas de recomposição de áreas degradadas (Lorenzi, 2008; Dutra *et al.*, 2016).

Nos últimos anos, tem-se observado aumento na demanda por espécies florestais nativas, em quantidade e qualidade, o que tem impulsionado pesquisas voltadas ao aprimoramento das técnicas de produção de mudas. Nesse contexto, a obtenção de sementes com elevada capacidade germinativa e que proporcionem plântulas uniformes, em menor tempo, constitui um dos principais desafios (Bertolini *et al.*, 2015).

De modo geral, a produção de mudas destinadas à recuperação de áreas degradadas depende do uso de sementes com germinação rápida e uniforme. Entretanto, grande parte dos programas utiliza sementes

armazenadas, frequentemente ortodoxas e com algum grau de dormência. A intensidade dessa dormência pode variar em função das condições edafoclimáticas durante a formação das sementes, influenciando diretamente a eficiência dos tratamentos pré-germinativos. Dessa forma, espécies amplamente distribuídas, como *Peltophorum dubium*, demandam estratégias adequadas para a superação da dormência, visando otimizar a produção de mudas e contribuir para ações de restauração ambiental (Müller *et al.*, 2023).

Apesar da elevada produção de sementes pela canafístula, a presença de dormência física representa um entrave à germinação. Esse fenômeno está associado à baixa permeabilidade do tegumento, que restringe a entrada de água e, consequentemente, o início dos processos metabólicos envolvidos na germinação (Piroli *et al.*, 2005). No contexto da produção de mudas, essa característica compromete tanto a taxa de emergência quanto a uniformidade do desenvolvimento das plântulas.

Diante disso, a superação da dormência torna-se etapa essencial na produção de mudas dessa espécie. Entre os métodos mais utilizados, destacam-se as escarificações mecânica e química, que promovem a ruptura parcial do tegumento, facilitando a absorção de água (Dutra *et al.*, 2013). Estudos têm demonstrado a eficiência desses métodos em diferentes espécies. Silva, Silva e Oliveira (2021), ao avaliarem tratamentos em sementes de *Paspalum notatum*, observaram maior germinação e emergência em sementes submetidas à escarificação. De forma semelhante, Oliveira *et al.* (2018) verificaram que a escarificação mecânica favorece a absorção de água em sementes de *Delonix regia*, aumentando a eficiência germinativa.

Embora a escarificação seja eficiente na superação da dormência física, a maximização da germinação e do desenvolvimento inicial das plântulas pode requerer o uso de estratégias complementares. Nesse sentido, a associação com biofertilizantes e inoculantes microbiológicos tem se mostrado promissora, por potencializar processos fisiológicos após a embebição, contribuindo para maior vigor e uniformidade das plântulas. De acordo com Souza *et al.* (2024), a interação entre métodos físicos e tratamentos biológicos pode resultar em respostas diferenciadas, indicando que a germinação depende não apenas da ruptura do tegumento, mas também de fatores fisiológicos e metabólicos internos.

A escarificação mecânica, geralmente realizada por abrasão com lixas, promove a ruptura da camada externa da semente, facilitando a entrada de água e contribuindo para a superação da dormência (Vieira *et al.*, 2024). A associação desse processo com biofertilizantes líquidos contendo microrganismos pode favorecer não apenas a germinação, mas também o vigor e a sanidade das plântulas, uma vez que a maior permeabilidade do tegumento possibilita a absorção de compostos bioativos, como aminoácidos, enzimas, vitaminas e reguladores de crescimento.

Os biofertilizantes são uma alternativa sustentável aos fertilizantes químicos, melhorando a fertilidade do solo, a produtividade das culturas e a resiliência ambiental; as rizobactérias promotoras do crescimento vegetal impulsionam esses benefícios por meio da fixação de nitrogênio (fixação de N_2), solubilização de nutrientes (P, K e Zn), produção de fitormônios e mitigação do estresse, no entanto, apesar do seu potencial, a adoção em larga escala é dificultada pela variabilidade do desempenho em campo, pelos desafios na sobrevivência microbiana e por estruturas regulatórias insuficientes (Shahzad *et al.*, 2025).

Nesse contexto, o uso integrado da escarificação mecânica com biofertilizantes configura-se como uma alternativa eficiente, sustentável e de baixo custo para a produção de mudas.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a emergência e o desenvolvimento inicial de plântulas de canafístula (*Peltophorum dubium*) submetidas à escarificação mecânica associada à imersão em biofertilizante e inoculante de microrganismos benéficos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Sementes e em casa de vegetação do Setor de Agricultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - *Campus* Guanambi, localizado na zona rural do distrito de Ceraíma. A área experimental situa-se nas coordenadas geográficas de 14°17'02,86" S e 42°40'52,38" O, a aproximadamente 525 m de altitude. O clima da região é classificado como semiárido, segundo Köppen, com temperatura média anual de 26 °C e precipitação média de 671,5 mm.

Foram utilizadas sementes de canafístula (*Peltophorum dubium*) como material experimental, coletadas em 5 matrizes distribuídas pelo Campus. Os tratamentos consistiram na imersão das sementes em dois insumos distintos: um inoculante microbiológico não comercial, contendo bactérias do gênero *Bacillus aryabhattai*, previamente isoladas e cultivadas em laboratório; e um biofertilizante orgânico líquido não comercial, produzido na instituição, à base de pseudocaule de bananeira, folhas de mamona e esterco bovino, conforme preconizado por Lima *et al.* (2021). As sementes foram submetidas a dois tempos de imersão (10 e 20 minutos), com o objetivo de avaliar o efeito do período de contato com os insumos sobre o desempenho germinativo e o desenvolvimento inicial das plântulas.

Previamente, todas as sementes foram submetidas à escarificação mecânica por abrasão com lixa nº 80, visando promover a ruptura parcial do tegumento e aumentar a permeabilidade à água, sem causar danos ao embrião. Em seguida, foram imersas nos respectivos tratamentos líquidos, conforme os tempos estabelecidos. Após a imersão, o excesso de solução foi removido com o auxílio de peneira, a fim de padronizar as condições de semeadura.

A semeadura foi realizada em bandejas plásticas multicelulares com 200 células, cada uma com volume de 50 cm^3, preenchidas com substrato comercial Carolina Soil®. As sementes foram distribuídas de forma homogênea nas unidades experimentais, garantindo a adequada identificação dos tratamentos e das repetições.

As bandejas foram mantidas em casa de vegetação por 21 dias, sob condições ambientais controladas. A irrigação foi realizada diariamente, de forma manual, mantendo-se a umidade do substrato próxima à capacidade de campo.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições, sendo cada repetição composta por 20 sementes. Os tratamentos estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos experimentais com diferentes insumos e tempos de imersão de sementes.

Tratamentos	Insumo	Tempo (min)
T1	Escarificação mecânica (testemunha)	0
T2	Escarificação + inoculante (*Bacillus aryabhattai*)	10
T3	Escarificação + inoculante (*Bacillus aryabhattai*)	20
T4	Escarificação + Biofertilizante	10
T5	Escarificação + Biofertilizante	20

Fonte: Elaborada pelos autores.

As avaliações foram realizadas aos 7 e 21 dias após a semeadura (DAS). As variáveis analisadas foram: percentual de emergência (%), altura da plântula (cm) e comprimento da raiz (cm).

O percentual de emergência foi calculado pela seguinte expressão:

$$\text{Percentagem de Emergência (\%)} = \frac{\text{Número de Sementes Emergidas}}{\text{Número Total de Sementes}} \times 100$$

Para a avaliação do comprimento radicular, as plântulas foram cuidadosamente removidas do substrato e lavadas para retirada de resíduos. A altura da plântula foi medida do ápice caulinar até o colo, enquanto o comprimento da raiz foi determinado do colo até a extremidade da raiz principal, utilizando régua milimetrada.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software RStudio (versão 2025.05.0+496).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a condução do experimento, observou-se a emergência de plântulas em todos os tratamentos, indicando que as condições ambientais foram adequadas ao processo germinativo.

De acordo com a análise de variância (Tabela 2), verificou-se efeito significativo dos tratamentos para todas as variáveis avaliadas, evidenciando a influência das estratégias adotadas sobre a emergência e o crescimento inicial das plântulas de *Peltophorum dubium*.

Tabela 2 - Análise de variância para as variáveis: Altura do caule; Comprimento da raiz e Porcentagem de emergência, em função dos tratamentos: T1 (testemunha - escarificação mecânica); T2 (escarificação mecânica e imersão em inoculante microbiológico por 10 minutos); T3 (escarificação mecânica e imersão em inoculante microbiológico por 20 minutos); T4 (escarificação mecânica e imersão em biofertilizante por 10 minutos); T5 (escarificação mecânica e imersão em biofertilizante por 20 minutos).

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado médio		
		Altura do Caule (cm)	Comprimento da Raiz (cm)	Percentagem de Emergência (%)
Tratamento	4	19,76*	3,03*	2598*
Resíduo	10	1,15	0,3	60
CV (%)		12,93	18,73	12,36

Valores seguidos por (*) são significativos a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, CV (%) - coeficiente de variância.
Fonte: Elaborada pelos autores.

As médias apresentadas na Tabela 3 indicam que os tratamentos que associaram a escarificação mecânica à aplicação de bioinsumos (inoculante microbiológico e biofertilizante) promoveram desempenho superior em relação à testemunha (T1), na qual foi realizada apenas a escarificação mecânica. Esse resultado reforça que, embora a escarificação seja eficiente na superação da dormência física, sua associação com insumos biológicos potencializa o estabelecimento inicial das plântulas.

Tabela 3 - Valores médios para as variáveis: Altura do caule; Comprimento da raiz; e Percentagem de emergência, submetidos a diferentes tratamentos pré-emergentes.

Tratamentos	Altura do Caule (cm)	Comprimento da Raiz (cm)	Percentagem de Emergência (%)
T1	3,7b	1,2b	13,3c
T2	9,0a	2,9a	68,3b
T3	9,8a	3,8a	65,0b
T4	9,6a	3,5a	75,00ab
T5	9,2a	3,2a	91,6a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.
Fonte: Elaborada pelos autores.

As sementes submetidas apenas à escarificação mecânica (T1) apresentaram os menores valores para todas as variáveis avaliadas, enquanto os tratamentos com bioinsumos proporcionaram incrementos significativos na altura da plântula, no comprimento radicular e na porcentagem de emergência. Esses resultados indicam que a escarificação, embora essencial para superar a barreira física do tegumento, não é suficiente para maximizar o desempenho fisiológico das sementes.

Entre os tratamentos, destaca-se o T5 (escarificação mecânica + biofertilizante por 20 minutos), que apresentou a maior porcentagem de emergência (91,6%). Esse desempenho pode estar relacionado à presença de compostos bioativos no biofertilizante, como aminoácidos, enzimas e reguladores de crescimento, que favorecem a ativação metabólica das sementes após a embebição. Estudos recentes têm demonstrado que biofertilizantes podem atuar diretamente na regulação fisiológica das plantas, promovendo maior vigor e uniformidade no estabelecimento inicial (Souza *et al.*, 2024).

Além disso, o maior crescimento das plântulas nos tratamentos com bioinsumos evidencia efeitos positivos na fase pós-germinativa. Esse comportamento pode estar associado à ação de microrganismos promotores de crescimento vegetal, capazes de estimular a absorção de nutrientes, sintetizar fitormônios e aumentar a tolerância a estresses abióticos. Nesse âmbito, alguns trabalhos apontam que a interação entre sementes e microrganismos benéficos pode resultar em melhorias significativas no desenvolvimento inicial, especialmente em espécies florestais, indicando que bactérias promotoras aumentam crescimento vegetal, disponibilidade de nutrientes, resistência a estresses e promovem crescimento via múltiplos mecanismos fisiológicos e bioquímicos (Backer *et al.*, 2018; Ngalimat *et al.*, 2021).

Os resultados obtidos corroboram os achados de Souza *et al.* (2024), que observaram que a escarificação mecânica exerce papel determinante no desenvolvimento inicial de plântulas, ao facilitar a absorção de água e uniformizar a germinação. No entanto, esses autores também destacam que a associação com bioestimulantes pode potencializar os efeitos fisiológicos após a superação da dormência, o que está em consonância com os

resultados deste estudo.

De forma semelhante, estudos com espécies florestais dotadas de tegumento impermeável indicam que a escarificação isolada pode não ser suficiente para promover altas taxas de emergência, sendo necessária a adoção de estratégias complementares (Vieira *et al.*, 2024). Esse comportamento também foi observado no presente trabalho, no qual o tratamento T1 apresentou desempenho inferior, evidenciando a limitação da escarificação quando utilizada de forma isolada.

Adicionalmente, a inoculação com microrganismos do gênero *Bacillus* tem sido associada a efeitos positivos na germinação e no crescimento inicial de plântulas, devido à sua capacidade de promover a produção de fitormônios e melhorar a disponibilidade de nutrientes (Ngalimat *et al.*, 2021). Esses efeitos ajudam a explicar os resultados obtidos nos tratamentos com inoculante microbiológico.

Vemos que a utilização de biofertilizantes e de bactérias promotoras de crescimento vegetal (BPCs) tem se destacado como uma estratégia eficiente para melhorar a germinação e o vigor inicial de sementes de espécies florestais nativas. Esses insumos atuam não apenas no fornecimento de nutrientes, mas também na regulação de processos fisiológicos fundamentais à germinação, por meio da produção de fitormônios, como auxinas, giberelinas e citocininas, além da síntese de enzimas que favorecem a mobilização de reservas (Backer *et al.*, 2018; Ngalimat *et al.*, 2021). Em sementes submetidas à superação de dormência física, como as de muitas espécies da família Fabaceae, a ação desses microrganismos torna-se ainda mais relevante, uma vez que, após a permeabilização do tegumento, há maior interação entre o embrião e os compostos bioativos presentes no meio.

Comprovadamente, percebemos que a inoculação com bactérias do gênero *Bacillus* pode promover incrementos significativos na taxa de germinação e no crescimento inicial das plântulas, especialmente em condições de estresse abiótico, como déficit hídrico e baixa fertilidade do solo (Ngalimat *et al.*, 2021; Tsotetsi *et al.*, 2022). De forma complementar, biofertilizantes líquidos ricos em metabólitos orgânicos e microrganismos benéficos têm demonstrado potencial para estimular a atividade metabólica das sementes, favorecendo a uniformidade da emergência e o estabelecimento inicial das plântulas (Fiodor *et al.*, 2023).

Nesse contexto, a integração entre métodos físicos de superação de dormência, como a escarificação mecânica, e a aplicação de insumos biológicos configura-se como uma abordagem promissora para a produção de mudas florestais, uma vez que combina a remoção de barreiras físicas à germinação com a ativação de processos fisiológicos essenciais ao desenvolvimento inicial das plantas.

O uso de biofertilizantes tem se destacado como uma alternativa promissora para a promoção da germinação e do desenvolvimento inicial de sementes de espécies florestais nativas, especialmente em sistemas de produção sustentáveis. Esses insumos são constituídos por uma complexa matriz de compostos orgânicos e microrganismos benéficos, incluindo aminoácidos, ácidos húmicos, enzimas e reguladores de crescimento vegetal, que atuam diretamente na ativação metabólica das sementes. Durante a fase de embebição, a presença desses compostos pode favorecer a reativação dos processos fisiológicos, intensificando a respiração celular, a síntese enzimática e a mobilização de reservas, etapas fundamentais para o início da germinação (MAPA, 2026).

Além disso, biofertilizantes líquidos podem melhorar o microambiente ao redor das sementes,

promovendo maior disponibilidade de nutrientes e estimulando a atividade microbiológica na rizosfera em formação. Esse efeito é particularmente relevante em espécies nativas, cujas sementes frequentemente apresentam respostas sensíveis às condições ambientais iniciais. Estudos recentes têm demonstrado que a aplicação de biofertilizantes pode resultar em aumentos significativos na taxa de germinação, na uniformidade de emergência e no vigor das plântulas, contribuindo para o estabelecimento inicial mais eficiente (Fiodor *et al.*, 2023).

Adicionalmente, a presença de substâncias bioativas, como fitormônios e compostos orgânicos solúveis, pode atuar na regulação do crescimento celular e na expansão dos tecidos embrionários, favorecendo o alongamento da radícula e o desenvolvimento inicial da plântula. Esse conjunto de efeitos evidencia que os biofertilizantes não atuam apenas como fontes nutricionais, mas também como agentes bioestimulantes, capazes de potencializar o desempenho fisiológico das sementes. Dessa forma, sua utilização representa uma estratégia eficiente para a produção de mudas florestais, sobretudo quando associada a práticas que favoreçam a superação de limitações físicas à germinação.

Dessa forma, os resultados evidenciam que a superação da dormência física, embora fundamental, representa apenas a etapa inicial do processo germinativo. O pleno desenvolvimento das plântulas depende da integração entre fatores físicos e biológicos, sendo a associação entre escarificação mecânica e insumos biológicos uma estratégia eficiente para promover maior emergência, vigor e crescimento inicial em *Peltophorum dubium*.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo demonstram que a associação da escarificação mecânica com a imersão de sementes de *Peltophorum dubium* em bioinsumos, como biofertilizantes e inoculantes microbiológicos, promove melhorias significativas na emergência e no desenvolvimento inicial das plântulas.

O tratamento com escarificação mecânica seguido de imersão em biofertilizante por 20 minutos apresentou o melhor desempenho, destacando-se pela maior porcentagem de emergência (91,6%), além de proporcionar incrementos na altura das plântulas e no comprimento radicular, em comparação à testemunha submetida apenas à escarificação.

Os resultados evidenciam que, embora a escarificação mecânica seja essencial para a superação da dormência tegumentar, sua associação com insumos biológicos potencializa o desempenho fisiológico das sementes, favorecendo o vigor e o estabelecimento inicial das plântulas.

Dessa forma, o uso integrado de métodos físicos e biológicos configura-se como uma estratégia eficiente, sustentável e de baixo custo para a produção de mudas de canafístula, com potencial aplicação em programas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas, especialmente em condições edafoclimáticas restritivas, como as observadas em regiões semiáridas.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – *Campus* Guanambi por fornecer o local e condições para realização da pesquisa.

Conflitos de interesses

Os autores declaram que não há conflitos de interesse. Todos os autores estão cientes da submissão do artigo.

Contribuições dos autores

H. R. G.: Revisão, Contextualização, Orientação; P. A. M.: Escrita do artigo, Condução do experimento, Análise estatística; F. T. A.: Escrita do artigo, Condução do experimento, Análise estatística; L. da S. O.: Escrita do artigo, Condução do experimento; H. G. de A: Escrita do artigo, Condução do experimento; M.H.S.P.: Revisão, Orientação.

REFERÊNCIAS

Backer, R., Rokem J. S., Ilangumaran, G., Lamont, J., Praslickova, D., Ricci, E., Subramanian, S. & Smith D. L. (2018). Plant growth-promoting rhizobacteria: context, mechanisms of action, and roadmap to commercialization of biostimulants for sustainable agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1-17. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01473

Bertolini, I. C., Debastiani, A. B. & Brun, E. J. (2015). Caracterização silvicultural da canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert). *Scientia Agrarian Paranaensis*, 14(2), 67-76. https://doi.org/10.18188/sap.v14i2.9842

Dutra, T. R., Massad, M. D., Sarmento, M. F. Q. & Oliveira, J. C. (2013). Substratos alternativos e métodos de quebra de dormência para produção de mudas de canafístula. *Revista Ceres*. 60(1), 72-78. https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000100011

Dutra, T. R., Massad, M. D. & Sarmento, M. F. Q. (2016). Fertilizante de liberação lenta no crescimento e qualidade demudas de canafístula (*Peltophorum dubium*). *Revista Floresta*. 46(4), 491-498. https://doi.org/10.5380/rf.v46i4.44570

Fiodor, A., Ajijah, N., Dziewit, L., Pranaw, K. (2023). Biopriming of seed with plant growth-promoting bacteria for improved germination and seedling growth. *Front. Microbiol.* 14, 1-15. https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1142966

Lima, B. R., Donato Júnior, E. P., Bebé, F. V., Oliveira, E. P., Pereira, E. G., Fernandes, E. C. (2021). Propriedades químicas do solo e desenvolvimento do coentro tratado com biofertilizante e cobertura de moringa. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*. 12(1), 1-10. http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.001.0001

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Fichas Agroecológicas: Tecnologias Apropriadas para a Produção Orgânica – Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/fichas-agroecologicas/fertilidade-do-solo. Acesso: 14 de abril de 2026.

Müller, E. M., Corsato, J. M., Taveira, A. L. M. & Fortes, A. M. T. (2023). Resposta antioxidante em sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., durante o armazenamento, submetidas à ação de métodos para superação da dormência. In *Open Science Research*. 11, (pp. 199–211). Editora Científica Digital.

Ngalimat, M. S., Mohd Hata, E., Zulperi, D., Ismail, S.I., Ismail, M.R., Mohd Zainudin, N.A.I., Saidi, N.B., Yusof, M.T. (2021). Plant growth-promoting bacteria as an emerging tool to manage plant pathogens. *Microorganisms*, 9(4), 1–19. https://doi.org/10.3390/microorganisms9030620

Oliveira, K. J. B., Lima, J. S. S., Andrade, L. I. F., Araújo, J. A. M. & Crispim, J. F. (2018). Quebra de dormência

de sementes de *Delonix regia* (*Fabaceae*). *Revista de Ciências Agrárias*. 41(3), 709 - 716. https://doi.org/10.19084/RCA17302

Piroli, E. L., Custódio, C. C., Rocha, M. R. V., Udenal, J. L. (2005). Germinação de sementes de canafístula *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. tratadas para superação da dormência. *Colloquium Agrariae*, 1(1), 13-18.

Rampim, L., Klein, J., Tsutsumi, C. Y., Marchiotti, B. G., Guimarães, V. F. (2014). Desenvolvimento inicial de plântulas de *Peltophorum Dubium* e *Leucaena Leucocephala* inoculadas com bactérias diazotróficas. *Revista Floresta*, Curitiba, PR, 44(4), 597 – 606.

Silva, E. F., Silva, A. C. S., & Oliveira, J. C. P. (2021). Avaliação da escarificação química, térmica e mecânica em sementes de *Paspalum notatum* Flugge biótipo bagual. *Revista Científica Rural*, 23(1), 44-53. https://doi.org/10.30945/rcr-v23i1.3135

Souza, H. D. C., Machado, P. R., Papke, I. H., Mantovani, N. C., & Pasini, R. A. (2024). Eficiência de bioestimulante combinado à escarificação mecânica na germinação de sementes de flamboyant. *Research, Society and Development*, 13(8), 1-9. http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v13i8.46548

Tsotetsi, T., Nephali, L., Malebe, M., Tugizimana, F. (2022). Bacillus for plant growth promotion and stress resilience. *Plants*, 11(19), 1-23. https://doi.org/10.3390/plants11192482

Vieira, C. R., Araujo M. M. V., Souza, M. D., & Santos, C. R. V. (2024). Escarificação química e mecânica como técnicas para superação de dormência em sementes de Tento Vermelho (*Adenanthera Pavonina* L.). *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 18(1), 1-20. https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n1-162