



INSTITUTO FEDERAL
Rondônia



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

Campus Ariquemes Coordenação do Curso Bacharelado em Agronomia

MATHEUS VINICIUS DA SILVA ARAUJO

**EFEITO DE HORMÔNIOS E ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA NA GERMINAÇÃO
DE SEMENTES DE URUCUM - *Bixa orellana* L. (BIXACEAE)**

ARIQUEMES - RO

2025

MATHEUS VINICIUS DA SILVA ARAUJO

**EFEITO DE HORMÔNIOS E ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA NA
GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE URUCUM - *Bixa orellana* L. (BIXACEAE)**

Artigo entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Ariquemes, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel, junto ao Curso de Agronomia, sob a orientação da professor (a) Daianna Pereira Costa e Coorientação de Daniely Batista Alves Martines.

ARIQUEMES - RO

2025

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

Araujo, Matheus Vinicius da Silva.
Efeito de hormônios e escarificação mecânica na germinação de sementes de URUCUM- *Bixa orellana* L. (Bixaceae) / Matheus Vinicius da Silva Araujo. - Ariquemes, 2026.
28 f. : il.

Orientador(a): Prof^ª. Daianna Pereira Costa.
Coorientador(a): Prof^ª. Daniely Batista Alves Martines.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Ariquemes, 2026.

1. Bioestimulante. 2. Escarificação. 3. Germinação. 4. Uniformidade. 5. Produção de mudas. I. Costa, Daianna Pereira (orient.). II. Martines, Daniely Batista Alves (coorient.). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. IV. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Renilce Silva Morais, CRB-11/906

MATHEUS VINICIUS DA SILVA ARAUJO

EFEITO DE HORMÔNIOS E ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE URUCUM - *Bixa orellana* L. (BIXACEAE)

Artigo entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Ariquemes, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel, junto ao Curso de Agronomia, sob a orientação do professor (a): Daianna Pereira Costa e Coorientação de Daniely Batista Alves Martines.

Aprovado em: 30/01/2026 pela banca examinadora.



Documento assinado digitalmente

VICTOR LUIZ PERES DE SOUZA

Data: 10/02/2026 10:26:34-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro da Banca

Raiani Barroso
de Oliveira

Assinado de forma digital por
Raiani Barroso de Oliveira
Dados: 2026.02.10 12:23:32
-03'00'

Membro da Banca



Documento assinado digitalmente

DAIANNA PEREIRA COSTA

Data: 10/02/2026 15:26:51-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador

Documento assinado digitalmente



DANIELY BATISTA ALVES MARTINES

Data: 10/02/2026 17:30:58-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Coorientador (Se houver)

AGRADECIMENTOS

A Deus e minha família, pai e mãe por me incentivarem e apoiarem em todos os momentos, sem vocês isso não seria possível;

Minhas orientadoras por ter desempenhado tal função com dedicação e amizade;

Todos aqueles que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho, enriquecem o meu processo de aprendizado.

EFEITO DE HORMÔNIOS E ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE URUCUM - *Bixa orellana* L. (Bixaceae)

RESUMO

O urucum (*Bixa orellana* L.) é uma das culturas mais utilizadas no mundo, é fonte de corantes naturais e dela se extrai principalmente a bixina, um carotenoide que apresenta uma grande versatilidade de uso. A espécie possui importância cultural, econômica e ecológica, no entanto a desuniformidade na obtenção de mudas prejudica o cultivo, pois suas sementes apresentam mecanismos de dormência que impedem sua germinação, até mesmo quando submetidas às condições favoráveis. Diante do exposto, objetivou-se avaliar a germinação de sementes e desenvolvimento inicial de urucum submetendo-as à escarificação mecânica e ação de hormônios reguladores a fim de verificar alternativas para melhorar a obtenção de mudas da espécie, viabilizando assim seu cultivo. O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia Rondônia - IFRO, *Campus* Ariquemes, em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2X5, no qual as sementes foram submetidas a escarificação física em superfície abrasiva (Sementes escarificadas) e uma parcela sem escarificação (sementes não escarificadas/intactas), submetido a diferentes doses do promotor hormonal de crescimento de planta (PHCP) Stimulate® (Classe: Regulador de Crescimento Vegetal do grupo químico Citocinina + Giberelina + Ácido Indolalcanóico, contendo, (CINETINA) 0,09 g/ L; (ÁCIDO GIBERÉLICO, como GA3) 0,05 g/ L; (ÁCIDO 4-INDOL-3ILBUTÍRICO) .0,05 g/ L.), estando disposto como testemunha (T0); Diluição contendo 09 mL do produto (T1); diluição contendo 12 mL (T2), diluição contendo 15 mL (T3) e diluição contendo 45 mL (T4), para cada parcela. Neste trabalho, foi avaliado o desenvolvimento inicial: a velocidade, porcentagem e uniformidade de germinação; velocidade e porcentagem de emergência, diâmetro, comprimentos e peso da parte aérea e raiz tanto verde como secos de plântulas. Foram consideradas sementes germinadas aquelas que apresentaram expansão e/ou rompimento da membrana da semente, as contagens foram anotadas em diário de germinação até que houvesse estabilização da germinação, ao final foi determinado a porcentagem de plântulas germinadas e a uniformidade na germinação. As avaliações referentes a biomassa de plântulas, foram realizadas após a emergência que foi conduzida em vasos em casa de vegetação até o 21° dia. Concluiu-se que o uso da lixa é eficiente na superação da dormência, e as doses 09 e 45 teve melhor interação para o desenvolvimento inicial de plântulas

PALAVRAS-CHAVE - bioestimulante, escarificação, germinação, uniformidade, produção de mudas.

EFFECT OF HORMONES AND MECHANICAL SCARIFICATION ON THE GERMINATION OF ANNATTO SEEDS – *Bixa orellana* L. (Bixaceae)

ABSTRACT

Annatto (*Bixa orellana* L.) is one of the most widely used crops worldwide, being a source of natural colorants, from which bixina carotenoid with high versatility of use is mainly extracted. The species has cultural, economic, and ecological importance; however, the lack of uniformity in seedling production compromises its cultivation, since its seeds exhibit dormancy mechanisms that inhibit germination even under favorable conditions. Therefore, this study aimed to evaluate seed germination and initial development of annatto subjected to mechanical scarification and the action of plant growth-regulating hormones, in order to identify alternatives to improve seedling production and thus enable the cultivation of the species. The experiment was conducted at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rondônia (IFRO), Ariquemes Campus, using a completely randomized design (CRD) in a 2 × 5 factorial scheme. Seeds were subjected to physical scarification on an abrasive surface (scarified seeds) and compared with a non-scarified treatment (intact seeds), combined with different doses of the plant growth promoter Stimulate® (class: plant growth regulator composed of cytokinin + gibberellin + indolealkanoic acid; containing kinetin 0.09 g L⁻¹, gibberellic acid (GA₃) 0.05 g L⁻¹, and 4-indole-3-ylbutyric acid 0.05 g L⁻¹). The treatments consisted of a control (T0), dilution with 9 mL of the product (T1), 12 mL (T2), 15 mL (T3), and 45 mL (T4) per plot. Initial development was evaluated based on germination speed, percentage, and uniformity; emergence speed and percentage; stem diameter; shoot and root length; and fresh and dry biomass of shoots and roots. Seeds were considered germinated when expansion and/or rupture of the seed coat was observed, with counts recorded daily until germination stabilization. At the end, germination percentage and uniformity were determined. Seedling biomass evaluations were carried out after emergence, which occurred in pots maintained in a/db greenhouse until the 21st day. It was concluded that mechanical scarification using sandpaper is efficient in overcoming seed dormancy, and that the 9 mL and 45 mL doses showed better interaction for initial seedling development.

Keywords: biostimulant; scarification; germination; uniformity; seedling production.

INTRODUÇÃO

O Urucum (*Bixa orellana* L.) também conhecido como urucuzeiro ou urucueiro, pertencente à família Bixaceae, apresenta uma altura média de três a cinco metros, frutos do tipo cápsulas deiscentes, formato oviforme com até três carpelos revestidos por espículos flexíveis, apresenta raiz pivotante com ramificações secundárias e terciárias. As sementes em seu interior estão envoltas por um tecido carnoso chamado arilo, contendo tegumento de coloração vermelha, que pode influenciar sua germinação e seu desenvolvimento radicular (Valério, 2012; Santos *et al.*, 2014).

Além de sua relevância morfológica e fisiológica, o tegumento das sementes constitui a principal matéria-prima dessa cultura, o que confere ao urucum elevado valor econômico e ampla versatilidade de uso. O corante natural extraído das sementes, a *Bixina* (carotenoide), é utilizado como tempero, no tingimento de roupas e artefatos, pinturas corporais, repelente de insetos e protetor solar. Suas sementes após extração do corante podem ainda ser utilizadas como elemento componente da ração animal e adubo, a planta possui ainda, importância ambiental sendo útil para recuperação de áreas degradadas (Evangelista, 2005; Valério 2012; Fabri, 2015; Fernandes *et al.*, 2021).

Segundo o IBGE, em 2024 o cultivo do urucum teve uma produção registrada de 12.776 toneladas, 1.034 Kg por hectare em uma área de 12.360 hectares de produção nacional. Em Rondônia sua produção chegou a 772 toneladas. Aproximadamente 80% do cultivo do urucum é proveniente da agricultura familiar, especialmente nas regiões Norte e Nordeste, tem se apresentado como cultura secundária nas áreas de produção com o intuito de complementação de renda (Franco, 2007).

Diante de sua relevância econômica e social, torna-se fundamental compreender os fatores que influenciam o sucesso do estabelecimento da cultura. O cultivo de urucum se adapta bem a climas quentes e úmidos, com sol pleno, exigindo solos profundos, bem drenados e de média a alta fertilidade, embora apresente problemas no estabelecimento da cultura. Dentre as características do cultivo a dificuldade no estabelecimento inicial de plantas prejudica a obtenção de mudas, podemos citar a má germinação, estando esta intimamente relacionada à dormência física imposta em algumas sementes.

A dormência é um problema para agricultores e proprietários de viveiros pois causa atrasos e falta de uniformidade na germinação o que dificulta a produção de

mudas (Martins et al., 2012; Fernandes, 2021). Assim, para garantir a propagação bem-sucedida por meio de sementes, torna-se essencial aplicar tratamentos pré-germinativos (Rodrigues *et al.*, 2009). O tratamento pré-germinativo de escarificação e o uso de promotor hormonal de crescimento de plantas (PHCP) são apresentados como alternativas na superação de dormência e desenvolvimento inicial do sistema radicular de plantas respectivamente.

Nesse contexto, a escarificação é o rompimento ou abrasão do tegumento da semente, tornando-o permeável, permitindo a germinação (Fernandes, 2000). Os métodos mais indicados para superar a dormência são a escarificação ácida, escarificação térmica e a escarificação em superfície abrasiva. Após a superação de dormência física, a entrada de líquido nas sementes pode variar, determinar a velocidade da absorção, e posterior germinação (Fowler, 2000; Yu *et al.*, 2010).

Além da modificação estrutural promovida pela escarificação, o uso de reguladores vegetais configura-se como uma abordagem complementar, uma vez que, após a embebição das sementes, esses compostos atuam na ativação de vias metabólicas e na regulação do crescimento celular, favorecendo o desenvolvimento inicial das plântulas. Os hormônios são mensageiros químicos produzidos pelas células que modulam os processos fisiológicos e metabólicos, mesmo sob baixas concentrações (Taiz e Zeiger, 2013).

Os hormônios moldam os processos fisiológicos e metabólicos do vegetal, influenciando, o crescimento e desenvolvimento da planta, destacando os hormônios vegetais: auxinas (AIA), giberelinas (GA), citocininas (CK), etileno (ET) e ácidos abscísicos (ABA) (Taiz e Zeiger, 2017; Martinz, 2021).

O ácido indolbutírico (IBA, auxina) e ácidos abscísicos (ABA) por exemplo, são mencionados sendo muito utilizados como promotores hormonais de crescimento de plantas (PHCP). O ABA tem sua atuação na diminuição da atividade de diversas enzimas que são necessárias para o enfraquecimento de estruturas e ajuda possibilitando a protrusão da radícula (Taiz e Zeiger, 2017). O grupo de reguladores de crescimento usado com maior frequência são as auxinas, sendo essenciais ao processo de enraizamento por estimularem a síntese de etileno, favorecendo assim a emissão de raízes. As auxinas influenciam o processo de alongamento celular, contribuindo para o aumento do crescimento das raízes, principalmente das raízes laterais (Norberto *et al.* 2001; Taiz e Zeiger, 2017).

Existem pesquisas sobre escarificação em sementes de urucum bem como a utilização de hormônios nessas sementes, porém, até então não foram encontrados trabalhos que tragam essa interação entre sementes escarificadas e uso de estimulante hormonal e seus efeitos nas sementes de *B. orellana* nas pesquisas bibliográficas realizadas.

Em trabalhos como o de Picolotto, (2013), utilizando dos métodos de escarificação, buscou elucidar o mecanismo de dormência das sementes de urucum e avaliar o efeito de diferentes métodos para a sua superação, aliados a diferentes temperaturas para a germinação, em que nenhum dos métodos de superação afetaram a viabilidade das sementes, sendo a escarificação com lixa ou ácido sulfúrico a temperatura de 25 °C o recomendado por apresentar melhores resultados entre as variáveis avaliadas como massa fresca, quando comparada às curvas de absorção de água entre sementes intactas e escarificadas. Já Neto, (2018), buscou avaliar a germinação e o vigor de sementes de *B. orellana*, pré-embebidas em diferentes concentrações de bioestimulante vegetal Stimulate® (ingredientes ativos: Cinetina (0,09 g/L), Ácido Giberélico (0,05 g/L) e Ácido 4-indol-3-ilbutírico (0,05 g/L), por 4 e 8 horas, onde as sementes embebidas promove melhor germinação quando comparadas às sementes intactas e não pré-embebidas, contudo a pré-embebição das sementes em 12,0 mL/L⁻¹ por oito horas proporciona melhor desempenho germinativo e formação de mudas com maior massa seca contribuído para a eficiência do cultivo dessa espécie e outras similares.

Essas tecnologias são acessíveis, de fácil aplicação, e vem se mostrando alternativas para aceleração e uniformização dos processos produtivos, constituindo-se, assim, alternativas viáveis para comunidades que buscam opções de baixo custo na produção de mudas.

Considerando o potencial do urucum como matéria-prima nas áreas de gastronomia, saúde, cosmetologia, nutrição animal e recuperação de áreas degradadas, se faz necessário superar o baixo índice germinativo das sementes ocasionado por sua dormência. Portanto, o estudo e desenvolvimento de técnicas para estimular a germinação são necessários.

Essas estratégias visam promover o desenvolvimento uniforme das plantas na produção de mudas, reduzir custos com insumos agrícolas e aumentar a eficiência da cultura, contribuindo para a sustentabilidade no setor agrícola e beneficiando outras espécies com desafios semelhantes. Dessa forma, visando

contribuir para o avanço na produção do urucuzeiro, este trabalho objetivou estimar a germinação de sementes de urucum submetido à escarificação mecânica e influência de hormônios reguladores e avaliar a viabilidade do uso das técnicas propostas como alternativa para superação de dormência e desenvolvimento inicial de plantas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Localização da Implantação

O experimento foi conduzido de 18 de agosto a 3 de outubro de 2025 no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia - *Campus* Ariquemes, situado nas coordenadas geográficas 9°57'08.9"S e 62°57'26.6"W, com altitude média de 135 m. O município está localizado na região centro – norte do estado de Rondônia, segundo classificação de Köppen, o clima é pertencente ao grupo A (Clima Tropical Chuvoso), e tipo climático Aw, transição entre os tipos Af e Aw, quente e úmido, precipitação pluviométrica média anual é de 2290 mm, (chuvas do tipo monção com maiores quedas pluviométricas processadas no outono) apresentando um período seco entre 3 e 4 meses com precipitação abaixo de 60 mm. A temperatura média é de 25,62°C, e a umidade relativa do ar apresenta uma média de 81,02% (Carvalho et al., 2016).

Foram utilizadas sementes de urucum *Bixa orellana* L., apresentando maturidade fisiológica (sementes consistentes ou firmes ao toque, com acúmulo máximo de matéria seca, de frutos com coloração marrom, com mais de 76 dias após a antese (abertura da flor), colhidas de plantas matrizes da região, bem desenvolvidas (aquelas que apresentaram maior quantidade de frutos e com boa estrutura), com características de resistência e produtividade superiores.

A condução do experimento foi realizada em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2X5, no qual as sementes submetidas a escarificação física em superfície abrasiva (sementes escarificadas) e uma parcela sem escarificação (sementes não escarificadas/intactas), foram submetido a diferentes doses do promotor hormonal de crescimento de planta (PHCP), estando disposto como testemunha (T0) sem nenhuma dose do produto; Diluição contendo 09 mL do produto (T1); diluição contendo 12 mL (T2), diluição contendo 15 mL (T3) e diluição contendo 45 mL (T4). O produto utilizado foi o Stimulate®, Classe:

Regulador de Crescimento Vegetal do grupo químico Citocinina + Giberelina + Ácido Indolalcanóico, contendo, (Cinetina) 0,09 G/ L; (Ácido Giberélico, Como Ga3) 0,05 G/ L; (Ácido 4-Indol-3ilbutírico) .0,05 g/ L.

O efeito do Stimulate® sobre o desempenho das sementes foi avaliado pelo teste de germinação, em rolos de papel germitest, com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, entre três folhas de papel germitest, sendo duas utilizadas como base e uma para cobrir, umedecidas com água destilada equivalente a 2,5 vezes o seu peso. Em seguida, os rolos foram acondicionados em sacos plásticos de 5 kg e mantidos em germinador, sendo contadas a partir do segundo dia após a implantação. As contagens foram realizadas até a estabilidade na germinação, isso se deu aos 12 dias após a implantação, sendo realizadas contagens a cada 48 horas, totalizando 6 contagens para cada repetição, computando-se as plântulas germinadas aquelas que apresentaram expansão e rompimento da membrana da semente, as contagens eram anotadas em diário de germinação e ao final foi determinado a porcentagem de plântulas germinadas e a uniformidade na germinação. Para o cálculo do índice de velocidade de germinação, foi empregada a fórmula de Maguire (1962): $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$, em que IVG = índice de velocidade de germinação; G1, G2, Gn = número de sementes germinadas computadas em cada contagem; e N1, N2, Nn = número de dias, em relação à data da semeadura.

O métodos para superação da dormência foi a escarificação mecânica com lixa para ferro 225 mm x 275, grão 320, ao qual as sementes eram friccionadas sobre a superfície abrasiva da lixa até que se observasse o aparecimento de coloração branca (endosperma) em um dos lados da semente. Em seguida, foram confeccionados os rolos com as sementes e postas para germinar em câmara germinadora BOD tipo incubadora LT 320 T com controle de temperatura, umidade e fotoperíodo automático, sob temperaturas de, 25°C.

O processo de embebição consistiu na aplicação das doses do bioestimulante previamente diluídas em 20 mL de água. As sementes foram adicionadas aos sacos e para cada tratamento, o volume correspondente foi transferido sobre elas, utilizando pipeta volumétrica, em seguida os sacos plásticos foram inflados com ar e agitados por cinco minutos, assegurando distribuição uniforme do produto, conforme metodologia adaptada de Picolotto (2013). O procedimento foi aplicado tanto às sementes intactas quanto às escarificadas, para avaliação da germinação em

câmara germinadora, e o mesmo protocolo de embebição foi integralmente repetido para a implantação dos tratamentos em vasos, visando a condução das plântulas e posterior análise de biomassa.

O índice de velocidade de emergência IVE foi determinado de acordo com a equação, proposta por Maguire (1962), onde: $IVE = E1/D1 + E2/D2 + E3/D3 + E4/D4 + \dots + En/Dn$ em que IVE = índice de velocidade de emergência; E = número de plântulas emergidas no dia da contagem; D = número de dias entre a semeadura e a contagem. Utilizando de vasos plástico com altura de 7.5 cm e volume de 560 mL, e substrato para hortaliças composto de casca de pinus, turfa e vermiculita, as sementes intactas e escarificadas foram embebidas com as doses propostas nos tratamentos e distribuídas 5 sementes por vaso em 4 repetições por tratamento, totalizando 20 sementes por tratamento, em profundidade de semeadura de 2 cm, após o crescimento inicial aos 21º dia após a implantação foram realizadas as avaliações, utilizando de uma planta por repetição onde foram analisados:

a) Diâmetro: O Diâmetro da planta foi realizado com o uso de um Paquímetro eletrônico, medindo-se logo acima da raiz, na base da plântula e as medidas dadas em milímetros.

b) Comprimento das plântulas: Ao final do teste de emergência, as plântulas normais de cada repetição foram utilizadas para medir o comprimento da extremidade da raiz até a inserção da última folha. Para este procedimento foi utilizada uma régua e os resultados expressos em centímetros por muda;

c) Massa verde de mudas: As plântulas foram separadas em duas partes a partir do corte na planta separando raiz de parte aérea, em seguida foram pesadas as partes em balança analítica de precisão e os valores do peso fresco da parte aérea e peso fresco da raiz anotados em gramas.

d) Massa seca de mudas: As plântulas foram acondicionadas em sacos de papel Kraft® e depositados em estufa de circulação forçada de ar, regulada a 65 °C por 48 horas, em seguida pesados em balança analítica (precisão de 0,0001 g) e os resultados expressos em gramas por muda. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias variadas pelo teste de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para obtenção dos dados de germinação foram avaliadas o Índice de Velocidade de Germinação (IVG), porcentagem de germinação (GER) e a uniformidade, mensurando sua significância entre os fatores escarificação e doses de estimulante hormonal. Foram avaliados ainda a biomassa de plantas emergidas por meio do diâmetro, comprimento da parte aérea e da raiz, peso verde da parte aérea e da raiz e peso seco da parte aérea e da raiz com o intuito de testar a viabilidade dos fatores empregados sobre as sementes no desenvolvimento inicial de plântulas. Os dados da análise de Variância (Tabela 1), foram submetidos ao teste F, estatístico na análise de variância pelo teste tukey.

Para a germinação (GER), observou-se efeito significativo apenas do fator escarificação (Tabela 1), não havendo efeito significativo das doses de PHCP nem da interação entre os fatores. Para a uniformidade, houve efeito significativo da escarificação, enquanto as doses não diferiram entre si; entretanto, a interação escarificação × doses foi significativa.

Esses resultados demonstram que a superação da dormência física por escarificação foi determinante para o incremento da germinação e da uniformidade das plântulas, ao passo que as diferentes doses de PHCP não promoveram respostas consistentes quando aplicadas isoladamente. A significância da interação para uniformidade sugere que a atuação do bioestimulante está condicionada à prévia permeabilização do tegumento.

Segundo Picolotto (2013), a coloração vermelha escura opaca associada a um tegumento espesso confere impermeabilidade à água, constituindo o principal mecanismo de dormência dessas sementes. O rompimento dessa barreira por escarificação mecânica permite a embebição, etapa essencial para a reativação do metabolismo germinativo.

Nesse contexto, os resultados observados corroboram com Farooq et al. (2022), que relatam que a absorção de bioestimulantes após a embebição favorece a ativação enzimática e a síntese de proteínas envolvidas na mobilização das reservas do endosperma. Assim, no presente estudo, a ausência de resposta significativa das doses de PHCP sobre a germinação pode estar associada à limitação imposta pelo tegumento intacto, enquanto a melhoria da uniformidade sob escarificação indica que, uma vez superada a dormência física, os compostos

bioestimulantes podem atuar de forma complementar no metabolismo inicial das plântulas. Sugere-se que sejam repetidos testes com o produto para verificar se os resultados observados se repetem.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para índice de velocidade de germinação (IVG), germinação (GER), Uniformidade (UNF), Comprimento da Parte Aérea (CPA), Comprimento da raiz (CR), Peso verde da parte aérea (PVPA), Peso verde da raiz (PVR), Peso seco da parte aérea (PSPA) e Peso seco da raiz (PSR) de Urucum em função de escarificação e de dose de estimulante.

VARIÁVEIS	FATORES				Média Geral	CV
	Escarificação	Dose	Escar. X dose			
IVG	**	**	**		25,2	10,51
GER	**	0,1 ^{NS}	0,1 ^{NS}		61,8	8,92
Uniformidade	**	0,2 ^{NS}	0,04*		57,6	13,2
IVE	0,002*	0,03*	0,64 ^{NS}		1,10	53,23
Emergência (%)	0,167 ^{NS}	0,17 ^{NS}	0,7 ^{NS}		35,50	56,57
Diâmetro	0,34 ^{NS}	0,04*	0,006*		1,26	9,08
CPA	**	0,85 ^{NS}	0,39 ^{NS}		4,85	15,4
CR	**	**	0,2 ^{NS}		8,37	17,27
PVPA	**	0,07 ^{NS}	0,3 ^{NS}		0,13	16,28
PVR	**	**	0,004*		0,07	14,33
PSPA	**	0,03*	0,4*		0,02	16,10
PSR	**	**	**		0,01	16,29

** , * e ns, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F.

Fonte: Araújo, 2025.

A Velocidade de Emergência (IVE) foi significativa quando observadas escarificação e doses separadamente, e não significativo na interação dos fatores na análise de variância, quando analisada a porcentagem de emergência em todos tratamentos aplicados não houve resultados significativos. Infere-se que a escarificação aumentou a velocidade de emergência (IVE) provavelmente por facilitar a embebição inicial da semente ao romper a barreira física do tegumento (testa).

Esse resultado corrobora com Medeiros, (2001), que cita especialmente a camada paliçádica/macrosclereidal, cuja integridade limita a permeabilidade à água e ao oxigênio, realizando a escarificação forma-se um trajeto de entrada de água que acelera a ativação metabólica e a protrusão radicular sem, porém, alterar a viabilidade final das sementes. Em relação ao diâmetro, o fator escarificação não apresentou diferença estatística significativa. No entanto, houve efeito significativo das doses aplicadas e da interação entre os fatores.

Ao analisar as médias pelo teste de Tukey (Tabela 2), observa-se que, para sementes escarificadas, o tratamento T5 (45 mL) apresentou diferença estatística. Entretanto, esse tratamento não se diferenciou das demais doses aplicadas às sementes com superação de dormência. Para as sementes intactas, as doses atuaram de forma distinta. Os tratamentos T3 (12 mL) e T4 (45 mL) diferiram da testemunha, apresentando resultados inferiores aos tratamentos T1 (9 mL) e T2 (15 mL). Estes, por sua vez, embora tenham se diferenciado da testemunha T0 (0 mL), permaneceram estatisticamente semelhantes aos demais tratamentos.

Diante desses resultados, evidencia-se a necessidade de estudos adicionais que esclareçam a influência dos reguladores vegetais aplicados no tratamento de sementes e sua atuação específica sobre o diâmetro das plântulas. Resultados distintos foram observados para as demais variáveis de crescimento avaliadas.

Observando o comprimento e peso verde da parte aérea (Tabela 1) tiveram significância quando aplicado o método de escarificação, mas para doses e interação dos fatores não foram significativos. Quando empregado o método de escarificação notou-se resultado significativo para a variável comprimento da raiz bem como para as doses do hormônio utilizado, já para o peso seco da parte aérea e da raiz nota-se resultados significativos para todos os parâmetros.

O comprimento e a massa das plântulas apresentam relação direta com o IVE, pois plântulas que emergem mais rapidamente tendem a iniciar a alongação e o acúmulo de biomassa em menor intervalo de tempo, refletindo maior vigor fisiológico. Assim, os resultados nessas variáveis mostram que a emergência ocorreu de forma mais eficiente, o que se traduz em valores superiores de IVE. Nobre et al. (2012), menciona correlação positiva entre biomassa inicial e velocidade de emergência em seu trabalho sobre vigor de sementes de girassol irrigadas com água salobra na fase inicial de crescimento, também. Resultados semelhantes foram reportados por Nazih et al. (2024), onde verificaram que a aplicação de GA₃, associada à escarificação mecânica, promoveu melhoria no vigor inicial e aumento no crescimento de plântulas de *Chenopodium quinoa*, reforçando a consistência desse padrão em testes de vigor.

Conforme demonstra a análise das variáveis (tabela 2), em que o tratamento 1 (Sementes escarificadas) apresenta desempenho superior ao tratamento 0 (sementes intactas) na maioria dos parâmetros que são representados pelas letras

maiusculas nas colunas, e há variação significativa entre as doses dentro do próprio tratamento, conforme indicado pelas letras minúsculas dispostas nas linhas.

Observa-se que o tratamento 1 promoveu melhores resultados nas variáveis fisiológicas, como germinação e velocidade de emergência, e em variáveis morfológicas relacionadas ao sistema radicular, incluindo crescimento, massa fresca e massa seca de raiz. Em contraste, outras características morfológicas responderam à presença do tratamento, sem influência significativa das doses, possivelmente em razão de limitações fisiológicas ou saturação da resposta ao estímulo aplicado.

Tabela 2: Índice de velocidade de germinação (IVG), Germinação, uniformidade, velocidade e porcentagem de emergência, diâmetro, comprimento da parte aérea comprimento de raiz, peso verde da parte aérea, peso verde da raiz, peso seco da parte aérea, peso seco da raiz de sementes *deurucum intactas* (0) e *escarificadas* (1), submetidos a diferentes doses de Stimulate®.

Tratamento	DOSES (mL)				
	Testemunha	9	12	15	45
Velocidade de germinação (%)					
0	7,92 aA	6,68 aA	9,44 aA	8,52 aA	7,86 aA
1	33,64 aB	42,55 bB	43,80 bB	46,28 bB	45,36 bB
CV (%)	10,51				
Germinação (%)					
0	38,5 aA	40,5 aA	43,5 aA	39 aA	39,5 aA
1	76 aB	83,5 abB	82 abB	88,5 bB	88,5 bB
CV (%)	8,92				
Uniformidade (%)					
0	29,9 abA	19,73 aA	28,36 abA	36,93 bA	26,1 abA
1	79,35 bB	89,97 bB	90,97 bB	87,5 bB	87,42 bB
CV (%)	13,2				
Velocidade de Emergência					
0	0,94 abA	0,84 aA	0,38 abA	0,88 aA	0,89 abA
1	2,05 bB	1,42 abA	0,71 aA	1,22 abA	1,67 abA
CV (%)	53,23				
Emergência (%)					
0	30 aA	35 aA	20 aA	30 aA	40 aA
1	55 bA	40 bA	25 bA	30 bA	50 bA
CV (%)	56,57				
Diâmetro (mm)					
0	1,22 bA	1,27 abA	1,15 aA	1,22 abA	1,15 aA
1	1,45 bB	1,35 bA	1,17 bA	1,27 bA	1,40 bB
CV (%)	9,08				
Comprimento parte aérea (cm)					

0	3,97 aA	3,87 aA	3,27 aA	3,95 aA	4,02 aA
1	6,10 bB	6,05 bB	6,15 bB	5,42 bB	5,67 bB
CV (%)	15,46				
Comprimento da raiz (cm)					
0	7,2 abA	9,17 bA	5 aA	6,45 abA	5,2 aA
1	9,5 bB	11,5 bB	10 bB	10,12 bB	9,5 bB
CV (%)	17,27				
Peso verde parte aérea (g)					
0	0,084 aA	0,096 aA	0,063 aA	0,086 aA	0,092 aA
1	0,184 bB	0,193 bB	0,165 bB	0,162 bB	0,182 bB
CV (%)	16,28				
Peso verde da raiz (g)					
0	0,014 aA	0,035 bA	0,010 aA	0,031 abA	0,028 abA
1	0,106 abB	0,166 cB	0,103 aB	0,110 abB	0,127 bB
CV (%)	14,37				
Peso seco parte aérea (g)					
0	0,024 aA	0,023 aA	0,014 aA	0,020 aA	0,023aA
1	0,040 bB	0,039 bB	0,036 bB	0,034 bB	0,041 bB
CV (%)	16,80				
Peso seco raiz (g)					
0	0,008 bA	0,015 cA	0,004 aA	0,008 bA	0,004 aA
1	0,014 aB	0,018 bA	0,016 abB	0,014 abB	0,018 bB
CV (%)	16,29				

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5%.

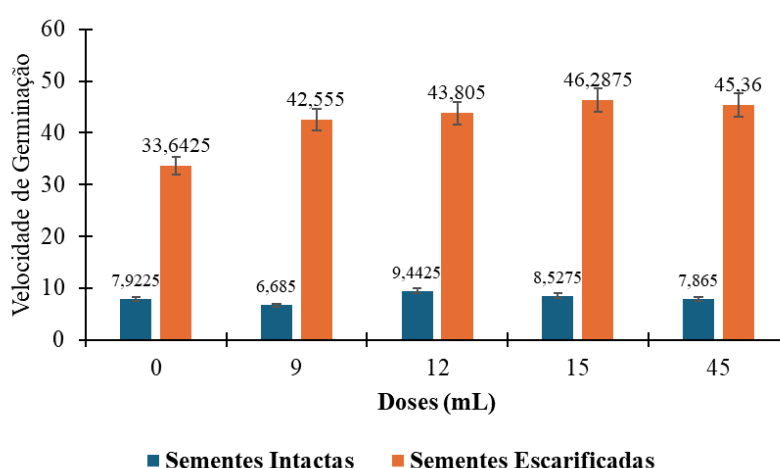
Fonte: Araújo, 2025.

Observado que na velocidade de germinação, porcentagem de germinação, e uniformidade (gráficos 1-2 e 3), para o tratamento de semente escarificada com lixa teve uma melhor germinação quando comparamos com as sementes intactas, assim como as doses aplicadas em sementes escarificadas apresentaram médias mais expressivas nesse cenário, porém sem variação significativa entre elas. Em estudos com outras espécies é notado resultados semelhantes sobre a escarificação, como no teste de germinação realizado por Ramos (2023), onde verificou-se que o tratamento com lixa foi mais eficaz na superação da dormência, perfazendo 41% de germinação quando utilizadas em sementes de *Mouriri cearensis*.

De acordo com Costa, (2005), a dormência física, causada pela impermeabilidade do tegumento, limita a embebição e impede que soluções externas como o bioestimulante alcancem o embrião em concentrações efetivas, esse bloqueio reduz a ativação metabólica inicial necessária à germinação. A escarificação rompe parcialmente essa barreira, aumenta a permeabilidade à água e a solutos, permitindo que o produto penetre nos tecidos internos onde ocorre a hidratação, com isso, intensificam-se processos fisiológicos como aumento da respiração, ativação enzimática e alteração do balanço ABA/GA (equilíbrio entre os níveis de Ácido abscísico e giberelina) dentro da semente, o que resulta em maior taxa e velocidade de germinação, permitindo que a semente supere a dormência e inicie a expansão celular e o crescimento da plântula (Dapont, 2014).

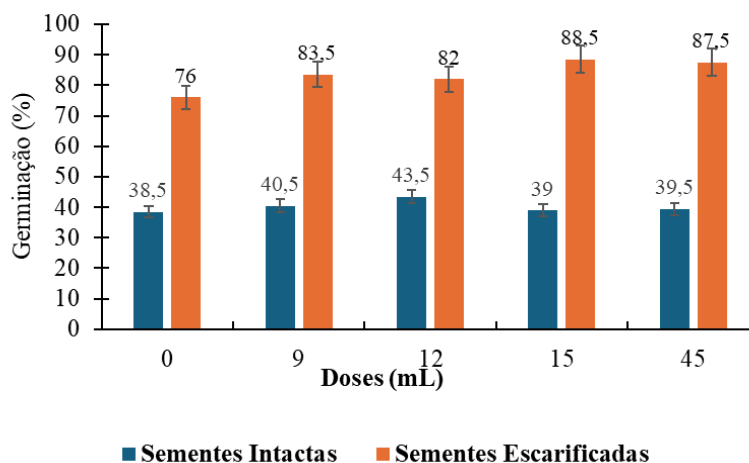
Bocato, Forti (2019) também mencionam que a submissão a teste de superação de dormência, favorece a germinação em relação ao aumento da velocidade para ocorrência do processo, devido principalmente, a absorção d'água ser mais rápida, ativando precocemente as atividades das enzimas hidrolíticas responsáveis pela digestão de compostos essenciais para o crescimento das plântulas. Todavia, pesquisas devem ser feitas sobre a indiferença nas doses de estimulante sobre as sementes para observar se os resultados se repetem ou diferem obtendo assim resultados mais consistentes.

Gráfico 01: Variação das médias de velocidade de Germinação por dose e estado de escarificação.



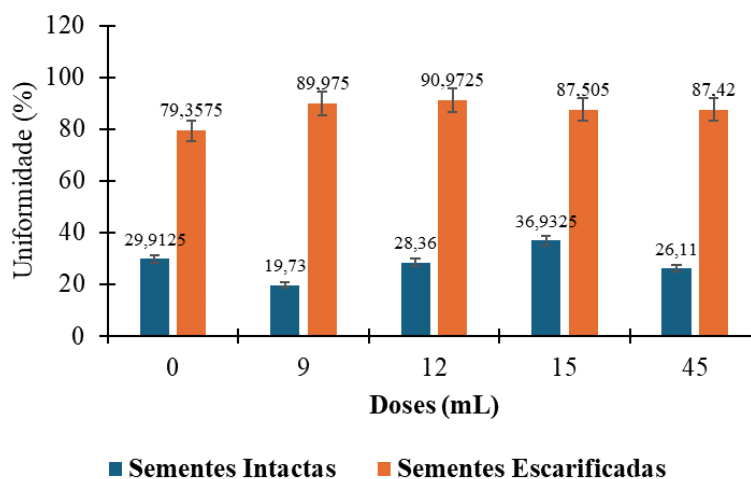
Fonte: Araújo, 2025.

Gráfico 02: Variação das médias de porcentagem de Germinação por dose e estado de escarificação.



Fonte: Araújo, 2025.

Gráfico 03: Variação das médias de porcentagem de Uniformidade por dose e estado de escarificação.



Fonte: Araújo, 2025.

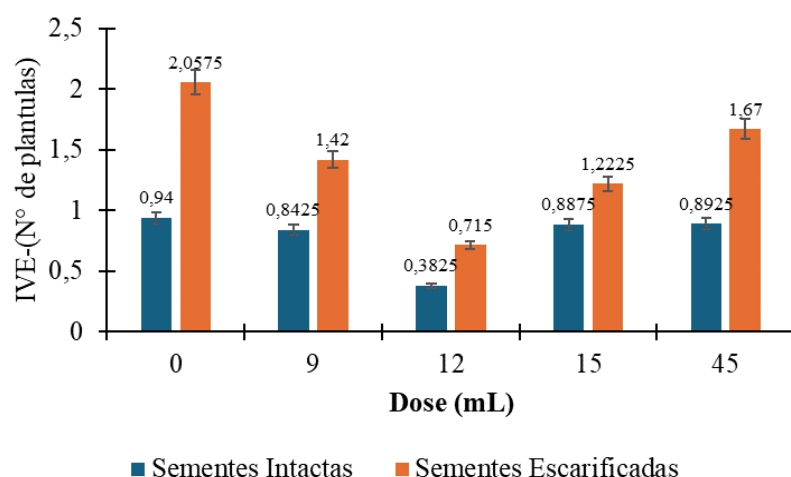
Para velocidade e à porcentagem de emergência (gráfico 04 e 05), notamos que foram influenciadas pelo método de escarificação, porém quando observamos as colunas das doses do estimulante nota-se uma grande variação entre elas, estando todas inferiores ao resultado observado na testemunha sem aplicação do estimulante. Todavia, nota-se que, independente da dose aplicada, às sementes escarificadas mantêm valores superiores de IVE em relação às sementes intactas.

Quando Paixão, et al. 2022 avaliou diferentes doses de giberelina na emergência de plântulas de urucum ele constatou que o fator que pode ter causado uma baixa taxa de emergência é o fato de que as sementes de urucum apresentam dormência física imposta pelo tegumento e praticamente não ocorre embebição, em

seu estudo mostrou uma tendência positiva na taxa de emergência à medida que a concentração de giberelina aumenta, isso porque a giberelina atua antagonizando o ácido abscísico (ABA), ativa enzimas, induz enzimas que quebram as reservas de amido em açúcares para energia, além de alongar células e caules.

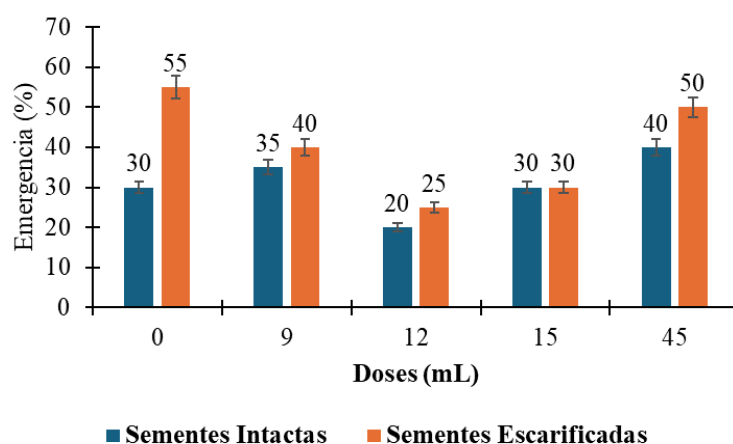
As variações das médias da velocidade de emergência e porcentagem de emergência (gráfico 04) e (gráfico 05) proporcionam diferenças consistentes entre os estados das sementes e doses aplicadas apesar de não podermos definir uma dose específica com resultados relevantes. Esse padrão se acentua especialmente nas doses de 9, 15 e 45 mL, nas quais o desempenho das sementes escarificadas se destaca de forma mais expressiva, todavia, mais estudos devem ser realizados para melhor avaliar as doses desse promotor.

Gráfico 04: Variação das médias de velocidade de Emergência por dose e estado de escarificação.



Fonte: Araújo, 2025.

Gráfico 05: Variação das médias de porcentagem de Emergência por dose e estado de escarificação.



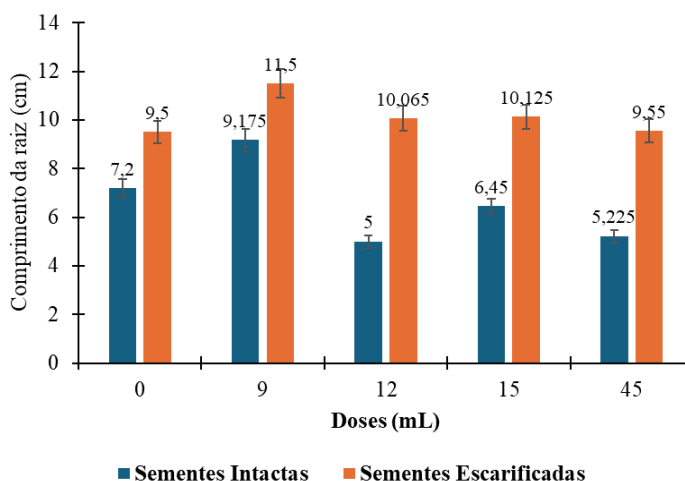
Fonte: Araújo, 2025.

Para o comprimento de raiz, a análise de variância evidenciou efeito significativo da escarificação, com desempenho superior do tratamento 1 em relação ao tratamento 0. Dentro do tratamento escarificado, a dose de 9 mL diferiu estatisticamente da testemunha, enquanto as demais doses não apresentaram diferenças entre si.

Observa-se que Comprimento da raiz e parte aérea (gráficos 06-07) e massa de plântulas verde (gráfico 08), apresentaram diferenças entre o teste de médias para sementes escarificadas. Os resultados corroboram com Prado, 2023 que utilizando do Stimulate® mesmo, promotor hormonal utilizado neste trabalho promoveu maior acúmulo de biomassa seca total em mudas de cafeeiro. Cavalcante (2022) também relatou que a aplicação de bioestimulantes favorece um desempenho superior das plantas, especialmente promovendo maior alongamento das raízes.

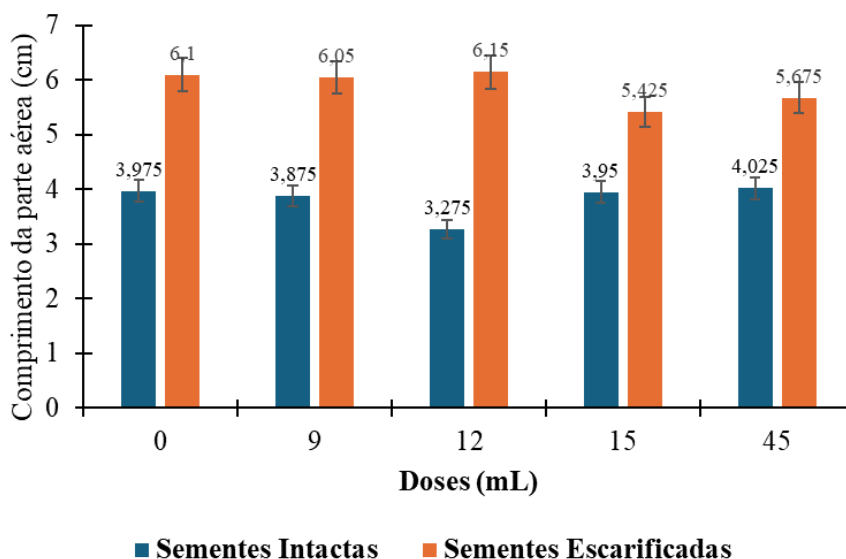
Isso está associado à ação dos reguladores vegetais presentes no bioestimulante, especialmente auxinas, citocininas e giberelinas, os quais atuam na divisão e alongação celular, intensificando o crescimento inicial do sistema radicular e favorecendo a absorção de água e nutrientes, refletindo em maior desenvolvimento morfológico das plântulas. A escarificação favorece a absorção desses compostos, potencializando o crescimento inicial do sistema radicular. No entanto, uma vez atingido um nível fisiológico adequado de estímulo hormonal, incrementos nas doses não promovem ganhos adicionais, o que explica a ausência de diferenças entre as doses para a maioria das variáveis avaliadas.

Gráfico 06: Variação das médias de comprimento da raiz por dose e estado de escarificação.



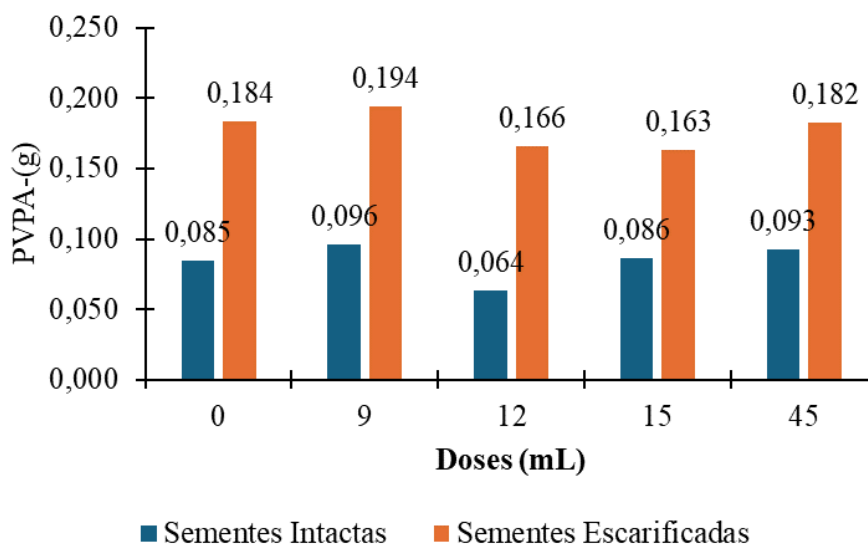
Fonte: Araújo, 2025.

Gráfico 07: Variação das médias para comprimento da parte aérea por dose e estado de escarificação.



Fonte: Araújo, 2025.

Gráfico 08: Variação das médias para peso verde da parte aérea-PVPA por dose e estado de escarificação.

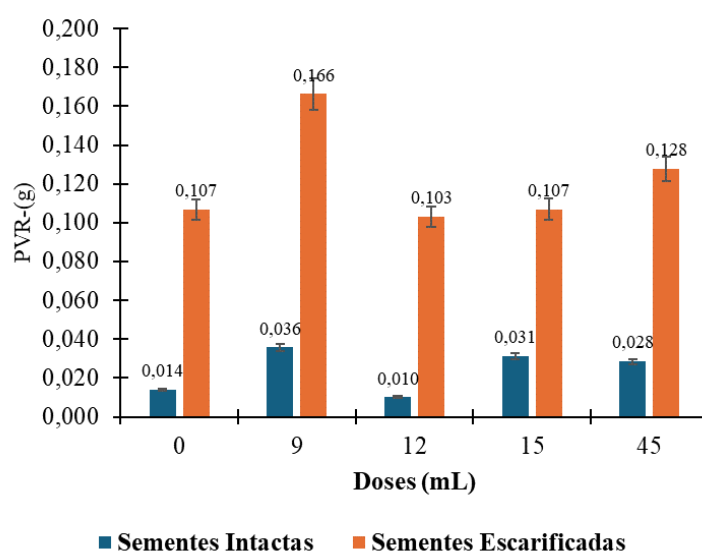


Fonte: Araújo, 2025.

Em comparação entre as parcelas experimentais, para peso verde da raiz (PVR) (Gráfico 9), observa-se que a dose de 9 mL proporcionou os melhores resultados para essa variável. Todavia, ao se remover o teor de água da biomassa radicular, verifica-se, por meio do teste de médias (Tabela 2), que o peso seco da raiz das plântulas oriundas de sementes escarificadas não diferiu estatisticamente das sementes intactas quando aplicada a dose de 9 mL. Ainda assim, essa dose

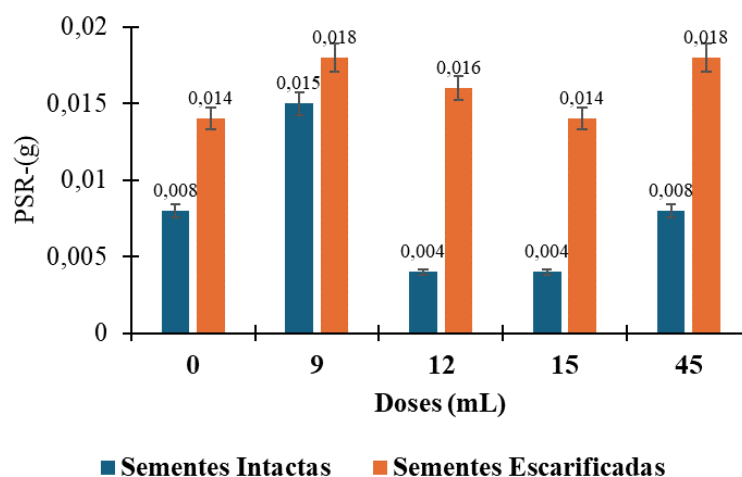
apresentou os maiores valores quando comparada à testemunha, tanto para sementes intactas quanto para escarificadas, evidenciando variação entre as doses avaliadas. Nas sementes sem escarificação as doses 12 e 15 mL tiveram médias semelhantes entre si mas obtiveram resultados inferiores para o peso seco da raiz em comparação com os demais, assim como a dose 45 mL não se diferenciou com a testemunha, tendo a dose 9mL maior influência sobre o peso seco da raiz em sementes intactas. Para as sementes escarificadas, as doses dispostas nos tratamentos T1 (9mL) e T4 (45 mL) se diferenciaram da testemunha.

Gráfico 10: Variação das médias para Peso verde da Raiz-PVR (A) e peso seco da Raiz (B), por dose e estado de escarificação.



Fonte: Araújo, 2025.

Gráfico 09: Variação das médias para Peso seco da Raiz-PVR (A) e peso seco da Raiz (B), por dose e estado de escarificação.



Fonte: Araújo, 2025.

A análise da interação entre os fatores "método de preparo da semente" e "dose" demonstrou efeitos distintos para os dois grupos avaliados. Enquanto as sementes intactas não apresentaram diferenças significativas entre doses para nenhum dos parâmetros estudados, as sementes escarificadas exibiram diferenças estatísticas entre doses em alguns parâmetros, evidenciando que a remoção da dormência permite maior sensibilidade às condições ambientais ou experimentais.

A escarificação destacou-se como o principal fator determinante do desempenho fisiológico da espécie, uma vez que a ruptura da dormência promove maior permeabilidade do tegumento, favorecendo a embebição, as trocas gasosas e a ativação metabólica do embrião. Como consequência, as plântulas oriundas de sementes escarificadas passam a responder às doses aplicadas. Ainda assim, observa-se que o efeito mais expressivo sobre o desempenho inicial permanece associado à própria escarificação, enquanto as doses exercem influência secundária e dependente da superação da dormência.

CONCLUSÕES

1. O método de escarificação física com lixa é eficiente sobre a superação da dormência de sementes de urucum e tem influência na embebição de líquido pelas sementes e melhora a ação do estimulante, o que acelera o processo germinativo.
2. As doses de 9 e 45 mL são indicadas como tratamento de sementes de urucum por apresentarem melhor influência em estimular o sistema radicular e na velocidade de emergência das plântulas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALDO, R.; SKALON Q. P. S.; ROSA J. C. B. Y.; MUSSURY M. R.; BETONI R.; BARRETO S. W. Comportamento do algodoeiro cultivar Delta Opal sob estresse hídrico com e sem aplicação de bioestimulante. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 1804-1812, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cagro/a/DsRP8M3TsPRWL5KXrfcpRwm/?format=html>>. Acesso em: 26 de Mar. 2024.

BOCATTO, S. J.; FORTI, V. A. Métodos para promover a superação da dormência em sementes de urucum. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 18, n. 3, p. 226–231, 2020. Disponível em:<

<https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/21546>>. Acesso em: 21 jul. 2024.

CÁTO, S. C. **Ação de bioestimulante nas culturas do amendoimzeiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas..** Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006. doi:10.11606/T.11.2006.tde-15012007-143914. Acesso em: 2024-03-26 Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-15012007-143914/pt-br.php>>. Acesso em: 26 Mar. 2024.

CARVALHO, RLS, NASCIMENTO, BIS, QUERINO, CAS, SILVA, MJG, Delgado, ARS. **Comportamento das séries temporais de temperatura do ar, umidade e precipitação pluviométrica no município de Ariquemes (Rondônia-Brasil).** Rev Bras Climat. 2016; 18(12):123-142.

CARVALHO, R. L. S.; NASCIMENTO, B. I. S.; QUERINO, C. A. S.; SILVA, M. J. G.; DELGADO, A. R. S. **Comportamento das séries temporais de temperatura do ar, umidade e precipitação 22 pluviométrica no município de Ariquemes (Rondônia-Brasil).** Revista Brasileira de Climatologia, Curitiba, v. 18, n. 12, 2016. Disponível em: . Acesso em: 14 fev. 2025.

CAVALCANTE, J. A.; LOPES P. K.; PEREIRA E. A. N.; SILVA G. J.; PINHEIRO, M. R.; MARQUES L. L. R. Extrato aquoso de bulbos de tiririca sobre a germinação e crescimento inicial de plântulas de rabanete. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 1, p. 39-44, 2018. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7083493>>. Acesso em: 30 de Mar. de 2024.

CAVALCANTE, W. S. S.,; SILVA, N. F.; TEIXEIRA, M. B. CORRÊA, F. R.; RODRIGUES, E.; ZANOTTO NETO, G.; CABRAL FILHO, F. R.; LIMA, I. H. **Uso debioestimulante no tratamento de sementes de algodão.** Research, Society And Development.v. 11, n. 5, p. 01-07, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/28563/24803>. Acesso em: 19 de novembro de 2025.

COLOSIMOD. F. M.S.. **Development, modeling and simulation of extraction and purification of bixin from annatto seeds (*Bixa orellana* L.).** Universidade Federal de Viçosa, 2021. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/29999/1/texto%20completo.pdf>, Acesso em: 26 Mar. 2024.

COSTA, N. V., MARTINS, D., MARTINS, C. C., MARCHI, S. R., & DOMINGOS, V. D. **Superação de dormência de sementes de *Ceratophyllum demersum*.** Planta Daninha, v. 23, p. 187-191, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/XdpS3cmP3LPPr4kG4rJKKSf/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19 de novembro de 2025.

DAPONT, E. C., SILVA, J. B. D., OLIVEIRA, J. D. D., ALVES, C. Z., & DUTRA, A. S.. **Métodos para acelerar e uniformizar a emergência de plântulas de *Schizolobium amazonicum*.** Revista Ciência Agronômica, v. 45, p. 598-605, 2014.

Disponível

em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/RMfd3b6n3jH6qSpzmq3F5L/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19 de Novembro de 2025.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu; 2005. Disponível em: <<https://www.atheneu.com.br/produto/tecnologia-de-alimentos-1758>>. Acesso em 03 abr. 2024.

FABRI, E.G.; ARAKAKI, R.H.; VICENTE, J.M.; PANTANO, A.P.; TERAMOTO, J.R.S.; ABDO, M.T.V.N.; MARTINS, A.L.M. **Sistema de produção e panorama da cultura do urucum no Brasil**. In: Reunião Nacional da Cadeia Produtiva do Urucum, 3., 2016, Campinas. Anais, 2016. p. 1 -4. Disponível em: <https://www.ourucum.com.br/_files/ugd/413a1a_289cc47907814fd1a83a4b538d12ef82.pdf>. Acesso em: 17 Mar. de 2024.

FRANCO, C.F.O. **Agronegócio do urucum na região do Nordeste; 1º Reunião Nacional da cadeia produtiva de urucum**. Campinas-SP, 2007. Disponível em: <https://www.ourucum.com.br/_files/ugd/413a1a_f3a293ab1abd40d893117840bab7dd77>. Acesso em: 14 Abr. 2024.

FAROOQ, M. A.; MA WEI.; SHEN, S.; GU, A. **Underlying Biochemical and Molecular Mechanisms for Seed Germination**. International Journal Of Molecular Sciences, v. 23, n.15, p. 8502, 31 jul. 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1422-0067/23/15/8502>. Acesso em: 19 de Novembro de 2025.

FERNANDES, C. D.; GROF, B.; CARVALHO, J. de. **Escarificação mecânica de sementes de *Stylosanthes spp.* com beneficiadora de arroz**. 2000. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/323402/1/Escarificacaomecanicadesementes.pdf>>. Acesso em: 09 de Abr. de 2024.

FERNANDES, A. C.; FARIA, J. C. T.; FARIA, J. M. R.; PIRES, R. M. D. O.; CARVALHO, E. R.; & SANTOS, H. O. D. Use of different conditioning agents and quality evaluation of two lots of annatto (*Bixa orellana*) seeds. **Ciência Florestal**, v. 31, p. 808-829, 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cflo/a/T4bRtDR3s7YYvjKzXSGGRzy/?format=pdf&lang=en>>. Acesso em: 24 Março 2024.

FERREIRA, Roberta Leopoldo; NOVENBRE, Ana Dionisia da Luz Coelho. **Estimativa do vigor das sementes e das plântulas de *Bixa orellana* L.** Revista Ciência Agronômica, v. 47, n. 1, p. 101-107, 2016.

FOWLER, J. A. P., & BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. 2000. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/290718/1/doc40.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2024.

GONTIJO, T. C. A.; RAMOS, J. D.; MENDONÇA, V.; PIO, R., ARAÚJO NETO, S. E. D., & CORRÊA, F. L. D. O. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de aceroleira utilizando ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 290-292, 2003. Disponível em:<

<https://www.scielo.br/j/rbf/a/gxXHQCcbZyhNKYbrdwf5dWf/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 Abr. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PAM: Valor da produção, Quantidade produzida, Área colhida, Rendimento médio, Maior produtor.** Censo Agropecuário: Estabelecimentos, Número de pés. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/urucum-cultivo/br>>. Acesso em: 11 Abr. 2024.

LOPES, J.C.; LIMA, R.V.; MACEDO, C.M.P. Germinação e vigor de sementes de urucum. *Horticultura Brasileira*, v.26, n.1, p.19-25, 2008.

MAGUIRE, James D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. 1962. <<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19621604893>> Acesso em: 14 Abr. 2024.

MARTINS, C. C.; MACHADO, G. S.; SENEME, M. A.; ZUCARELI, C. Método de colheita e superação de dormência na qualidade fisiológica de sementes de *Cassia ferruginea*. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 33, n. 2, p. 491-498, 2012. Disponível em : <<https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/6170/10439>>. Acesso em: 30 Mar. 2024.

MARTINS G. Z.. **Promotor hormonal de crescimento de plantas e seus efeitos no crescimento de plântulas e rendimento de trigo.** Dissertação de Mestrado em Agronomia – Universidade Estadual do Norte do Paraná,, Bandeirantes, 2021. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1131999/1/Martins-2021-UE NP.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2024.

MEDEIROS, AC de S. **Aspectos de dormência em sementes de espécies arbóreas.** Embrapa Florestas. Circular técnica, v. 55, 2001. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/305318/1/CT0055.pdf?utm_source=chatgpt.com#page=4.23. Acesso em: 17 de Novembro de 2025.

MISSIO, E. L.; SALDANHA, C. W.; MORAIS, R. M. de; STEFFEN, G. P. K.;MALDANER, J. **Superação da dormência de sementes de *Senna multijuga* (Rich.) H.S. Irwin & Barneby com o uso de lixa em cilindro rotativo.** *Enciclopédia Biosfera*, v.16. n. 30, p. 593-602, 2019. Disponível em:<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2019b/superacao.pdf>. DOI:10.18677/EnciBio_2019B54. Acesso em 20 de outubro de 2020.

NASCIMENTO, W. F. et al. Germination potential and methods for overcoming seed dormancy for domesticated and wild annatto populations after two years of storage. *Ciência Rural*, v. 52, n. 5, 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/Y65Zn47kXQhWTrjsHbHWH8t/?format=pdf&lang=en>> Acesso em: 26 mar. 2024.

NAZIH A, BAGHOUR M, MAATOUGUI A, ABOUKHALID K, CHIBOUB B, BAZILE D. **Effect of Gibberellic Acid and Mechanical Scarification on the Germination and Seedling Stages of *Chenopodium quinoa* Willd.** under Salt Stress. *Plants* (Basel).

2024 May 12;13(10):1330. doi: 10.3390/plants13101330. PMID: 38794401; PMCID: PMC11125075. Acesso em: 17 de Novembro de 2025

Neto, Aderson & Santos, Olivia & Ferreira, Darlaine & Thiago, Renan & Púbio, Ana & Amaral, Cláudio. (2018). **Germination and vigor of *Bixa orellana* L. seeds pre-soaked in a plant biostimulant**. FLORESTA. 48. 293. 10.5380/uf.v48i3.43934. Acesso em: 25 de setembro de 2024.

Nobre, R. G., Gheyi, H. R., Dias, N. S., Correia, K. G., Soares, F. A. L., & Silva, G. D. F. (2012). **Vigor of sunflower seeds irrigated with saline water in the initial phase of growth**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias ISSN (on line) 1981-0997v.7, n.3, p.521-526, jul.-set., 2012 Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br DOI:10.5039/agraria.v7i3a1493Protocolo 1493 - 23/04/2011. Aprovado em 10/11/2011, Acesso em:25 de agosto de 2024

NORBERTO, P.M.; CHALFUN, N.N.J.; PASQUAL, M.; VEIGA, R.D.; PEREIRA, G.E.; MOTA, J.H. Efeito da época de estaquia e do AIB no enraizamento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.3, p.533-541, 2001. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/237805920>> Acesso em: 21 Abr. 2024.

OLIVEIRA, S.; LEMES, E.S.; NEVES, E.H.; RITTER, R.; MENDONÇA, A.O.; MENEGHELLO, G.E. Uso de biorregulador e seus reflexos na produção e na qualidade de sementes de trigo. **Scientia Plena**, v. 16, n. 1, 2020. Disponível em: <<https://scientiaplenu.emnuvens.com.br/sp/article/view/4995/2245>>. Acesso em: 11 Abr. 2024.

PADMA, L.; BASVARAJU, GV; SARIKA, G.; AMRUTHA, N. **Efeito de tratamentos de sementes para melhorar a qualidade das sementes de mamão (*Carica papaya* L.)** cv. Surya. Glob. J. Biol. Agric. Health Sci. 2013 , 2 , 221–225. Disponível em: [**Google Scholar**]. Acesso em: 17 de Novembro de 2025

PICOLOTTO, D.R.N.; THEODORO, J.V.C.; DIAS, A.R.; THEODORO, G.F.; ALVES, C.Z. Germinação de sementes de Urucum em função de métodos de superação de dormência e temperaturas. **Pesquisa agropecuária Tropical**, v.43, n.3, p.232- 238 , 2013.

RAMOS, Vitória Bezerra; PONTES, Adélia Vitória Domingos; LUCENA, Eliseu Marlônio Pereira de. **Uso de métodos físicos e químicos na superação da dormência de sementes de *Mouriri cearensis* Huber**. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 2, e2612239817, 2023 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i2.39817> Acesso em: 9 nov. 2025.

RODRIGUES, A. P. D.; OLIVEIRA, A. K. M. D.; LAURA, V. A.; YAMAMOTO, C. R., CHERMOUTH, K. D. S.; & FREITAS, M. H. D. Tratamentos para superação da dormência de sementes de *Adenanthera pavonina* L. **Revista Árvore**. v. 33, p. 617-623, 2009.. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/rarv/a/g8ntsQNZjnm8bdnFQqKJHq/>>. Acesso em: 20 de mar. 2024.

SANTOS, J.A.A.1; SOUSA, M.F.A.M.1; SILVA, E.L.V.1; AGUIAR JÚNIOR, F.C.A1*. Avaliação histomorfométrica do efeito do extrato aquoso de urucum (norbixina) no processo de cicatrização de feridas cutâneas em ratos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, p. 637-643, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbpm/a/mHnGQzY76b9K8WyWTFJZTFH/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 19 Mar. 2024.

SILVA, S. R.; MARTINS, G. Z.. **Plântulas de trigo afetadas por um promotor hormonal de crescimento vegetal Wheat seedlings affected by a hormonal plant growth promoter Plântulas de trigo afectadas por un promotor hormonal del crecimiento vegetal**. 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1129309/plantulas-de-trigo-afetadas-por-um-promotor-hormonal-de-crescimento-vegetal>>. Acesso em: 26 Mar. 2024.

TAIZ, L; ZEIGER, E; MOLLER, I.M. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 2017. *E-book*. ISBN 9788582713679. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582713679/>>. Acesso em: 20 mar. 2024.

VALÉRIO MA. **Resíduo da semente do urucum (*Bixa orellana* L.): Qualidade nutricional e aproveitamento para uso na alimentação humana**. Campo Grande; 2012. [Dissertação - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul]. Disponível em: <<https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/1704>> Acesso em: 17 Mar. 2024.

Xi W, Yu H. MOTHER OF FT AND TFL. Regulates seed germination and fertility relevant to the brassinosteroid signaling pathway. **Plant Signal Behav**. 2010. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3115377/>>. Acesso em: 26 Mar.2024.

Weber, F. (2010). Uso de bioestimulantes no tratamento de sementes de soja (Master's thesis, Universidade Federal de Pelotas).

WEATHERSPARK. **Clima, condições meteorológicas e temperatura média por mês de Ariquemes (Rondônia, Brasil)**. Weatherspark. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/28382/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Ariquemes-Rond%C3%B4nia-Brasil-durante-o-ano>. Acesso em: 17 nov. 2025.

YANMEI, W., LIJUN, W., BING, Y., ZHEN, L., FEI, L. Changes in ABA, IAA, GA3, and ZR Levels during Seed Dormancy Release in *Idesia polycarpa* Maxim from Jiyuan. **Polish Journal of Environmental Studies**, v. 27, n. 4, p. 1833-1839, 2018. Disponível em: <Changes in ABA, IAA, GA3, and ZR Levels during Seed Dormancy Release in *Idesia polycarpa* Maxim from Jiyuan (pjoes.com)> Acesso em: 25 Mar. 2024.