

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS CURITIBANOS
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Rodrigo Malheiros Pinheiro

Avaliação de diferentes substratos para teste de germinação de sementes de
Cunninghamia lanceolata

Curitibanos, SC

2021

Rodrigo Malheiros Pinheiro

Avaliação de diferentes substratos para teste de germinação de sementes de
Cunninghamia lanceolata

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal
Orientadora: Profa. Dra. Andressa Vasconcelos Flores

Curitibanos, SC

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

PINHEIRO, RODRIGO

Avaliação de diferentes substratos para teste de
germinação de sementes de *Cunninghamia lanceolata* / RODRIGO
PINHEIRO ; orientador, Andressa Vasconcelos Flores, 2021.
34 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Curitibanos, Graduação em Engenharia Florestal,
Curitibanos, 2021.

Inclui referências.

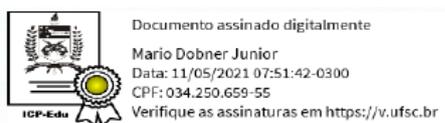
1. Engenharia Florestal. 2. Teste de germinação. 3.
Conífera. 4. *Cunninghamia lanceolata*. 5. Substratos . I.
Vasconcelos Flores, Andressa . II. Universidade Federal de
Santa Catarina. Graduação em Engenharia Florestal. III.
Título.

Rodrigo Malheiros Pinheiro

Avaliação de diferentes substratos para teste de germinação de sementes de
Cunninghamia lanceolata

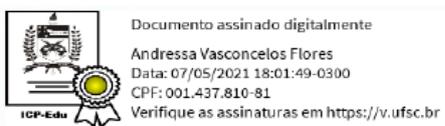
Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de
“Bacharel” e aprovado em sua forma final pelo Curso Engenharia Florestal

Curitiba, 22 de abril de 2021.



Prof. Mário Dobner Júnior, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

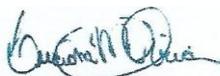


Profa. Andressa Vasconcelos Flores, Dra.
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Paulo Cesar Flores Júnior, Dr.

Avaliador
Universidade Federal Rural da Amazônia



Profa. Luciana Magda de Oliveira, Dra.
Avaliadora
Universidade Estadual de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado aos meus pais, Apolônia e Sandoval, que sempre me proporcionaram todos os instrumentos necessários para minha formação pessoal e acadêmica.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder a capacidade de realizar essa conquista.

A meus familiares, pelo carinho e apoio em todos os momentos.

Ao meu pai, Sandoval, por fornecer todo apoio, incentivo e auxílio para a realização deste sonho.

À minha mãe, Apolônia, pelo amor, dedicação e ajuda necessária ao longo desses anos.

À minha orientadora, Profa. Dra. Andressa Vasconcelos Flores, por todo apoio, conhecimento e incentivo para me tornar um cientista melhor e essa pesquisa possível.

Aos técnicos de laboratório envolvidos, por me auxiliar e me instruir nas atividades laboratoriais.

Aos professores de todas as disciplinas da graduação, por fornecer conhecimento teórico e prático dessa área de atuação tão fantástica.

Aos meus amigos da universidade, que me compartilharam nessa experiência universitária.

A todas as pessoas que passaram e deixaram algum ensinamento nessa jornada científica.

RESUMO

A conífera *Cunninghamia lanceolata*, conhecida mundialmente como “Chinese fir” e, no Brasil como “Pinheiro-chinês”, é considerada uma das espécies florestais mais importantes de forma econômica e ecológica na região Sul da China. Considerada espécie de crescimento rápido, demonstra grande potencial produtivo no Sul do Brasil. Além de apresentar vantagem de ser manejada com talhadia, pode diversificar os cultivos florestais no país. Este trabalho teve como objetivo avaliar o melhor substrato para condução de teste de germinação de sementes de *Cunninghamia lanceolata* em laboratório. Foram testados cinco tipos de substratos (tratamentos): rolo de papel – RP, entre papel – EP, sobre papel – SP, entre vermiculita – EV e entre areia – EA. Cada tratamento foi composto por quatro repetições com 25 sementes, conduzido em BOD a 25°C e fotoperíodo de 12 horas. Foram determinados o peso de mil sementes e o grau de umidade das sementes. As variáveis analisadas durante o teste de germinação foram a porcentagem de germinação (G%), dada pela protrusão radicular, e índice de velocidade de germinação (IVG), bem como as avaliadas ao final do teste, sendo percentual de plântulas normais (PN%), plântulas anormais (PA%), percentual de sementes duras (D%), percentual de sementes mortas (M%), comprimento de plântulas normais (CPN) e massa seca de plântulas normais (MS%), foram submetidas à ANOVA, utilizando delineamento experimental inteiramente casualizado, e quando necessário, as médias foram submetidas ao teste de Tukey a 5%. No decorrer do teste de germinação, foi acompanhado e fotografado o processo germinativo, a fim de observar e caracterizar as alterações morfológicas. O peso de mil sementes foi de 6,2671 g e o grau de umidade de 13,82%, em média. A porcentagem de germinação não apresentou diferença estatística significativa entre os tratamentos, variando aproximadamente, entre 21 e 25%. Valores de IVG encontrados apresentaram diferença estatística entre os resultados, sendo o mais expressivo de 1,27, para os substratos do tipo RP e EP. Os dados do percentual de plântulas normais encontrados foram de 16,00 a 21,50%, assim como de plântulas anormais de 3,00 a 7,50%, ambas variáveis não apresentaram diferença estatística dentre os substratos testados. Em relação ao percentual de sementes duras, houve diferença estatística do substrato SP (51,00%) em relação ao EP (66,00%) e RP (64,50%). O substrato SP apresentou maior percentual de sementes mortas, sendo de 26,50%, diferenciando-se estatisticamente dos demais. A porcentagem de massa seca, encontrada em plântulas normais, apresentou diferença entre os substratos testados, variando de 7,10 a 11,72%. Concluiu-se que os substratos EP e RP são adequados para a realização de teste de germinação, com sementes da espécie *C. lanceolata*, entretanto, o substrato RP apresenta melhor trabalhabilidade laboratorial.

Palavras-chave: Pinheiro-chinês. Chinese fir. Conífera. Análise de semente. Padronização.

ABSTRACT

The coniferous *Cunninghamia lanceolata*, known worldwide as “Chinese fir” and, in Brazil as “Chinese pine”, is considered one of the most economically and ecologically important forest species in the southern region of China. Considered a fast-growing species, demonstrating great productive potential in southern Brazil. In addition to having the advantage of being managed with coppice, it can diversify forestry crops in the country. This work aimed to evaluate the best substrate for conducting the germination test of *Cunninghamia lanceolata* seeds in the laboratory. Five types of substrates were tested: paper roll - RP, between paper - EP, on paper - SP, between vermiculite - EV and between sand - EA. Each treatment consisted of four repetitions with 25, conducted in BOD at 25 ° C and a photoperiod of 12 hours. The weight of a thousand seeds and the degree of seed moisture were determined. The variables analyzed during the germination test were the germination percentage (G%), given by root protrusion, and germination speed index (IVG), as well as the evaluations at the end of the test, being the percentage of normal seedlings (PN%), abnormal seedlings (PA%), percentage of hard seeds (D%), percentage of dead seeds (M%), length of normal seedlings (CPN) and dry mass of normal seedlings (MS%), were submitted to ANOVA, using a completely randomized experimental design, and when necessary, the means were subjected to the Tukey test at 5%. During the germination test, the germination process was monitored and photographed, in order to observe and characterize it as morphological changes. The weight of a thousand seeds was 6.2671 g and the moisture content was 13.82%, on average. The germination percentage showed no statistically significant difference between treatments, varying approximately between 21 and 25%. IVG values found showed statistical difference between the results, the most expressive being 1.27, for substrates of type RP and EP. The data on the percentage of normal seedlings found were 16.00 to 21.50%, as well as abnormal seedlings from 3.00 to 7.50%, both variables did not show statistical difference among the tested substrates. Regarding the percentage of hard seeds, there was a statistical difference in the substrate SP (51.00%) in relation to EP (66.00%) and RP (64.50%). The substrate SP showed a higher percentage of dead seeds, being 26.50%, differing statistically from the others. The percentage of dry mass, found in normal seedlings, showed a difference between the tested substrates, varying from 7.10 to 11.72%. It was concluded that the EP and RP substrates are suitable for the germination test, with seeds of the species *C. lanceolata*, however, the RP substrate presents better laboratory workability.

Keywords: Chinese pine. Chinese fir. Coniferous. Seed analysis. Standardization.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1	CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE <i>Cunninghamia lanceolata</i> (LAMB.) HOOK.	11
2.2	ANÁLISE DE SEMENTES	14
2.2.1	Germinação.....	16
2.2.2	Substratos.....	16
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
3.1	MATERIAL VEGETAL	19
3.2	CARACTERIZAÇÃO DO LOTE DE SEMENTES.....	19
3.3	EXPERIMENTO.....	19
3.4	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5	CONCLUSÃO	26
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
	REFERÊNCIAS	28
	APÊNDICE A	32

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, país com enorme potencial em produção florestal, principalmente devido à diversidade de condições edafoclimáticas, apresenta aproximadamente 95% de sua área de florestas plantadas com apenas dois gêneros, *Eucalyptus* (77%) e *Pinus* (18%) (IBÁ, 2020), isso demonstra a evidente necessidade do setor diversificar, especialmente no tocante às espécies. Desta forma, ressalta-se a conífera *Cunninghamia lanceolata*, conhecida mundialmente como “Chinese fir” e considerada uma das espécies florestais mais importantes de forma econômica/ecológica na região sul da China, e têm demonstrado grande potencial produtivo no sul do Brasil, com incrementos médios anuais na ordem de $28 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, aos 21 anos de idade (DOBNER JUNIOR *et al.*, 2017).

Essa conífera é considerada de crescimento rápido (XIANGQING *et al.*, 2002) e está entre os gêneros mais plantados nos trópicos, juntamente com *Pinus*, *Cupressus* e *Araucaria* (EVANS, 2003). Contudo, sabe-se que a formação de povoamentos florestais altamente produtivos está diretamente associada à utilização de mudas de alta qualidade, tanto provenientes de sementes como de propagação vegetativa, porém, pouco se conhece sobre a fisiologia e tecnologia de sementes de *C. lanceolata*.

Muitas espécies agrícolas e florestais possuem metodologias de testes para caracterização de lotes de sementes. Estas metodologias estão descritas em alguns documentos como as RAS - Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), Regras internacionais para teste de sementes (ISTA, 2021) e IASEF - Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais (BRASIL, 2013), que, contam com informações completas e normatizadas de vários organismos vegetais com maior importância econômica, que vêm ganhando contribuição sempre que novas pesquisas são realizadas, acrescentando ao banco de dados desses documentos informações sobre outras espécies.

Contudo ainda, um expressivo número de espécies não tem procedimentos prescritos ou recomendados oficialmente para análises de suas sementes, como é o caso de *C. lanceolata*. Dentre os testes realizados para este fim, o teste de germinação é fundamental para estabelecer os procedimentos oficiais para análise e padrões mínimos de germinação de espécies potencialmente comerciais ou de interesse, de modo a caracterizar lotes para atender a legislação da produção e do comércio de sementes e mudas florestais, instituída pelo Sistema Nacional de Sementes e Mudas, Lei nº 10.711, de 05 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003).

Diversos são os fatores que influenciam diretamente sobre o teste de germinação, sendo um destes o substrato, que tem de proporcionar condições adequadas de umidade para a

semente que está em processo germinativo, levando ao desenvolvimento eficiente da plântula (RAS, 2009). Verificando a literatura, não há informações detalhadas sobre a análise de semente de *C. lanceolata*, o que demonstra a necessidade de desenvolver trabalhos relacionados ao tema, para adequar métodos e técnicas de trabalhabilidade dessa semente, com o intuito de caracterizar lotes para comercialização e de incluir a espécie nas regras para análises de sementes, Brasil (2009).

O estabelecimento de metodologias para testes de germinação de sementes é fundamental para a caracterização dos lotes, mas, existe uma variedade de fatores que influenciam a condução e o resultado do teste, dentre estes, pode-se citar o substrato, que é determinante para o desempenho do processo germinativo e formação de plântulas normais (BOVOLINI *et al.*, 2015).

Diversos substratos associados a diferentes recipientes (placas de petri, gerboxes, dentre outros) podem ser utilizados, tais como: areia, vermiculita, papel germitest, papel filtro, dentre outros. Diante deste panorama, o objetivo deste trabalho foi avaliar o melhor substrato para condução de teste de germinação de sementes de *Cunninghamia lanceolata* em laboratório.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE *Cunninghamia lanceolata* (LAMB.) HOOK..

A espécie *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook. pertence à família Cupressaceae, que é conhecida por ser a maior família, dentre as gimnospermas, em questão de gênero, contendo 27 gêneros e aproximadamente 142 espécies, que apresentam ampla distribuição, ocorrendo em diversos habitats em todos os continentes, com exceção da Antártida (CONIFERS, 2019).

O gênero *Cunninghamia*, considerado como clado basal das Cupressaceae, é composto por apenas duas espécies. Entretanto, existe ampla discussão sobre o número de espécies que compõem o mesmo, sendo que alguns autores consideram a existência de duas espécies distintas, *C. konishii* (ocorrência natural de Taiwan) e *C. lanceolata* (natural da Ásia continental), e outros consideram que *C. lanceolata* possui duas variedades, sendo estas var. *konishii* e var. *lanceolata* (CONIFERS, 2019).

A espécie *C. lanceolata* ocorre naturalmente na China e Vietnã, podendo ocorrer em outros locais como Camboja e Laos. As características dos locais de ocorrência natural, incluem florestas, encostas rochosas e margens de estradas com 200-2800 m de altitude (WU; RAVEN, 1999 *apud* CONIFERS, 2019). Essa conífera tem preferência por solos úmidos, porém, bem drenados, profundos e arenosos. Desenvolve melhor em solos férteis, mas o pinheiro chinês pode crescer bem em solos pobres, desde que tenham umidade adequada. Sua resistência ao frio e geadas é moderada (IPEF, 1976).

A silvicultura dessa espécie, em sua região de origem, é empregada há aproximadamente 800 anos (LI; RITCHIE, 1999; XIANG *et al.*, 2009; WANG *et al.*, 2009), sendo cultivada em plantios monoespecíficos, manejados com queima dos resíduos pós-colheita, preparo de terreno, e replantio. O uso do fogo na prática silvicultural tem função de limpar e facilitar o estabelecimento da nova rotação, gerando ainda, disponibilização de nutrientes, controle de matocompetição, bem como a redução de pragas e doenças. Porém, o uso contínuo dessa prática tem acarretado perdas de fertilidade do solo, e logo, baixa da produtividade ao longo do tempo (BI *et al.*, 2007).

As árvores de *C. lanceolata* podem chegar a 50 m de altura e 300 cm de DAP (diâmetro a altura do peito) em seu local de ocorrência natural, mas são mais comumente encontradas, em plantios comerciais, com 15 a 25 m de altura. Possuem cascas com tom de cinza escuro a marrom escuro, ou marrom avermelhado, longitudinalmente fissurado, rachando em flocos

irregulares e expõem uma casca interna aromática, amarelada ou avermelhada. Apresentam copas verde escuro, de formato cônico ou piramidal, contendo galhos dispostos em espiral em torno do tronco e pendentes nas extremidades. As folhas são perenes, coriáceas, lisas, planas, densas, do tipo simples e podendo ser lanceoladas. Dispostas em espiral em torno do ramo, onde há um predomínio de duas fileiras que decaem nas extremidades. As dimensões das folhas são de 2,5 a 7,0 cm de comprimento e 0,4 a 0,7 cm de largura (WU; RAVEN, 1999 *apud* CONIFERS, 2019).

Figura 1 – Aspectos morfológicos da espécie *Cunninghamia lanceolata*.



Fonte: CJ Earle (Conifers.org)

Legenda: A) Árvore adulta; B) Folhagem e cones imaturos; C) Cone de sementes maduro; D) Casca e tronco de cerca de 75 cm de diâmetro.

C. lanceolata não é hermafrodita, apresentando cones masculinos pequenos, agrupados em 10 a 30 unidades, no terminal dos ramos. Na parte distal dos ramos encontra-se os cones femininos, maiores em dimensão, agrupados em até quatro unidades. No início de sua maturação os cones têm coloração verde, de forma oval-cilíndrico, de dimensões 12 por 8 mm.

As sementes são aladas e globosas, de cor acastanhado, com maturação variando de 7 a 8 meses, quando a coloração passa a ser marrom-avermelhado, modificando seu formato para ovóide ou subgloboso. Embora a espécie produza sementes, a maioria dos cultivos de *C. lanceolata* são realizados por propagação vegetativa, principalmente com manejo de rebrote para manter a genética intacta, sendo uma das poucas coníferas possíveis de serem manejadas pelo sistema de talhadia. As mudas têm desenvolvimento lento inicialmente, mas são consideradas de crescimento rápido após o estabelecimento das mesmas (MARCHIORI, 2005; FOELKEL, 2010).

A madeira de *C. lanceolata* é de cor amarelo-pálido, contendo odor pela presença de extrativos, possuindo densidade básica baixa, variando de 0,30 a 0,45 g/cm³. Referida também, como madeira bastante leve e fácil de ser trabalhada, sendo constantemente empregada na construção civil, na fabricação de móveis, prédios, pontes e navios, painéis e até mesmo celulose e papel. Por seu tronco ser bem ereto é usado para fazer postes e mourões, tendo de ser bem conservados e tratados, adquirindo resistência ao apodrecimento e ao ataque de cupins (CONIFERS, 2010 *apud* FOELKEL, 2010).

Em relação a sua viabilidade para produção de celulose kraft, encontram-se resultados de baixa densidade básica na madeira (0,33 g/cm³) e comprimentos de fibra relativamente curtos (2,14 mm). Também se nota altos teores de lignina (33,25%) e de extrativos em álcool/benzeno (3,88%). Mesmo assim, os rendimentos do cozimento kraft foram relativamente satisfatórios (entre 45 e 49%, para números Kappa entre 22 a 45) (CLEMENTE; ZVINAKEVICIUS, 1978 *apud* FOELKEL, 2010).

Considerada uma árvore subtropical, *C. lanceolata* se adaptou bem em diversas regiões onde foi introduzida. Ornamentalmente foi introduzida por conta de sua beleza, seu porte e pelo tipo e cor das folhas, por isso, está presente em parques e jardins de zonas urbanas ao redor do mundo, podendo atingir alturas de 15 a 30 metros, dependendo das condições edafo-ambientais presentes e do manejo adotado (CARVALHO, 2004).

De acordo com IPEF (1976), *C. lanceolata* já foi introduzida no Brasil com êxito na serra da Mantiqueira, em altitudes de 1200 a 1600 m e em regiões de verão fresco e invernos secos, sem haver forte déficit hídrico em nenhuma das estações. No planalto sul do Brasil, os povoamentos têm mostrado incrementos médios anuais na ordem de 28 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, aos 21 anos de idade (DOBNER JUNIOR *et al.*, 2017).

Como vantagem relatada por alguns autores, o povoamento pode ser também manejado por talhadia, pois as plantas rebrotam após a colheita. Pode-se observar problemas de "auto alelopátia" em locais com povoamentos que ocorreram até três gerações sucessivas de

C. lanceolata. Foi comprovado que as próprias plantas produziram compostos fenólicos tóxicos que diminuíram a capacidade de absorção de nutrientes em mudas da própria espécie (LONGCHI *et al.*, 2005 *apud* FOELKEL, 2010).

2.2 ANÁLISE DE SEMENTES

A maioria das espécies ainda não tem procedimentos prescritos ou recomendados oficialmente nas Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009), tema que vem sendo enriquecido com a constante pesquisa no Brasil e no mundo. Testes como tetrazólio e de germinação, são os principais testes que visam a avaliação da viabilidade de lotes de sementes, assim como a avaliação de vigor.

Teste de tetrazólio é uma opção na análise de qualidade de sementes, principalmente para aquelas com germinação lenta e/ou recalcitrantes. Esse teste estima a viabilidade da semente pela alteração da coloração de tecidos vivos, que representa a atividade enzimática, quando submetidas à uma solução de cloreto de 2,3,5-trifenil tetrazólio. O tecido viável é aquele que forma uma cor vermelho carmim claro, já o tecido deteriorado apresenta cor vermelho carmim intenso. Como há uma diferença na morfologia e composição química das sementes de diferentes espécies, a metodologia do teste deve ser padronizada para cada uma, principalmente no quesito de tempo de pré-condicionamento e imersão na solução (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

A avaliação de vigor permite identificar a probabilidade de o lote apresentar melhor desempenho no campo ou no armazenamento, sendo um instrumento importante adjunto ao teste de germinação para avaliar a qualidade das sementes, bem como obter resultados confiáveis para tomadas de decisão quanto ao manejo do lote. O vigor das sementes é resultado de um conjunto de características que determinam o potencial para emergência rápida e uniforme de plântulas normais, sendo que a utilização de um único teste de vigor (fisiológico, bioquímico, ou de resistência a condições de estresse), podem gerar informações incompletas. São consideradas sementes vigorosas as amostras que dão origem a plântulas com maiores valores de comprimento da parte aérea e de massa seca (GUEDES *et al.*, 2009).

Na última década, técnicos, professores e pesquisadores, juntamente com o Ministério da Agricultura que trabalham com sementes florestais têm estabelecido os procedimentos oficiais para análise e padrões mínimos de germinação de espécies florestais brasileiras e exóticas que não estejam contempladas nas RAS, de modo a atender a legislação da produção e do comércio de sementes e mudas florestais, instituída pelo Sistema Nacional de Sementes e Mudas, Lei nº 10.711, de 05 de agosto de 2003 (PIÑA-RODRIGUES *et al.*, 2015).

O teste de germinação é fundamental para avaliar a qualidade das sementes produzidas. Possibilita a avaliação do máximo potencial de germinação e também, juntamente com outras ferramentas, ser indicador de possíveis falhas nas etapas ocorridas antes do teste, como colheita beneficiamento por exemplo. Para que outros laboratórios possam reproduzir corretamente o experimento, é essencial a definição de métodos. Assim, pode proporcionar a comparação de lotes distintos para a mesma espécie (PIÑA-RODRIGUES *et al.*, 2015).

O usufruto de condições padronizadas para teste de germinação se destina à obtenção de germinação regular, rápida e completa das amostras avaliadas. Essas condições são referentes à água e aeração, temperatura, luminosidade, características do substrato, entre outros materiais e equipamentos para manter a eficiência da germinação. A padronização é fundamental para originar resultados que possam ser reproduzidos por diferentes pesquisadores (MARCOS FILHO, 2015).

Dependendo da espécie, pode haver complementação nos métodos de germinação, como os de superação de dormência. Os critérios avaliados identificam plântulas normais, plântulas anormais e não germinadas, sendo que o último critério pode ser dividido em: sementes duras e sementes mortas. Todos os resultados são expressos em porcentagem (MARCOS FILHO, 2015).

Testes de germinação podem superestimar a taxa germinativa em relação ao viveiro ou à campo, mas o teste foi desenvolvido para especificar a obtenção da "germinação rápida e completa (máxima)" e não proporcionar a previsão do comportamento da semente sob condições variáveis de ambiente.

A germinação de sementes é uma etapa no ciclo de vida de organismos vegetais, sendo dependentes de bióticos e abióticos para que ocorra. Visto que condições ambientais influenciam no processo germinativo, se forem sabidos e controlados podem não interferir nos resultados. Condições adequadas são as que os testes geram melhores desempenhos germinativos e que possam ser padronizados, possibilitando resultados semelhantes independente de quem os realize (PIÑA-RODRIGUES *et al.*, 2015).

Os principais fatores que afetam diretamente no processo germinativo são: temperatura, que influi nas reações bioquímicas que regulam o metabolismo necessário para dar início ao processo; umidade do substrato, que tem de conter a umidade necessária para germinação; oxigênio, fundamental para respiração em processos metabólicos; luz, sua necessidade varia entre as espécies, podendo ser fundamental ou não na influência no comportamento e desenvolvimento do organismo; e tipo de substrato, variando em sua

composição química, textura, disponibilidade hídrica, porosidade, sendo que cada substrato tem melhor relação com certa espécie (PIÑA-RODRIGUES *et al.*, 2015).

2.2.1 Germinação

A germinação é um fenômeno de difícil definição pela sua característica ampla e complexa, contudo, é usual definir como um fenômeno pelo qual, sob condições apropriadas, o eixo embrionário dá prosseguimento ao seu desenvolvimento, que tinha sido interrompido, nas sementes ortodoxas, por ocasião da maturidade fisiológica (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Ou seja, a semente é considerada germinada quando uma das partes do embrião emerge de dentro do tegumento, acompanhado por sinais do metabolismo ativo, originando uma plântula (MARCOS FILHO, 2015).

O processo da germinação é biológico que consome energia proveniente da degradação de substâncias de reserva da própria semente, utilizando o oxigênio para “queimar” esses produtos. Sabendo que a energia é proveniente da respiração, e por mais que o teor de água seja baixo, não para de respirar, poder-se-ia dizer, que o processo de maturação/germinação é ininterrupto. Em função da variação do teor de água que a semente retém para ocorrer a germinação, pode ser distinto em 3 etapas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A etapa 1 é rápida (poucas horas) e caracterizada por um acentuado aumento na intensidade respiratória, resultando na produção de grandes quantidades de energia, a qual grande parte será utilizada em uma série de reações bioquímicas. Ocorrendo a degradação de substâncias de reserva (carboidratos, proteínas, lipídios) o eixo embrionário tem nutrição para crescer até o ponto em que a plântula tenha desenvolvido o sistema radicular. Ao atingir teores de água entre 25 e 30% (endoespermáticas) e 35 a 40% (cotiledonares), inicia a etapa 2, que se caracteriza por ocorrer um transporte ativo das substâncias, desdobradas na fase anterior, do tecido de reserva para o meristemático. Nessa etapa ainda não se observa a emergência do eixo embrionário do interior da semente, emergência essa, que dará o início da etapa 3. Essa última etapa apresenta simultaneamente os processos de todas as etapas mencionadas, acompanhado pelo crescimento, originando uma plântula (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

2.2.2 Substratos

O substrato, fator influente na germinação, tem papel fundamental de proporcionar condições adequadas de umidade para a semente que está em processo germinativo, assim ocorre o desenvolvimento eficiente da plântula. Na escolha de um substrato e sua forma de uso, leva-se em consideração a capacidade de retenção de água, porosidade, composição, tamanho e formato de sementes, sensibilidade à luz, bem como a facilidade de desenvolvimento e análise das plântulas. Os substratos mais usuais em testes de germinação são o papel toalha, papel filtro, papel mata-borrão, terra, areia, vermiculita e carvão (FLORES *et al.*, 2014; PIÑA-RODRIGUES *et al.*, 2015).

A disposição das sementes nos substratos vermiculita e areia variam, podendo ser sobre vermiculita (SV), entre vermiculita (EV), sobre areia (SA) e entre areia (EA). A vermiculita é um dos substratos mais empregados em espécies florestais por gerar resultados excelentes em testes de germinação, apesar de apresentar desvantagem de necessitar recipientes de maior dimensão por seu grande volume. Esse mesmo substrato é indicado para sementes que tem formas esféricas, como *Astronium urundeuva* (Fr. Ale.) Engl. (aroeira), *Mimosa scabrella* Benth. (bracatinga), *Ocotea spp.*, *Cryptocarpa spp.*, *Nectandra spp.* (canelas) e *Cassia spp.* (cássias) (BASSACO *et al.*, 2014; PIÑA-RODRIGUES *et al.*, 2015).

A areia contém algumas limitações, como a alta drenagem de água, ressecando a parte superior do substrato, e o fato dela ser muito pesada, dificultando o manuseio. Segundo Mello e Barbedo (2007), a ocorrência de alterações na disponibilidade de água no substrato areia influenciou nos resultados de germinação de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. e apresentou um aumento na porcentagem de sementes mortas (PIÑA-RODRIGUES *et al.*, 2015).

O substrato papel pode ser utilizado de várias formas, sendo as mais usadas rolo de papel (RP), sobre papel (SP) e entre papel (EP). Também de acordo com Mello e Barbedo (2007), não houve variação significativa nos resultados do teste de germinação de sementes de *Caesalpinia echinata* entre as modalidades RP, SP ou EP, exceto no nível de disponibilidade hídrica. Voltando ao olhar para coníferas, as espécies dentro do gênero *Picea* apresentam o substrato sobre papel (SP) como mais indicado. No gênero *Pinus*, a maioria das espécies apresentam também o substrato SP como o mais indicado, apesar de existirem exceções e podendo não ser, muitas vezes, diferente estatisticamente no teste de germinação em relação a outras modalidades do uso papel como substrato (BRASIL, 2009; PIÑA-RODRIGUES *et al.*, 2015).

Levando em conta a espécie, características morfofisiológicas da semente e o tipo de substrato que são postas a germinar, pode-se entender a complexidade de se determinar

metodologias padronizadas de análise de sementes, para espécies florestais, nativas ou exóticas. Portanto, fica evidente a necessidade de estudos direcionados a essa questão, para agregar conteúdo na literatura e nas RAS.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Biotecnologia da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos, município de Curitibanos – SC.

3.1 MATERIAL VEGETAL

O lote de sementes utilizado foi obtido pela mistura de sementes oriundas de 19 árvores matrizes, localizadas em Campo Belo do Sul – SC. A coleta dos cones (fechados) foi realizada no mês de abril de 2020, e logo após, foram submetidos à secagem em estufa de circulação forçada sob temperatura de 30 °C por sete dias, para abertura dos cones e obtenção das sementes.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO LOTE DE SEMENTES

Para a caracterização do lote de sementes, determinou-se o peso de mil sementes - PMS (g) e grau de umidade, segundo metodologia descrita nas RAS (BRASIL, 2009).

3.3 EXPERIMENTO

Inicialmente, as sementes foram desinfestadas, por meio da imersão em solução de hipoclorito de sódio (2%), com 1 gota de tween 20, por cinco minutos. Posteriormente, imersão em álcool 70% por dois minutos, seguida de tríplice lavagem com água destilada.

Foram testados os substratos: rolo de papel (RP), sobre papel (SP), entre papel (EP), vermiculita (EV) e areia (EA), em recipiente do tipo *Gerbox*. Cada tratamento foi composto por quatro repetições de 50 sementes. Após a instalação do experimento, o mesmo foi conduzido em BOD, com temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas, conforme RAS (BRASIL, 2009).

Também foram avaliadas as seguintes características: porcentagem de germinação (G%), dada pela emissão de radícula com mínimo 2 mm de comprimento e avaliada diariamente por 30 dias; porcentagem de plântulas normais (PN%); plântulas anormais (PA%), porcentagem de sementes duras (D%), porcentagem de sementes mortas (M%), comprimento de plântulas normais, massa seca de plântulas normais (MS), e o índice de velocidade de germinação (IVG) (MAGUIRE, 1962), obtidas aos 30 dias após a instalação do experimento.

No decorrer do teste de germinação, em relação ao substrato rolo de papel germitest, foram selecionadas cinco sementes, as mais centrais em cada repetição, para avaliação visual e registro fotográfico do processo germinativo, observando-se as alterações morfológicas ao longo de 30 dias.

3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), sendo os dados submetidos à ANOVA e quando necessário, as médias foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso de mil sementes (PMS) foi de 6,2671 g, e levando-se em consideração a classificação das sementes em diferentes tamanhos, as sementes de *C. lanaceolata* são classificadas como sementes pequenas, pois o PMS é inferior à 200 g (BRASIL, 2009). O lote apresenta aproximadamente 159.563,43 sementes por quilograma, e esta informação é útil para o planejamento da semeadura por produtores de mudas. Já em relação ao teor de água, foi observado o valor de 13,82%.

Para as outras variáveis avaliadas, a análise estatística demonstrou diferenças significativas entre os diferentes substratos, em relação a porcentagem de germinação, porcentagem de sementes duras e mortas, massa seca de plântulas e índice de velocidade de germinação, sendo os dados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Médias de totais das variáveis analisadas no teste de germinação, com semente de *Cunninghamia lanceolata*, em diferentes substratos.

Substratos	G (%)	PN (%)	CPN (cm)	PA (%)	D (%)	M (%)	MS (%)	IVG
EP	24,50 a	21,50 a	6,45 a	3,00 a	66,00 c	9,50 a	8,44 bc	1,27 a
RP	24,50 a	17,00 a	7,14 a	7,50 a	64,50 c	11,00 a	7,10 c	1,27 a
SP	22,50 a	15,00 a	6,21 a	7,50 a	51,00 b	26,50 b	11,72 a	1,00 ab
EV	21,00 a	16,00 a	7,46 a	5,00 a	0,00 a	0,00 a	8,73 b	0,62 b
EA	0,00 b	-	-	-	-	-	-	0,00 c

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Fonte: O autor (2021).

Legenda: G (%) – Porcentagem de germinação; PN (%) – Percentual de plântulas normais; CPN (cm) – Comprimento de plântulas normais, PA (%) – Percentual de plântulas anormais, D (%) – Percentual de sementes duras, M (%) – Percentual de sementes mortas, MS (%) – Porcentagem de massa seca; e IVG – Índice de velocidade de germinação. EP – Entre Papel; RP – Rolo de Papel; SP – Sobre Papel; EV – Entre Vermiculita; e EA – Entre Areia.

Primeiramente, é importante ressaltar que não houve germinação no substrato do tipo EA, portanto, não são apresentados os dados para as demais variáveis analisadas. Esse resultado pode ter relação com o fato do substrato areia, quando encharcado, se tornar pesado e gerar pressão sobre a semente, dificultando o processo de protrusão radicular. Por EA ser um substrato de difícil controle de água, pode ter afetado a disponibilidade hídrica e de oxigênio ideal para a semente germinar. A variável porcentagem de germinação foi estatisticamente igual para os substratos EP, RP, SP e EV, que diferiram do substrato EA. A taxa de germinação em todos os substratos foi relativamente baixa (21,00 a 24,50%) quando comparada à porcentagem de germinação de espécies comerciais. A normativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e

Abastecimento, a Nº 36, de 4 de outubro de 2017 (BRASIL, 2017), determina a germinação mínima de 80% para sementes florestais comerciais em geral, mas sabe-se que muitos produtores hoje acabam exigindo taxa de germinação superior à 90%.

A baixa germinação de *C. lanceolata*, observada neste trabalho, pode estar relacionada à qualidade genética do lote de sementes, visto que as sementes foram utilizadas logo após a colheita e apresentavam boa qualidade aparente, pois não possuíam sementes danificadas, quebradas, deformadas ou atacadas (sem deterioração aparente). Pode estar relacionada também com o fato de haver dormência primária e secundária, como descrito no trabalho de Cao *et al.* (2016). Outra questão relevante é o fato de ser comum em espécies florestais, que produzem muitas sementes ao mesmo tempo, como no caso das coníferas, o fato de uma grande porcentagem das mesmas estarem vazias, como observado no trabalho de Biernaski *et al.* (2019), que ao analisar sementes de *Pinus maximinoi* H. E. Moore, constataram em média, 54% de sementes vazias, assim necessitando de um teste complementar, como o de tetrazólio, para avaliar a viabilidade das sementes de *C. lanceolata* analisadas. Ainda se pode levantar a hipótese de que as sementes são recalcitrantes, podendo perder a viabilidade no processo de secagem mencionado anteriormente na metodologia de presente trabalho.

Contudo, provavelmente, as baixas taxas de germinação observadas neste trabalho não estão relacionadas ao tipo de substrato ou metodologia aplicada para o teste de germinação de sementes de *C. lanceolata*, estando muito aquém de valores encontrados para taxas de germinação observadas para a maioria das espécies florestais cultivadas. Conforme o estudo de Biernaski *et al.* (2019), a porcentagem de germinação chegou a 90% para sementes de *Pinus maximinoi*, assim como para Krupek e Ribeiro (2010), avaliando a germinação de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze, observaram 60,90% de sementes germinadas. Já para *Eucalyptus urophylla*, em teste de germinação conduzido por Jeromini *et al.* (2020), obteve 95% de germinação em substrato do tipo SP a 25°C.

Foram verificados valores de IVG de 0,62 em substrato do tipo EV e 1,00 em SP, não apresentando diferença significativa entre si. RP e EP apresentaram 1,27, cujo valor foi o mais alto dentre os tratamentos, assim, são estes os substratos que podem ser considerados os melhores para as sementes, pois nestes, demonstram seu máximo vigor, que é a definido pela capacidade das sementes de germinarem sob condições adversas, marcante sobre todos os aspectos do processo germinativo, desde a velocidade de germinação até a alocação de massa seca nas plântulas (SIMONI *et al.*, 2011 *apud* GEHLING *et al.*, 2017). As sementes que possuem maior qualidade fisiológica tendem a ter maior eficiência na retomada de processos metabólicos, resultando em germinação mais rápida e uniforme (MUNIZZI *et al.* 2010).

O percentual de plântulas normais foi expressivo em todos os tratamentos, não apresentando diferença significativa entre eles. No tratamento EP, 21,50% das sementes originaram plântulas normais, sugerindo que a maior superfície de contato nesse tipo de substrato e/ou a menor oxigenação e/ou menor intensidade luminosa, podem acarretar num melhor desenvolvimento das plântulas. No substrato RP, observou-se 17,00% de plântulas normais; SP, 15,00%; e EV, 16,00% (cujo substrato também possui característica de diminuir a luminosidade incidente na raiz). Santos *et al.* (2009), realizaram avaliação de porcentagem de plântulas normais para sementes de *Tabebuia chrysotricha* utilizando substrato do tipo SP, encontrando 64,22% de plântulas normais, dentre as sementes germinadas (67,80%). O baixo percentual de plântulas anormais, geralmente, indica que a semente viável e germinada apresenta um crescimento normal até o estágio de plântula, possivelmente originando uma muda potencial.

Analisando os valores encontrados de comprimento médio de plântulas normais, não foi constatada diferença estatística (Tabela 1), apesar do RP apresentar média de CPN de 7,14 cm, um pouco superior em relação aos substratos SP e EP. Esse fato pode estar relacionado à disposição das sementes em relação ao substrato, visto que nesse tipo de substrato (RP) a semente tem maior liberdade de responder ao geotropismo, gerando a possibilidade de se desenvolver verticalmente para ambos os extremos, diferente dos outros tratamentos. O substrato EV resultou em maior CPN com média de 7,46 cm, o que pode estar relacionado às características de baixa densidade e alta porosidade do material vermiculita, que pode ter promovido o crescimento do sistema radicular.

O percentual de sementes que não germinaram, mas que ainda possuíam viabilidade, ou seja, sementes duras (ou até possivelmente dormentes), apresentou diferença estatística entre os tratamentos, porém, há informações importantes a serem destacadas, como o fato de não haver resultados de (D%) em EV. Isso porque a análise e contagem das sementes é inviável, visto que a semente apresenta cor e tamanho similar aos grãos do substrato vermiculita, bem como há atração estática entre os mesmos, dificultando muito a distinção e separação das mesmas ao final do teste de germinação. Essa situação também se aplica à variável sementes mortas (M%) para o mesmo tratamento.

Para os substratos EP e RP, o percentual de sementes duras (D%) foi de 66,00 e 64,50%, respectivamente, os quais não diferiram estatisticamente entre si, mas diferiram do substrato SP com 51,00% (Tabela 1). Isto pode estar relacionado ao fato do substrato SP expor mais as sementes aos patógenos externos (fora do recipiente), assim, o percentual que difere estatisticamente esses substratos na variável do percentual de sementes duras não vão refletir

na porcentagem de germinação, mas sim, no percentual de sementes mortas. Todos os valores encontrados para a variável D% são altos independente do substrato, o que pode indicar a necessidade de aumento no tempo de avaliação do teste de germinação para *C. lanceolata*, aplicação de teste de tetrazólio para confirmar se as sementes estão viáveis, inviáveis ou vazias, assim como, fica evidente a necessidade de verificar a superação de dormência a partir de outros testes de germinação destinados para avaliação desta questão pontualmente.

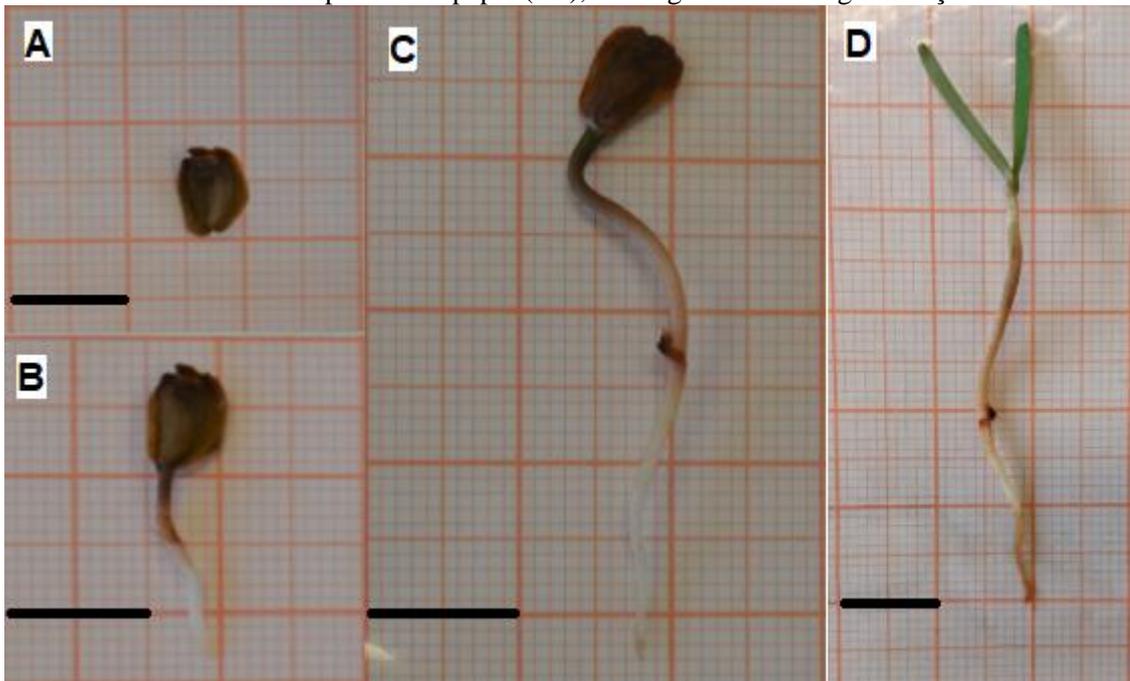
Em relação ao percentual de sementes mortas (M%), praticamente todas as sementes, assim enquadradas, foram degradadas por ataque de fungos, sendo as restantes consumidas por bactérias. Ao observar a Tabela 1, observa-se que o tratamento sobre papel (26,50%) diferiu estatisticamente dos EP (9,50%) e RP (11,00%). Isso se deve ao fato de justamente o substrato SP expor mais a semente ao oxigênio e contaminantes do ar, o que pode ter gerado essa maior contaminação nesse tratamento.

A porcentagem de massa seca, referente à quantidade de matéria orgânica que a semente conseguiu gerar até seu estágio de plântula, divergiu estatisticamente em todos os substratos usados, no qual o substrato do tipo SP apresentou maior MS%, com 11,72% (Tabela 1). O substrato EP (8,44%) não diferiu estatisticamente de EV (8,73%) e RP (7,10%), mas os dois últimos divergiram estatisticamente entre si.

Considerando todas as variáveis observadas no teste de germinação, os substratos EP e RP apresentaram superioridade em relação aos demais, no que tange às variáveis, MS% e IVG. Contudo, pode-se afirmar que o substrato RP apresenta melhor trabalhabilidade, para condução e análise de teste de germinação de sementes de *C. lanceolata*, em laboratório.

A Figura 2 apresenta a sequência de eventos morfológicos observados ao longo de 30 dias de germinação de sementes de *C. lanceolata*. Pode-se observar que no 3º dia após a semeadura (Figura 2A), a semente já apresenta aumento em seu tamanho, efeito da intensa absorção de água, observada na fase I da germinação. A protrusão da raiz principal ocorreu no sétimo dia após a semeadura, crescendo rapidamente como demonstrado no 9º dia (Figura 2B), quando já se pode observar o aparecimento do colo do caule, diferenciando parte aérea e radicular. Ao 13º dia do processo de germinação, pode-se observar um alongamento acentuado e aparecimento de pigmentação fotossintetizante (clorofila) na parte aérea (Figura 2C). O aparecimento dos cotilédones pode ser observado no 18º dia após a semeadura (Figura 2D). A plântula é considerada normal e possui todas as partes bem nítidas, como raiz principal e zona pelífera, colo, caule e cotilédones com pigmentação funcional, bem como apresenta uma gema apical em desenvolvimento.

Figura 2 – Aspectos morfológicos da germinação da semente de *Cunninghamia lanceolata*, em substrato do tipo rolo de papel (RP), ao longo do teste de germinação.



Fonte: O autor.

Legenda: A) 3º dia após a semente; B) 9º dia após a semente; C) 13º dia após a semente; D) 18º dia após a semente. Barra (1,2,3,4) = 10 mm.

5 CONCLUSÃO

Diante do exposto, pode-se concluir que os substratos EP e RP são adequados para a realização de teste de germinação, com sementes da espécie *C. lanceolata*. Entretanto, o substrato RP apresenta melhor trabalhabilidade laboratorial.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A porcentagem de germinação foi muito abaixo daquela esperada, também, abaixo dos níveis requeridos pelos produtores florestais e preconizado na legislação para comercialização. Isso demonstra a necessidade de se realizar novos testes, aumentando o período de avaliação, por exemplo, ou desenvolver metodologia para realização do teste de tetrazólio, afim de verificar a viabilidade das sementes ao final do teste de germinação. Ainda, recomenda-se realizar estudos relacionados à verificação da existência da dormência, e caso esta se confirme, realizar estudos com diferentes métodos de superação de dormência, visando aumentar as taxas de germinação.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, P. V.; CARVALHO, M. P.; RAMOS M. D. L. **Árvores do Jardim do Carregal.** Dias com Árvores. 2004. Disponível em: <https://dias-com-arvores.blogspot.com/2004/10/rvores-do-jardim-do-carregal-1.html>. Acesso em: 30 ago. 2019.
- BASSACO, M. V.; NOGUEIRA, A. C.; COSMO, N. L. Avaliação da germinação em diferentes temperaturas e substratos e morfologia do fruto, semente e plântula de *Sebastiania brasiliensis*. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 3, p. 381-392, 2014.
- BIERNASKI, F. A.; NOGUEIRA, A. C.; TAMBARUSSI, E. V.; WEBER, R. L. M.; MIRANDA, L.; FIGURA, M. A.; STAHL, J. Influência da época de coleta e da densidade aparente de cones na qualidade de sementes de *Pinus maximinoi* H. E. Moore. **Scientia Forestalis**, Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais (IPEF). [S.L.], v. 47, n. 124, p. 714-723, dez. 2019.
- BI, J.; BLANCO, J. A.; SEELY, B.; KIMMINS, J. P.; DING, Y.; WELHAM, C. Yield decline in Chinese-fir plantations: A simulation investigation with implications for model complexity. **Canadian Journal of Forest Research**, [S. L.], v. 37, n. 9, p. 1615-1630, set. 2007.
- BOVOLINI, M. P.; MACIEL, C. G.; BRUM, D. L.; MUNIZ, M. F. B. Influência da temperatura e do substrato na germinação e vigor de *Jacaranda michantra* Cham. **Ciências Agroveterinárias**, Lages - SC, v. 14, n. 3, p. 203-209, dez. 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Normativa nº 36, de 4 de outubro de 2017**. 36 ed. Brasília - DF, 2017.
- CAO, D.; XU, H.; ZHAO, Y.; DENG, X.; LIU, Y.; SOPPE, J. J. W.; LIN, J. Transcriptome and Degradome Sequencing Reveals Dormancy Mechanisms of *Cunninghamia lanceolata* Seeds. **Plant Physiology**, [S.L.], v. 172, n. 4, p. 2347-2362, 19 out. 2016.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5º ed. Jaboticabal: Funep, 2012.
- CONIFERS. **The gymnosperms database**, 2010. Disponível em: <https://www.conifers.org/cu/Cupressaceae.php>. Acesso em: 26 ago. 2019.
- DOBNER JUNIOR, M.; TRAZZI, P. A.; MACHADO, S. A.; HIGA, A. R. Aspectos dendrométricos e silviculturais de um povoamento de *Cunninghamia lanceolata* no sul do Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 47, n. 1, p. 1-9, mar. 2017.
- EVANS, J. Plantation conifers in the tropics. In: INTERNATIONAL CONIFER CONFERENCE: CONIFERS FOR THE FUTURE, 4., 1999, Wye Coll, Ashford, England.

Proceedings... Leuven, Belgium: International Society Horticultural Science, **Acta Horticulturae**, n. 615, p. 355-359, 2003.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, jul./dez. 2008.

FLORES, A. V.; BORGES, E. E. L.; GONÇALVES, J. F. C.; GUIMARÃES, V. M.; ATAÍDE, G. M.; BARROS, D. P.; PEREIRA, M. D. Efeito do substrato, cor e tamanho de sementes na germinação e vigor de *Melanoxylon brauna*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo - PR, v. 34, n. 78, p. 142-147, jul. 2014.

FOELKEL, C. **As Coníferas Ibero-Americanas**. Revista Virtual PinusLetter, n° 26. Julho, 2010. Disponível em: http://www.celso-foelkel.com.br/pinus_26.html. Acesso em: 26 ago. 2019.

GEHLING, V. M.; MENDONÇA, A. O.; ANJOS, F. C.; ALLGAYER, G. D.; VILLELA, F. A.; AUMONDE, T. Z. DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES E PLÂNTULAS DE TOMATEIRO SOB DIFERENTES TEMPERATURAS. **Scientia Agraria Paranaensis**, [S. L.], v. 16, n. 1, p. 32-38, jan./mar. 2017.

GOMES, K. B. P. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. pelos testes de raios x, condutividade elétrica, pH do exsudato e germinação**. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2013.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; COSTA, E. M. T.; SANTOS-MOURA, S. S.; SILVA, R. S.; CRUZ, F. R. S. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 859-866, jul./ago. 2013.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; SANTOS, S. R. N.; LIMA, C. R. Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes *Erythrina velutina* Willd. (FABACEAE - PAPILIONOIDEAE). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1360-1365, set./out. 2009.

IBÁ - Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório IBÁ 2020 ano base 2019**. Brasília: 2020. 66 p. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-iba-2020.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2020.

IPEF. **Boletim Informativo**: Circulação interna e exclusiva aos técnicos e empresas associadas ao IPEF. Vol. 4, n° 13. nov. 1976. Disponível em: https://www.ipef.br/publicacoes/boletim_informativo/bolinf13.pdf. Acesso em: 23 out. 2020.

ISTA. **Regras internacionais para teste de sementes**. ISTA, 2021. Disponível em: https://www.seedtest.org/en/international-rules-for-seed-testing-_content---1--1083.html. Acesso em: 05 abr. 2021.

JEROMINI, T. S.; CRUZ, T. A.; PEREIRA, T. S.; SILVA, G. Z.; MARTINS, C. C. Determinação da metodologia para o teste de germinação de sementes de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake (Myrtaceae). **Biotemas**, [S.L.], v. 33, n. 2, p. 1-8, maio 2020.

KRUPEK, R. A.; RIBEIRO, V. Biometria e Germinação de Sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze Provenientes de um Remanescente Florestal do Município de Turvo (PR). **Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava - PR, v. 12, n. 1, p. 73-89, ago. 2010.

LI, M. H.; RITCHIE, G. A. Eight hundred years of clonal forestry in China: I. traditional afforestation with Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.). **New Forests**, [S.L.], v. 18, n. 2, p. 131-142, 1999.

MAGGI, B. (org.). DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO: instrução normativa nº 25, de 27 de junho de 2017. Instrução normativa Nº 25, DE 27 DE JUNHO DE 2017. 2017. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19171979/do1-2017-07-13-instrucao-normativa-n-25-de-27-de-junho-de-2017-19171968. Acesso em: 17 fev. 2021.

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

MAYRINCK, R. C.; VAZ, T. A. A.; DAVIDE, A. C. Classificação fisiológica de sementes florestais quanto à tolerância à dessecação e ao comportamento no armazenamento. **Cerne**, [S.L.], v. 22, n. 1, p. 85-92, mar. 2016.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrocronologia das Gimnospermas**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2ª edição, 2005. 161 p.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. 2º ed. Londrina: Abrates, 2015.

MELLO, J. I. de O.; BARBEDO, C. J. Temperatura, luz e substrato para germinação de sementes de Pau-Brasil (*Caesalpinia echinata* Lam., Leguminosae - Caesalpinioideae). **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v. 31, n. 4, p. 645-655, 2007.

MONDO, V. H. V.; BRANCALION, P. H. S.; CICERO, S. M.; NOVENBRE, A. D. da L. C.; DOURADO NETO, D. Teste de germinação de sementes de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Piracicaba - SP, v. 30, n. 2, p. 177-183, jun. 2008.

MUNIZZI, A.; BRACCINI, A. L.; RANGEL, M.A.S.; SCAPIM, C. A.; BARBOSA, M. C.; ALBRECHT, L. P. Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, n.1, p.176-185, 2010.

OLIVEIRA, L.M.; GOMES, J.P.; SOUZA, G.K.; NICOLETTI, M.F.; LIZ, T.O.; PIKART, T.G. Metodologia alternativa para o teste de tetrazólio em sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 21, n. 4, p. 468-474, out./dez. 2014.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A. **Sementes Florestais Tropicais: da ecologia à produção**. Londrina: Abrates, 2015.

- ROSSA, B. E.; FLÔRES JUNIOR, P. C.; IKEDA, A. C.; ALCANTARA G. B. Beneficiamento e germinação de sementes de *Pinus taeda* L. In: II SIMPÓSIO DE PROPAGAÇÃO E PRODUÇÃO DE MUDAS. Águas de Lindóia - SP, out. 2018.
- SANTOS, F. S.; PAULA, R. C.; SABONARO, D. Z.; VALADARES, J. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex A. DC.) StandI. **Scientia Forestalis**, [S. L], v. 37, n. 82, p. 163-173, jun. 2009.
- SIMONI, F.; COSTA, R. S.; FOGAÇA, C. A.; GEROLINETO, E. Sementes de *Sorghum bicolor* L. - Gramineae, submetidas ao estresse hídrico simulado com PEG (6000). **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, [S. L], v.11, n.1, p.188-192, 2011.
- WANG, Q.; WANG, S.; ZHANG, J. Assessing the effects of vegetation types on carbon storage fifteen years after reforestation on a Chinese fir site. **Forest Ecology And Management**, [S.L.], v. 258, n. 7, p. 1437-1441, set. 2009.
- WU, Z.; RAVEN, P. H. **Flora of China**. VoL. 4. Beijing: Science Press; St. Louis: Jardim Botânico do Missouri, 1999.
- XIANGQING, M.; CHUNJIANG, L.; HANNU, I.; WESTMAN, C. J.; AIQUIN, L. Biomass, litterfall and the nutrient fluxes in Chinese fir stands of different age in subtropical China. **Journal of Forestry Research**, [S.L.], v. 13, n. 3, p. 165-170, set. 2002.
- XIANG, W.; CHAI, H. X.; TIAN, D. L.; PENG, C. H. Marginal effects of silvicultural treatments on soil nutrients following harvest in a Chinese fir plantation. **Soil Science and Plant Nutrition**, [S.L.], v. 55, n. 4, p. 523-531, abr. 2009.

APÊNDICE A – Análises de variância referentes aos parâmetros analisados para a germinação em diferentes substratos.

Tabela 2 – Tabela de análise de variância (ANOVA), para a porcentagem de germinação (G%) de sementes de *Cunninghamia lanceolata*, em diferentes substratos para testes de germinação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tipo de Substrato	4	1746,00	436,50	16,067	0,0001*
Repetição	3	391,00	130,33	4,798	0,0202
Erro	12	326,00	27,17		
Total Corrigido	19	2463,00			
CV (%)	28,17				
Média Geral	18,50				

Fonte: O autor (2021).

Legenda: *significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 3 – Tabela de análise de variância (ANOVA), para a porcentagem de plântulas normais (PN%) de sementes de *Cunninghamia lanceolata*, em diferentes substratos para testes de germinação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tipo de Substrato	4	1064,80	266,20	10,592	0,0007*
Repetição	3	381,40	127,13	5,058	0,0171
Erro	12	301,60	25,13		
Total Corrigido	19	1747,80			
CV (%)	36,07				
Média Geral	13,90				

Fonte: O autor (2021).

Legenda: *significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 4 – Tabela de análise de variância (ANOVA), para comprimento de plântula normal (CPN) de sementes de *Cunninghamia lanceolata*, em diferentes substratos para testes de germinação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tipo de Substrato	4	152,8358	38,2089	88,934	0,0000*
Repetição	3	0,0489	0,0162	0,038	0,9897
Erro	12	5,1555	0,4296		
Total Corrigido	19				
CV (%)	12,02				
Média Geral	5,45				

Fonte: O autor (2021).

Legenda: *significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 5 – Tabela de análise de variância (ANOVA), para porcentagem de plântulas anormais (PA%) de sementes de *Cunninghamia lanceolata*, em diferentes substratos para testes de germinação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tipo de Substrato	4	162,80	40,70	2,032	0,1538*
Repetição	3	13,60	4,53	0,226	0,8763
Erro	12	240,40	20,03		
Total Corrigido	19	416,80			
CV (%)	97,30				
Média Geral	4,60				

Fonte: O autor (2021).

Legenda: *significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 6 – Tabela de análise de variância (ANOVA), para porcentagem de sementes duras (D%) de *Cunninghamia lanceolata*, em diferentes substratos para testes de germinação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tipo de Substrato	4	18115,20	4528,80	184,598	0,0000*
Repetição	3	40,60	13,53	0,552	0,6567
Erro	12	294,40	24,53		
Total Corrigido	19	18450,20			
CV (%)	13,64				
Média Geral	36,30				

Fonte: O autor (2021).

Legenda: *significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 7 – Tabela de análise de variância (ANOVA), para porcentagem de sementes mortas (M%) de *Cunninghamia lanceolata*, em diferentes substratos para testes de germinação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tipo de Substrato	4	1886,80	471,70	16,707	0,0001*
Repetição	3	143,20	47,73	1,691	0,2218
Erro	12	338,80	28,23		
Total Corrigido	19	2368,80			
CV (%)	56,53				
Média Geral	9,40				

Fonte: O autor (2021).

Legenda: *significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 8 – Tabela de análise de variância (ANOVA), para porcentagem de massa seca (MS%) em plântulas normais de *Cunninghamia lanceolata*, em diferentes substratos para testes de germinação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tipo de Substrato	4	304,91	76,23	178,721	0,0000*
Repetição	3	1,89	0,63	1,482	0,2692
Erro	12	5,12	0,42		
Total Corrigido	19	311,92			
CV (%)	9,07				
Média Geral	7,20				

Fonte: O autor (2021).

Legenda: *significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 9 – Tabela de análise de variância (ANOVA), para índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Cunninghamia lanceolata*, em diferentes substratos para testes de germinação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tipo de Substrato	4	4,63	1,16	25,311	0,0000*
Repetição	3	0,64	0,21	4,679	0,0218
Erro	12	0,55	0,04		
Total Corrigido	19	5,82			
CV (%)	25,60				
Média Geral	0,83				

Fonte: O autor (2021).

Legenda: *significativo a 5% de probabilidade.