



HELEN BIANCA DA COSTA

**CARACTERIZAÇÃO DAS SEMENTES E USO DE
NANOPARTÍCULAS NA GERMINAÇÃO DE *Seemannia
sylvatica* (KUNTH) HANST.**

**LAVRAS - MG
2024**

HELEN BIANCA DA COSTA

**CARACTERIZAÇÃO DAS SEMENTES E USO DE NANOPARTÍCULAS NA
GERMINAÇÃO DE *Seemannia sylvatica* (KUNTH) HANST.**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Agronomia/Fitotecnia, área de
concentração em Produção Vegetal,
para a obtenção do título de Mestre.

Profa. Dra. Michele Valquíria dos Reis
Orientadora
Dr. Antônio Rodrigues da Cunha Neto
Coorientador
Dra. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva
Coorientadora

**LAVRAS - MG
2024**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Costa, Helen Bianca da.

Caracterização das sementes e uso de nanopartículas na
germinação de *Seemannia sylvatica* (Kunth) Hanst. / Helen Bianca
da Costa. - 2024.

56 p.: il.

Orientador(a): Michele Valquíria dos Reis.

Coorientador(a): Antônio Rodrigues da Cunha Neto, Patrícia
Duarte de Oliveira Paiva.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2024.

Bibliografia.

1. Plantas Nativas. 2. Paisagismo. 3. Floricultura. I. Reis,
Michele Valquíria dos. II. Neto, Antônio Rodrigues da Cunha. III.
Paiva, Patrícia Duarte de Oliveira. IV. Título.

HELEN BIANCA DA COSTA

**CARACTERIZAÇÃO DAS SEMENTES E USO DE NANOPARTÍCULAS NA
GERMINAÇÃO DE *Seemannia sylvatica* (KUNTH) HANST.**

**CHARACTERIZATION OF SEEDS AND USE OF NANOPARTICLES IN THE
GERMINATION OF *Seemannia sylvatica* (KUNTH) HANST.**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Agronomia/Fitotecnia, área de
concentração em Produção Vegetal,
para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 01 de março de 2024.

Dr. Glauco Santos França IFSUDESTEMG

Dr. Breno Régis Santos UNIFAL

Dra. Marinês Ferreira Pires Lira UFLA

Profa. Dra. Michele Valquíria dos Reis
Orientadora

Dr. Antônio Rodrigues da Cunha Neto
Coorientador

Dra. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva
Coorientadora

**LAVRAS - MG
2024**

À minha mãe Beatriz por ser a
pessoa mais grandiosa que conheci.
Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus e à Nossa Senhora das Graças por iluminarem o meu caminho nesta caminhada.

À minha mãe Beatriz pela amizade, dedicação e estar presente em todos os momentos da minha vida.

À minha avó Delvair (*in memoriam*) pelos ensinamentos, valores e sempre orar por mim.

Ao meu tio Walter pelo apoio nos momentos mais difíceis e por ter me engrandecido com seus conselhos.

À minha orientadora e professora Dra. Michele Valquíria pela amizade, por ter me orientado e apoiado neste trabalho, pela oportunidade e sabedoria repassada, que irá direcionar minha vida profissional.

Ao meu coorientador Dr. Antônio Rodrigues pela imensa ajuda na estatística, ideias e escrita deste trabalho.

Aos membros da Banca Examinadora por terem aceitado o convite e estarem presentes em um dos momentos mais importantes da minha vida.

À professora Dra. Cristiane Melo pelos conselhos e palavras amigas.

À Marli por sempre estar disposta em ajudar.

Aos meus colegas do Horto Botânico da UFLA.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Departamento de Agricultura e ao programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, pela oportunidade de realização do curso e por toda a formação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma para a realização de mais essa conquista.

Muito obrigada!

“A natureza é o único livro que oferece um
conteúdo valioso em todas as suas folhas.”

(Johann Goethe)

RESUMO

O segmento de flores e plantas ornamentais tem um papel relevante para o mercado econômico brasileiro, movimentando atualmente cerca de R\$19,9 bilhões do faturamento nacional. O paisagismo com plantas nativas, tornou-se uma alternativa para a diversificação deste mercado, contribuindo com a propagação e a proteção das espécies nativas, que muitas vezes estão sob ameaça de extinção. Nessa perspectiva, a *Seemannia sylvatica* (Kunth) Hanst. é uma espécie nativa do Brasil, pertencente à família Gesneriaceae, que apresenta flores atrativas e notável valor ornamental, porém pouco estudada e com status de quase ameaçada de extinção. Portanto, objetivou-se com este trabalho caracterizar morfológicamente as suas sementes, identificando os possíveis fatores que influenciam a germinação e a propagação, fornecendo informações sobre essa espécie. Além disso, avaliar o efeito do banho ultrassônico e do nanotubo de carbono na germinação e no estabelecimento da plântula, após o armazenamento dessas sementes. Também, através da produção de mudas em vasos, obter um novo produto com informações sobre o cultivo, objetivando a comercialização dessa espécie pelo mercado de plantas ornamentais. Inicialmente as sementes foram submetidas a caracterização, para determinar: cor; dimensões; peso de mil sementes; textura e forma; bem como a avaliação da germinação das sementes em condições de diferentes temperaturas, fotoperíodos, substratos e armazenamento. Foi utilizado o banho ultrassônico na frequência de 40 KHz em diferentes intervalos de tempo (0, 5, 10, 15 e 20 minutos), e o nanotubo de carbono na concentração de 0,2 mg/L. Para determinar o melhor preenchimento de vaso dessa espécie, realizou-se o teste de produção de mudas em cuias. As mudas foram transplantadas para as cuias, sendo os tratamentos definidos como diferentes quantidades de plantas por cuia. A semente de *Seemannia sylvatica* é diminuta, apresentando comprimento médio de 0,44 mm e largura média de 0,12 mm; possui formato elíptico e cor amarela. O tegumento externo é brilhante com textura rugosa e pequenas estrias. O peso de mil sementes foi de 3,4 mg. É uma semente fotoblástica positiva, que necessita de luz para que ocorra a germinação, sendo o fotoperíodo de 8 horas de luz diária o melhor para essa espécie. A temperatura ótima avaliada para a germinação foi de 25 °C, sendo a sua germinação do tipo epígea. Os resultados para o banho ultrassônico e o nanotubo de carbono, mostraram de modo geral, efeitos favoráveis na recuperação do vigor, na porcentagem de plântulas normais e maior comprimento de raiz, respectivamente. O conhecimento da morfologia de sementes é de suma importância para a preservação das espécies vegetais, principalmente as ameaçadas de extinção.

Palavras-chave: Plantas Nativas. Paisagismo. Floricultura. Nanotecnologia.

ABSTRACT

The flowers and ornamental plants segment plays a relevant role in the Brazilian economic market, currently generating around R\$19.9 billion in national revenue. Landscaping with native plants has become an alternative for the diversification of this market, contributing to the propagation and protection of native species, which are often under threat of extinction. From this perspective, *Seemannia sylvatica* (Kunth) Hanst. is a species native to Brazil, belonging to the Gesneriaceae family, which has attractive flowers and notable ornamental value, although little studied and with a status of almost threatened with extinction. Therefore, the objective of this work was to characterize its seeds morphologically, identifying the possible factors that influence germination and propagation, providing information about this species. Furthermore, evaluate the effect of the ultrasonic bath and carbon nanotube on germination and seedling establishment, after storage of these seeds. Also, through the production of seedlings in pots, obtain a new product with information about cultivation, aiming to commercialize this species in the ornamental plant market. Initially, seeds were subjected to characterization to determine: color; dimensions; weight of a thousand seeds; texture and shape; as well as the evaluation of seed germination under conditions of different temperatures, photoperiods, substrates and storage. The ultrasonic bath was used at a frequency of 40 KHz at different time intervals (0, 5, 10, 15 and 20 minutes), and the carbon nanotube at a concentration of 0.2 mg/L. To determine the best pot filling for this species, the seedling production test was carried out in gourds. The seedlings were transplanted into the gourds, with the treatments defined as different quantities of plants per gourd. The *Seemannia sylvatica* seed is tiny, with an average length of 0.44 mm and an average width of 0.12 mm; it has an elliptical shape and yellow color. The outer integument is shiny with a rough texture and small striations. The weight of a thousand seeds was 3.4 mg. It is a positive photoblastic seed, which requires light for germination to occur, with a photoperiod of 8 hours of daily light being the best for this species. The optimum temperature evaluated for germination was 25 °C, with epigeal germination. The results for the ultrasonic bath and the carbon nanotube generally showed favorable effects on vigor recovery, the percentage of normal seedlings and greater root length, respectively. Knowledge of seed morphology is extremely important for the preservation of plant species, especially those threatened with extinction.

Keywords: Native Plants. Landscaping. Floriculture. Nanotechnology.

INDICADORES DE IMPACTO

Seemannia sylvatica (Kunth) Hanst. é uma espécie vegetal nativa do Brasil, pertencente à família Gesneriaceae, que apresenta flores atrativas e notável valor ornamental, porém pouco estudada e com status de quase ameaçada de extinção. Assim, objetivou-se com este trabalho caracterizar morfológicamente as suas sementes, identificando os possíveis fatores que influenciam a germinação e a propagação, fornecendo informações sobre essa espécie. Além disso, avaliar o efeito do banho ultrassônico e do nanotubo de carbono na germinação e no estabelecimento da plântula, após o armazenamento dessas sementes. Também, através da produção de mudas em vasos, obter um novo produto com informações sobre o cultivo, objetivando a comercialização dessa espécie pelo mercado de plantas ornamentais. A disseminação do conhecimento gerado com este trabalho, traz benefícios extensionistas para comunidades e produtores locais, como técnicas de manejo, propagação de plantas nativas e a promoção da conservação da biodiversidade. A valorização no paisagismo dessas espécies, proporciona a conscientização sobre a importância da biodiversidade brasileira e a preservação de espécies principalmente as ameaçadas de extinção. Ainda, a aplicação de técnicas inovadoras como o banho ultrassônico e o uso de nanotubos de carbono em sementes de plantas ornamentais e nativas, destaca avanços tecnológicos na área de horticultura, possibilitando a criação de novos produtos para o mercado de plantas ornamentais. Estes impactos estão alinhados com dois dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS): Vida Terrestre, devido a conservação e propagação de espécies nativas e Consumo e Produção Sustentáveis pela promoção do uso sustentável de recursos naturais e diversificação do mercado de plantas ornamentais.

IMPACT INDICATORS

Seemannia sylvatica (Kunth) Hanst. is a plant species native to Brazil, belonging to the Gesneriaceae family, which presents attractive flowers and remarkable ornamental value, but is little studied and has a status of near-threatened extinction. Thus, the objective of this study was to morphologically characterize its seeds, identifying possible factors that influence germination and propagation, providing information about this species. Additionally, to evaluate the effect of ultrasonic bath and carbon nanotube on germination and seedling establishment after the storage of these seeds. Also, through the production of seedlings in pots, to obtain a new product with information on cultivation, aiming at the commercialization of this species by the ornamental plants market. The dissemination of knowledge generated by this work brings extension benefits to communities and local producers, such as management techniques, native plant propagation, and the promotion of biodiversity conservation. The valorization of these species in landscaping provides awareness of the importance of Brazilian biodiversity and the preservation of species, especially those threatened with extinction. Furthermore, the application of innovative techniques such as ultrasonic bath and the use of carbon nanotubes in seeds of ornamental and native plants highlights technological advances in the horticulture field, enabling the creation of new products for the ornamental plants market. These impacts are aligned with two of the Sustainable Development Goals (SDGs): Life on Land, due to the conservation and propagation of native species, and Sustainable Consumption and Production by promoting sustainable use of natural resources and diversification of the ornamental plants market.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	O mercado de flores e plantas ornamentais	16
2.2	Família Gesneriaceae Rich. & Juss. ex DC.	17
2.3	Gênero <i>Seemannia</i>	18
2.4	<i>Seemannia sylvatica</i> (Kunth) Hanst.....	19
2.5	Propagação de <i>Seemannia sylvatica</i>	21
2.6	Nanopartículas e tecnologias utilizadas na agricultura	22
2.6.1	Nanotubos de carbono.....	23
2.6.2	Banho ultrassônico	24
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1	Caracterização da semente	26
3.1.1	Peso de mil sementes e número de sementes por grama	26
3.2	Teste de germinação: efeito da temperatura.....	27
3.3	Teste de germinação: efeito do fotoperíodo	28
3.4	Teste de emergência de plântulas.....	28
3.4.1	Teste em laboratório.....	28
3.4.2	Teste em casa de vegetação	29
3.5	Teste de armazenamento da semente.....	29
3.6	Exposição das sementes a nanotubo de carbono em banho ultrassônico ...	29
3.7	Teste de produção de mudas em cuias.....	30
3.8	Delineamento estatístico.....	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1	Caracterização morfológica da semente.....	31
4.2	Teste de germinação: efeito da temperatura.....	33
4.3	Teste de fotoperíodo	36
4.4	Teste de emergência de plântulas em diferentes substratos	38
4.4.1	Teste em laboratório.....	38
4.4.2	Teste em casa de vegetação	41
4.5	Armazenamento das sementes.....	42
4.6	Experimentos com banho ultrassônico	44
4.6.1	Banho ultrassônico e água destilada	44
4.6.2	Banho ultrassônico e nanotubo de carbono	48

4.7	Teste de produção de mudas em cuias.....	51
5	CONCLUSÃO	53
	REFERÊNCIAS.....	54

1 INTRODUÇÃO

O mercado de flores no Brasil compõe o segmento promissor do agronegócio, movimentando cerca de R\$19,9 bilhões do faturamento nacional. A produção de flores e plantas ornamentais em diversos estados brasileiros é uma atividade de grande valor econômico, e dentre as vantagens mercadológicas deste setor, está a capacidade de diferenciação do produto e agregação de valor (INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA - IBRAFLOR, 2024; CERATTI et al., 2007).

Além de otimizar a estética dos ambientes, as plantas ornamentais desempenham papéis funcionais, interagindo a sociedade contemporânea com a natureza, proporcionando bem-estar e melhorias na qualidade de vida das pessoas. Esses aspectos têm criado um mercado consumidor cada vez mais exigente por novidades e por produtos mais atrativos e duráveis.

É um mercado em constante crescimento, portanto é muito importante manter a qualidade e a diversificação dos produtos, seja com novas cultivares, sementes e/ou tecnologias. Nesse sentido, a aplicação da nanotecnologia por exemplo, tem proporcionado impactos benéficos principalmente na melhoria no processo de propagação e no cultivo de plantas.

As nanopartículas agem modificando os processos fisiológicos de deterioração das sementes, promovendo a viabilidade e a qualidade, além de favorecer a germinação. Também são capazes de reduzir a infecção por patógenos durante o armazenamento, e revitalizar as sementes envelhecidas. Outra possível ferramenta para melhorar a germinação de sementes e vigor das plântulas, é o banho ultrassônico. Esta é uma técnica que através de vibrações na água, proporciona o início da embebição e da germinação das sementes de forma mais rápida.

O paisagismo com espécies nativas, também tem sido uma alternativa para a diversificação do mercado. Além disso, contribui com a propagação e a proteção destas espécies, principalmente em decorrência das mudanças climáticas e a extração predatória na natureza. Dessa forma, com protocolos de cultivo e de comercialização, estas plantas podem ser vendidas, reduzindo as consequentes perdas de habitat natural e a extinção.

Diante desse cenário, surgiu a necessidade de estudar a espécie *Seemannia sylvatica* (Kunth) Hanst. Ela é uma planta nativa do Brasil que possui distribuição pela América do Sul. Dentro do território brasileiro, ocorre nas regiões Centro-oeste, Sudeste

e Sul, com predominância no bioma Cerrado (ARAÚJO, 2020). Pertencente à família Gesneriaceae, é uma espécie herbácea e perene, que apresenta flores de coloração vermelho-vivo muito atrativas, com notável valor e potencial uso no mercado ornamental, como planta envasada e no paisagismo (LORENZI, 2015).

Logo, como não existem estudos relacionados à morfologia da semente de *Seemannia sylvatica* e nem sobre a viabilidade de sua propagação através de sementes, o objetivo deste estudo foi caracterizar morfológicamente a semente dessa espécie, conhecer sobre a sua propagação sexuada e identificar os possíveis fatores que influenciam a sua germinação.

Além disso, avaliar o efeito do banho ultrassônico e do nanotubo de carbono na germinação e no estabelecimento da plântula, após o armazenamento das sementes. Também, através da produção de mudas em vasos, obter um novo produto com informações sobre o cultivo, objetivando a comercialização dessa espécie pelo mercado de plantas ornamentais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O mercado de flores e plantas ornamentais

O comércio de flores e plantas ornamentais, conta com um leque de produtos, envolvendo inúmeros países produtores e consumidores, que movimentam bilhões de dólares anualmente. Este mercado está presente em todo o mundo, com destaque na comercialização para alguns países da Europa, América Latina e África, que além de serem grandes produtores e importadores, possuem alta demanda interna (JÚNIOR et al., 2015).

Os maiores produtores de flores e plantas ornamentais são a Índia, China e União Europeia. A Holanda, Colômbia e Equador lideram as exportações mundiais; já as importações são dominadas pelo Reino Unido, Alemanha e Estados Unidos (IBRAFLOR, 2022).

A Holanda acomoda o maior mercado de flores do mundo, sendo reconhecida por suas exportações de flores cortadas, com uma participação de 52% no comércio mundial. Porém mesmo sendo o principal país comercializador de flores e plantas ornamentais, a Holanda enfrenta uma acirrada disputa com outros países, como a Colômbia e o Equador, que comercializam as flores com preços mais atrativos, tornando-se os principais fornecedores dos Estados Unidos e do Reino Unido (SOTO, 2021).

Atualmente, o Brasil está entre os 15 maiores produtores de flores do mundo, sendo responsável por gerar cerca de 272 mil empregos diretos e 800 mil indiretos, distribuídos por toda cadeia produtiva. Além disso, o país dispõe de aproximadamente oito mil produtores de flores e plantas, que cultivam uma área com 15,6 mil hectares, gerando renda para a agricultura familiar (IBRAFLOR, 2024).

O setor de floricultura compõe um segmento promissor do agronegócio brasileiro, movimentando cerca de R\$ 19,9 bilhões do faturamento nacional. Além disso, a produção de flores e plantas ornamentais em diversos estados brasileiros é uma atividade de grande valor econômico, e dentre as vantagens mercadológicas deste setor, está a capacidade de diferenciação do produto e agregação de valor (IBRAFLOR, 2024; CERATTI et al., 2007).

A região Sudeste é a principal produtora de plantas ornamentais para paisagismo e jardinagem, e também de flores envasadas e de corte no país, sendo o Estado de São Paulo o maior produtor, com 45% da área nacional. Já em Minas Gerais, o setor de flores

é amplamente diversificado, com produtos de todos os segmentos, destacando-se a produção de mudas e plantas ornamentais, seguido pelo setor de flores e folhagens de corte, com 34,33% e flores e plantas envasadas com 24,12% (SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE, 2015).

Devido ao crescimento do setor ornamental, é muito importante manter a qualidade e diversificação dos produtos, com novas plantas e/ou cultivares (REIS; REIS; NASCIMENTO, 2020). Para isso, os agricultores têm investido em tecnologias para melhorias na produção, como o cultivo em ambiente protegido, que permite o aumento na produtividade e melhorias na qualidade, atendendo as exigências do mercado consumidor, tanto para o abastecimento nacional, quanto para a exportação (SEBRAE, 2015).

Com o aumento da oferta de produtos, o produtor precisa se especializar para manter-se no mercado, buscando estratégias para reduzir o custo de produção e garantir melhorias na qualidade (ALMEIDA; REIS; RIBEIRO, 2009), bem como um diferencial que pode ser conseguido com a diversificação da produção, cultivando espécies pouco conhecidas e com grande aceitação pelo mercado consumidor, a exemplo da espécie *Seemannia sylvatica*, planta nativa, pertencente à família Gesneriaceae.

2.2 Família Gesneriaceae Rich. & Juss. ex DC.

Com 149 gêneros e aproximadamente 4.000 espécies, a família Gesneriaceae é reconhecida por apresentar a maioria de suas plantas perenes, herbáceas e com flores vistosas. Como a sua predominância é em clima tropical, há ocorrência confirmada desta família em todas as regiões brasileiras, contendo aproximadamente 30 gêneros e 228 espécies espalhadas pelo país (MOLLER; CLARK, 2013; ARAÚJO et al., 2021).

Anteriormente, a família Gesneriaceae foi dividida por Fritsch (1893, 1894) e Burt (1962, 1977) em duas subfamílias: Gesnerioideae e Cyrtandroideae. Esta divisão foi realizada conforme a distribuição geográfica das plantas, o crescimento igual ou desigual dos dois cotilédones após a germinação e com base no desenvolvimento do endosperma na semente (ARAÚJO; SOUZA; CHAUTEMS, 2005).

Em 2013, essa família foi classificada e dividida novamente em três subfamílias: a Didymocarpoidea que tem um de seus cotilédones reduzidos e não apresenta endosperma; a Gesnerioideae que possui cotilédones com desenvolvimento normal e

endosperma desenvolvido; e a Sanangoideae que possui as mesmas características (WEBER; CLARK; MOLLER, 2013).

Várias espécies da família Gesneriaceae possuem notável valor ornamental, devido à atratividade de suas flores e a facilidade no cultivo e na propagação vegetativa. A violeta-africana (*Saintpaulia ionantha* H. Wendl.) é um exemplo disso; com suas belas flores é uma das espécies mais vendidas no mundo (TIR, 2020).

Entretanto, muitas plantas desta família são endêmicas de áreas restritas, correndo o risco de extinção por causa da destruição de seus habitats, principalmente as espécies rupícolas, que são fortemente ameaçadas, devido à grande extração de granito (CHAUTEMS et al., 2013). Neste contexto destaca-se o gênero *Seemannia*, que possui espécies com grande potencial de uso ornamental, porém algumas estão sob ameaça de extinção.

2.3 Gênero *Seemannia*

Seemannia é um gênero de plantas com flores pertencente à família Gesneriaceae, e que possui aproximadamente 19 espécies reconhecidas. Anteriormente, esse gênero era conhecido como *Gloxinia*, e após estudos moleculares, estabeleceu-se que as quatro espécies (*S. sylvatica*, *S. gymnostoma*, *S. purpurascens* e *S. nematanthodes*) deveriam ser reunidas no novo gênero *Seemannia*, que recebeu essa nomeação em homenagem ao botânico Berthold Carl Seemann (1825-1871) (ARAÚJO et al., 2021; ROALSON et al., 2005).

As plantas deste gênero são herbáceas, apresentando de 20 a 40 cm de comprimento, que se adaptam bem em ambientes úmidos e sombreados. Propagam-se por estolões e rizomas, que são produzidos durante e após a floração, quando boa parte vegetativa senesce, coincidindo com as baixas temperaturas do inverno (BOLOGNA; STANCANELLI, 2019).

As flores do gênero *Seemannia* ficam dispostas lateralmente, são pequenas e possuem aparência semelhante a uma trombeta. Podem ser encontradas em diversas cores, como: rosa, laranja, vermelho e amarelo (ARAÚJO, 2020). Todavia, apesar da sua beleza, algumas espécies deste gênero estão quase ameaçadas de extinção (ARAÚJO et al., 2021).

Conforme os dados do Sistema de Informação Sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBR, 2014) e do Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFLORA, 2018) é o

que ocorre para a espécie *Seemannia sylvatica*, que se encontra na categoria de Quase Ameaçada (NT). Esta categoria é definida quando uma espécie está próxima de uma ameaça futura. Esse fato se deve à exploração predatória para a comercialização e a perda de habitat natural (ARAÚJO et al., 2021).

2.4 *Seemannia sylvatica* (Kunth) Hanst.

A espécie *Seemannia sylvatica* (Kunth) Hanst., também conhecida como Semânia, Siníngia ou Gloxínia, é uma planta perene, pubescente e herbácea, que apresenta de 20 a 35 cm de altura (LORENZI, 2015). Nativa do Brasil, com ocorrência nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do país. Distribui-se pela Bolívia, Equador, Paraguai e Peru, ocorrendo em densas populações nos leitos de rios, em campos rupestres, florestas ciliares e principalmente no bioma Cerrado (ARAÚJO, 2020).

Suas flores são vistosas, axilares e de coloração vermelho-vivo que ficam dispostas sobre um longo pedúnculo marrom avermelhado (FIGURA 1A), formadas quase o ano todo, principalmente no verão e em regiões úmidas. No seu interior, a flor possui cor amarelo pontilhada de vermelho (FIGURA 1B), apresentando tricomas em toda a sua borda (LORENZI, 2015; PEREIRA et al., 2013).

Figura 1 - Flores de *Seemannia sylvatica* dispostas sobre pedúnculo marrom avermelhado (A) e detalhes da parte interna da flor (B).



Fonte: Da autora (2023).

A floração de *S. sylvatica* geralmente ocorre entre os meses de setembro a março, e cada planta pode conter de uma a cinco flores abertas por dia, o que atrai diversos

visitantes florais, principalmente beija-flores que são seus principais polinizadores. As flores apresentam antese diurna e permanecem abertas até sua senescência (CAMARGO; RODRIGUES; ARAÚJO, 2011; PEREIRA et al., 2013).

Após dois meses da senescência da flor, são formadas as diminutas sementes (FIGURA 2A) que ficam dispostas em pequenas cápsulas (fruto seco), com formato cônico, coloração marrom e abertura superior (FIGURA 2B), que são capazes de abrigarem cerca de mil sementes por cápsula (CAMARGO; RODRIGUES; ARAÚJO, 2011; HINOSHITA; ARAÚJO; GOLDENBERG, 2018).

Figura 2 - Sementes de *Seemannia sylvatica* (A) e suas cápsulas secas (B).



Fonte: Da autora (2023).

As folhas de *S. sylvatica* são alongadas, lanceoladas opostas, com margem inteira e de coloração verde-escuro, com aspecto áspero (FIGURA 3A). Essa planta pode ser cultivada em vasos, jardineiras ou diretamente no solo, desde que os canteiros sejam ricos em matéria orgânica, mantidos sempre úmidos e a meia-sombra, para melhor desenvolvimento e floração (PEREIRA et al., 2013; LORENZI, 2015).

Ademais, para o mercado de flores e plantas ornamentais, essa espécie apresenta grande potencial para ser comercializada como planta envasada, e na forma de mudas para o paisagismo, como por exemplo, floração ou bordadura de canteiros (FIGURA 3B), bem como planta de interior (BRAGA, 2020).

Figura 3 - Detalhe das folhas de *Seemannia sylvatica* (A), e o seu uso diretamente no solo (B) como bordadura de canteiros.



Fonte: Da autora (2023).

2.5 Propagação de *Seemannia sylvatica*

As plantas ornamentais diferem-se pelas flores, cores, arquitetura e/ou forma de suas folhas. Possuem ciclos vegetativos variáveis, podendo ser: anuais, que são as plantas que completam seu ciclo em uma ou duas estações do ano; bienais, com ciclos em mais de quatro estações; e perenes, com ciclo muitas vezes indeterminado (LORENZI; SOUZA, 2008; LORENZI, 2015).

A capacidade de uma planta reproduzir deixando descendentes é chamada de propagação. É um dos fatores mais importantes para garantir plantas ornamentais de boa qualidade. Ela pode ocorrer de duas formas distintas: via assexuada, quando são utilizadas partes vegetativas como folhas e ramos, podendo acontecer de forma natural ou induzida pelo homem; e via sexuada, através de sementes (GROLI, 2008; SILVA et al., 2023).

De acordo com o seu ciclo, as plantas ornamentais propagam-se de diferentes formas. As anuais e bienais são exclusivamente por sementes; já as plantas perenes, multiplicam-se por estaquia, mergulhia, alporquia, divisão de touceiras e por sementes (LORENZI, 2015).

Seemannia sylvatica é uma planta perene que produz inúmeras sementes, porém não há estudos e nem literatura científica sobre a viabilidade de sua propagação sexuada. Esse fato pode ser justificado, devido à facilidade e agilidade na propagação pela divisão da planta mãe contendo o rizoma, o que favorece a utilização dessa espécie como ornamental (LORENZI, 2015; WANDERLEY et al., 2003).

Utilizar sementes para a propagação de plantas ornamentais apresenta vantagens como: a facilidade e agilidade em produzir elevado número de plantas, e incentivos em pesquisas com melhoramento genético. Além disso, contribui para a conservação dos acessos em um período maior nos bancos de germoplasma, devido ao tamanho e a melhor capacidade de tolerância ao dessecamento (SENAR, 2018).

Apesar de a multiplicação por sementes ser muito utilizada na horticultura ornamental, principalmente para a produção de plantas com flores, há uma redução na viabilidade dessas sementes, sobretudo durante o armazenamento, resultando numa baixa germinação e consequentes perdas na produção (KAUR; CHANDRA; KESHAVKANT, 2021).

Portanto, é essencial conhecer as características morfológicas das sementes, a fim de otimizar a produção, garantindo homogeneidade e a qualidade das plantas no campo. O tamanho e o peso das sementes, por exemplo, podem influenciar na distribuição no momento da semeadura; e a cor da semente pode indicar a sua maturidade fisiológica e o momento ideal para o plantio (SILVA; TANAKA; ZHANG, 2014).

Desta maneira, é muito importante estudos relacionados à morfologia, conservação e melhoramento de sementes, a fim de aperfeiçoar as condições de armazenamento e sanidade (FILHO, 2005; SENAR, 2018). Neste caso, as tecnologias podem se tornar aliadas ao mercado sementeiro, proporcionando um maior poder germinativo, êxito na propagação das espécies, com uma produção mais eficiente, plantas mais vigorosas e produtivas.

2.6 Nanopartículas e tecnologias utilizadas na agricultura

A nanotecnologia é a utilização de insumos ou processos, na qual pelo menos um de seus componentes possua dimensões nanométricas (entre 1 e 100 nanômetros), proporcionando a criação de novos materiais reduzidos a essa escala (LAZZARETTI; HUPFFER, 2019). Materiais em escala nanométrica (nanomateriais) possuem propriedades inovadoras, melhores estruturas e alto grau de desempenho (ZUCOLOTTO; SINTRA, 2022).

De origem natural ou produzido, os principais nanomateriais são: nanomateriais à base de carbono, que são os nanotubos de carbono, o grafeno, dentre outros; metais inorgânicos, como por exemplo, o ouro e o ferro; óxidos metálicos, como o óxido de

níquel e o dióxido de silício e os nanomarcadores biológicos (KAUR; CHANDRA; KESHAVKANT, 2021; PASCHOALINO; MARCONE; JARDIM, 2010).

Na agricultura, as drásticas mudanças climáticas têm colocado a produção agrícola em risco. Dessa maneira, muitos nanomateriais estão sendo utilizados para reduzir estes impactos ambientais (IJAZ et al., 2023). As nanopartículas estão sendo incorporadas em formulações de nanopesticidas e nanofertilizantes, agindo no controle e prevenção de pragas, e aumentando a nutrição das plantas com a entrega controlada de fertilizantes e nutrientes (FRACETO et al., 2016; GHORMADE et al., 2011).

Para promover uma maior eficiência das plantas (maior absorção de água e nutrientes), as nanopartículas agem formando microporos nos tecidos vegetais, o que facilita a absorção de água e nutrientes pelas raízes, e parte aérea das plantas (RICO et al., 2011). Também possibilita a proteção contra as adversas condições climáticas, resultando em tolerância ao estresse, e no melhor desenvolvimento e rendimento das culturas (ZUCOLOTTI; SINTRA, 2022).

Além disso, as nanopartículas podem ser utilizadas para a produção de nanosensores, que avaliam parâmetros de interesse no solo, detectando possíveis poluentes e patógenos (GHORMADE et al., 2011). Portanto, o seu uso pode contribuir com métodos de produção ecologicamente corretos, reduzindo os impactos causados pela agricultura ao ambiente. Pois, ao passo que permite a prevenção ou o tratamento de patógenos nas plantas, por exemplo, reduz o uso de defensivos nas lavouras (FRACETO et al., 2016), sendo uma alternativa sustentável (PEREIRA et al., 2021).

2.6.1 Nanotubos de carbono

Sintetizados em 1991 por Iijima, os nanotubos de carbono (NTC) são estruturas de carbono formando folhas de grafite enroladas no formato de um tubo. A quantidade de folhas que possuem um NTC dá origem aos nanotubos de parede única (uma folha) e de paredes múltiplas (várias folhas) (IJIJIMA, 1991). Possuem diâmetros de um até dezenas de nanômetros, e comprimento variando de micrômetros a milímetros, onde os átomos de carbono formam ligações do tipo covalente entre si (IJAZ et al., 2023).

No campo, devido ao tamanho nanométrico e a grande reatividade bioquímica, o nanotubo de carbono é facilmente absorvido pelas raízes das plantas; também podem penetrar pelos estômatos, pela epiderme das folhas e nas sementes (IJAZ et al., 2023). Em seu estudo, Abodalam et al. (2022) relataram que sementes germinadas de trigo,

embebidas em solução de nanotubo de carbono de paredes múltiplas, aumentaram o desenvolvimento de raízes e da biomassa vegetal.

Os efeitos dos nanotubos de carbono nos vegetais variam para cada espécie, forma e local de aplicação (KHODAKOVSKAYA et al., 2013; LAHIANI et al., 2013). Andrade et al. (2017), estudaram os efeitos dos nanotubos de carbono na germinação das sementes e no crescimento inicial da Alface Regina de Verão (*Lactuca sativa* L.). Notou-se uma relação favorável do NTC na germinação das sementes, no crescimento inicial e no desenvolvimento destas plantas. Essa melhoria está relacionada com a indução de aquaporinas, aumentando a eficiência de absorção de água e nutrientes (ferro e cálcio) pelas plantas (DITTA; ARSHAD 2016).

De acordo com estudos recentes, a embebição das sementes de mostarda indiana na solução de nanotubos de paredes múltiplas (MWCNT), promoveu melhorias na uniformidade e na taxa de germinação; tal como aceleração no desenvolvimento de raízes e brotações. Em tomateiros produzidos no sistema hidropônico, quando aplicados diretamente sob as folhas, os MWCNT promovem a atividade fotossintética, contribuindo com o crescimento e a produção (IJAZ et al., 2023).

Portanto, a utilização de nanomateriais constitui um importante campo de pesquisa, com uma ampla variedade de aplicações. Proporciona impactos benéficos em diversas áreas, principalmente na agricultura (ZUCOLOTTI; SINTRA 2022). Porém, são raros os trabalhos e pesquisas envolvendo o uso dos nanomateriais na produção de flores e plantas ornamentais.

Dessa forma, mais estudos devem ser realizados a fim de avaliar os efeitos e benefícios que os nanomateriais podem proporcionar para o segmento de plantas ornamentais. Sendo muito importante avaliar seu impacto na germinação, crescimento das plantas e no rendimento da produção. Além disso, esse aspecto inovador pode ser um incentivo para pesquisas futuras no segmento de ornamentais.

2.6.2 Banho ultrassônico

O banho ultrassônico é uma técnica de limpeza, que utiliza um equipamento composto por tanque e um gerador de ultrassom, que produz vibrações de alta frequência, capaz de remover contaminantes e impurezas de objetos, quando estes são colocados no tanque, com um meio líquido que pode ser água, ou outro líquido de limpeza. As

vibrações formadas causam a implosão de bolhas no líquido (cavitação), removendo através do atrito, a sujeira dos objetos (FOSCHI et al., 2023).

A técnica descrita acima é muito utilizada em indústrias de eletrônicos e automotivos, em clínicas médicas e odontológicas, devido à sua capacidade de limpeza minuciosa em objetos sensíveis. Na agricultura, o banho ultrassônico tem se destacado como uma técnica inovadora, sendo utilizada em sementes para promover a quebra de dormência, a tolerância a metais tóxicos, na extração de óleos e otimizando a germinação e crescimento inicial de plântulas (VENÂNCIO; MARTINS, 2019; RAO et al., 2019).

Outro benefício do banho ultrassônico é a capacidade de acelerar o processo de embebição das sementes. As vibrações ultrassônicas ajudam a quebrar as barreiras do tegumento da semente, permitindo uma absorção mais rápida e eficiente de água e nutrientes; resultando numa maior porcentagem de germinação e estande uniforme. Além disso, o banho em ultrassom é uma técnica de baixo custo, de fácil manipulação, e não gera resíduos tóxicos ao meio ambiente (RAO et al., 2019; VENÂNCIO; RODRIGUES; MARTINS, 2016).

Em espécies ameaçadas de extinção, a imersão em banho ultrassônico pode ajudar especialmente aquelas que dependem da germinação das sementes para a sua reprodução e propagação. Não há trabalhos científicos e nem literatura sobre o banho ultrassônico em sementes de plantas ornamentais, nativas e/ou sob risco de extinção. Portanto, essa técnica pode ser aplicada para melhorar a germinação destas espécies, já que suas sementes podem apresentar dormência ou problemas de germinação, devido às características específicas da própria espécie, e/ou às condições do ambiente, como é o caso de *Seemannia sylvatica*.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório Central de Pesquisa em Sementes - LCPS e no Horto Botânico, ambos localizados no Departamento de Agricultura/Escola de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Lavras - UFLA, na cidade de Lavras, em Minas Gerais. As imagens foram realizadas no Laboratório de Botânica Estrutural, localizado no Departamento de Biologia da UFLA.

Foram coletadas em outubro de 2022 as cápsulas com sementes de *Seemannia sylvatica* (máximo do potencial de maturação fisiológica), ainda conectada à planta,

cultivada em estufa no Horto Botânico da UFLA. Elas foram armazenadas em sacos de plástico tipo PVC e colocadas na geladeira convencional sob temperatura entre 4 °C - 10 °C, até o início dos experimentos.

As sementes foram retiradas das cápsulas manualmente e peneiradas para a remoção de impurezas. Antes da realização de cada teste e experimento, as sementes passaram por lavagem em solução de hipoclorito de sódio a 1% mais água destilada, para a desinfestação; onde ficaram imersas por um minuto. Logo, foram lavadas mais três vezes com água destilada pura, sobre peneira de tecido voal, a fim de retirar qualquer resíduo e/ou impureza e colocadas sobre papel toalha para secagem por 30 minutos, para a realização das seguintes avaliações:

3.1 Caracterização da semente

A caracterização física das sementes foi conduzida em laboratório, utilizando-se 50 sementes escolhidas aleatoriamente. Como se tratava de uma semente muito pequena, primeiro realizou-se a captura das imagens com o estereomicroscópio da Nikon®, modelo SMZ745T, utilizando-se o zoom de ampliação em 2.0x e 4.0x.

Em seguida realizou-se a determinação das características externas: cor; forma; textura e dimensões (comprimento e largura) da semente. Para obter os dados referentes às dimensões, utilizou-se o programa ImageJ, onde primeiramente foi necessário calibrar a régua para a escala dos milímetros, e depois realizou-se as medições das imagens das sementes.

A partir das imagens obtidas, foi possível realizar análises colorimétricas através do software Adobe Color. Foram extraídos os parâmetros L^* (adimensional); a^* (adimensional) que para valores positivos indica o espectro vermelho e valores negativos indicam o espectro verde; b^* (adimensional) que para valores positivos indica o espectro amarelo e valores negativos indicam o espectro azul; e o ângulo hue que foi calculado através da fórmula $h^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*)$.

3.1.1 Peso de mil sementes e número de sementes por grama

Conforme as recomendações das Regras para Análise de Sementes - RAS, o peso de mil sementes deve ser obtido através da contagem de oito repetições de 100 sementes (BRASIL, 2009). Porém, como as sementes de *S. sylvatica* eram muito pequenas e não

apresentaram peso para as 100 sementes, foi realizada a contagem de 200 sementes em quatro repetições. Depois elas foram pesadas em uma balança analítica e sendo anotados os valores dos pesos obtidos em cada uma das quatro repetições, e assim estimou-se o peso das mil sementes.

Já para estimar o número de sementes por grama, foi pesado 0,10 grama da semente em dez repetições, e com o auxílio da lupa de bancada, realizou-se a contagem do número de sementes correspondentes a este peso. Em seguida, foi possível estimar o número de sementes correspondente em um grama.

3.2 Teste de germinação: efeito da temperatura

Para avaliar o processo germinativo, no laboratório, após a desinfestação das sementes, utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes para cada temperatura (20 °C, 25 °C e 30 °C). Elas foram semeadas em caixas de acrílico transparente tipo gerbox, sobre substrato papel mata-borrão branco, umedecidos com água destilada, na quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato papel seco.

As sementes foram dispostas na gerbox com auxílio de um palito de madeira com ponta fina e lupa articulada de bancada, com capacidade de aumento em quatro vezes. As gerboxs foram tampadas e lacradas com papel filme e acondicionadas em câmaras climatizadas tipo B.O.D por 20 dias, com temperaturas constantes de 20 °C, 25 °C e 30 °C, e fotoperíodo de 24 horas.

Para a obtenção do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) (MAGUIRE, 1962), e como não há dados sobre a germinação dessa espécie, o número de sementes germinadas foi monitorado diariamente com o auxílio da lupa e os resultados expressos em sementes/dia. A primeira contagem de germinação foi estabelecida aos nove dias após a semeadura, para a obtenção da porcentagem (%) de germinação inicial (protrusão radicular); e aos 20 dias para obtenção da % de germinação final e % de plântulas normais. Foram consideradas plântulas normais, as que possuíam radícula, hipocótilo ereto e no mínimo um par de folhas.

Para obter o comprimento de raiz, foram escolhidas aleatoriamente dez plântulas de cada repetição, e em seguida realizou-se a medição com régua milimetrada. Também foi realizada a contagem de fungos presentes em todas as repetições, e em seguida estimou-se a média.

3.3 Teste de germinação: efeito do fotoperíodo

Para determinar o melhor período de exposição à luz dessa espécie, realizou-se em laboratório, o teste de fotoperíodo com quatro repetições de 50 sementes para cada fotoperíodo testado (0, 8, 16 e 24 horas constantes de luz diária). As sementes foram semeadas em gerbox, sobre substrato papel mata-borrão, umedecidos com água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato papel seco. Em seguida, as gerboxs foram acondicionadas em câmaras climatizadas tipo B.O.D por 20 dias, na temperatura constante de 25 °C e nos quatro fotoperíodos testados.

O número de sementes germinadas foi monitorado diariamente com o auxílio da lupa. A primeira contagem de germinação, o IVG, a % de germinação final e a % de plântulas normais, foram obtidos conforme descrito no item anterior (3.2).

3.4 Teste de emergência de plântulas

3.4.1 Teste em laboratório

Foi conduzido em laboratório com quatro repetições de 50 sementes para cada substrato. As sementes foram semeadas em gerboxs preenchidas com 2/3 da capacidade do seu volume, com os substratos: Substrato Vegetal® - SV, Carolina Soil® - CSC, areia e vermiculita, que foram umedecidos com água destilada.

Para estimar a quantidade de água destilada utilizada, primeiramente pesou-se 500 gramas de cada substrato. Logo, cada um dos substratos foi colocado em papel filtro (coador de papel), adicionando-se uma determinada quantidade de água, o suficiente para umedecer todo o substrato. Após 15 minutos, todo o excesso de água foi drenado e o volume anotado. Posteriormente, realizou-se a diferença deste volume com a quantidade de água que ficou retida no substrato (BRASIL, 2009), obtendo-se a quantidade de água ideal para umedecer cada um dos substratos.

As sementes foram semeadas sobre os substratos, e após a semeadura, as gerboxs foram acondicionadas em câmaras climatizadas tipo B.O.D por 20 dias, na temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 24 horas. Os substratos foram borrifados com água destilada a cada três dias, a fim de conservá-los sempre úmidos.

A avaliação do número de plântulas emergidas (plântulas acima do solo com o primeiro par de folhas), foi realizada diariamente para a obtenção do Índice de Velocidade

de Emergência (IVE) (MAGUIRE, 1962) e os resultados expressos em plântulas/dia; no nono dia para a obtenção da % de emergência inicial, e no vigésimo dia para a obtenção da % de emergência final e % de plântulas normais.

3.4.2 Teste em casa de vegetação

Foram semeadas 400 sementes em duas bandejas plásticas (200 em cada), preenchidas com $\frac{2}{3}$ da capacidade do seu volume com o substrato comercial CSC - Carolina Soil®. A metade das sementes foi colocada sobre o substrato em uma das bandejas, e em seguida cobriu-se com uma fina camada de substrato. Na outra bandeja, foi semeado o restante das sementes, e essas não foram cobertas com substrato.

As bandejas foram colocadas na bancada em casa de vegetação, e o substrato irrigado a cada dois dias, a fim de conservá-lo sempre úmido. As avaliações foram realizadas diariamente, para obter características sobre a germinação dessa espécie fora do ambiente controlado de laboratório.

3.5 Teste de armazenamento da semente

Este teste foi realizado para avaliar o processo germinativo das sementes após um ano de armazenamento em saco plástico tipo PVC, e colocadas em geladeira convencional. No laboratório, após a desinfestação das sementes, utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes, que foram semeadas em caixas de acrílico transparente tipo gerbox, sobre substrato papel mata-borrão branco, umedecidos com água destilada, na quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato papel seco.

Logo, as sementes foram colocadas na gerbox da mesma forma como mencionado no item 3.2. As gerboxs foram acondicionadas em câmara climatizada tipo B.O.D por 20 dias, na temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 24 horas. As avaliações das sementes foram feitas conforme detalhado no item 3.2.

3.6 Exposição das sementes a nanotubo de carbono em banho ultrassônico

Nesse experimento foram utilizadas as sementes de *S. sylvatica* que ficaram armazenadas por um ano. No laboratório, foram pesadas 18 mg dessas sementes e colocadas em nove tubos eppendorf (cada um com 2 mg de sementes). Na micropipeta

mediu-se 4,8 microlitros da solução de nanotubo de carbono (NTC), na concentração de 0,2 mg/L que foram colocados em um béquer com 23,995 ml de água destilada e homogeneizados.

Logo, colocou-se 2 ml da solução em cada um dos quatro tubos eppendorf com as sementes, e nos outros cinco foram colocados somente água destilada. Esses tubos, com exceção de um que foi o controle, foram imersos no banho ultrassônico com frequência constante de 40 KHz. A cada intervalo de tempo (5, 10, 15 e 20 minutos) foram retirados da imersão dois tubos eppendorf (um com a água destilada e outro com o NTC).

Posteriormente, as sementes foram coadas em papel filtro, e deixadas em papel toalha por 20 minutos para secagem. Depois, as sementes foram semeadas em gerbox, sobre substrato papel mata-borrão branco, umedecidos com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato papel seco. As gerboxs foram acondicionadas em câmara climatizada tipo B.O.D por 20 dias, com temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 24 horas de luz diária. Todas as avaliações foram feitas conforme detalhado no item 3.2.

3.7 Teste de produção de mudas em cuias

Para determinar o melhor preenchimento de vaso da espécie estudada, e apresentar um produto para o mercado ornamental, realizou-se em estufa de vegetação, o teste de produção de mudas em cuias. Para isso, foram coletadas dos canteiros (diretamente do solo), mudas de 4 a 5 cm de comprimento e com raízes bem definidas. Utilizou-se cuias de plástico número 28, litragem 3 L e com 28 cm de diâmetro, preenchidas com substrato comercial HT hortaliças®.

As mudas foram transplantadas para as cuias com a seguinte disposição: sete vasos com três mudas cada; sete vasos com quatro mudas cada e sete vasos com cinco mudas cada, a fim de avaliar o preenchimento mais uniforme do vaso. Após o plantio, os vasos foram dispostos por seis meses em bancada na estufa de mudas do Horto Botânico da UFLA, com irrigação automática duas vezes ao dia (pela manhã e à tarde).

Na última avaliação (aos seis meses), para a obtenção da altura das mudas, utilizou-se uma régua milimetrada, onde foi possível estimar a média de altura das plantas nos vasos. Para obter dados sobre o preenchimento dos vasos, foram realizadas imagens a 60 cm de distância de cada vaso, e através do aplicativo Canopeo®, realizou-se a análise das imagens e a quantificação em porcentagem do dossel da vegetação.

Para a avaliação do tempo que as flores permaneceram abertas, foram marcados com fita de papel, dez botões florais (antes da abertura), escolhidos aleatoriamente entre as cuias. Após a abertura, as flores foram monitoradas diariamente e anotado quantos dias elas permaneceram abertas até sua senescência. Em seguida, estimou-se a média em dias da duração da flor.

3.8 Delineamento estatístico

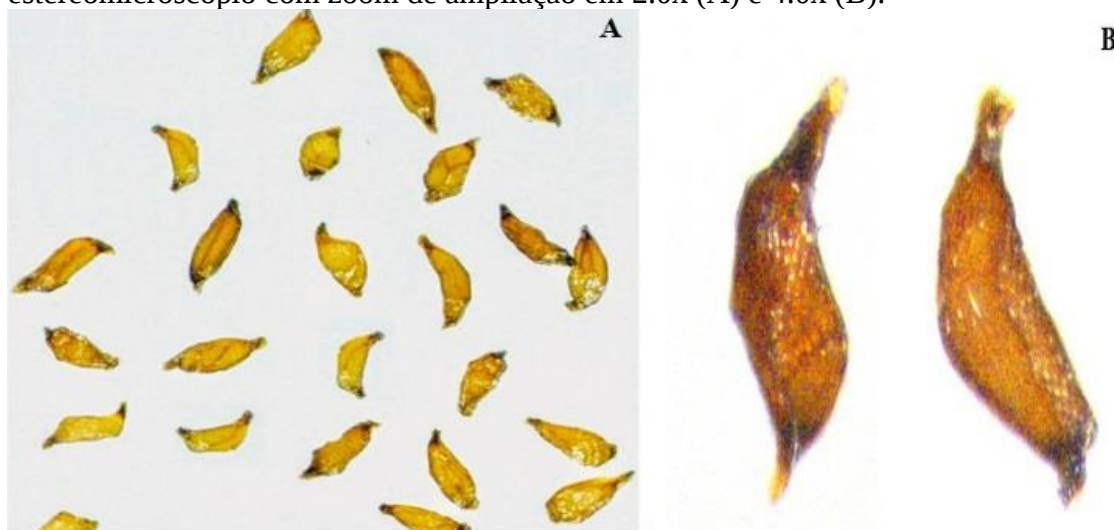
O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC). Foi utilizado fatorial simples com quatro repetições para todos os testes e experimentos. O teste de temperatura foi composto por três tratamentos (20, 25 e 30 °C); fotoperíodo com quatro tratamentos (0, 8, 16 e 24 horas de luz); emergência de plântulas em laboratório com quatro tratamentos (CSC, SV, vermiculita e areia); banho ultrassônico composto por dois tratamentos (água destilada e nanotubo de carbono); armazenamento composto por dois tratamentos (0 meses e 12 meses) e cuias compostas por três tratamentos (3, 4 e 5 unidades por recipiente). Os dados foram submetidos ao teste de Skott Knott para comparação das médias a 5% de significância pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização morfológica da semente

A semente de *Seemannia sylvatica* possui formato elíptico com afinamento nas extremidades e funículo reduzido. O tegumento externo é brilhante e com estrias, assemelhando-se a pequenas cavidades ao longo de toda sua estrutura, conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Aspectos morfológicos das sementes de *Seemannia sylvatica*, vistos através de estereomicroscópio com zoom de ampliação em 2.0x (A) e 4.0x (B).



Fonte: Da autora (2023).

De acordo com as análises colorimétricas dessas sementes, foi possível descrever e quantificar seus padrões colorimétricos, com os seguintes resultados de parâmetros (Tabela 1): parâmetro L' (luminosidade) com valor igual a 60 demonstrando que as sementes possuem cores mais translúcidas, conferindo tons mais vibrantes; o parâmetro a* com valor de 12, indicando a tendência da cor da semente ir para o espectro do vermelho; o parâmetro b* de 38, indicando mais nuances de amarelo; e o ângulo hue com valor de 72°, comprovando que a cor dessas sementes estão dentro do espectro vermelho e amarelo, tendendo para a cor amarelo.

Tabela 1 - Valores médios de L', a*, b* e ângulo hue das sementes de *Seemannia sylvatica*.

Semente	Valor L'	Valor a*	Valor b*	Ângulo hue
<i>Seemannia sylvatica</i>	60 ± 1	12 ± 1	38 ± 2	72 ± 1

Fonte: Da autora (2024).

O peso de mil sementes de *Seemannia sylvatica* foi em média 3,4 mg, o que permitiu inferir, que em um grama contém aproximadamente 294.000 mil sementes. Elas são muito pequenas, apresentando comprimento médio de 0,44 mm e largura média de 0,12 mm.

Cápsulas secas e pequenas, com numerosas sementes diminutas que possuem formato elíptico ou poligonal, testa estriada ou ligeiramente enrugadas, de coloração castanho claro a escuro, e funículo delgado, são características comuns presentes na

família Gesneriaceae (HINOSHITA; ARAÚJO; GOLDENBERG, 2018; WEBER; CLARK; MOLLER, 2013).

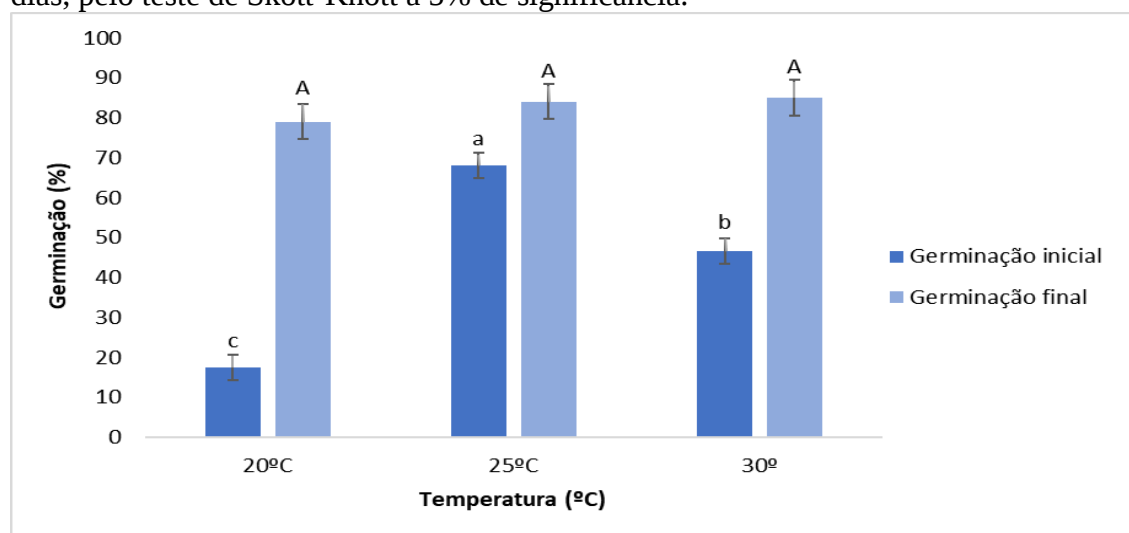
Sousa (2023) obteve resultados semelhantes ao estudar a caracterização e a germinação de *Sinningia speciosa* (Gesneriaceae). Ele caracterizou morfológicamente as sementes desta espécie, que apresentaram coloração castanha, formato elíptico, com pequenas estrias ao longo de sua estrutura, comprimento médio de 0,6 mm e largura média de 0,4 mm.

As sementes desta família são muito pequenas, e geralmente apresentam menos de 1 mm de comprimento e 0,5 mm de largura; a forma pode variar até certo ponto dentro de uma mesma cápsula, mas o formato elipsoidal é dominante (HINOSHITA; ARAÚJO; GOLDENBERG, 2018; WEBER; CLARK; MOLLER, 2013). Estas características corroboram com as observadas para as sementes de *S. sylvatica*.

4.2 Teste de germinação: efeito da temperatura

A germinação das sementes de *Seemannia sylvatica* foi classificada como epígea, e após a sementeira, ela tem início aos sete dias na temperatura de 25 °C, e nove dias nas temperaturas de 20 e 30 °C, quando a radícula rompe os tegumentos da semente. Observou-se germinação em todas as temperaturas avaliadas (20, 25 e 30 °C). Elas apresentaram médias com diferenças significativas, conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Porcentagens de germinação inicial (9 dias) e final (20 dias), das sementes de *Seemannia sylvatica* em três diferentes temperaturas (20, 25 e 30 °C). Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente aos 9 dias e maiúscula aos 20 dias, pelo teste de Skott-Knott a 5% de significância.



Fonte: Da autora (2024).

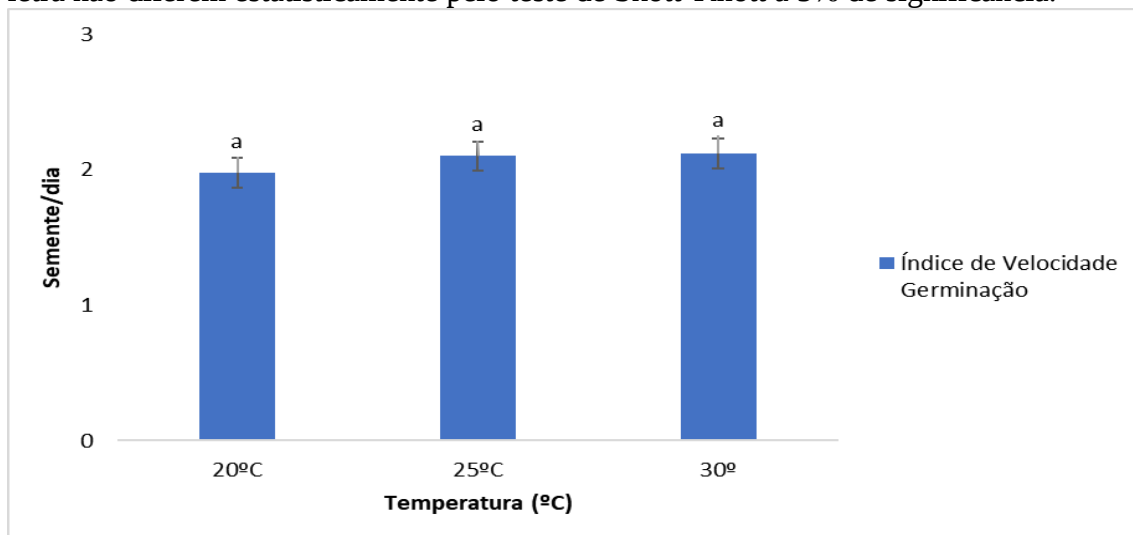
No terceiro dia após a semeadura, as sementes na temperatura de 25 °C apresentavam-se embebidas com coloração enegrecidas (considerou-se embebidas, as sementes que ao absorver água, apresentaram mudanças físicas como aumento de tamanho e mudança de cor, mas que não iniciaram o processo de germinação). O primeiro par de folhas surgiu aos nove dias para esta mesma temperatura. Já as sementes mantidas nas temperaturas de 20 °C e 30 °C, apresentaram embebição aos seis dias, e primeiro par de folhas mais tardio, somente aos 12 dias.

A germinação inicial foi maior e mais rápida aos 25 °C. Portanto, esta foi a temperatura considerada ótima para que haja a germinação dessa espécie. Resultados semelhantes foram obtidos no estudo da germinação de *Sinningia elatior* (Gesneriaceae), onde na temperatura de 25 °C houve maior velocidade de germinação, iniciando-se aos seis dias. Nas demais temperaturas (20 e 15 °C), o início da germinação foi mais tardio, aos nove e dezoito dias respectivamente (SANTOS & SANTOS, 2011).

As sementes apresentam comportamento variável em diferentes temperaturas. Este fator altera os processos bioquímicos, como a absorção de água e reações metabólicas. A temperatura é considerada ótima, quando proporciona maior germinação em menos tempo. Temperaturas muito acima ou abaixo da ideal influenciam negativamente a velocidade de germinação. As sementes possuem capacidade germinativa com limites bem definidos, característicos de cada espécie (ALVES; SILVA; CÂNDIDO, 2015).

Na avaliação final (aos 20 dias), não houve diferença estatística para a variável % de germinação final. Foram alcançados valores próximos a 80% de germinação, nas três temperaturas testadas (FIGURA 5). O mesmo foi observado para o Índice de Velocidade de Germinação (IVG), que apresentou em média duas sementes germinadas por dia, conforme apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *Seemannia sylvatica* em três diferentes temperaturas (20, 25 e 30°C). Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Skott-Knott a 5% de significância.

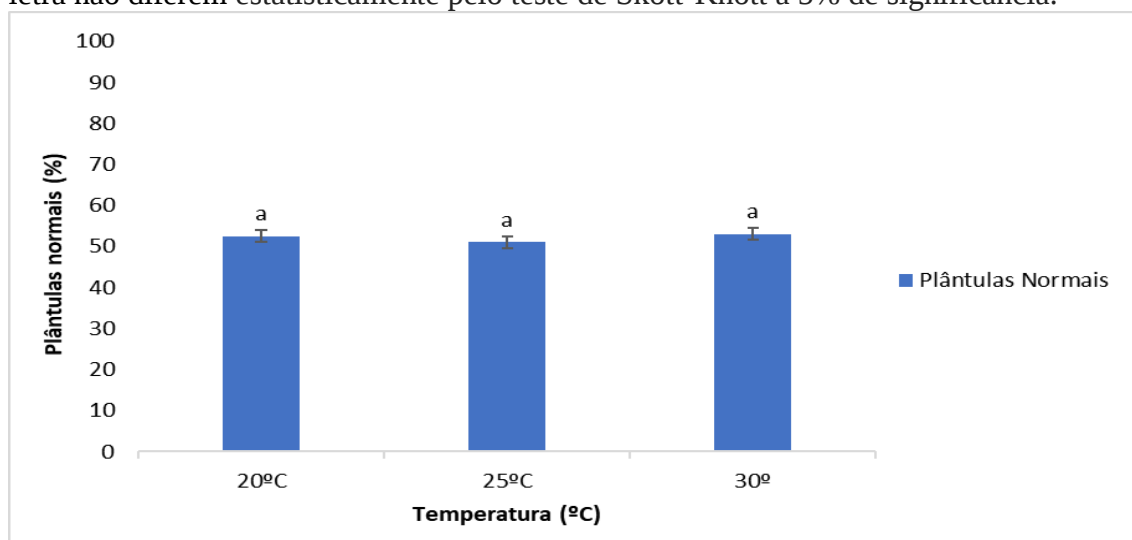


Fonte: Da autora (2024).

Portanto, nesta espécie a diferença de temperatura influenciou somente a germinação inicial. Aos 20 dias de germinação, foi possível observar plântulas fanerocotiledonares, compostas por: radícula milimétrica de cor branca; hipocótilo reto, cilíndrico e de coloração branco-esverdeado; e um par de folíolos na cor verde claro com formato oval.

As características citadas acima foram consideradas para a variável porcentagem de plântulas normais, sendo para este experimento observada a formação de 51% de plântulas normais para as três diferentes temperaturas testadas (FIGURA 7). As radículas apresentaram em média 1 mm de comprimento, e não diferiram nas diferentes temperaturas. A contaminação por fungos (42%) também não diferiu significativamente nas três diferentes temperaturas.

Figura 7 - Porcentagem de plântulas normais de *Seemannia sylvatica*, após 20 dias de semeadura em três diferentes temperaturas (20, 25 e 30 °C). Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Skott-Knott a 5% de significância.

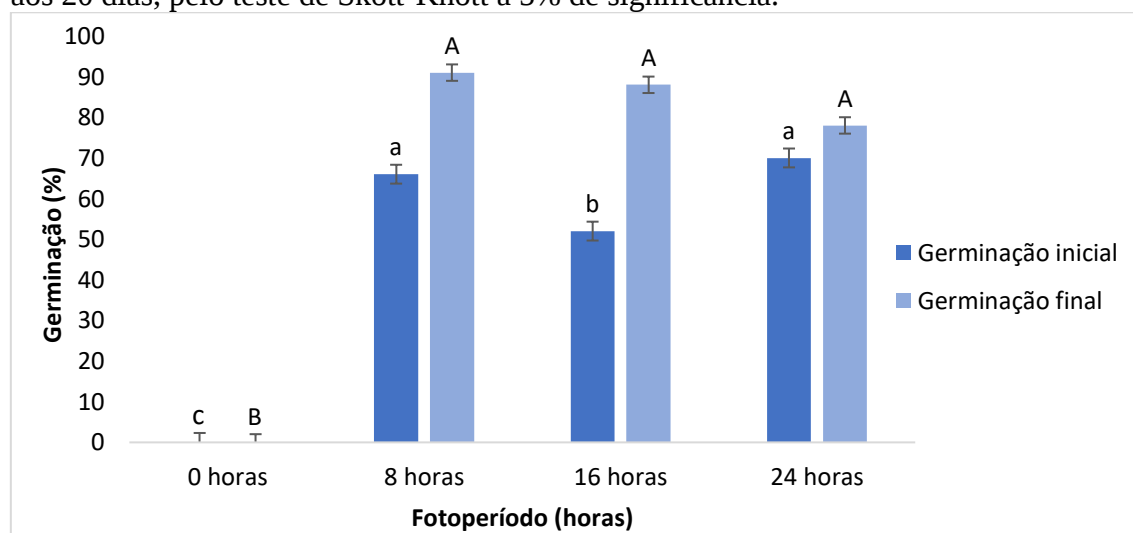


Fonte: Da autora (2024).

4.3 Teste de fotoperíodo

As sementes de *Seemannia sylvatica* foram caracterizadas como fotoblásticas positivas, pois necessitam de luz para germinar; visto que nenhuma das sementes mantidas no fotoperíodo escuro contínuo germinaram. Observou-se germinação no sétimo dia após a semeadura para os fotoperíodos de 8 e 24 horas de luz e ambos não diferiram estatisticamente entre si, apresentando em média 68% de germinação inicial. Já no fotoperíodo de 16 horas, a germinação iniciou-se mais tardiamente (aos nove dias), com 52% de germinação, diferindo significativamente dos demais fotoperíodos testados (FIGURA 8).

Figura 8 - Porcentagens de germinação inicial (9 dias) e final (20 dias), das sementes de *Seemannia sylvatica* em quatro diferentes fotoperíodos (0, 8, 16 e 24 horas). Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente aos 9 dias e maiúscula aos 20 dias, pelo teste de Skott-Knott a 5% de significância.



Fonte: Da autora (2024).

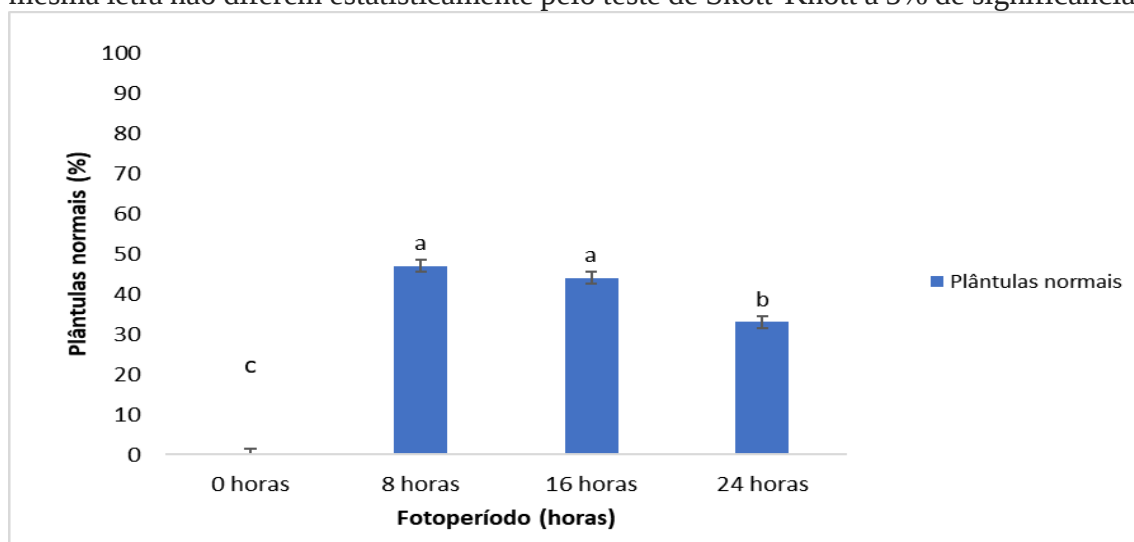
Dados semelhantes para as espécies *Paliavana sericiflora* Benth, *Sinningia rupicola* e *Sinningia elatior*, foram encontrados por Ranieri et al. (2007) e Santos e Santos (2011). Estas espécies pertencem à família Gesneriaceae, possuem diminutas sementes, são fotoblásticas positivas e não germinaram quando colocadas no escuro contínuo, apresentando fotoperíodo ideal de 12 horas de luz diária.

Sendo assim, a semente de *Seemannia sylvatica* necessita de exposição à luz para que ocorra a sua germinação. Essa característica pode estar relacionada com a adaptação em seus habitats de áreas abertas, onde há maior presença de luz; bem como o tamanho das sementes, já que sementes pequenas, na maioria das vezes são fotoblásticas positivas (ARAÚJO et al., 2020; SILVA et al., 2014).

Aos 20 dias, na germinação final, não houve diferenças significativas nos fotoperíodos de 8, 16 e 24 horas de luz, com média de 86% (FIGURA 8). O Índice de Velocidade de Germinação (IVG), também não diferiu nestes fotoperíodos, apresentando em média duas sementes germinadas por dia, corroborando com os resultados encontrados no experimento de temperatura.

Para a variável porcentagem de plântulas normais, observaram-se diferenças significativas no fotoperíodo de 24 horas de luz, que apresentou média inferior (33%). Os fotoperíodos de 8 e 16 horas de luz, não diferiram estatisticamente entre si, com média de 46%, conforme demonstrado na Figura 9.

Figura 9 - Porcentagem de plântulas normais de *Seemannia sylvatica*, após 20 dias de semeadura em quatro diferentes fotoperíodos (0, 8, 16 e 24 horas). Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Skott-Knott a 5% de significância.



Fonte: Da autora (2024).

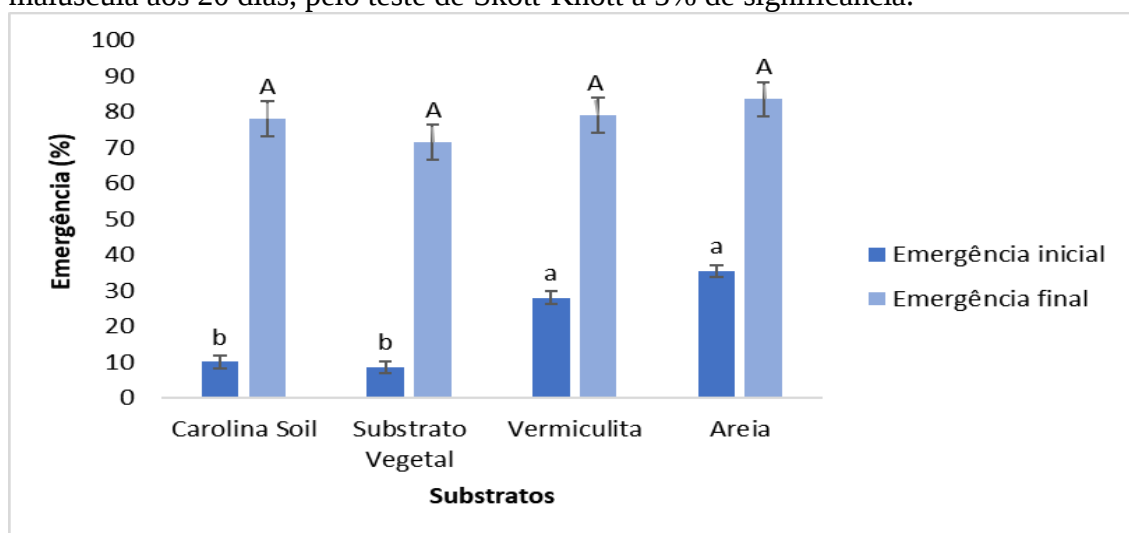
Os resultados deste teste demonstraram que no período de 8 horas de luz por dia, obteve-se a germinação inicial mais rápida (aos 7 dias) quando comparado ao fotoperíodo de 16 horas, uma boa germinação inicial (68%) e final (86%), e maior porcentagem de plântulas normais (46%), quando comparado ao fotoperíodo de 24 horas. Portanto, esse tempo de fotoperíodo foi o que apresentou todos os resultados (variáveis) sem diferenças significativas, e foi considerado o melhor para a espécie *Seemannia sylvatica*.

4.4 Teste de emergência de plântulas em diferentes substratos

4.4.1 Teste em laboratório

A emergência das plântulas de *Seemannia sylvatica* (plântulas acima do solo com o primeiro par de folhas) teve início aos nove dias após a semeadura e foi considerada baixa nos quatro substratos utilizados. Na Figura 10 é possível observar que houve diferenças significativas entre eles, onde Carolina Soil® - CSC e Substrato Vegetal® - SV são estatisticamente iguais, com médias de 9%; vermiculita e areia também não diferiram estatisticamente entre si, porém tiveram médias melhores (30%) de emergência inicial.

Figura 10 - Porcentagem de emergência inicial (9 dias) e final (20 dias), das sementes de *Seemannia sylvatica* em quatro diferentes substratos (CSC, SV, vermiculita e areia). Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente aos 9 dias e maiúscula aos 20 dias, pelo teste de Skott-Knott a 5% de significância.



Fonte: Da autora (2024).

A areia e a vermiculita foram os substratos com os melhores resultados na porcentagem de emergência inicial. Essa diferença significativa nos resultados, pode indicar que os substratos comerciais Carolina Soil® e o Substrato Vegetal® possuem algum componente em suas formulações (sais, pH) que causam toxicidade, dificultando a germinação inicial dessas sementes.

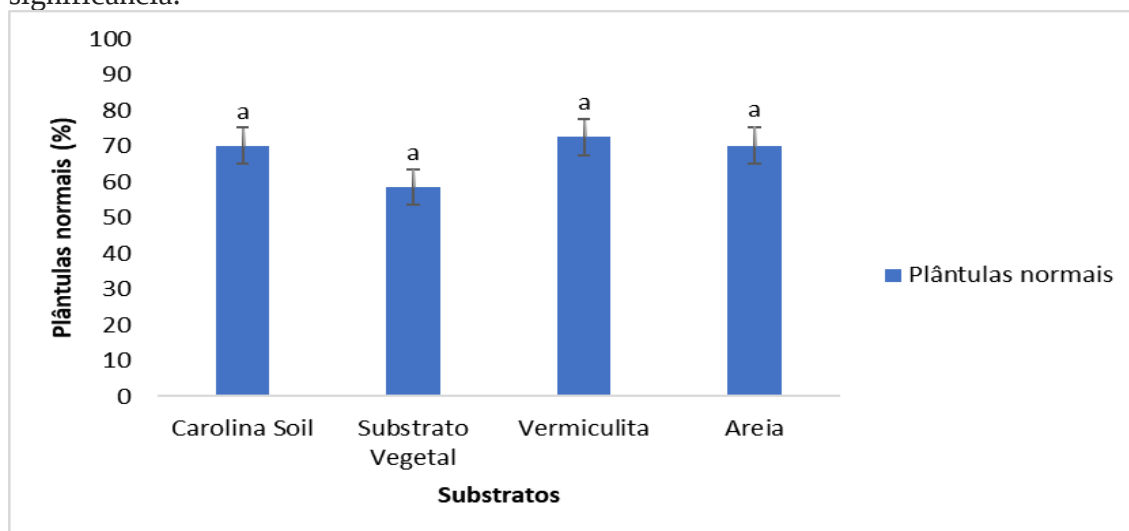
Trabalho realizado por Cavalcanti et al. (2020) testando diferentes substratos na germinação de *Sinningia aggregata* (Gesneriaceae), resultou em lenta emergência inicial de plântulas, quando utilizaram o substrato Carolina Soil®. Eles obtiveram baixa taxa de germinação na primeira contagem, e relacionaram esse fato a possíveis sais (mesmo que em pouca quantidade) encontrados nesses compostos.

Quando as sementes se encontram em substratos salinos, na fase de emergência, elas têm uma menor taxa de absorção de água, devido à diferença de concentração, ocorrendo a redução do potencial hídrico entre a semente e o substrato. Essa redução, mais os efeitos tóxicos dos sais, prejudicam o processo de absorção de água pelas sementes, atrasando a emergência inicial da plântula (FACCINI et al., 2008; NUNES et al., 2014).

Na avaliação final (aos 20 dias), não houve diferença estatística para a porcentagem de emergência de plântulas, com média de 78% nos quatro diferentes substratos (FIGURA 10). O mesmo ocorreu para o Índice de Velocidade de Emergência (IVE) que não diferiu estatisticamente, apresentando em média duas plântulas emergidas

por dia. Observa-se na Figura 11 e 11.1 que para a porcentagem de plântulas normais, também não houve diferenças estatísticas, com média de 68%.

Figura 11 - Porcentagem de plântulas normais de *Seemannia sylvatica*, após 20 dias de semeadura em quatro diferentes substratos (CSC, SV, vermiculita e areia). Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Skott-Knott a 5% de significância.



Fonte: Da autora (2024).

Figura 11.1 - Plântulas de *Seemannia sylvatica* após 20 dias de semeadura nos quatro diferentes substratos, (A) areia; (B) CSC; (C) vermiculita; (D) SV.



Fonte: Da autora (2023).

Trabalhos realizados com a espécie *Sinningia aggregata*, testando quatro diferentes substratos (terra, areia, vermiculita e Carolina Soil®) atingiram elevada porcentagem de plântulas emergidas (87%) para todos os substratos testados, na contagem final aos 30 dias. Os autores concluíram que essa alta emergência em todos os tratamentos demonstraram que *Sinningia aggregata* pode ser facilmente propagada por sementes (CAVALCANTI et al., 2020); corroborando com os resultados obtidos para a espécie *Seemannia sylvatica*.

4.4.2 Teste em casa de vegetação

Assim como no teste em laboratório, a emergência das plântulas de *Seemannia sylvatica* (plântulas acima do solo com o primeiro par de folhas), teve início aos nove dias após a semeadura, e foi considerada baixa. Já a emergência final (aos 20 dias) foi considerada alta. Somente houve emergência na bandeja onde as sementes não foram cobertas com o substrato (FIGURA 12).

Figura 12 - Plântulas de *Seemannia sylvatica* após 20 dias de semeadura no substrato CSC, onde as sementes não foram cobertas com o substrato.



Fonte: Da autora (2023).

Isso pode ser justificado, como uma estratégia adaptativa, o que impede a germinação de sementes muito pequenas na ausência de luz, como em locais profundos do solo ou em vegetações muito densas, por exemplo. Essas sementes requerem mais quantidade de luz na germinação, pois possuem pouco material de reserva, e precisam garantir o suprimento de energia para o crescimento inicial. Ocorrendo a germinação,

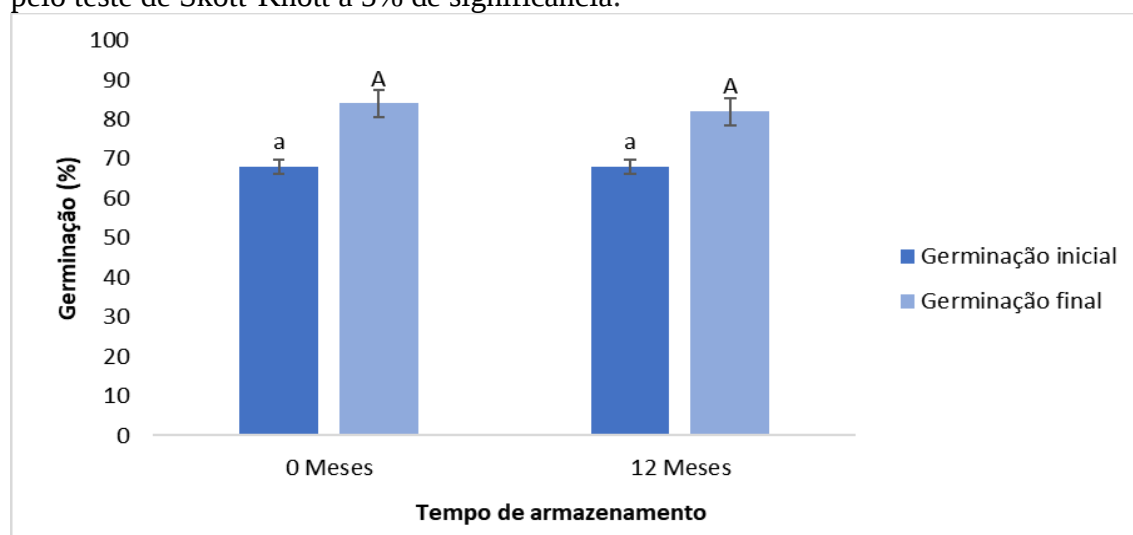
somente quando estão em locais favoráveis, como na superfície do solo (NUNES, et al., 2014; NOGUEIRA et al., 2012).

O substrato utilizado para cobrir as sementes de *S. sylvatica* pode ter limitado a quantidade de luz, causando a inibição da germinação. Esse fato corrobora com os dados obtidos no teste de fotoperíodo, confirmando que essas sementes são fotoblásticas positivas. Portanto, a luminosidade para essa espécie é essencial e pode servir como um sinal ambiental, indicando a presença de um local adequado ou não, para a sua germinação e crescimento das plântulas.

4.5 Armazenamento das sementes

Após um ano de armazenamento, as sementes de *S. sylvatica* tiveram sua embebição e germinação inicial mais tardias, quando comparado a antes do armazenamento, aos cinco e nove dias, respectivamente. O primeiro par de folhas também surgiu mais tarde, somente aos 13 dias após a semeadura. A porcentagem de germinação inicial se manteve, com médias iguais a 68%. O mesmo ocorreu para a germinação final (%), que não diferiram estatisticamente entre si, com médias de 84%, conforme demonstrado na Figura 13.

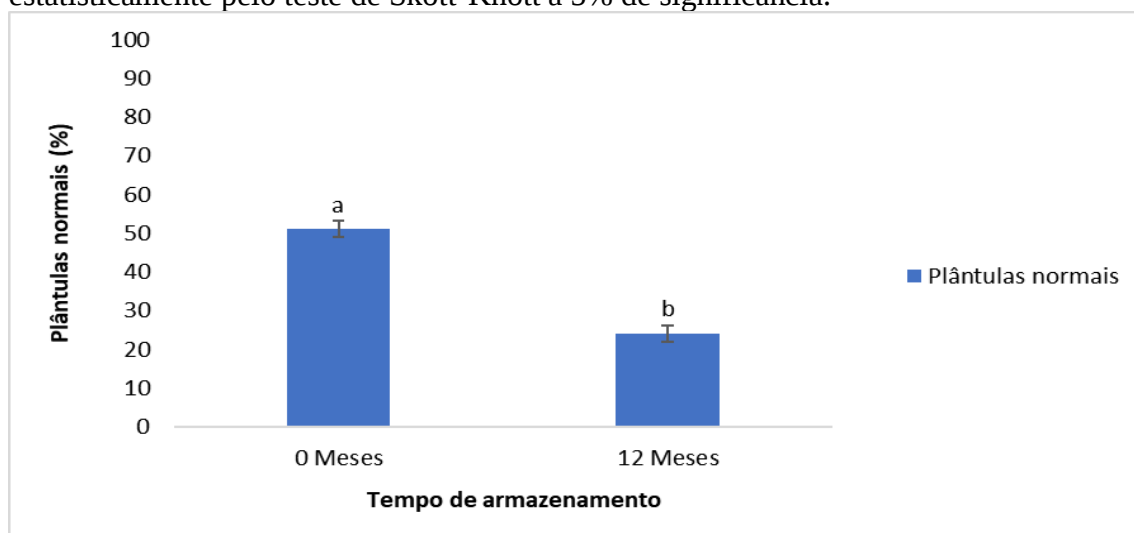
Figura 13 - Porcentagens de germinação inicial (9 dias) e final (20 dias), das sementes de *Seemannia sylvatica*, antes e após armazenamento de um ano. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente aos 9 dias e maiúscula aos 20 dias, pelo teste de Skott-Knott a 5% de significância.



Fonte: Da autora (2024).

A média do IVG se manteve em duas sementes germinadas por dia. Houve redução na porcentagem de plântulas normais, de 51% (sem armazenamento), para 24% (após armazenamento de 12 meses) diferindo estatisticamente entre si (FIGURA 14). Não houve alterações no tamanho das raízes, que apresentaram média de 1 mm de comprimento.

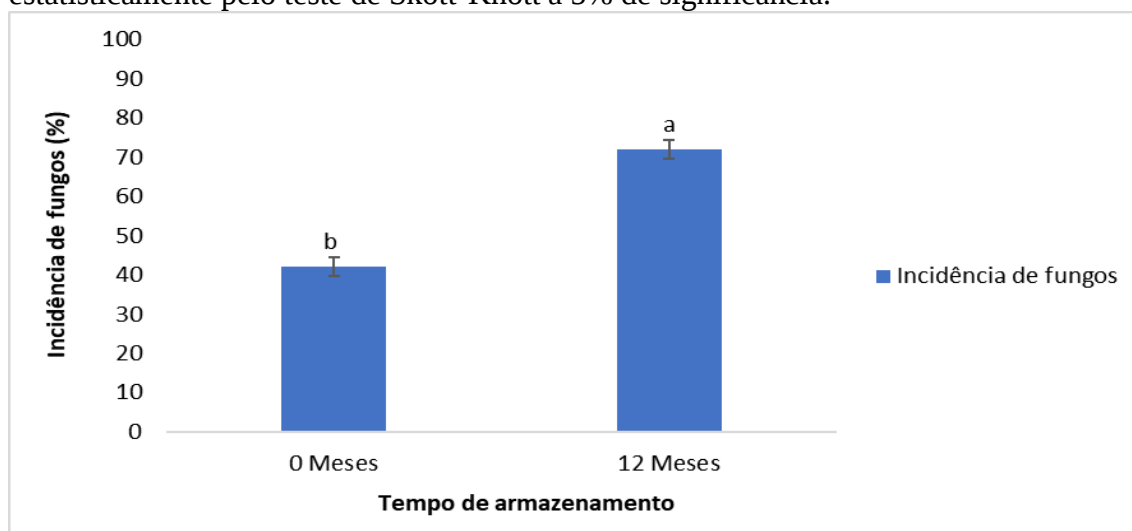
Figura 14 - Porcentagens de plântulas normais de *Seemannia sylvatica*, antes e após armazenamento de um ano. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Skott-Knott a 5% de significância.



Fonte: Da autora (2024).

Depois do armazenamento, observou-se nas sementes colocadas para germinar, maior incidência de fungos (72%) diferindo significativamente das sementes antes do armazenamento, que tiveram 42% de contaminação, conforme pode ser visto na Figura 15.

Figura 15 - Porcentagem de incidência de fungos nas sementes de *Seemannia sylvatica*, antes e após armazenamento de um ano. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Skott-Knott a 5% de significância.



Fonte: Da autora (2024).

Wang et al. (2023) observaram resultados semelhantes ao estudar o efeito de fungos na germinação de sementes e formação de plântulas de aveia. Concluíram que a presença de fungos nas sementes resultou em maior tempo de germinação (atraso), redução na capacidade germinativa e inibição na formação de plântulas normais. Os autores relacionaram esse fato com a perda de vigor, causada pela degradação dos nutrientes das sementes pelos fungos.

Dessa maneira, os resultados deste estudo com as sementes de *Seemannia sylvatica* demonstraram que o armazenamento interferiu na perda de vigor dessas sementes. Pois, apesar de germinarem e manterem sua porcentagem de germinação inicial e final, tiveram redução significativa na quantidade de plântulas normais e aumento significativo na contaminação por fungos.

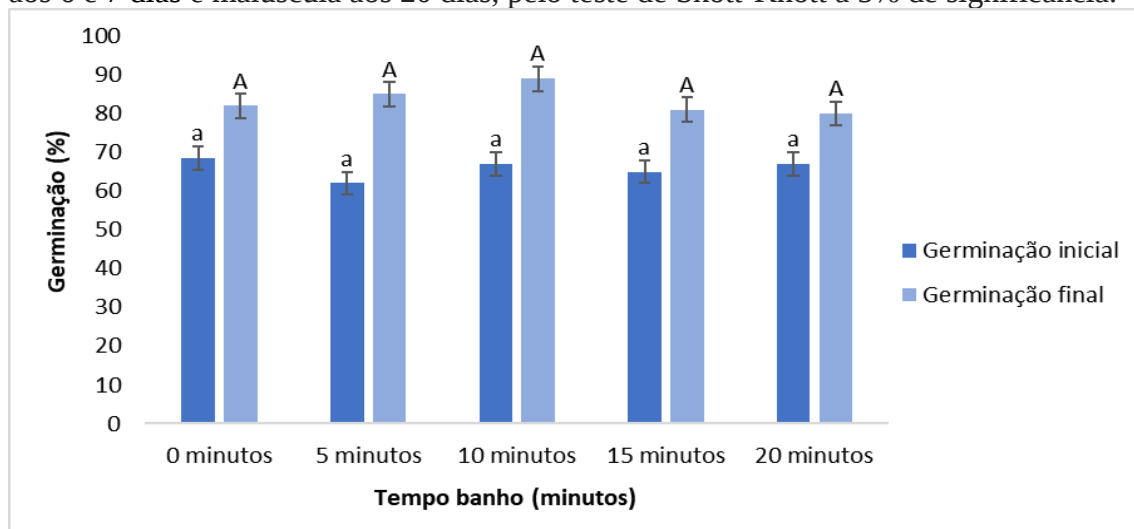
4.6 Experimentos com banho ultrassônico

4.6.1 Banho ultrassônico e água destilada

As sementes de *Seemannia sylvatica* que passaram pelo processo de banho ultrassônico (US) apresentaram embebição mais rápida (dois dias após a semeadura), e germinação inicial aos seis dias para os tempos de imersão de 5, 10, 15 e 20 minutos. O controle (0 minutos/sem banho) obteve sua embebição em cinco dias e germinação inicial aos nove dias. Todos os tempos de banho, incluindo o controle, apresentaram em média

65% de germinação inicial e não diferiram estatisticamente entre si, conforme descrito na Figura 16.

Figura 16 - Porcentagens de germinação inicial (6 e 9 dias) e final (20 dias), das sementes de *Seemannia sylvatica* em cinco tempos diferentes de banho ultrassônico (0, 5, 10, 15 e 20 minutos). Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente aos 6 e 7 dias e maiúscula aos 20 dias, pelo teste de Skott-Knott a 5% de significância.



Fonte: Da autora (2024).

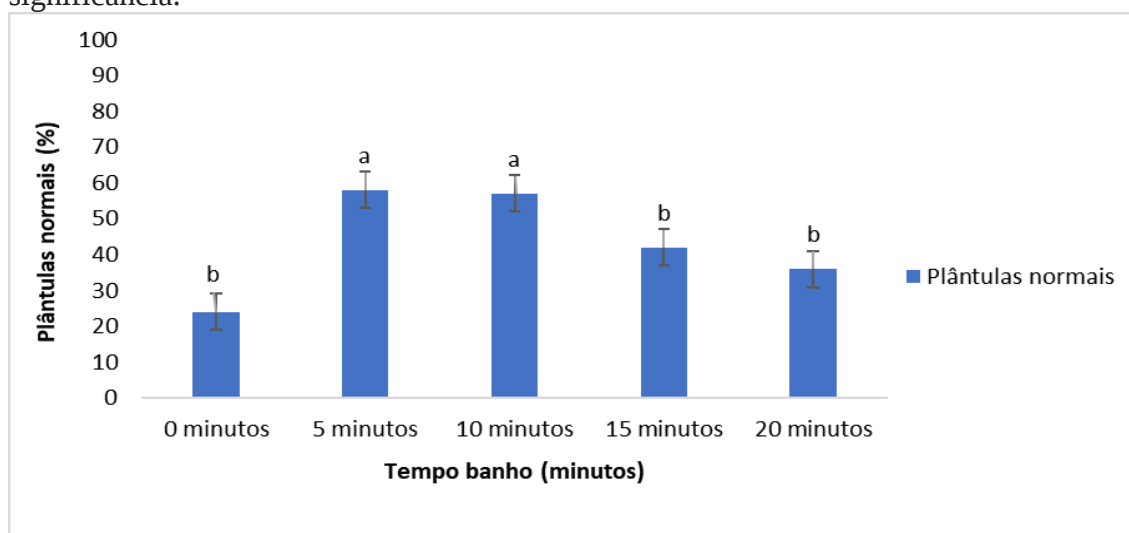
Resultados semelhantes foram obtidos no trabalho de Chen et al. (2012), que ao estudarem os efeitos de diferentes tempos de imersão no banho ultrassônico das sementes de gramíneas, observaram embebição de água mais rapidamente, e redução no tempo da germinação inicial quando comparados ao controle.

Esse fato pode ser explicado, devido às vibrações geradas na água pelo banho US, que libera grandes quantidades de energia, sendo capaz de escarificar e/ou quebrar a dormência das sementes. Possibilitando maior absorção de água, aumentando a velocidade e a porcentagem de germinação, bem como uma maior formação de plântulas normais (VENÂNCIO; RODRIGUES; MARTINS, 2016).

Na contagem da germinação final, aos 20 dias, não houve diferenças significativas nos diferentes tempos de banhos testados, incluindo o controle, apresentando média de 84% de germinação (FIGURA 16). O mesmo aconteceu com o IVG que não diferiram estatisticamente, e a média se manteve em duas sementes germinadas por dia.

Entretanto, observou-se com 5 e 10 minutos de banho, maior porcentagem de plântulas normais (média de 58%), diferindo significativamente do controle, que teve o pior resultado (24%), e dos tempos de 15 e 20 minutos, que apresentaram médias de 42% e 36% respectivamente (FIGURA 17).

Figura 17 - Porcentagens de plântulas normais de *Seemannia sylvatica*, após 20 dias de semeadura, em cinco tempos diferentes de banho (0, 5, 10, 15 e 20 minutos). Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Skott-Knott a 5% de significância.



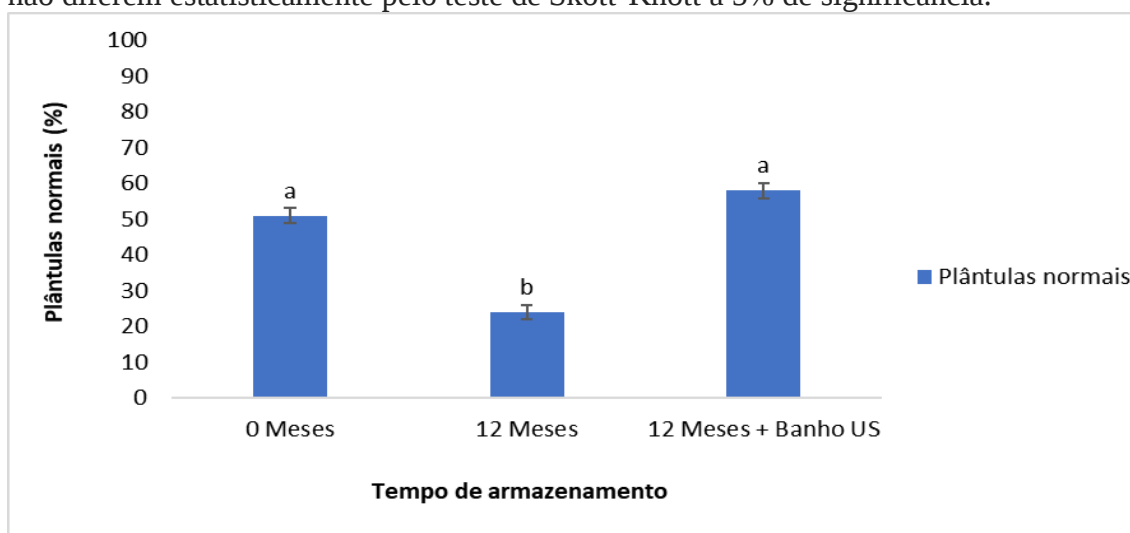
Fonte: Da autora (2024).

A influência do banho US no processo de germinação varia de acordo com a espécie, a frequência do equipamento, e ao tempo de exposição das sementes dessa espécie ao banho. Podendo ocasionar alguns impasses, como danos físicos nas estruturas internas e externas das sementes, bem como dificultar ou impedir a germinação (PASSOS et al., 2013; VENÂNCIO; RODRIGUES; MARTINS, 2016).

Venâncio, Rodrigues e Martins (2016) tiveram resultados parecidos com as sementes de *Senna multijuga* (Fabaceae). Eles utilizaram diferentes tempos de banho US (0, 1, 2, 4, 8 e 10 minutos) para quebrar a dormência dessa espécie, e concluíram que as sementes mantidas por 4 minutos no banho, apresentaram germinação inicial mais rápida e maior porcentagem de plântulas normais (27%), quando comparadas a testemunha (8%) sem banho. Após os 4 minutos, ocorreu efeito deletério nas sementes, o que resultou em menos plântulas normais.

Para as sementes de *S. sylvatica*, a permanência de 15 e 20 minutos no banho US, apresentou uma tendência em reduzir a porcentagem de plântulas normais. Entretanto, 5 e 10 minutos pode ser considerado o tempo ideal de banho ultrassônico para as sementes dessa espécie, haja vista que recuperou a porcentagem de plântulas normais (58%) quando comparado a antes do armazenamento (51%) dessas sementes (FIGURA 18).

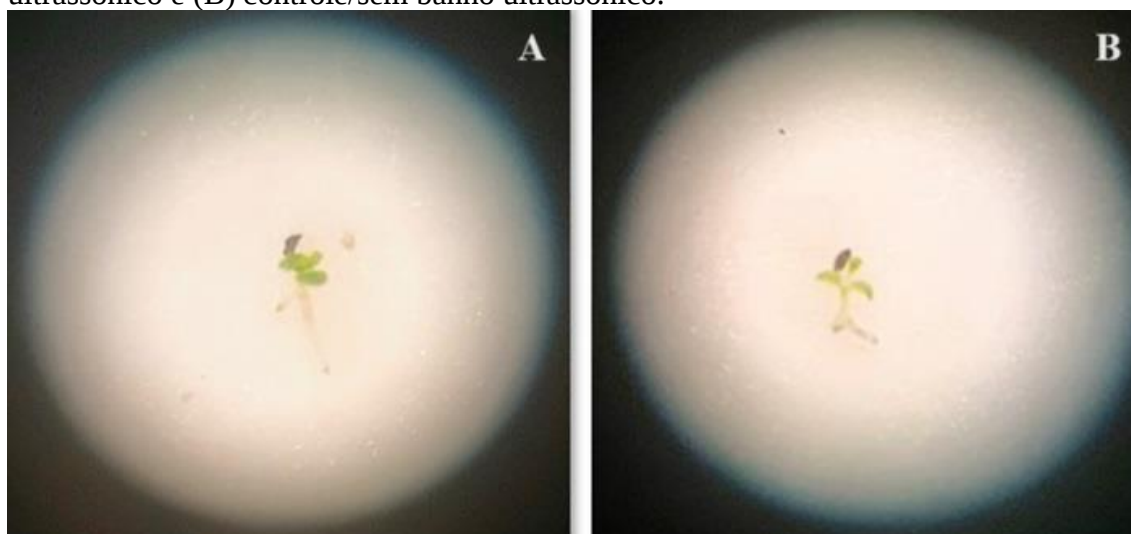
Figura 18 - Comparação das porcentagens de plântulas normais de *Seemannia sylvatica*, após 20 dias de semeadura, antes e depois do armazenamento de um ano das sementes, e depois do armazenamento com banho ultrassônico. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Skott-Knott a 5% de significância.



Fonte: Da autora (2024).

Observou-se nas sementes que foram imersas no banho US de 5, 10, 15 e 20 minutos, formaram plântulas com tamanho de raízes maiores, em média 3,5 mm de comprimento (FIGURA 19 A). Já as raízes das plântulas do controle, diferiram estatisticamente e tiveram em média 1 mm de comprimento (FIGURA 19 B).

Figura 19 - Tamanho da raiz das plântulas de *Seemannia sylvatica* após 20 dias da semeadura, vistas através de lupa com zoom de ampliação em 2x, (A) com banho ultrassônico e (B) controle/sem banho ultrassônico.



Fonte: Da autora (2023).

Além disso, houve redução significativa na incidência de fungos, que passou de 72% (após armazenamento), para 8% após o banho ultrassônico. Sendo assim, o banho

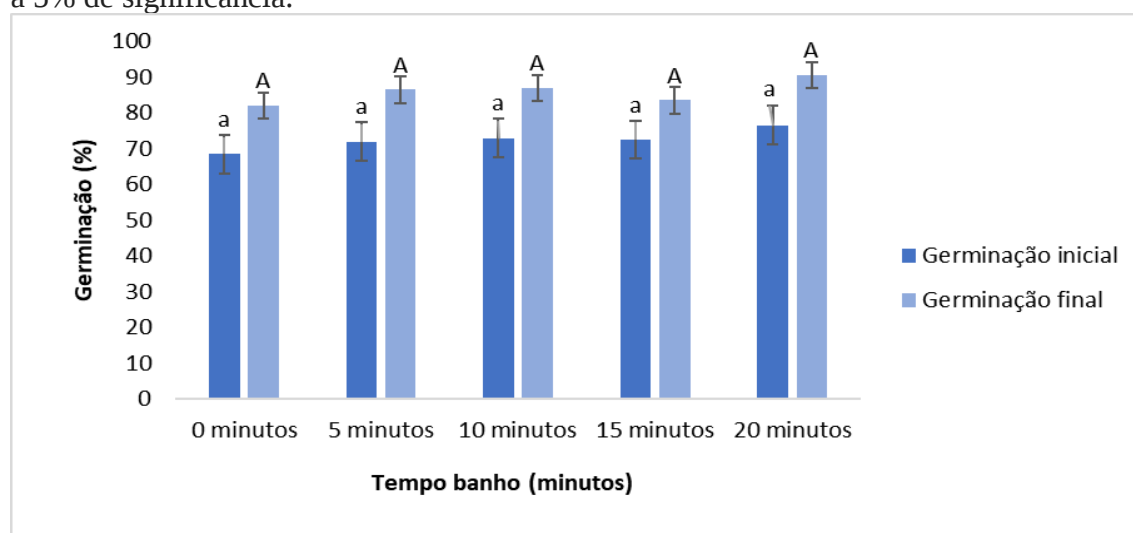
ultrassônico nas sementes de *S. sylvatica* foi eficiente, pois ao passo que reduziu a incidência de fungos nas sementes germinadas, aumentou a quantidade de plântulas normais. Portanto, os fungos podem estar relacionados com a perda de vigor nesta espécie.

4.6.2 Banho ultrassônico e nanotubo de carbono

A embebição das sementes ocorreu aos dois dias após a semeadura, e a germinação inicial aos seis dias, para os quatro tempos de imersão em banho US (5, 10, 15 e 20 minutos) mais o nanotubo de carbono - NTC. Todos os tempos de banho, tiveram média de germinação inicial de 74%, não diferindo estatisticamente entre si.

O controle (0 minutos/sem banho) teve sua embebição e germinação inicial em cinco e nove dias respectivamente, apresentando 68% de germinação inicial, não diferindo significativamente dos diferentes tempos de banho + NTC (FIGURA 20). Comparando a média de germinação inicial (74%) dos diferentes tempos de banho + NTC, com os diferentes tempos de banho + água destilada (65%), também não houve diferenças significativas.

Figura 20 - Porcentagens de germinação inicial (6 e 9 dias) e final (20 dias), das sementes de *Seemannia sylvatica* em quatro intervalos de banhos (5, 10, 15 e 20 minutos) + NTC, mais o controle (0 minutos) sem NTC. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente aos 6 e 9 dias e maiúscula aos 20 dias, pelo teste de Skott-Knott a 5% de significância.

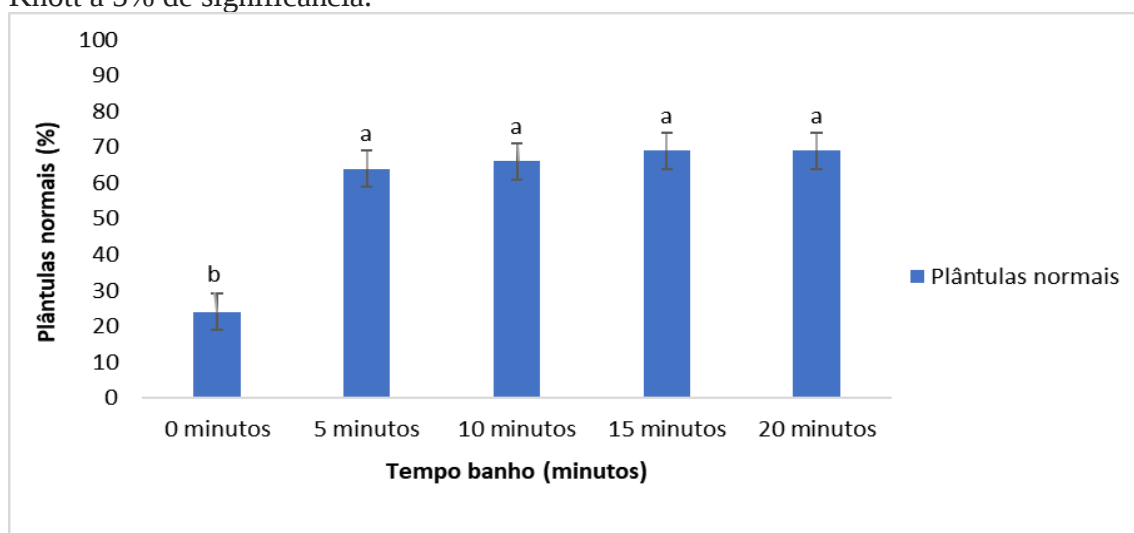


Fonte: Da autora (2024).

Na germinação final (aos 20 dias), não houve diferenças significativas nos quatro diferentes tempos de banhos com o NTC, com média de 87% de germinação. O controle apresentou média de 82% de germinação (FIGURA 20), e o experimento com banho US + água destilada 84% não diferindo significativamente entre si. Igualmente ocorreu para o IVG, em que a média se manteve em duas sementes germinadas por dia.

Entre os diferentes tempos de banho US + NTC não houve diferenças significativas para a porcentagem de plântulas normais, com média de 67% (FIGURA 21). Entretanto, observou-se diferenças significativas com o controle (24%) e com o experimento de banho US + água destilada nos tempos de 15 e 20 minutos, que tiveram médias de 42% e 36% respectivamente.

Figura 21 - Porcentagens de plântulas normais de *Seemannia sylvatica* em quatro intervalos de banhos US (5, 10, 15 e 20 minutos) + NTC, mais o controle (0 minutos) sem NTC. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Skott-Knott a 5% de significância.



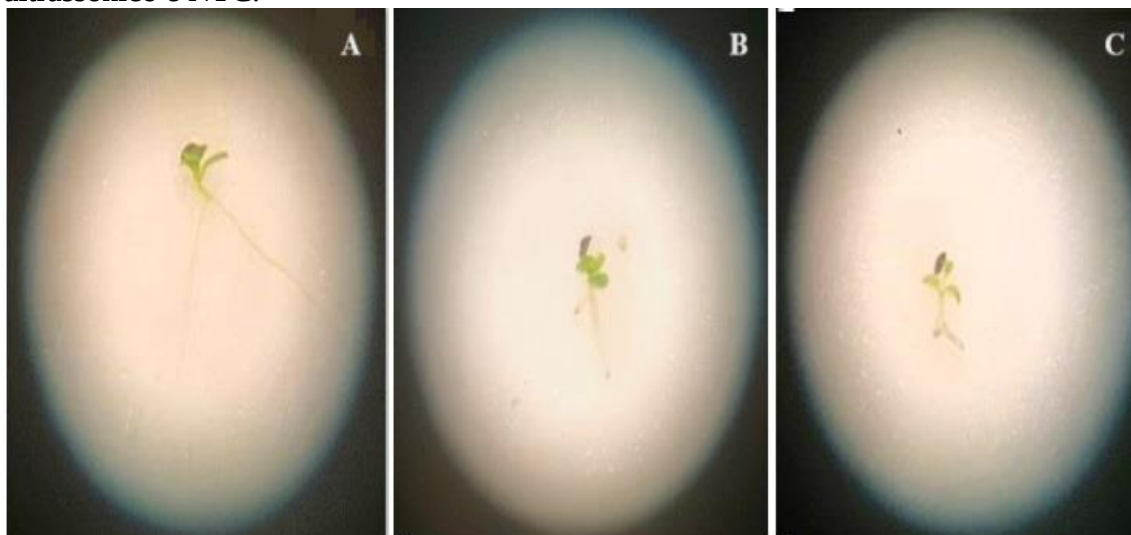
Fonte: Da autora (2024).

Esse fato pode justificar um dos efeitos do nanotubo de carbono nas sementes de *S. sylvatica*, visto que no experimento com banho ultrassônico e água, um maior tempo de imersão (15 e 20 minutos) promoveu redução na porcentagem de plântulas normais, devido ao possível efeito deletério nas sementes pelo excesso de tempo no banho US. Já no experimento com banho US mais o nanotubo de carbono, a média de plântulas normais se manteve até nos tempos mais prolongados do banho. Portanto, o nanotubo de carbono pode ter promovido proteção a possível deterioração nessas sementes.

Não foram observadas alterações no formato e tamanho do hipocótilo para ambos os experimentos. Entretanto, nesse experimento as plântulas tiveram raízes com tamanho

médio de 6 mm de comprimento, diferindo significativamente quando comparados ao banho US + água destilada (3,5 mm) e ao controle (1 mm), conforme apresentado na Figura 22.

Figura 22 - Tamanho da raiz das plântulas de *Seemannia sylvatica* após 20 dias da semeadura, vistas através de lupa com zoom de ampliação em 2x, (A) com banho ultrassônico + NTC, (B) banho ultrassônico + água destilada e (C) controle/sem banho ultrassônico e NTC.



Fonte: Da autora (2023).

Szollosi et al. (2020) explicaram que ao embeber NTC nas sementes de mostarda indiana, obtiveram melhoras na porcentagem de germinação e no crescimento de raízes e brotos. Lin e Xing (2007) tiveram resultados semelhantes ao estudar a influência do NTC em hortaliças, onde resultou em aumento no comprimento das raízes das plântulas do azevém e do milho.

Em suas pesquisas Khodakovskaya et al. (2009) observaram, que o uso de nanotubos de carbono em sementes de tomate, acelerou a germinação inicial das sementes. Além disso, Abodalam et al. (2022) demonstraram que a embebição de sementes de trigo em solução de NTC, também aumentaram as raízes e partes vegetativas. Esses efeitos estão relacionados à capacidade dos nanotubos penetrarem no tegumento, aumentando a absorção de água pelas sementes (SZOLLOSI et al., 2020).

Não houve diferenças significativas na contaminação por fungos quando comparado com o banho US + água. Portanto, o NTC não apresentou efeitos significativos na redução da incidência de fungos nas sementes germinadas. Fazendo essas comparações entre experimentos e o controle, foi possível diferenciar

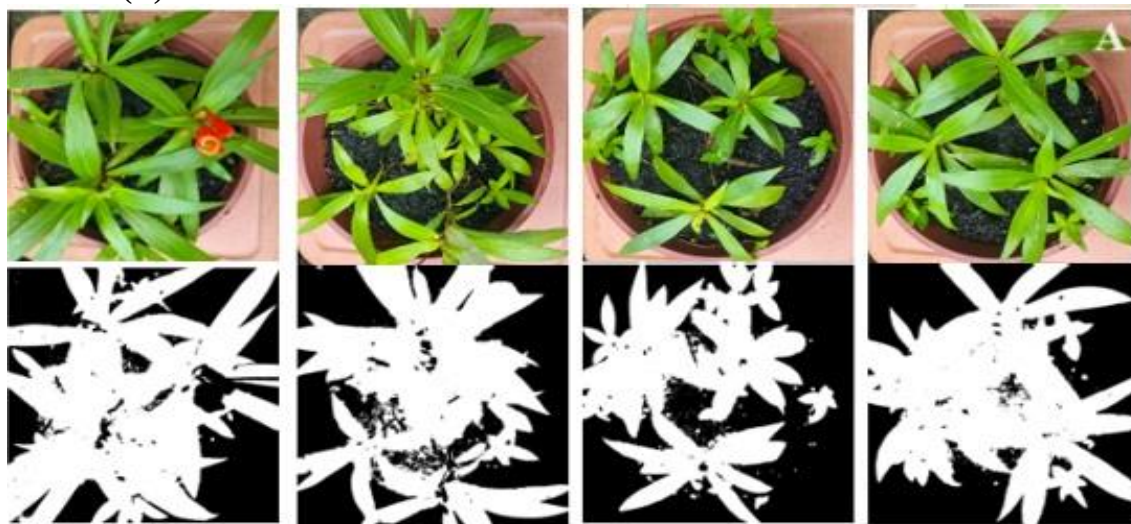
individualmente o efeito do banho ultrassônico e do nanotubo de carbono nas sementes de *S. sylvatica*.

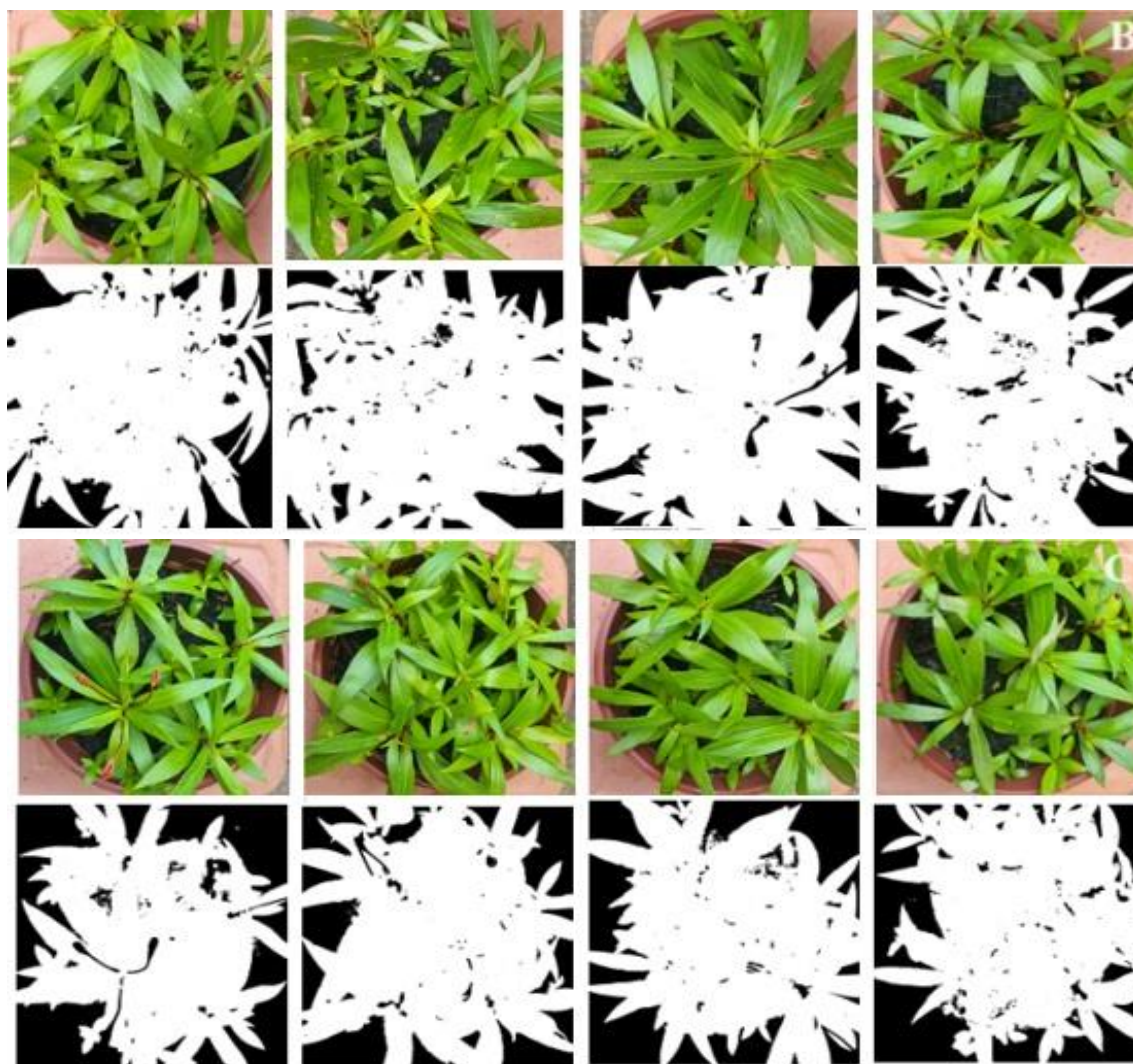
4.7 Teste de produção de mudas em cuias

As cuias com três e quatro mudas tiveram maior altura de plantas (8 cm), não diferindo significativamente entre si. Já as cuias com cinco mudas, apresentaram menor altura (6,4 cm) e diferiram significativamente das demais. Esses resultados sugerem que um maior número de mudas na cuia influencia no seu crescimento.

Os resultados das imagens de preenchimento de vaso foram demonstrados na Figura 23. As cuias com quatro e cinco mudas tiveram os melhores preenchimentos, com média de 81% e não diferiram estatisticamente entre si. As cuias com três mudas apresentaram 68% de enchimento de vaso e diferiram significativamente das demais.

Figura 23 - Imagens do preenchimento dos vasos com mudas de *Seemannia sylvatica*, feitas através do aplicativo Canopeo®. (A) cuias com três mudas, (B) cuias com quatro mudas e (C) cuias com cinco mudas.





Fonte: Da autora (2023).

A floração das mudas de *Seemannia sylvatica* nas cuias iniciou-se aos cinco meses após o plantio. Observou-se que as mudas com botões e flores eram as que possuíam pelo menos 8 cm de comprimento. As flores permaneceram abertas em média 20 dias, portanto suas flores têm uma boa durabilidade.

Notou-se que as mudas (plantas já adultas) se adaptam melhor aos ambientes sombreados e a meia sombra, apresentando folhagem mais vistosa e coloração verde vivo. Podendo ser uma alternativa para ambientes internos. O substrato sempre deve estar úmido, pois se trata de uma espécie exigente em água.

Conforme os resultados obtidos nesse teste, e com as avaliações visuais de aparência e uniformidade, as cuias com cinco mudas possuem um melhor aspecto e são mais atrativas, tendendo a ser mais aceitas pelo mercado de plantas ornamentais. Recomenda-se acompanhamento das mudas por mais três meses, observando a uniformidade do florescimento e do crescimento das plantas nas cuias.

5 CONCLUSÃO

As sementes de *Seemannia sylvatica* são muito pequenas, com dimensões médias de 0,44 mm de comprimento e 0,12 mm de largura. A germinação é do tipo epígea, e após a semeadura, ela se inicia aos sete dias na temperatura de 25 °C, temperatura considerada ótima para essa espécie. Suas sementes são caracterizadas como fotoblásticas positivas, sendo o fotoperíodo de 8 horas de luz o melhor. É uma semente exigente em luz, portanto a sua germinação se torna restrita em alguns ambientes, o que pode contribuir com o seu status de quase ameaçada de extinção.

Após o armazenamento de um ano, as sementes apresentam perda de vigor, resultando em baixa porcentagem de plântulas normais, e aumento na incidência de fungos. Porém, a imersão das sementes em 5 e 10 minutos de banho ultrassônico, promove a redução na incidência de fungos e consequentemente aumento na porcentagem de plântulas normais. O banho US mais o NTC promoveram aumento no comprimento das raízes e proteção contra o efeito deletério nas sementes.

Compreender a morfologia das sementes e das técnicas de reprodução de plantas nativas, é de suma importância para a preservação das espécies vegetais, principalmente as ameaçadas de extinção. Portanto, introduzir espécies nativas no mercado de ornamentais, populariza seu conhecimento e promove a conservação da flora, uma vez que reduz a retirada predatória dessas espécies de seus habitats naturais.

REFERÊNCIAS

- ABODALAM, H. et al. Rice wastes for green production and sustainable nanomaterials: an overview. **Elsevier**, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823575-1.00009-3>. Acesso em: 20 mar. 2023.
- ALMEIDA, E. F. A.; REIS, S. N.; RIBEIRO, T. R. Floricultura: tecnologias, qualidade e diversificação. **EPAMIG: Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 30, n. 249, p. 1-108, 2009.
- ALVES, C. Z.; SILVA, J. B.; CÂNDIDO, A. C. S. Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de goiaba. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 3, p. 615-621, 2015.
- ANDRADE, P. A. et al. Efeitos de Nanotubos de Carbono na Germinação de *Lactuca sativa*. **IX Workshop de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio**: Embrapa Instrumentação, São Paulo, p. 663-666, 2017.
- ARAÚJO, A. O. *Seemannia* in Flora do Brasil 2020. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 2020. Disponível em: <https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB7878>. Acesso em: 10 mar. 2023.
- ARAÚJO, A. O. et al. *Gesneriaceae* in Flora e Funga do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 2021. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB119>. Acesso em: 14 fev. 2023.
- ARAÚJO, A.O.; SOUZA, V.; CHAUTEMS, A. *Gesneriaceae* da Cadeia do Espinhaço de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, v. 28, n. 1, p. 109-135, 2005.
- ARAÚJO, P. S. et al. Superação de dormência e qualidade da luz na germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Research**, v. 9, n. 10, p. 1-16, 2020.
- BOLOGNA, P.; STANCANELLI, S. Influence of volume container in the production of rhizomes in *Seemannia* (Gesneriaceae). **Ornamental Horticulture.**, v. 25, n. 3, p. 287-292, 2019.
- BRAGA, C. Semânia - *Seemannia sylvatica*. **Flores e Folhagens**, 2020. Disponível em: <https://www.floresefolhagens.com.br/semania-seemannia-sylvatica/>. Acesso em: 25 abr. 2023.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA; ACS, 2009. 399 p.
- CAMARGO, E.; RODRIGUES, L.; ARAÚJO, A. Biologia da polinização e reprodução de *Seemannia sylvatica* (Kunth) Hanstein (Gesneriaceae) no Parque Nacional da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 4, p. 125-130, 2011.

CAVALCANTI, V. P. et al. Emergência de plântulas de *Sinningia aggregata* em diferentes substratos. **XI Congresso Brasileiro de Agroecologia**, 2020. Disponível em: <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/3565>. Acesso em: 26 mai. 2023.

CENTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA FLORA. **Listagem por família: Gesneriaceae**, 2018. Disponível em: <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/listavermelha>. Acesso em: 20 nov. 2023.

CERATTI, M. et al. Comercialização de flores e plantas ornamentais no segmento varejista no município de Lavras/MG. **Ciência Agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1212-1218, 2007.

CHAUTEMS, A. et al. *Gesneriaceae In: Martinelli, G., Moraes, M.A. Livro vermelho da flora do Brasil. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, v. 1, p. 553-564, 2013.

CHEN, G. et al. Modelling analysis for enhancing seed vigour of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) using an ultrasonic technique. **Biomass and Bioenergy**, v. 47, n. 2, p. 426-435, 2012.

DITTA, A.; ARSHAD, M. Applications and perspectives of using nanomaterials for sustainable plant nutrition. **Nanotechnology Reviews**, v. 5, n. 2, p. 209-229, 2016.

FACCINI, C. S. et al. Influência da salinidade dos substratos na germinação das sementes de fumo (*Nicotina tabacum*). **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.14, n.1, p. 21-25, 2008.

Ferreira, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs: Sisvar. **Brazilian Journal of Biometrics**, v.37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FILHO, J. M. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 1.ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2005. 495 p.

FOSCHI, M. M. et al. Effects of High Intensity Ultrasound Stimulation on the germination performance of caper seeds. **Plants**, v. 19, n.12, p. 23-79, 2023.

FRACETO, L. F. et al. Nanotechnology in Agriculture: Which Innovation Potential Does It Have? **Frontiers**, v. 4, n. 20, p. 1-5, 2016.

GHORMADE, V. et al. Perspectives for nano-biotechnology enabled protection and nutrition of plants. **Biotechnology Advances**, v. 29, n. 6, p. 792–803, 2011.

GROLI, P. R. **Plantas ornamentais: aspectos para a produção**. 2. ed. Passo Fundo: UFP, 2008. 204 p.

HINOSHITA, L. K. R.; ARAÚJO, A. O.; GOLDENBERG, R. Os gêneros *Besleria*, *Codonanthe*, *Gloxinia*, *Napeanthus*, *Nematanthus* e *Seemannia* (Gesneriaceae) no estado do Paraná. **Rodriguésia**, v. 69, n. 2, p. 631-647, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. **O Mercado de Flores no Brasil**. Informativo, jan. 2024. Disponível em: https://www.ibraflor.com.br/_files/ugd/5bcab9_f03dbe0cee694e57a692d4ab6bba8eeb.pdf. Acesso em: 10 fev. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. **O Mercado de Flores no Brasil**. Informativo, jan. 2022. Disponível em: https://www.ibraflor.com.br/_files/ugd/b3d028_2ca7dd85f28f4add9c4eda570adc369f.pdf. Acesso em: 20 out. 2023.

IJAZ, M. et al. Nanobiotechnology to advance stress resilience in plants: Current opportunities and challenges. **Elsevier**, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590006423002193>. Acesso em: 19 ago. 2023.

IJIMA, S. Helical microtubules of graphitic carbon. **Nature**, v. 354, n. 6348, p. 56–58, 1991.

JÚNIOR, J. C. L. *et al.* **Mapeamento e quantificação da cadeia de flores e plantas ornamentais do Brasil**. 1. ed. São Paulo: OCESP, 2015. 133 p.

KAUR, R.; CHANDRA, J.; KESHAVKANT, S. Nanotechnology: an efficient approach for rejuvenation of aged seeds. **Physiol Mol Biol Plants**, v. 27, n. 2, p. 399-415, 2021.

KHODAKOVSKAYA, M. et al. Carbon nanotubes as plant growth regulators: effects on tomato growth, reproductive system, and soil microbial community. **National Library of Medicine**, v. 9, n.1, p. 115-123, 2013.

KHODAKOVSKAYA, M. et al. Carbon nanotubes are able to penetrate plant seed coat and dramatically affect seed germination and plant growth. **ACS nano**, v. 3, n. 10, p. 3221-3227, 2009.

LAHIANI, M. H. et al. **Impact of Carbon Nanotube Exposure to Seeds of Valuable Crops**. ACS Publications, 2013. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/am402052x>. Acesso em: 22 ago. 2023.

LAZZARETTI, L. L.; HUPFFER, M. H. Nanotecnologia e sua regulamentação no Brasil. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, v.16, n. 3, p. 153-177, 2019.

LIN, D.; XING, B. Phytotoxicity of nanoparticles: inhibition of seed germination and root growth. **Environmental Pollution**, v. 150, p. 243-250, 2007.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 4. ed. São Paulo: Plantarum, 2008. 880 p.

LORENZI, H. **Plantas para jardim no Brasil: herbáceas, arbustivas e trepadeiras**. 2. ed. São Paulo: Plantarum, 2015. 870 p.

MAGUIRE, J. D. Speeds of germination aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 176-177, 1962.

MOLLER, M.; CLARK, J. L. The state of molecular studies in the family Gesneriaceae: a review. **Selbyana**, v. 31, n. 2, p. 95-125, 2013.

NOGUEIRA, F. C. B. et al. Efeito da temperatura e luz na germinação de sementes de *Luetzelburgia auriculata* (Alemão) Ducke - Fabaceae. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 4, p. 772-778, 2012.

NUNES, D. P. et al. Germinação de Sementes de Marmelo: Temperatura, Luz e Salinidade. **Biosci. J.**, v. 30, n. 6, p. 1737-1745, 2014.

PASCHOALINO, M. P.; MARCONE, G. P. S.; JARDIM, W. F. Os nanomateriais e a questão ambiental. **Química Nova**, v.33, n. 2, p. 421-430, 2010.

PASSOS, A. M. A. et al. **Efeito de banho de ultrassom de baixa frequência sobre a germinação e vigor de sementes de gliricídia (*Gliricidia sepium*)**, 2013. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/96467/1/trabalho-ultrassom.PDF>. Acesso em: 14 mai. 2023.

PEREIRA, L.C. et al. Gesneriaceae no parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 1-12, 2013.

PEREIRA, A. E. S. et al. Nanotechnology Potential in Seed Priming for Sustainable Agriculture. **Nanomaterials**, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nano11020267>. Acesso em: 15 ago. 2023.

RANIERI, B.D. et al. Effects of substrate humidity on seedling establishment of two rupestrian species (Gesneriaceae) endemic to Minas Gerais. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 5, n. 2, p. 3-5, 2007.

RAO, G. et al. Ultrasonic seed treatment improved cadmium (Cd) tolerance in *Brassica napus* L. **ScienceDirect**, v. 185, n.1, p.109-125, 2019.

REIS, S. N.; REIS, M. V.; NASCIMENTO, A. M. P. Pandemic, social isolation and the importance of people-plant interaction. **Ornamental Horticulture**, v. 26, n.3, p. 399-412, 2020.

RICO, C. M. et al. Interaction of nanoparticles with edible plants and their possible implications in the food chain. **J Agric Food Chem**, v. 59, n. 8, p. 3485-3498, 2011.

ROALSON, E. H. et al. Reorganization of tribal and generic boundaries in the Gloxinieae (Gesneriaceae: Gesnerioideae) and the description of a new tribe in the Gesnerioideae, Sphaerorrhizeae. **Selbyana**, v. 25, n. 2, p. 225-238, 2005.

SANTOS, N. O.; SANTOS, V. R. **Influência da luz, temperatura e desinfestação na germinação de *Sinningia elatior* (Kunth) Chautems**, 2011. Disponível em: http://ww1.infobibos.com.br/anais/raibt/18/Resumos/ResumoRAIBt_103.pdf. Acesso em: 19 ago. 2023.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Flores e Plantas Ornamentais do Brasil**. Série Estudos Mercadológicos, Brasília, v.3, p. 1-28, 2015.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Plantas ornamentais: propagação e produção de mudas**. 2. ed. Brasília: Senar, 2018. 72 p.

SILVA, K. B. et al. Influência da luz e temperatura na germinação de sementes de quixaba. **Agropecuária Técnica**, v.35, n. 1, p. 13-22, 2014.

SILVA, T. J.A.; TANAKA, M.; ZHANG, X. Importance of seed structure in determining the quality of seeds. **AoB Plants**, v. 6, p. 1-9, 2014.

SILVA, W. M. *et al.* Propagação vegetativa de manjerição (*Ocimum basilicum* L.) por estacas de diferentes posições cultivadas sob diferentes substratos. **Scientific Electronic Archives**, v. 16, n. 5, p. 1-6, 2023.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA. **Lista Vermelha de Ameaça da Flora Brasileira 2014 do CNCFlora**, 2014. Disponível em:
<https://specieslist.sibbr.gov.br/speciesListItem/list/drt1565629935045?q=seemannia>.
 Acesso em: 22 out. 2023.

SOTO, J. **Líderes Globais em exportações de flores cortadas**. Portal Ripley Believes, 2021. Disponível em: <https://pt.ripleybelieves.com/global-leaders-in-cutflower-exports-6016>. Acesso em: 15 ago. 2023.

SOUSA, A. P. **Desenvolvimento inicial, padrões morfológicos e germinação em *Sinningia speciosa***, 2023. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/fa9146cc-33a0-4ebc-8e75-f7cf36a30398>. Acesso em: 15 nov. 2023.

SZOLLOSI, R. et al. Dual effect of nanomaterials on germination and seedling growth: stimulation vs. **Phytotoxicity Plants**, v. 9, n. 3, p. 17-45, 2020.

TIR, J. Um clássico eterno. **Revista Natureza**, 2020. Disponível em:
<https://revistanatureza.com.br/um-classico-eterno/>. Acesso em: 15 fev. 2023.

VENÂNCIO, R. S. S.; RODRIGUES, F. C. M. P.; MARTINS, A. O. Técnicas alternativas de quebra de dormência: uso do ultrassom de baixa frequência em sementes de *Senna multijuga* (Rich.) H. S. Irwin & Barneby. **Perspectivas em Ciências Tecnológicas**, Pirassununga, v.5, n.5, p.28-42, 2016.

VENÂNCIO, R. S. S.; MARTINS, G. A.C. Overcoming dormancy of *Senna multijuga* seeds with an ultrasonic probe the comparison with ultrasound and sulfuric acid baths. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 49, n. 9, 2019.

WANDERLEY, M. G. L. et al. Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. **Instituto de Botânica**, v. 3, p. 75-103, 2003.

WANG, J. et al. Seed-borne fungi associated with oat seeds and their effect on seed germination and seedling growth. **Journal of Plant Pathology**, 2023. Disponível em: <https://doi-org.ez26.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s42161-022-01270-4>. Acesso em: 07 dez. 2023.

WEBER, A.; CLARK, J. L.; MOLLER, M. A new formal classification of Gesneriaceae. **Selbyana**, v. 31, n. 2, p. 68-94, 2013.

ZUCOLOTTTO, V.; SINTRA, R. **Nanotecnologia: A necessária revolução no agronegócio**. AgTech Garage News, 2022. Disponível em: <https://www.agtechgarage.news/nanotecnologia-agronegocio/>. Acesso em: 07 out. 2023.