

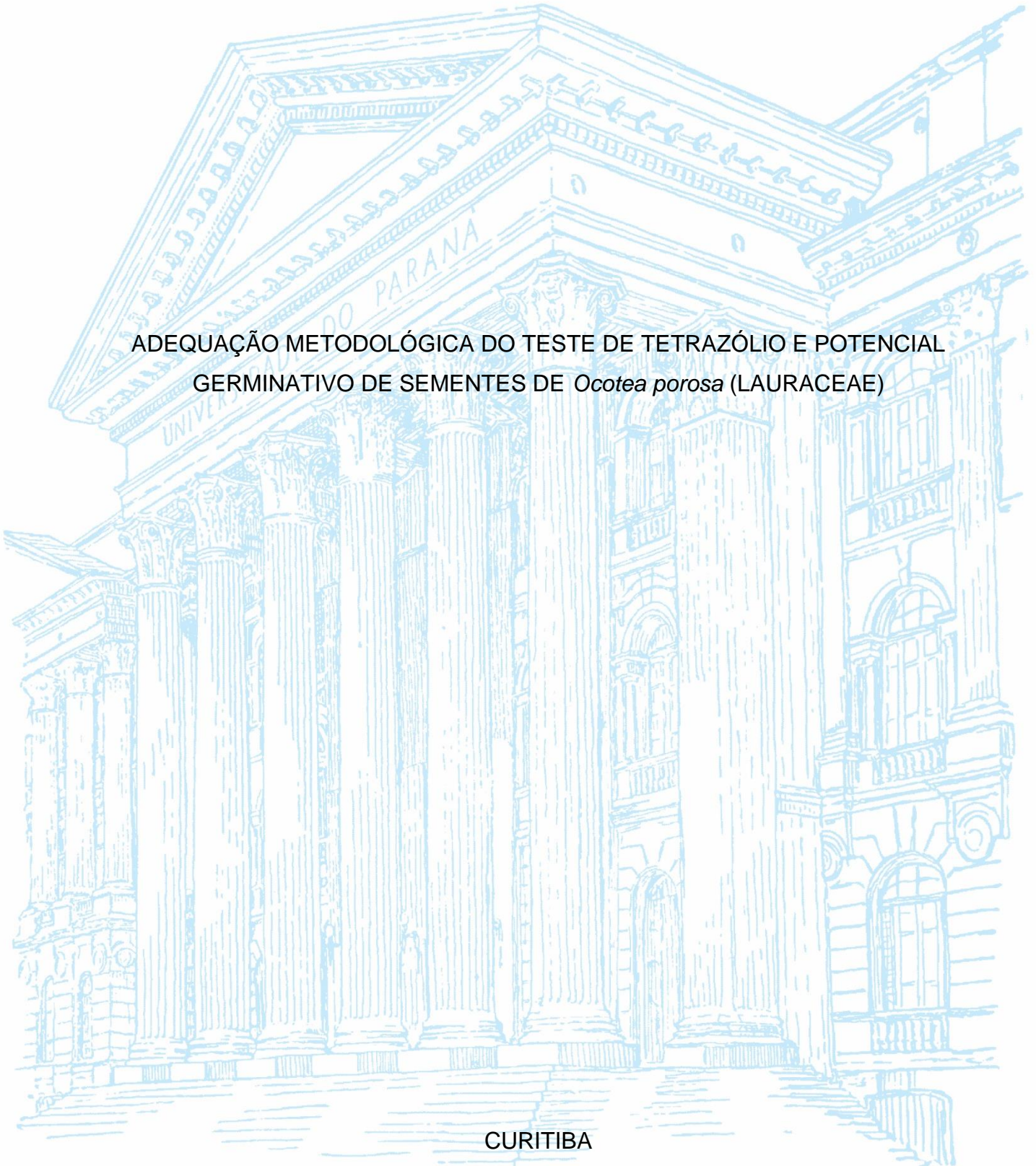
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CAMILA MATOS SPOLADOR

ADEQUAÇÃO METODOLÓGICA DO TESTE DE TETRAZÓLIO E POTENCIAL  
GERMINATIVO DE SEMENTES DE *Ocotea porosa* (LAURACEAE)

CURITIBA

2022



CAMILA MATOS SPOLADOR

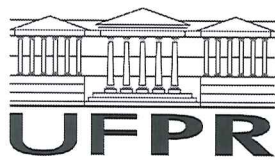
ADEQUAÇÃO METODOLÓGICA DO TESTE DE TETRAZÓLIO E POTENCIAL  
GERMINATIVO DE SEMENTES DE *Ocotea porosa* (LAURACEAE)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientadora: Profa. Dra. Dagma Kratz  
Coorientadora: MSc. Leticia Siqueira Walter

CURITIBA

2022



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

## PARECER

Defesa nº 293

A Banca Examinadora, instituída pelo Colegiado do Curso de Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir **Camila Matos Spolador** em relação ao seu Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **Adequação metodológica do teste de tetrazólio e potencial germinativo de sementes de *Ocotea porosa* (Lauraceae)**, é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** na Disciplina ENGF010 - Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Florestal, condicionada a entrega da versão final corrigida.

Profa. Dra. Manoela Duarte  
1ª. Avaliadora

Profa. Me. Gabriela Scheinpflug  
2ª. Avaliadora

Profa. Dra. Dagma Kratz  
Orientadora - Presidente da Banca

Curitiba, 06 de maio de 2022.

Prof. Dr. Allan Libanio Pelissari  
Vice-Coordenador do Curso de Engenharia Florestal em exercício

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família: Renata Matos, Edson Achy, Jefferson Spolador, Rita Rodrigues e, principalmente à minha irmã Carolina Spolador. Muito obrigada por todas as conversas, suporte e principalmente pelo incentivo que me deram, que sempre confiaram e acreditaram no meu potencial. Estar rodeada de uma família tão incrível é a melhor coisa que eu poderia pedir. A minha família é a minha fonte de forças, minha base e minhas inspirações.

À minha orientadora e amiga Dagma Kratz. Ela me acolheu no LASF no 4º período do curso, me dando a oportunidade de fazer pesquisas incríveis e admirar o trabalho de cientistas e professores. Ela é uma inspiração de força, profissional, mulher e trabalho. Sua orientação e suporte foram fundamentais para a minha trajetória Universitária e formação profissional.

À minha colega de laboratório, coorientadora e amiga Letícia Walter. A Letícia é uma pessoa incrível, me orientou desde o primeiro momento e esteve comigo nos dias mais difíceis e cansativos da condução do experimento. Ela me ajudou com todas as dúvidas e não soltou minha mão. Serei eternamente grata por toda a ajuda e levarei isso para a minha vida.

Ao meu colega de laboratório Francival Cardoso que me ajudou com dúvidas e me deu suporte para a que este trabalho fosse concluído. À Manoela Duarte, que além de ser uma pesquisadora admirável, me ajudou com os dados desse trabalho. Ao professor Richardson Ribeiro, à professora Gabriela Scheinpflug e à Sociedade Chauá pela coleta das sementes que foram a base desse estudo. Ao professor Nelson Cosmos por ter participado de conversas fundamentais que me colocaram para pensar e por ter me disponibilizado seu laboratório para as fotos mais incríveis deste trabalho.

Aos meus colegas de laboratório: Alessandra Oliveira, Brandon H. S., Felipe Mocelin, João Beger, Lucas Vieira, Mariana Fernandes e Rafael Micheli. Eles foram extremamente fundamentais durante os experimentos, mostraram interesse e fizeram uma força tarefa incrível para me ajudar. Eles fazem parte da minha conquista e sou muito grata por ter trabalhado com eles. Eu desejo que eles tenham uma trajetória universitária incrível e que recebam de volta toda a ajuda que me deram.

Aos meus amigos de curso: Anah Castro, Letícia Olibratóski, Mateus Cardoso e Milena Werner. Eles são as pessoas mais importantes que conheci nessa caminhada e os levarei para a minha vida toda. Sem o nosso comprometimento, nossa união e motivação que demos uns aos outros, não estaria onde estou hoje. Sou muito feliz em tê-los na minha vida. Ao meu amigo Gabriel Okura, que fez a melhor revisão que eu poderia ter neste trabalho.

A todos os membros do Laboratório de Sementes Florestais da UFPR por todo o suporte dado, esse time faz pesquisas incríveis e me ensinaram muitas coisas. Também a todas as pessoas que tive a oportunidade de conhecer e trabalhar junto no CAEF, COPLAF, PET e Solo na Escola, especialmente à Beatriz Rossa, Igor Martinello, Jacqueline Castro, João Azevedo, Tiago Teixeira e Vinicius Ribeiro; essas pessoas tiveram uma participação especial na minha trajetória, me ajudaram e me ensinaram muito.

Por fim, a todos os demais professores, servidores, discentes e profissionais da Engenharia Florestal por todo o amparo para que eu pudesse chegar até aqui.

## RESUMO

*Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso (Lauraceae) é uma espécie característica da floresta ombrófila mista, possui madeira de alto valor agregado e, por conta da exploração de seu fuste, é considerada vulnerável na lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. Estudos visando a definição de protocolos de germinação são essenciais para melhorar a produção de mudas, auxiliando na tomada de decisão quanto ao uso ou descarte de lotes, principalmente se tratando de uma espécie cujo período de germinação é longo. O método mais utilizado para determinação da qualidade de sementes é o teste de germinação, contudo, além de ser demorado, possui interferências dos fatores ocorrentes no decorrer do experimento. Uma alternativa a esta situação é o uso do tetrazólio, que permite uma avaliação rápida e precisa da qualidade de lotes. Os objetivos do trabalho foram o ajuste do protocolo para a condução do teste de tetrazólio em sementes de imbuia e um teste de germinação testando duas condições de tegumento para comparação com o teste de tetrazólio. Para o teste de tetrazólio foram testadas três concentrações (0,25%; 0,5% e 0,75%), dois tipos de exposição do endosperma (sem tegumento e separação dos cotilédones para expor o eixo embrionário) e dois lotes (plantio e floresta). Previamente à condução do experimento, as sementes foram embebidas em água destilada a 25°C por 16 horas para reativar o metabolismo. Depois, inseridas na solução de tetrazólio a 40°C por 4 horas, nos respectivos cortes para posterior análise. Foi feita uma análise física das sementes a partir do teor de água, peso de mil sementes e biometria. Para o teste de tetrazólio sugere-se a imersão de sementes nos dois cortes em solução a uma concentração de 0,25% durante 4 horas, sem necessidade de pré-embebição. Quanto ao teste de germinação para a comparação com os resultados do tetrazólio, obteve-se os melhores resultados para o lote floresta com a retirada do tegumento (%G = 66,00%, IVG = 1,1000, TMG = 17,60 dias). O teor de água dos lotes (plantio e floresta) foi de 29,97 e 37,64%, peso de mil sementes de 1203,83 e 1844,33 gramas, respectivamente, e biometria com média de largura de 12,46 mm e altura de 14,51 mm.

**Palavras-chave:** Imbuia; qualidade; vigor; viabilidade; substrato; temperatura.

## ABSTRACT

*Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso (Lauraceae) is a characteristic species of the mixed ombrophilous forest, its wood has high added value and, due to the exploitation of its stem, it is considered vulnerable in the official list of endangered Brazilian flora species of extinction. Studies aiming at defining germination protocols are essential to improve seedling production, helping in decision making regarding the use or disposal of lots, especially when dealing with a species whose germination period is long. The most used method to determine the quality of seeds is the germination test, however, in addition to being time consuming, it has interference from factors that occur during the experiment. An alternative to this situation is the use of tetrazolium, which allows a quick and accurate assessment of batch quality. The objectives of this work were the adjustment of the protocol for conducting the tetrazolium test in imbuia seeds and a germination test testing two seed coat conditions for comparison with the tetrazolium test. For the tetrazolium test, three concentrations were tested (0,25; 0,5 and 0,75%), two types of endosperm exposure (without integument and separation of the cotyledons to expose the embryonic axis) and two lots (plantation and forest). Prior to conducting the experiment, the seeds were soaked in distilled water at 25°C for 16 hours to reactivate the metabolism. Then, they were inserted into the tetrazolium solution at 40°C for 4 hours for further analysis of the results. The two lots were also submitted to a germination test for comparison with the results obtained, where two tegument conditions (with and without) were tested for each lot. Finally, a physical analysis of the seeds was carried out from the water content, weight of a thousand seeds and biometrics. For the tetrazolium test, the immersion of seeds without the tegument and distributed in a solution at a concentration of 0,25% for 4 hours is suggested, without the need for pre-soaking. As for the germination test for comparison with the tetrazolium results, the best results were obtained for the forest lot with the removal of the tegument (%G = 66,00%, IVG = 1,1000, TMG = 17,60 days). The water content of the lots (planting and forest) was 29,97 and 37,64%, weight of a thousand seeds of 1203,83 and 1844,33 grams and biometrics with an average width of 12,46 mm and height of 14,51 mm

**Keywords:** Imbuia; quality; vigor; viability; substrate; temperature.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 1 - REPRESENTAÇÃO BOTÂNICA DA FOLHA, FLOR E FRUTO DE<br>IMBUIA.....   | 21 |
| FIGURA 2 - EXEMPLIFICAÇÃO DA BIOMETRIA DOS FRUTOS DE <i>O. porosa</i> EM<br>ALTURA E DIÂMETRO CRUZADO. ....  | 29 |
| FIGURA 3 - SEMENTES DE <i>O. porosa</i> EM EMBEBIÇÃO PREVIAMENTE AO<br>TESTE DE TETRAZÓLIO .....   | 30 |
| FIGURA 4 - SEMENTES INTEIRAS, COM RETIRADA DO TEGUMENTO, DE <i>O.</i><br><i>porosa</i> EM ÁGUA DESTILADA PARA ANÁLISE PELO TESTE DE<br>TETRAZÓLIO..... | 31 |
| FIGURA 5 - SEMENTES DE <i>O. porosa</i> SOB VERMICULITA, ALOCADAS EM CAIXA<br>PLÁSTICA TRANSPARENTE.....   | 33 |
| FIGURA 6 – ALOCAÇÃO DOS TRATAMENTOS DO TESTE DE GERMINAÇÃO EM<br>CÂMARA DE GERMINAÇÃO .....  | 34 |
| FIGURA 7 - MORFOLOGIA EXTERNA E INTERNA DO FRUTO E SEMENTE DE <i>O.</i><br><i>porosa</i> .....   | 36 |
| FIGURA 8 - COMPORTAMENTO TRICOTILEDONAR DE SEMENTES DE <i>O. porosa</i><br>.....   | 37 |
| FIGURA 9 - MORFOLOGIA DA GERMINAÇÃO DE <i>O. porosa</i> .....  | 38 |
| FIGURA 10 - RESULTADOS DO TESTE DE TETRAZÓLIO EM SEMENTES DE <i>O.</i><br><i>porosa</i> .....  | 42 |
| FIGURA 11 - RESULTADOS DO EMBRIÃO DO TESTE DE TETRAZÓLIO PARA <i>O.</i><br><i>porosa</i> .....   | 44 |
| FIGURA 12 - CRESCIMENTO DO EIXO EMBRIONÁRIO NA GERMINAÇÃO DE<br>SEMENTES DE <i>O. porosa</i> .....   | 49 |
| FIGURA 13 - CONDIÇÕES ENCONTRADAS DURANTE O EXPERIMENTO DE<br>GERMINAÇÃO DE <i>O. porosa</i> COM SEMENTES SEM RETIRADA DO<br>TEGUMENTO .....           | 50 |
| FIGURA 14 - BESOUROS ENCONTRADOS NO TESTE DE GERMINAÇÃO DE<br>SEMENTES DE <i>O. porosa</i> .....   | 51 |
| FIGURA 15 - GERMINAÇÃO ACUMULADA DE SEMENTES DE <i>O. porosa</i> PARA<br>OS DIFERENTES LOTES ATÉ 34 DIAS APÓS IMPLANTAÇÃO.....                         | 53 |

## LISTA DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| QUADRO 1 - CLASSES AVALIADAS NO TESTE DE TETRAZÓLIO DAS<br>SEMENTES DE <i>O. porosa</i> ..... | 31 |
| QUADRO 2 - TEORES DE ÁGUA DE <i>O. porosa</i> EM DIFERENTES PESQUISAS ..                      | 39 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| TABELA 1 - PESO DE 1000 E NÚMERO DE SEMENTES E FRUTOS POR QUILO<br>DE <i>O. porosa</i> .....   | 40 |
| TABELA 2 - TESTE DE TETRAZÓLIO DE SEMENTES DE <i>O. porosa</i> DE DOIS<br>PLANTIOS SUBMETIDAS À DIFERENTES TRATAMENTOS. ....                                   | 46 |
| TABELA 3 - ANOVA PARA PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO (%G), ÍNDICE DE<br>VELOCIDADE (IVG) E TEMPO MÉDIO DE GERMINAÇÃO (TMG) DE<br>SEMENTES DE <i>O. porosa</i> ..... | 51 |
| TABELA 4 – TESTE DE MÉDIAS PARA PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO (%G),<br>ÍNDICE DE VELOCIDADE (IVG) E TEMPO MÉDIO DE<br>GERMINAÇÃO (TMG) .....                       | 52 |

## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

|       |   |
|-------|---|
| %G    | - Porcentagem de germinação   |
| ANOVA | - Análise de variância  |
| B.O.D | - <i>Biochemical Oxygen Demand</i> , em tradução livre “Demanda Bioquímica de Oxigênio” |
| cm    | - Centímetros   |
| CV    | - Coeficiente de Variação   |
| DAP   | - Diâmetro a altura do peito  |
| DIC   | - Delineamento inteiramente casualizado   |
| FES   | - Floresta estacional semidescidual   |
| FOD   | - Floresta ombrófila densa  |
| FOM   | - Floresta ombrófila mista  |
| IVG   | - Índice de velocidade de germinação  |
| Kg    | - Quilogramas   |
| m     | - Metros  |
| mm    | - Milímetros  |
| RAS   | - Regras para análise de sementes   |
| TMG   | - Tempo médio de germinação   |
| TTC   | - Sal 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio  |

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....   | <b>16</b> |
| 1.1 JUSTIFICATIVA .....   | 17        |
| 1.2 OBJETIVOS .....   | 18        |
| 1.2.1 Objetivo geral .....  | 18        |
| 1.2.2 Objetivos específicos.....                                      | 18        |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....                                  | <b>19</b> |
| 2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE .....                                   | 19        |
| 2.2 SEMENTES DE <i>OCOTEA POROSA</i> .....                            | 22        |
| 2.3 DORMÊNCIA E GERMINAÇÃO DE <i>OCOTEA POROSA</i> .....              | 23        |
| 2.4 TEOR DE ÁGUA .....  | 24        |
| 2.5 MÉTODOS INDIRETOS DE DETERMINAÇÃO DA VIABILIDADE DE SEMENTES..... | 25        |
| 2.5.1 Teste bioquímico de viabilidade: tetrazólio .....               | 25        |
| 2.5.1.1 Princípios e condução do teste.....                           | 27        |
| <b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....                                     | <b>28</b> |
| 3.1 COLETA E BENEFICIAMENTO DE SEMENTES .....                         | 28        |
| 3.2 ANÁLISES FÍSICAS E MORFOLOGIA .....                               | 28        |
| 3.3 TESTE DE TETRAZÓLIO .....   | 29        |
| 3.3.1 Teste de germinação.....  | 32        |
| 3.4 TRATAMENTO DOS DADOS .....  | 34        |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....                                 | <b>36</b> |
| 4.1 ANÁLISE MORFOLÓGICA .....   | 36        |
| 4.2 TEOR DE ÁGUA .....  | 38        |
| 4.3 ANÁLISE FÍSICA E BIOMÉTRICA .....                                 | 39        |
| 4.4 TESTE DE TETRAZÓLIO .....   | 40        |
| <b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....                                   | <b>55</b> |
| 5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....                        | 55        |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | <b>56</b> |
| <b>ANEXO 1 – DADOS DO TESTE DE GERMINAÇÃO</b> .....                   | <b>60</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

*Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso (Lauraceae), popularmente conhecida como imbuia, é uma espécie nativa da Floresta Ombrófila Mista (FOM) que ocorre principalmente nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, pode chegar a 30 m de altura e produz frutos globulosos de coloração escura que apresentam queda quando maduros (LORENZI, 2008). Sua madeira possui alto valor comercial, sendo utilizada especialmente para mobiliários de luxo e na construção civil, em função de sua alta densidade, aparência e longa durabilidade (CARVALHO, 2003; LORENZI, 2008).

A exploração intensa, as alterações dos habitats naturais, a dificuldade de regeneração natural e a falta de manejo e preservação da FOM pelo uso intensivo de algumas espécies, como a imbuia, contribuem para as grandes pressões ambientais e seu desflorestamento, restando apenas remanescentes florestais, que são em sua grande maioria Unidades de Conservação ou áreas de difícil acesso (CARVALHO, 2006). Com isso, tornaram a imbuia parte da Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção, na categoria das espécies em perigo (LIVRO VERMELHO DA FLORA DO BRASIL, 2013; PARANÁ, 1992).

Embora tenha um valor comercial alto, sua propagação vegetativa ainda é pouco estudada e sua germinação é lenta e irregular (FREIRE, 2017; TELEGINSKI, 2014); além disso, a frutificação muitas vezes não é abundante e os frutos são altamente predados após a queda (CUARANHUA, 2010), impactando na qualidade e quantidade de sementes, que ainda necessitam de ágil e correto acondicionamento por terem comportamento recalcitrante (CARVALHO, 2003). Somado a isso, no que diz respeito à sua germinação, a espécie possui dormência tegumentar, baixos índices de porcentagem de germinação e longos períodos de incubação, dificultando o processo de regeneração natural e germinação (LORENZI, 2008).

Suas características físicas e fisiológicas, como o teor de água, o tamanho e peso das sementes também influenciam diretamente na condição de viabilidade e vigor de mudas, indicando o momento ideal para coleta, determinando as condições de armazenamento adequado e o nível de atividade fisiológica das sementes (ARAÚJO *et al.*, 2013). Por possuir comportamento recalcitrante, estes indicadores possuem maior variabilidade, influência e dificuldade de controle.

Estas dificuldades limitam o aumento da diversidade da espécie e a disponibilização de mudas em viveiros florestais, portanto, pesquisas que favorecem o conhecimento sobre o comportamento e biologia de espécies florestais, principalmente ameaçadas e de interesse comercial, são fundamentais para a promoção da sua conservação e preservação através de programas de conservação e fomento do uso comercial adequado e sustentável e para sua destinação como componente da restauração florestal em sub-bosque e para plantios com fins paisagísticos, além do seu mais importante uso de exploração madeireira. Além disso, o conhecimento do comportamento das sementes fornece subsídios para a tomada de decisão quanto ao uso do lote de sementes, otimização da produtividade e eficiência da operação.

Dentre as análises para determinação da qualidade de lotes de sementes, o teste de tetrazólio é uma boa alternativa, com a obtenção de resultados confiáveis e precisos se realizados por profissionais bem treinados e sem a interferência de fatores externos que ocorrem no teste de germinação padrão (FRANÇA-NETO & KRZYZANOWSKI, 2019).

## 1.1 JUSTIFICATIVA

As premissas básicas eleitas para a escolha do tema e metodologia desta pesquisa foram a carência de estudos atualizados e padronizados sobre testes de viabilidade complementares ao teste de germinação para a imbuia, que possui muitas dificuldades no processo germinativo, como a presença de dormência tegumentar, dificuldade de armazenamento por ser uma espécie recalcitrante, predação das sementes ao atingirem maturidade fisiológica, lentidão e desuniformidade germinativa. Os protocolos de testes de tetrazólio para a espécie encontrados são antigos, e geram dúvidas quanto ao correto procedimento e eficácia dos resultados alcançados. A definição de um protocolo confiável pode auxiliar à tomada de decisão quanto ao uso do lote, precificação de sementes e otimização da produtividade e eficiência da produção de mudas, oferecendo uma resposta mais rápida da viabilidade de sementes do que o teste de germinação.

Estudos com sementes de espécies florestais ameaçadas, como é o caso da imbuia, podem contribuir com o estabelecimento de bases para a adoção de estratégias de produção de mudas, plantios e a utilização de técnicas adequadas

para a coleta, processamento, armazenamento e transporte de sementes, de modo a permitir a manifestação do potencial fisiológico após a semeadura, fomentando seu uso na conservação, correto manejo e incentivo do uso para outras finalidades que não o da madeira.

Muitos dos trabalhos científicos consultados, visando encontrar a melhor combinação para o teste de germinação, entendiam que a espécie poderia ter dormência tegumentar e submetiam as sementes a escarificação ácida. O tegumento apresenta resistência mecânica para o crescimento do embrião, e, portanto, a presença do tegumento é um empecilho na germinação.

Além disso, a escolha do tratamento utilizando a semente inteira realizada neste trabalho foi feita pela carência de trabalhos encontrados testando este método, pretendendo-se avaliar se haveria alguma diferença nos resultados. Bem como, o tempo de 4 horas e concentração de 0,75%, variáveis acima das escolhas de outros autores (KALIL FILHO *et al.*, 2008; SILVA & AGUIAR, 1998a; VICENTE, 2014), para que a solução pudesse penetrar na semente inteira e para avaliar se a solução coloriria os cotilédones, além do eixo embrionário, visto que na referência encontrada contendo figuras para a *Ocotea catharinensis* Mez, observou-se que os cotilédones não foram coloridos (SILVA & AGUIAR, 1998a).

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Estudar o potencial fisiológico e as características físicas de dois lotes de sementes de *Ocotea porosa*.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar fisicamente as sementes provenientes de dois lotes, determinando teor de água, biometria, peso de mil sementes e número de sementes por quilo;
- Descrever as características morfológicas das sementes e da germinação;
- Avaliar a viabilidade de sementes e definir metodologia para realização do teste de tetrazólio;
- Verificar a influência do tegumento da germinação de sementes;

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE

A *Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso é uma espécie da divisão Magnoliophyta (Angiospermae), classe Magnoliopsida (Dicotyledonae), ordem Magnoliales e família Lauraceae (CARVALHO, 2003), é conhecida por diversos nomes populares, dentre eles: imbuia, embuia, canela-imbuia, imbuia-clara, imbuia-parda (LORENZI, 2008).

*O. porosa* é uma espécie resistente a baixas temperaturas, com ocorrência nos estados do Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (CARVALHO, 2003). Lorenzi (2008) descreve a ocorrência apenas nos estados do sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), nas submatas dos pinhais e partes mais elevadas da encosta Atlântica.

Quanto à tipologia florestal, ela é encontrada na Floresta Ombrófila Densa Montana, Altomontana, Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual, mas com maior frequência na FOD e FOM e raramente na FES, entre 620 e 1.650 m, ocupando o dossel. É uma espécie abundante em florestas primárias e com boa regeneração em florestas secundárias (BROTTO *et al.*, 2013).

De acordo com Carvalho (2003), é uma espécie secundária tardia, ou clímax tolerante a sombra, ocupando o segundo andar do dossel da Floresta Ombrófila Mista. Já para Lorenzi (2008), apresenta comportamento pioneiro, infiltrando-se nas florestas mais pobres e capoeirões e característica da floresta de pinhais do Planalto Meridional e de submatas mais desenvolvidas.

A madeira da imbuia é moderadamente pesada, com densidade de 0,65 g/cm<sup>3</sup>, dura, de coloração variada, superfície irregularmente lustrosa e lisa, é medianamente resistente e de grande durabilidade (LORENZI, 2008). Possui lenha de boa qualidade, e pela sua beleza, é uma madeira extremamente procurada e usada serrada e roliça para mobiliário de luxo, peças torneadas, painéis compensados e movelaria. Também pode ser usada na construção civil como vigas, caibros, ripas, forros, tábuas, tacos para assoalhos, esquadrias, marcos ou batentes de portas e janelas, venezianas, molduras e lambris. Outras destinações para a madeira são na carpintaria, marcenaria, confecção de estacas, piquetes,

instrumentos musicais, escadarias e dormentes (CARVALHO, 2003; LORENZI, 2008).

A imbuia fornece óleo fixador para perfumaria, considerado superior ao sândalo e sua árvore é bastante ornamental, com frutos avidamente procurados por várias espécies de pássaros, podendo ser usada na arborização urbana e é uma espécie recomendada para restauração de mata ciliar em locais sem inundação (CARVALHO, 2003; LORENZI, 2008).

A exploração das espécies florestais nativas de forma desordenada e seletiva no Brasil e no mundo em face da demanda de espécies com alto valor comercial, sem o devido conhecimento das suas características silviculturais, pode resultar em perdas de recursos florestais e podendo levar a extinção de uma determinada espécie. A exploração da imbuia no primeiro e segundo planaltos paranaenses foi um dos principais fatores que a fizeram ser incluída na lista oficial de espécies de flora brasileira ameaçadas de extinção, na categoria das espécies em perigo (CARVALHO, 2003; LIVRO VERMELHO DA FLORA DO BRASIL, 2013; PARANÁ, 1992).

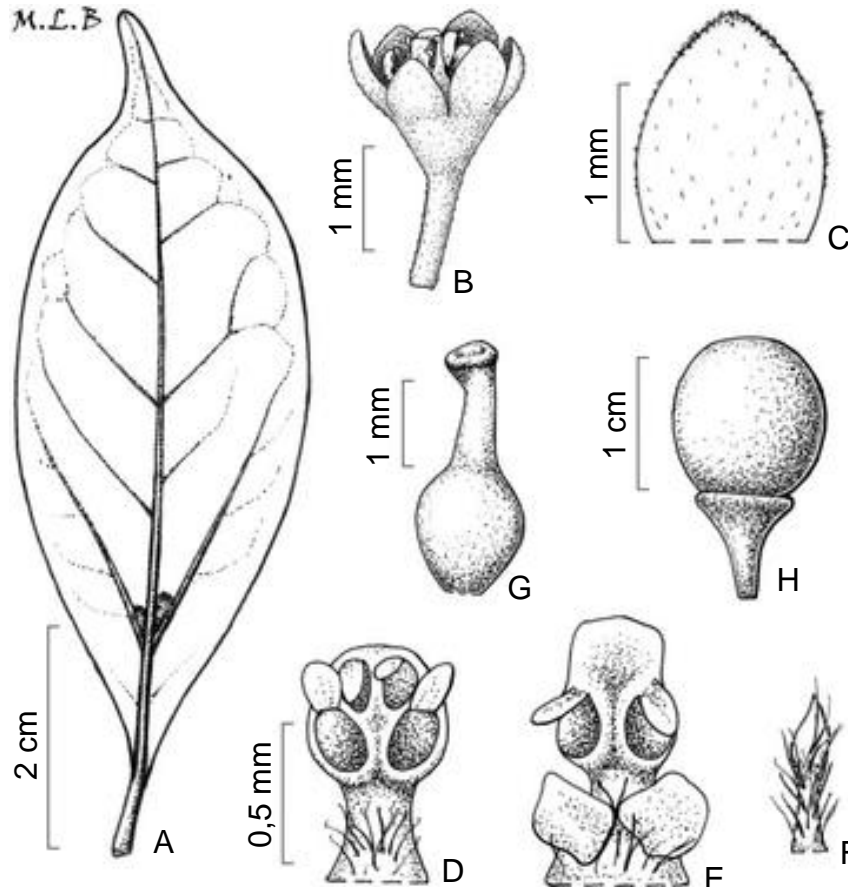
Quanto as suas características morfológicas, é uma árvore alta, reta, monoica, de 10 a 20 metros de altura e 50 a 150 centímetros de diâmetro a altura do peito (DAP), mas pode chegar a 30 m e mais de 230 cm de DAP na idade adulta (BAITELLO, 2020), é heliófila e perenifólia a semidecídua (CARVALHO, 2003; LORENZI, 2008).

A casca é grossa, cinzenta, com espessura de até 35 mm e nos indivíduos velhos, possui fissuras profundas, desprendendo-se em placas irregulares que formam cicatrizes (CARVALHO, 2003). As folhas são simples alternas, oblongo-lanceoladas ou de elípticas a lanceoladas, coriáceas, inteiras, glabras, obtusas, acuminadas e peninérveas, com nervuras maiores basais e possuindo de 2 a 3 domácias (CARVALHO, 2003; LORENZI, 2008; BAITELLO, 2020).

A imbuia é uma espécie hermafrodita e a polinização é realizada principalmente por abelhas (CARVALHO, 2003). A época de floração, segundo Baitello (2020), vai de outubro a fevereiro. Apresenta inflorescência em panículas axilares pilosas com poucas flores, esbranquiçadas em pedicelos articulados (BAITELLO, 2020), amareladas dispostas em racemos axilares (LORENZI, 2008) (FIGURA 1). O fruto é uma baga globosa (LORENZI, 2008), drupa globulosa ou ovóide ou baga elíptico-globosa (BAITELLO, 2020; CARVALHO, 2003) (FIGURA

1H), de coloração negra (LORENZI, 2008), roxo-escura a vermelho arroxeadada (CARVALHO, 2003). É unilocular, monospérmica, com superfície lisa a lustrosa, com cicatriz circular na base (CARVALHO, 2003). Contém um cálice concrecido em forma de taça rasa e pericarpo delgado (BAITELLO, 2020).

FIGURA 1 - REPRESENTAÇÃO BOTÂNICA DA FOLHA, FLOR E FRUTO DE IMBUIA



FONTE: Adaptado de BROTTTO *et al.* (2013)

Legenda: A- face abaxial; B- flor; C- tépala; D e E- estame; F- estaminódio; G- pistilo; H- fruto.

De acordo com Carvalho (2003), a dispersão dos frutos é zoocórica, principalmente por aves e mamíferos. Os frutos são apreciados por aves e formigas, que extraem a semente e realizam a dispersão. A época de frutificação é em janeiro (BAITELLO, 2020) a abril no Paraná (CARVALHO, 2003).

## 2.2 SEMENTES DE *Ocotea porosa*

A semente é, de maneira geral, formada pelo embrião e tecidos de reserva, envoltos pelo tegumento; no caso da imbuia o embrião é formado pelo eixo embrionário e cotilédones, que são os tecidos de reserva servindo como uma das fontes de energia ao embrião. O embrião tem a função reprodutiva através de multiplicações celulares, iniciando o processo de crescimento. Nas sementes dicotiledôneas, ele é constituído por um par de cotilédones e o eixo embrionário. Os cotilédones possuem função de reserva energética, nutrindo o embrião para o início do processo de crescimento na germinação. O eixo embrionário é composto pelo epicótilo ou plúmula (parte acima do ponto de ligação dos cotilédones ao eixo), radícula (situada na extremidade superior do eixo, dará origem a raiz primária) e hipocótilo (situada entre a radícula e os cotilédones, dará origem ao caulículo) (OLIVEIRA, 2007).

O tegumento é constituído por camadas envolventes na semente e possui função de proteção mecânica e contra microrganismos, podendo resistir a germinação, como é o caso da imbuia que possui dormência tegumentar. A semente possui uma abertura chamada de micrópila. Externamente apresenta uma camada externa mais espessa, que é a testa, uma porção interna, a secundina, e uma porção mais fina e delicada, o tegmen (OLIVEIRA, 2007).

Segundo Baitello (2020) e Carvalho (2003), as sementes da imbuia são globulosas, com amêndoa dividida em duas metades semiglobulosas, sua coloração é castanha e superfície lisa, com numerosas estrias. Kuniyoshi (1983) descreve as sementes como de forma globosa, ovóide, obovóide, piriforme a largamente olímpica, com superfície lisa finamente puncticulada, cor castanho a castanho-clara ou castanha avermelhada. Um quilograma de sementes, de acordo com Lorenzi (2008), contém cerca de 780 unidades.

As sementes de imbuia perdem a sua viabilidade rapidamente após a coleta e durante as primeiras semanas de armazenamento, demonstrando comportamento recalitrante, ou seja, de vida curta e muito sensível a dissecação e a baixas temperaturas, tornando difícil a conservação da semente em longo prazo (CARVALHO, 2003).

Após a coleta, os frutos devem ser acondicionados em um recipiente com água e macerados, em seguida, postos em peneiras e secos em ambiente ventilado

(CARVALHO, 2003). Tonin & De Perez (2006) conduziram um experimento com *O. porosa* e beneficiaram os frutos em uma peneira de malha grossa para a remoção do epicarpo e mesocarpo por escarificação mecânica.

### 2.3 DORMÊNCIA E GERMINAÇÃO DE *OCOTEA POROSA*

Os processos fisiológicos para que a germinação de uma semente ocorra são: a absorção de água, principalmente por embebição; início do alongamento e divisão celular; aumento do teor de e atividade enzimática e digestão dos compostos de reserva; transporte destes compostos para regiões em crescimento; incremento na respiração; incremento da divisão celular; diferenciação das células; germinação, que pode ser considerada finalizada quando as plantas tiverem produzido uma superfície fotossintética suficiente para o auto abastecimento (KRAMER; KOZLOWSKI, 1960).

Para a promoção da germinação de imbuia, recomenda-se semear assim que colhidos os frutos, as sementes podem ser alocadas molhadas em local com insolação direta, onde após a secagem, o tegumento se rompe. Carvalho (2003) recomenda para plantio imediato a sementeira dos frutos como se fossem sementes. A germinação é do tipo hipógea, considerada moderada, com início entre 15 e 105 dias após a sementeira. Se não for retirado o tegumento, se inicia após 90 dias e é prolongada por até 18 meses (CARVALHO, 2003; LORENZI, 2008), alguns autores chegam a obter 91% de emergência de plântulas em sementeira direta (TONIN & DE PEREZ, 2006).

A imbuia possui dormência tegumentar, portanto, é recomendada a escarificação mecânica ou estratificação em areia ou serragem úmida para propiciar germinação rápida e uniforme (CARVALHO, 2003). De acordo com Teleginski (2014), a dormência tegumentar da imbuia está associada a resistência mecânica do tegumento, dificultando a entrada de água no endosperma. De acordo com Kramer & Kozlowski (1960) o tegumento de algumas espécies é mecanicamente resistente e que limita o crescimento do embrião. Os resultados obtidos no teste de germinação conduzidos por Vicente (2014), indicaram que a dormência presente nas sementes de *Ocotea puberula* (Rich.) Nees é provavelmente causada por substâncias inibidoras presentes em seu tegumento.

Para experimentos de germinação com a imbuia, a escarificação ácida não traz bons resultados, contribuindo no desgaste do tegumento e acidificação dos tecidos que envolvem o embrião. Os resultados obtidos por Freire (2017) com a imbuia, obtiveram uma média de 13,9% de porcentagem de germinação, para Kalil Filho *et al.* (2004) foi de 9,70 a 18,19% e para Teleginski (2014), foi de 33%. Vicente (2014) não obteve germinação submetendo sementes de *O. puberula* a tratamentos de escarificação ácida.

Tratamentos de escarificação mecânica não são recomendados quando associados a mergulhia em água e se realizados com o uso de lixas, podem expor o endosperma à umidade e o embrião não consegue romper o tegumento, fazendo com que haja baixos índices de germinação (FREIRE, 2017; TELEGINSKI, 2014)

A retirada do tegumento como tratamento pode promover porcentagens de germinação satisfatórias quando comparadas com outros tratamentos de quebra de dormência, tanto para a *O. porosa* quanto para outras espécies do mesmo gênero, como a *O. puberula* (Vicente, 2014). As porcentagens de germinação podem chegar a 78% (TELEGINSKI, 2014) e até 90% (FREIRE, 2017).

Sementes não submetidas a quebras de dormência tegumentares podem apresentar de 36% (TELEGINSKI, 2014) a 71% de porcentagem de germinação (KALIL FILHO *et al.*,2004)

Em relação ao substrato para o melhor vigor em testes de germinação de imbuia, Barbosa (1982) *Apud* Kalil Filho *et al.* (2004), não obteve diferença significativa de germinação nos substratos sobre areia, sobre terra, entre papel, entre areia, entre terra à temperatura de 25°C, com porcentagem de germinação variando de 71 a 81%. Já Fossati (2007), recomenda as sementes sobre areia, papel mata-borrão ou vermiculita.

Quanto à temperatura, as recomendações mais frequentes para a *O. porosa* e outras espécies do gênero, variam de 20 a 25°C (FOSSATI, 2007; BARBOSA, 1982; KISSMAN & ZANOTELLI, 2017); temperaturas alternadas e acima de 30°C promovem menores porcentagens de germinação (KISSMAN & ZANOTELLI, 2017).

## 2.4 TEOR DE ÁGUA

A determinação do teor de água de sementes é de extrema importância, visto que influencia diretamente em aspectos de sua qualidade fisiológica. Sendo

que a maturidade fisiológica atingida pelas sementes pode ser determinada pelo teor de água, indicando o momento ideal para a colheita (ALVES *et al.*, 2015). A temperatura e a umidade relativa do ar do local de armazenamento são os principais fatores que afetam a qualidade fisiológica da semente, sendo que o teor de água de equilíbrio é específico de acordo com sua composição química. As sementes recalcitrantes, como é o caso da imbuia, quando armazenadas com elevado teor de água, perdem a viabilidade em curto espaço de tempo (GOLDFARB & QUEIROGA, 2013)

A redução do teor de água de sementes de imbuia diminui exponencialmente o potencial germinativo das sementes e teores abaixo dos 20% podem zerar a germinação (VICENTE, 2014). Mais altos teores de água, como obtidos por Tonin & Perez (2006) e Fowler & Tomaschitz (2002), próximos de 40% promovem altas porcentagens de germinação.

## 2.5 MÉTODOS INDIRETOS DE DETERMINAÇÃO DA VIABILIDADE DE SEMENTES

A viabilidade é um componente fundamental na qualidade de um lote de sementes e pode ser determinado seguramente em um teste de germinação. Porém, métodos indiretos de determinação em laboratório podem ser mais rápidos, fornecendo informações sobre o potencial de germinação, dentre eles, destacam-se: corte, esmagamento, flutuação, proporção do embrião, conteúdo de umidade, transparência e tetrazólio (OLIVEIRA, 2007).

O teste de germinação é o teste padrão para a determinação da qualidade fisiológica, porém, tem uma limitação no que diz respeito a demora de condução para obtenção de resultados (FRANÇA-NETO & KRZYZANOWSKI, 2019), mas não deve ser desconsiderado e sim utilizado como parâmetro comparativo para validação de outros testes e até mesmo como complemento.

### 2.5.1 Teste bioquímico de viabilidade: tetrazólio

O tetrazólio é um teste que garante rápida estimativa sobre a viabilidade de sementes. Os indivíduos viáveis possuem alteração da coloração dos tecidos vivos para vermelho, refletindo a atividade de sistemas enzimáticos específicos que são

ligados à viabilidade das sementes (OLIVEIRA, 2007), possibilitando a determinação indireta da atividade respiratória nas células que compõem o tecido da semente (FRANÇA-NETO & KRZYZANOWSKI, 2019).

No Brasil, o teste de tetrazólio é amplamente usado para o controle de qualidade de sementes, auxiliando na tomada de decisão acerca do lote e que poderá oferecer melhores resultados de germinação. Ele se destaca para a avaliação da qualidade, pela rapidez e quantidade de informações que apresenta, propiciando a avaliação de diagnósticos do lote e possíveis problemas na qualidade, como danos de insetos, deterioração de armazenagem, entre outros (FRANÇA-NETO & KRZYZANOWSKI, 2019).

Destacam-se como principais vantagens, de acordo com Oliveira (2007) e França-Neto e Krzyzanowski (2019) a rápida obtenção de resultados e avaliação; baixa ocupação de espaço; resultados confiáveis e exatos; exclusão de variáveis ambientais que podem afetar o teste de germinação e crescimento das plântulas; avaliação concentrada nas condições físicas e fisiológicas da estrutura embrionária de cada semente; identificação do nível de vigor das sementes; auxílio no diagnóstico das causas de deterioração das sementes; não influência da dormência na análise. Contudo, possui como desvantagens a necessidade de prática e experiência para avaliação; a falta de precisão na proporção de sementes viáveis, devendo idealmente ser comparado com um teste de germinação; a tediosidade pela avaliação individual de cada semente, requerendo paciência e experiência; o tempo por amostra possuir avaliação mais demorada do que o teste de germinação; não mostrar fitotoxicidade ou eficácia de tratamentos.

Em relação ao teste de tetrazólio para o gênero *Ocotea*, apesar de poucos estudos encontrados, a literatura recomenda a adoção de pré-embebição das sementes a 20°C por períodos de 5 a 16 horas, a retirada do tegumento com divisão na metade, mantendo apenas um cotilédone com o eixo embrionário nas concentrações de 0,3% a 0,5% pelo período de 1 hora a uma temperatura de 40°C, com resultados de viabilidade variando de 50 a 100% (KALIL FILHO *et al.*, 2008; SILVA & AGUIAR, 1998a; VICENTE, 2014).

### 2.5.1.1 Princípios e condução do teste

O agente essencial é a solução de coloração de tetrazólio, sendo recomendado para o preparo da solução com o sal 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio (TTC) utilizado em forma de pó, outros agentes podem ajudar a condicionar, avaliar e colorir as sementes. Uma solução tampão também pode ser adicionada a mistura para correção de pH (BRASIL, 2009).

A coloração vermelha, chamada de formazan, se dá pela hidrogenação do tetrazólio, a partir da respiração celular, permitindo a identificação das partes vivas e mortas (FRANÇA-NETO & KRZYZANOWSKI, 2018).

O teste consiste em quatro operações (OLIVEIRA, 2007):

- 1) Condicionamento: função de amolecer os tecidos através de da embebição das sementes.
- 2) Preparo das sementes para coloração: através de cortes e/ou perfurações na semente para que o tetrazólio entre em contato com suas partes internas.
- 3) Coloração: um período que as sementes ficam em contato com a solução para a coloração dos tecidos.
- 4) Avaliação: interpretação dos padrões de coloração e classificação em viáveis ou não.

Alguns tegumentos de sementes não permitem a penetração e difusão da solução, para elas, o tegumento deve ser removido antes do processo de coloração. Após a penetração da solução, as sementes devem ser lavadas com água corrente e mantidas embebidas até o momento da avaliação (FRANÇA-NETO & KRZYZANOWSKI, 2018).

O teste de germinação e tetrazólio podem ter uma diferença de 5%, porém, discrepâncias maiores podem ser explicadas por: diferenças de amostragem; técnicas impróprias no teste de germinação ou no teste de tetrazólio; uso de lotes de sementes com vigor médio ou baixo; presença de sementes com elevados índices de danos mecânicos, deterioração por umidade; sementes infectadas por fungos (FRANÇA-NETO & KRZYZANOWSKI, 2018).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 COLETA E BENEFICIAMENTO DE SEMENTES

Para o desenvolvimento desse estudo foram utilizados dois lotes de sementes: “Lote Plantio” e “Lote Floresta”, denominados assim pela característica do local de coleta, em um plantio experimental de *O. porosa* e em árvores em ambiente nativo, respectivamente. O Lote Plantio foi coletado na Estação Experimental de Rio Negro/PR, da Universidade Federal do Paraná (26° 03' 43" Sul e 49° 45' 53" Oeste), em cinco árvores matrizes. O Lote Floresta é proveniente do município de Três Barras/SC (26° 08' 00" Sul e 50° 19' 00" Oeste), sendo os frutos coletados em sete árvores matrizes.

Os frutos maduros, de coloração escura arroxeada, foram coletados diretamente do solo, posteriormente, foram levados ao Laboratório de Sementes Florestais da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba/PR para beneficiamento e extração das sementes que foi realizada manualmente, com auxílio de água corrente e fricção mecânica em uma peneira de malha grossa

As sementes foram mantidas sobre jornal e deixadas em ambiente ventilado durante 24 horas para secar. Os lotes foram homogeneizados entre si e armazenados em saco plástico transparente em uma B.O.D (*Biochemical Oxygen Demand*) a 8°C por um período de 1 dia até a condução do experimento.

#### 3.2 ANÁLISES FÍSICAS E MORFOLOGIA

O teor de água dos lotes foi determinado a partir da secagem de três repetições em recipientes metálicos contendo 10 sementes repartidas em uma estufa de circulação forçada a 105°C ± 3°C durante 48 h. A partir do peso do recipiente antes e depois da secagem, foi possível determinar o percentual de água conforme indicado na RAS (BRASIL, 2009).

Para a determinação do peso de 1000 sementes, foi feita uma média do peso de 100 sementes divididas em 8 repetições. Com estes valores foram calculados o coeficiente de variação, o peso de 1000 sementes e o número de sementes por quilo, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

A caracterização biométrica (FIGURA 2) foi realizada a partir da separação aleatória de 100 sementes, tomando-se a altura e o diâmetro cruzado com auxílio de paquímetro digital com precisão de 0,001 mm (tomados na linha mediana das sementes).

FIGURA 2 - EXEMPLIFICAÇÃO DA BIOMETRIA DOS FRUTOS DE *O. porosa* EM ALTURA E DIÂMETRO CRUZADO.



FONTE: A autora (2022)

A descrição morfológica dos frutos e sementes foi feita baseada na análise de frutos aleatórios da amostra. Para a descrição do tipo de germinação e da constituição da plântula, aproximadamente 20 sementes foram semeadas em canteiro preparado com substrato comercial e vermiculita. A morfologia foi descrita caracterizando os aspectos externos e internos da semente.

Externamente foram observados: coloração, textura e forma. O estudo da morfologia interna foi feito e a partir de secções transversais e longitudinais observadas e descritas nas seguintes características: presença ou não de endosperma, cotilédones, eixo hipocótilo-radícula. Todas as observações foram realizadas com o auxílio de lupa estereoscópica de mesa.

### 3.3 TESTE DE TETRAZÓLIO

Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2, onde aplicou-se três concentrações de tetrazólio (0,25%; 0,5% e 0,75%) e dois tipos de exposição do endosperma (sem tegumento e separação dos

cotilédones para expor o eixo embrionário) separados em 4 repetições de 25 sementes para cada um dos lotes.

A recomendação da RAS é que o teste seja realizado em 2 amostras de 100 ou 4 amostras de 50 unidades (BRASIL, 2009), contudo, assim como os demais estudos de tetrazólio consultados para o gênero *Ocotea* (AGUIAR & SILVA, 1998a; KALIL FILHO *et al.*, 2008; VICENTE, 2014), devido ao tamanho elevado e à quantidade de sementes recebidas por lote, precisou-se trabalhar com 4 repetições de 25 sementes para cada um dos tratamentos.

Previamente à condução do experimento apenas para o Lote Plantio, as sementes foram alocadas em seus respectivos tratamentos separados em copos plásticos e mergulhadas em 100 ml de água destilada por 16 horas e postas em B.O.D a 25°C, conforme protocolo estabelecido por Kalil Filho *et al.* (2008) (FIGURA 3). Para o lote Floresta, este protocolo inicial não foi realizado, para se avaliar possíveis alterações de coloração.

FIGURA 3 - SEMENTES DE *O. porosa* EM EMBEBIÇÃO PREVIAMENTE AO TESTE DE TETRAZÓLIO



FONTE: A autora (2022)

Para ambos tipos de exposição do endosperma da semente foi retirado o tegumento com auxílio de bisturi, para permitir que a solução penetrasse. Para o tratamento com sementes em que houve separação dos cotilédones em seu corte natural, foi escolhido o cotilédone com a maior parte ou com o eixo embrionário

completo. Em seguida, foram inseridas em recipiente de vidro identificado coberto por papel alumínio, para evitar exposição à luz na solução de tetrazólio e permaneceram por 4 horas em B.O.D regulada na temperatura de 40°C (KALIL FILHO *et al.*, 2008; SILVA & AGUIAR, 1998a) (FIGURA 4).

FIGURA 4 - SEMENTES INTEIRAS, COM RETIRADA DO TEGUMENTO, DE *O. porosa* EM ÁGUA DESTILADA PARA ANÁLISE PELO TESTE DE TETRAZÓLIO



Fonte: A autora (2022)

Para a interpretação dos resultados, cada embrião, separadamente, foi analisado e classificado de acordo com a coloração, formando diferentes classes de viabilidade, que foram divididas nos parâmetros descritos no QUADRO 1:

QUADRO 1 - CLASSES AVALIADAS NO TESTE DE TETRAZÓLIO DAS SEMENTES DE *O. porosa*

| Classe     | Condição               | Descrição   |
|------------|------------------------|---|
| Classe I   | Sementes viáveis       | Aquelas que apresentaram coloração avermelhada do eixo embrionário                |
| Classe II  | Sementes inviáveis     | Aquelas que apresentaram coloração vermelho escuro ou branca do eixo embrionário  |
| Classe III | Sementes deterioradas  | Sementes com a presença de larvas, apodrecidas e com eixo embrionário deteriorado |
| Classe IV  | Sementes não coloridas | Sem a penetração adequada do tetrazólio, não permitindo a análise correta         |

FONTE: A autora (2022)

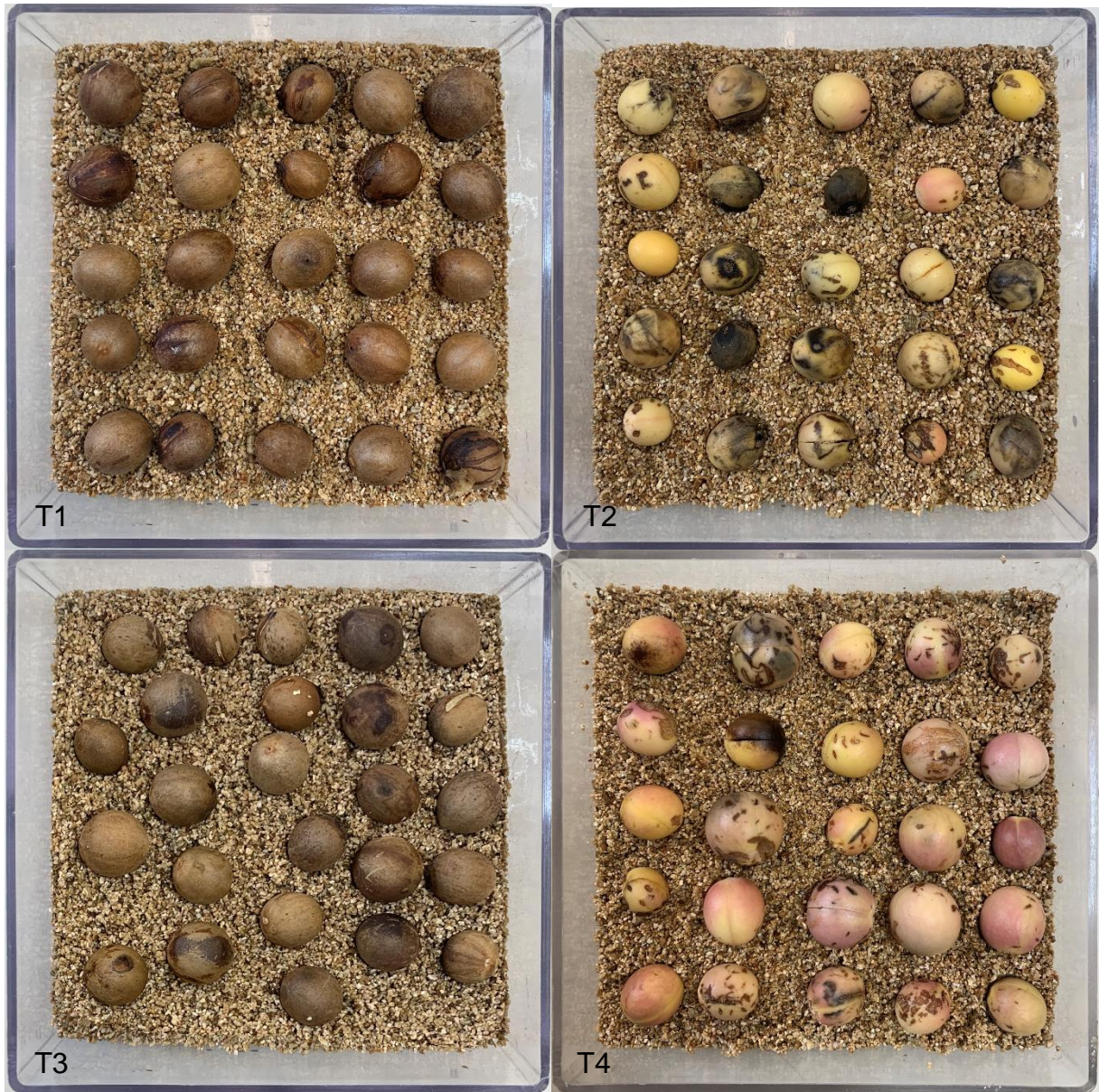
Para cada uma das classes avaliadas, foram fotografadas sementes para exemplificar os resultados com uma lupa Leica, modelo DM300. A viabilidade foi

expressa em porcentagem de sementes viáveis nas diferentes classes. O resultado do teste foi comparado ao teste de germinação.

### 3.3.1 Teste de germinação

Para o teste de germinação visando a comparação com os resultados obtidos pelo teste de tetrazólio, foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2, onde avaliou-se sementes com diferentes condições de tegumento (com e sem) para os dois diferentes lotes (Lote Plantio e Lote Floresta). Cada tratamento contou com quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento conforme a FIGURA 5. Para todos os tratamentos foi usado 30 gramas de vermiculita fina como substrato, umedecida com 60 mL de água destilada e mantidos a temperatura de 20°C, conforme indicado por Fossati (2007), Barbosa (1982); Kissman & Zanotelli (2017). Foram realizadas quatro repetições de 25 sementes alocados em caixas gerbox para cada tratamento conforme a FIGURA 5.

FIGURA 5 - SEMENTES DE *O. porosa* SOB VERMICULITA, ALOCADAS EM CAIXA PLÁSTICA TRANSPARENTE.



Fonte: A autora (2022)

Legenda: T1 – Lote Plantio com tegumento; T2 – Lote Plantio sem tegumento; T3 – Lote Floresta com tegumento; T4 – Lote Floresta sem tegumento.

Previamente a instalação do experimento, a vermiculita foi esterilizada em estufa a  $200\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  por duas horas. Adiante, foi calculada a capacidade de retenção de água do substrato para a determinação da quantidade de água a ser usada para umedecimento do substrato conforme a indicação da RAS de 60% (BRASIL, 2009), resultando em 30 g de vermiculita em cada gerbox e 60 mL de água.

Paralelamente a isso, a B.O.D utilizada para o teste, as caixas do tipo gerbox e os materiais auxiliares, desinfestados com auxílio de álcool 70% e algodão e o tegumento das sementes dos tratamentos sem tegumento removidos com auxílio de um bisturi. Os tratamentos foram alocados aleatoriamente na B.O.D (FIGURA 6).

FIGURA 6 – ALOCAÇÃO DOS TRATAMENTOS DO TESTE DE GERMINAÇÃO EM CÂMARA DE GERMINAÇÃO



FONTE: A autora (2022)

O experimento foi avaliado diariamente, por 34 dias (até o dia 13/04/2022) para a limpeza das sementes com a presença de fungos, umedecimento dos substratos com água destilada e ainda, a retirada das sementes germinadas, que foram aquelas que emitiram radícula  $\geq 2$  mm de comprimento (BRASIL, 2009). É importante ressaltar que o teste de germinação continuou em andamento e não houve estabilização da germinação até o processamento dos dados.

### 3.4 TRATAMENTO DOS DADOS

Para o teste de tetrazólio, a avaliação foi qualitativa, com a obtenção de médias de viabilidade para cada uma das concentrações, condições e lotes. Para o teste de germinação, foram determinados: a porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade (IVG) seguindo a fórmula descrita por Maguire (1962), tempo

médio de germinação (TMG) seguindo a metodologia de Labouriau (1983) e germinação acumulada.

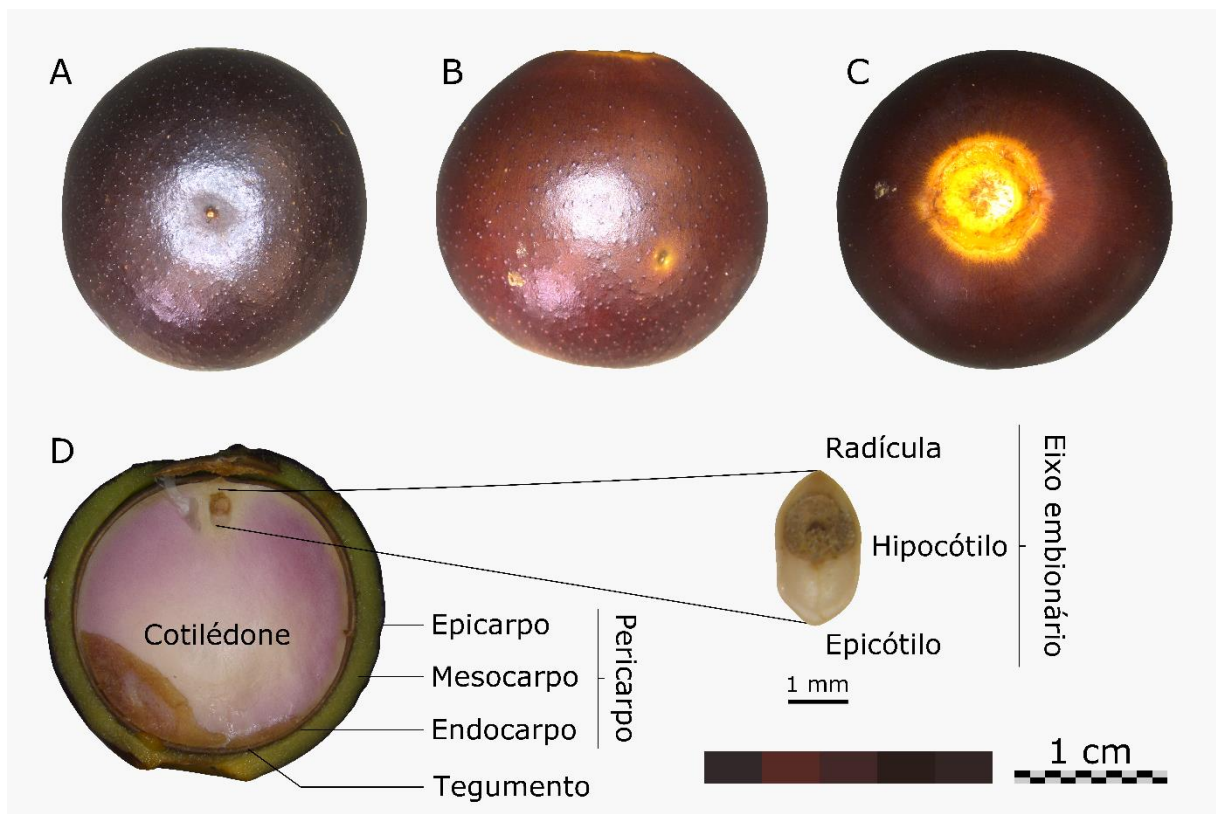
Posteriormente, foi aplicado o teste de homogeneidade das variâncias de Bartlett e o teste de normalidade dos resíduos de Shapiro-Wilk, a 5% de probabilidade. O teste de Shapiro-Wilk indicou resíduos normais para todas as variáveis de interesse. Assim como o teste de homogeneidade de Bartlett indicou que para todas as variáveis os resíduos são homocedásticos, ou seja, possuem a mesma variância finita e homogênea. Garantidos os pressupostos, os mesmos foram submetidos à Análise de variância (ANOVA) (SOKAL & ROHLF, 2012) e quando verificada diferença significativa entre os tratamentos foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando os softwares R e Rbio (R CORE TEAM, 2020; BHERING, 2017).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ANÁLISE MORFOLÓGICA

Na FIGURA 7, tem-se a representação do fruto de imbuia em vista superior (FIGURA 7C), inferior (FIGURA 7A), lateral (FIGURA 7B) e interna (FIGURA 7D). É possível observar na figura as tonalidades da coloração e o tipo da textura do fruto, que serão discutidos adiante. Ele possui uma cicatriz circular na base superior de coloração amarelada, onde fica preso à planta. Interiormente, observa-se o mesocarpo de coloração esverdeada e o cotilédone. Constata-se nessa fotografia a rápida oxidação de partes internas da semente, como cotilédones e parte do eixo embrionário.

FIGURA 7 - MORFOLOGIA EXTERNA E INTERNA DO FRUTO E SEMENTE DE *O. porosa*



FONTE: A autora (2022)

LEGENDA: A: vista inferior, B: vista lateral, C: vista superior, D: corte longitudinal.

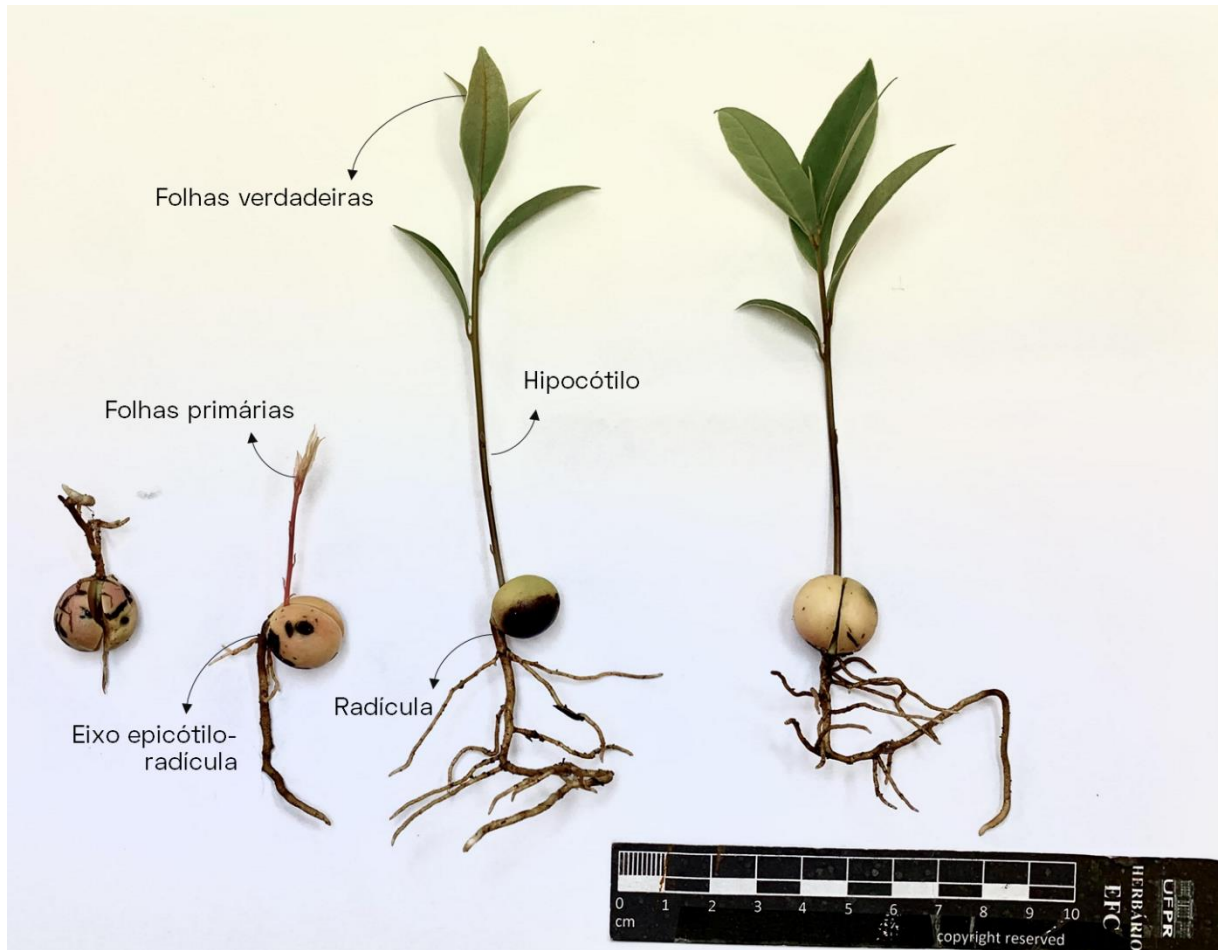
O formato do fruto e semente da *Ocotea porosa* é globular, possui coloração monocromática, variando de uma mistura de magenta com violeta, brilhosa, com textura lisa. O tegumento da semente é opaco, com textura costada, consistência cartácea e coloração marrom ou castanho. A espécie possui em sua grande maioria dois cotilédones e raramente três como mostra a FIGURA 8.

FIGURA 8 - COMPORTAMENTO TRICOTILEDONAR DE SEMENTES DE *O. porosa*



FONTE: A autora (2022)

Em relação à morfologia da germinação, é do tipo hipógea, conforme já descrito por CARVALHO (2003), onde os cotilédones permanecem no solo após a emergência da raiz e folíolos. Pode-se observar na FIGURA 9 o início do processo germinativo e formação da muda, com o desenvolvimento do primeiro par de folhas e o desenvolvimento radicular.

FIGURA 9 - MORFOLOGIA DA GERMINAÇÃO DE *O. porosa*

Fonte: A autora (2022)

#### 4.2 TEOR DE ÁGUA

Para o Lote Plantio obteve-se 29,97% para o teor de água e 37,64% para o Lote Floresta. O teor de água do Lote Floresta foi similar ao de outros estudos envolvendo a mesma espécie: 40,00% (TONIN & DE PEREZ, 2006), 32,00% (KALIL FILHO *et al.*, 2008), 33,47% (FREIRE, 2017), 30,7% (KISSMAN & ZANOTELLI, 2017), 35,61 a 41,07% (VICENTE, 2014) e inferior ao obtido por Silva e Aguiar (1998a), de 50,3%. Já para o Lote Plantio, foi inferior a todos os estudos encontrados para a espécie, indicando que ficou abaixo de uma média geral, conforme a QUADRO 2.

QUADRO 2 - TEORES DE ÁGUA DE *O. porosa* EM DIFERENTES PESQUISAS

| Espécie                        | Teor de água   | Autor                            |
|--------------------------------|----------------|----------------------------------|
| <i>O. porosa</i> Lote Plantio  | 29,97%         | A autora (2022)                  |
| <i>O. porosa</i> Lote Floresta | 37,64%         | A autora (2022)                  |
| <i>O. porosa</i>               | 40,00%         | Tonin & De Perez (2006)          |
| <i>O. porosa</i>               | 32,00%         | Kalil Filho <i>et al.</i> (2008) |
| <i>O. porosa</i>               | 33,47%         | Freire (2017)                    |
| <i>O. porosa</i>               | 30,70%         | Kissman & Zanotelli (2017)       |
| <i>O. catharinensis</i>        | 50,30%         | Silva & Aguiar (1998a)           |
| <i>O. puberula</i>             | 35,61 a 41,07% | Vicente (2014)                   |

FONTE: A autora (2022).

O baixo teor de água encontrado (29,97%) é um indicativo de baixa viabilidade das sementes do Lote Plantio. Ao reduzir o teor de água de 40 para 30%, a porcentagem de germinação diminuiu significativamente no teste conduzido por Tonin & De Perez (2006). De acordo com Fowler & Tomaschitz (2002), quanto maior o teor de água, maior a porcentagem de germinação, ao reduzir o teor de 34% para 25,1%, a germinação diminuiu de 48 para 12%. Vicente (2014), em seu experimento com *O. puberula*, observou que até 32% de umidade não houve queda no poder germinativo, abaixo disso, a queda foi significativa, sendo 22% o grau de umidade letal, valor próximo ao obtido para o Lote Plantio.

A importância do teor de água neste estudo é a comparação entre os resultados obtidos com a viabilidade germinativa das sementes. Dessa maneira, o baixo teor de água identificado no Lote Floresta é um indicativo de maior viabilidade em relação ao Lote Plantio.

#### 4.3 ANÁLISE FÍSICA E BIOMÉTRICA

Os resultados do peso de 1000 sementes e número de sementes por quilo, tanto da semente quando para os frutos do Lote Floresta estão na TABELA 1. O Lote Plantio teve maior número de sementes/kg (831), em comparação com o Lote Floresta (543), indicando que as sementes eram mais pesadas. O ataque de insetos pode ser um fator que causa a diminuição de peso das sementes (GOLDFARB & QUEIROGA, 2013). Assim como observado no teor de água do Lote Floresta que foi superior ao Lote Plantio.

TABELA 1 - PESO DE 1000 E NÚMERO DE SEMENTES E FRUTOS POR QUILO DE *O. porosa*

|                             | Sementes     |               | Frutos        |
|-----------------------------|--------------|---------------|---------------|
|                             | Lote Plantio | Lote Floresta | Lote Floresta |
| Peso de 1000 sementes (g)   | 1203,83      | 1844,33       | 2654,80       |
| Nº de sementes ou frutos/kg | 831          | 543           | 377           |

FONTE: A autora (2022)

O número de sementes por quilo descrito por Carvalho (2003) é de 400 a 780, intervalo que não se enquadra para as sementes do Lote Plantio, que são menores, mas se enquadra para as sementes do Lote Floresta. Fowler & Tomaschitz (2002) obtiveram o valor de 553 sementes, muito próximo ao valor alcançado para o Lote Floresta. Já Lorenzi (2008) descreve 780 unidades por quilo, valor mais próximo do Lote Plantio. A divergência encontrada em literatura e entre os dois lotes estudados, mostra que diferentes procedências de sementes possuem diferentes tamanhos e pesos, isso pode estar atrelado ao tipo de local de coleta, ao vigor dos indivíduos que forneceram as sementes, às condições genéticas, a maturidade das sementes coletadas, ou mesmo a idade dos indivíduos. Nota-se pelos valores encontrados na literatura, que é uma espécie de sementes heterogêneas no quesito peso de sementes. Quanto ao tamanho das sementes, obtida pela análise biométrica, tem-se a altura do Lote Plantio de 14,51 mm e largura de 12,46 mm.

#### 4.4 TESTE DE TETRAZÓLIO

Em relação às concentrações estudadas, Silva & Aguiar (1998a) testaram a qualidade fisiológica de sementes de *O. catharinensis* pelo teste de tetrazólio. Como resultados, o uso da concentração de 0,1% não foi suficiente, portanto, também não foi testada neste estudo, e as demais concentrações em ambos os períodos foram suficientes, sendo recomendada a imersão em solução a 0,3% por 1 hora. Contudo, os autores obtiveram 100% de sementes viáveis, que foi um valor alto quando comparado à literatura, por isso objetivou-se testar a eficácia do teste realizado e também a condução com as sementes inteiras.

Durante a condução do experimento, constatou-se que as sementes da imbuia oxidam rapidamente após a retirada da solução, provocando um escurecimento dos cotilédones. Segundo Bragante (2016), processos de deterioração de algumas sementes recalcitrantes estão relacionados com a

respiração e outros processos oxidativos, como a oxidação enzimática de componentes fenólicos a exemplo da cumarina, ácido clorogênico e seus derivados.

Assim como Silva & Aguiar (1998a) observaram com a *O. catharinensis*, para a *O. porosa* também não foi obtida coloração dos cotilédones em ambos os lotes, acredita-se que alguma substância presente na semente de algumas espécies do gênero *Ocotea* interfira na penetração da solução de tetrazólio, ou iniba sua coloração. Wood *et al.* (2005) relata a associação entre compostos oleosos da semente com a acurácia do teste de tetrazólio, no qual algumas espécies apresentam menor viabilidade pelo teste com a maior porcentagem de compostos oleosos, portanto, é importante considerar métodos para melhorar a acurácia do teste nestes casos. Por conta disso, foi avaliado apenas a viabilidade do eixo embrionário. Associado a isso, também se percebeu que algumas sementes da espécie apresentaram os cotilédones roseados (FIGURA 10A), esse fator não foi decorrente da difusão da solução de tetrazólio, mas de uma condição natural de algumas sementes da imbuia.

A FIGURA 10 apresenta os resultados visuais obtidos para o teste de tetrazólio nas sementes de imbuia. As sementes viáveis (classe I), foram aquelas que apresentaram coloração vermelho claro, podendo ter partes esverdeadas, indicando o primeiro par de eófilos; logo abaixo, estão as sementes que foram classificadas como inviáveis (classe II) em função da coloração vermelho escuro do eixo embrionário, são sementes em que a respiração e a atividade enzimática são mais intensas, ocasionando a evidenciação da cor vermelho carmim forte. Estas sementes estão com baixo vigor. Outra classe de sementes inviáveis, foram aquelas que apresentaram coloração branca do eixo embrionário (classe II), indicando que não houve reação do tetrazólio no tecido, sem apresentação de respiração celular nas mitocôndrias e formação do trifenilformazan, colorindo a área em questão (FRANÇA-NETO & KRZYZANOWSKI, 2018). Por fim, também foram classificadas as sementes consideradas deterioradas pela predação por larvas ou apodrecimento do eixo embrionário (classe III), conforme as duas linhas inferiores de sementes da FIGURA 10. As sementes do Lote Plantio foram amplamente inviáveis e deterioradas.

FIGURA 10 - RESULTADOS DO TESTE DE TETRAZÓLIO EM SEMENTES DE *O. porosa*

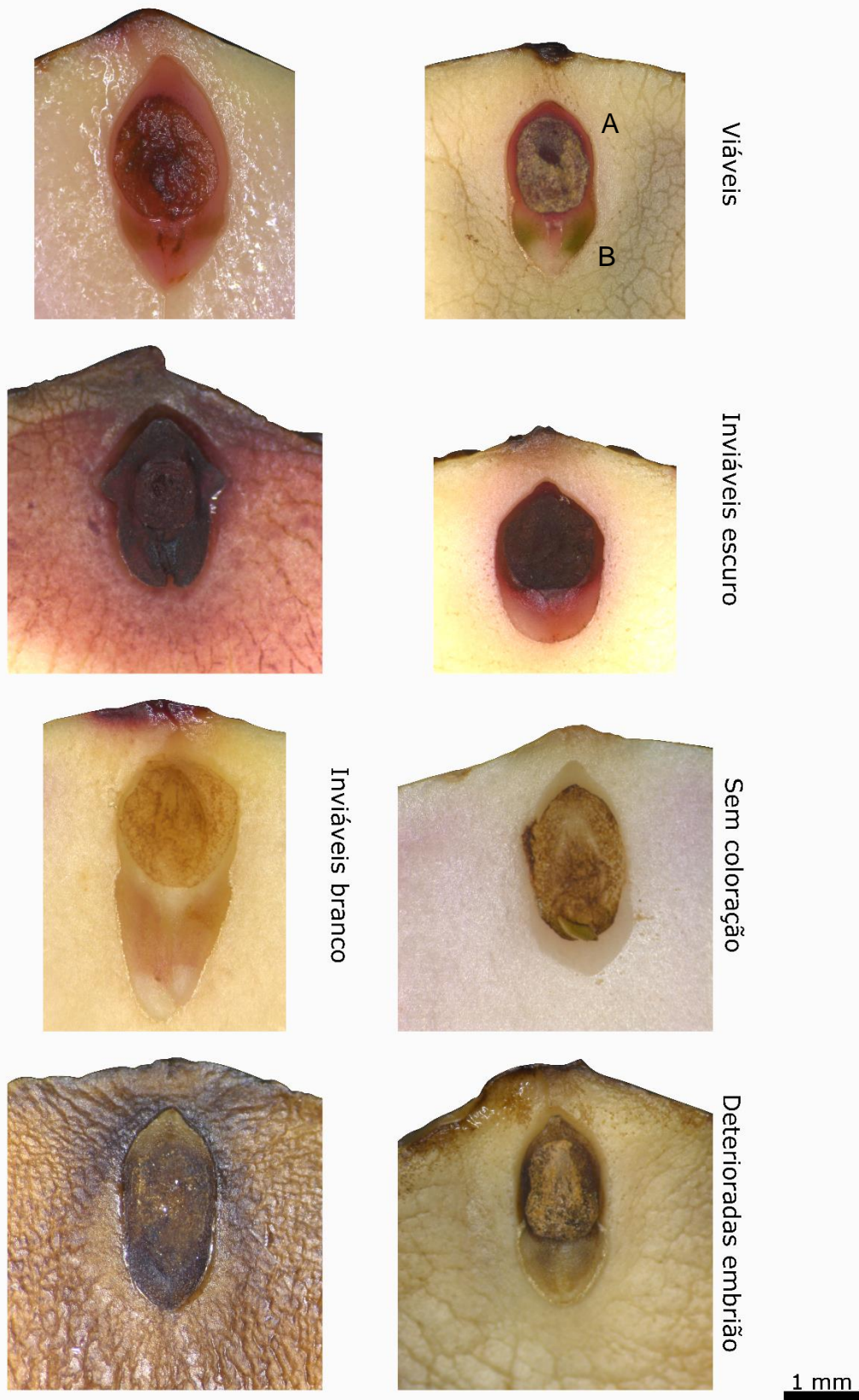


Fonte: A autora (2022)

Na FIGURA 11 é possível observar os eixos embrionários aproximados das sementes, observa-se que com a divisão da semente separando os cotilédones, o eixo embrionário foi rompido e com a rápida oxidação, apresentou coloração escura e com aparência decomposta, esta condição de repartimento do eixo embrionário pode ser vista com maior clareza na FIGURA 11A. A fração observada e considerada para a análise foi a inteira, que quando apresentou coloração rosada e avermelhada, foi considerada viável.

Na parte superior estão as sementes consideradas viáveis, podendo ser observada uma condição interessante na FIGURA 11B: a coloração esverdeada do epicótilo/plúmula, que formará o primeiro par de eófilos ou folhas primárias, característica que se apresentou em algumas das sementes avaliadas. Na segunda fileira observa-se uma semente inviável pela coloração vermelho escuro do eixo embrionário, seguida de uma semente com cotilédones com coloração branca e à direita uma semente com eixo embrionário sem coloração, ou seja, que não houve penetração da solução e foi impossível realizar a avaliação. Por fim, tem-se as sementes com eixos embrionários apodrecidos, consideradas inviáveis pela sua deterioração.

FIGURA 11 - RESULTADOS DO EMBRIÃO DO TESTE DE TETRAZÓLIO PARA *O. porosa*



Fonte: A autora (2022)

LEGENDA: A- local o qual houve rompimento do eixo embrionário, observando-se rápida oxidação; B- plúmula/epicótilo presente em alguns eixos embrionários avaliados.

Um estudo realizado por Cuaranhua (2010) relacionado à predação de sementes de imbuia coletadas na estação experimental de Rio Negro, mostrou que os insetos encontrados nas sementes foram de duas espécies do gênero *Heilipus* (Coleoptera: Curculionidae), as larvas são do tipo curculioniforme e em estágios mais avançados, eruciforme. No experimento, os principais danos e indícios de predação de besouros foram observados na fase larval, caracterizados pela presença de orifícios, galerias, resíduos e a murcha e abscisão de frutos/sementes jovens. Além disso, a predação por estes insetos foi o sinal de infestação mais frequente e de mais fácil reconhecimento e importância na avaliação da ocorrência de predação. Os mesmos comportamentos foram observados nas sementes do Lote Plantio, coletados na mesma região, indicando que há possibilidade de os danos predatórios terem sido causados por insetos do mesmo gênero.

Para ambos os lotes, não se obteve coloração com as sementes inteiras em nenhuma das concentrações (classe IV), não sendo possível o reconhecimento de sementes viáveis e inviáveis. Para estes tratamentos, foram separadas as sementes nas classes deterioradas e não coloridas (TABELA 2). Portanto, não é recomendada a embebição das sementes inteiras, mesmo com a retirada do tegumento, pois a solução não penetra na semente.

TABELA 2 - TESTE DE TETRAZÓLIO DE SEMENTES DE *O. porosa* DE DOIS PLANTIOS SUBMETIDAS À DIFERENTES TRATAMENTOS.

| Corte                     | Concentração de tetrazólio (%) | Coloridas (%) |           | Deterioradas (%) | Não coloriu (%) |  |
|---------------------------|--------------------------------|---------------|-----------|------------------|-----------------|--|
|                           |                                | Viáveis       | Inviáveis |                  |                 |  |
| Lote Plantio              |                                |               |           |                  |                 |  |
| Semente inteira           | 0,25                           |               |           | 31               | 69              |  |
|                           | 0,50                           | 0             | 0         | 35               | 35              |  |
|                           | 0,75                           |               |           | 31               | 69              |  |
|                           | Média                          |               |           | 32,33            | 67,67           |  |
|                           | Lote Floresta                  |               |           |                  |                 |  |
|                           | 0,25                           |               |           | 06               | 94              |  |
|                           | 0,50                           | 0             | 0         | 03               | 97              |  |
|                           | 0,75                           |               |           | 00               | 100             |  |
| Média                     |                                |               | 03,00     | 97,00            |                 |  |
| Lote Plantio              |                                |               |           |                  |                 |  |
| Separação dos cotilédones | 0,25                           | 32            | 28        | 40               |                 |  |
|                           | 0,50                           | 37            | 35        | 28               | 0               |  |
|                           | 0,75                           | 25            | 30        | 45               |                 |  |
|                           | Média                          | 31,33         | 31,00     | 37,67            |                 |  |
|                           | Lote Floresta                  |               |           |                  |                 |  |
|                           | 0,25                           | 92            | 7         | 1                |                 |  |
|                           | 0,50                           | 90            | 7         | 3                | 0               |  |
|                           | 0,75                           | 76            | 17        | 7                |                 |  |
| Média                     | 86,00                          | 10,33         | 3,67      |                  |                 |  |

FONTE: A autora (2022).

Os resultados obtidos para o Lote Plantio mostram que 32,3% das sementes estavam deterioradas (análise que independe da coloração) e os outros 67,6% não coloriram; já para o Lote Floresta, uma média de 3% das sementes estavam deterioradas e 97% não apresentaram coloração. É possível inferir que as sementes do Lote Plantio possuíram um valor de deterioração muito superior ao Lote Floresta, fator que pôde ser inferido pela observação empírica dos lotes e que se comprovou com a realização do experimento.

Já para as sementes com cotilédones separados, houve penetração da solução nos eixos embrionários em todas as concentrações, sem diferenciação de resultados e visualização para todas as concentrações adotadas (0,25%; 0,50% e 0,75%), devendo-se, portanto, conduzir o teste na concentração mais baixa (0,25%) em que a percepção da coloração foi tão eficiente quanto em nas mais altas. Para o Lote Plantio, 31,3% das sementes estavam viáveis, com eixo embrionário colorido; 31,0% das sementes foram consideradas inviáveis pela coloração vermelho escuro ou branca e 37,6% estavam deterioradas. Já para o Lote Floresta, o valor para

sementes viáveis foi de 86,0%; para sementes inviáveis, de 10,3% e para sementes deterioradas, de 3,6%.

Quanto aos valores discrepantes de viabilidade obtida nos dois diferentes lotes, em que o Lote Floresta obteve 14,0% de sementes deterioradas e inviáveis e 86,0% de sementes viáveis, enquanto que o Lote Plantio apresentou 68,3% de sementes deterioradas e inviáveis e 31,3% de sementes viáveis, no trabalho realizado por Kalil Filho *et al.* (2004), em diferentes progênies de *O. porosa*, também se observou uma alta diferença de germinação em diferentes progênies, com porcentagem de germinação variando de 47 a 71% de germinação. Essas diferenças observadas entre os lotes da mesma espécie podem indicar, de acordo com Wielewicki *et al.* (2006), distintos estádios de maturidade e a diversidade do material genético, sendo natural que ocorram disparidade de comportamento germinativo entre os lotes, contudo, se inferiores ao proposto, podem expressar problemas de qualidade do lote.

De acordo com Tonin & De Perez (2006), a época e a forma de coleta de sementes são fatores muito importantes para a obtenção de sementes com alta viabilidade, bom desenvolvimento e vigor em campo. Dessa forma, a condição fisiológica da semente no momento da coleta é importante para o sucesso em sua utilização e manutenção da qualidade. Essa afirmação também pode ser uma explicação da diferença de resultados de viabilidade obtidos entre os dois lotes coletados.

Os resultados de predação por larvas do gênero *Helipus* no experimento conduzido por Cuaranhua (2010) na mesma localidade que o Lote Plantio foram entre 19 e 45% das sementes coletadas. Este resultado foi similar ao obtido no estudo em questão, com uma média de 35% de sementes deterioradas. Esta predação pode estar associada ao fato de as sementes do Lote Plantio estarem em local sem competição com sementes de outras espécies, atraindo predadores, que não encontram competição; ou seja, há um desequilíbrio no ambiente, com baixa diversidade de espécies e concentração de uma mesma fonte de alimento (BALBINOT JÚNIOR *et al.*, 2002).

Para o teste de tetrazólio conduzido por Kalil Filho *et al.* (2008), sementes de *O. porosa* foram embebidas por 16 horas em água, assim como o reproduzido para o Lote Plantio, prática que foi indiferente qualitativamente em relação às sementes que não foram embebidas. No teste conduzido pelos autores, o tegumento também

foi retirado e houve separação dos cotilédones para expor o eixo embrionário, houve coloração e possibilidade de avaliação, assim como os resultados aqui obtidos demonstrando a eficácia do tratamento. A temperatura de incubação foi a mesma praticada neste experimento, de 40°C e para os autores, não houve diferença entre os tratamentos, tendo como sugestão a condução do teste a uma concentração de 0,5 por 1 hora. A porcentagem de sementes viáveis obtidas foi entre 50 e 85%, no qual a porcentagem mais alta foi similar a obtida para o Lote Floresta e a porcentagem mais baixa foi superior a obtida pelo Lote Plantio, indicando sua baixa viabilidade.

Vicente (2014) obteve coloração dos cotilédones de *O. puberula* em teste de tetrazólio na concentração de 0,5% a 25°C por 1 hora seccionadas longitudinalmente. O percentual de sementes viáveis variou de 50 a 77% em diferentes lotes. Valores inferiores ao Lote Floresta, porém superiores ao Lote Plantio.

Através dos resultados obtidos, para se analisar a viabilidade e vigor das sementes de *Ocotea porosa*, recomenda-se imersão na solução de tetrazólio a 0,25% por 4 horas, sem a necessidade de pré-umbebição, pois estas condições foram tão eficientes quanto a adoção de maior concentração e período de imersão. Além disso, sementes de diferentes procedências apresentam condições de viabilidade distintas entre si, isso pode se dar pela predação, diferença de maturação, diferença de condições ambientais no local da coleta ou mesmo por questões genéticas de cada localidade.

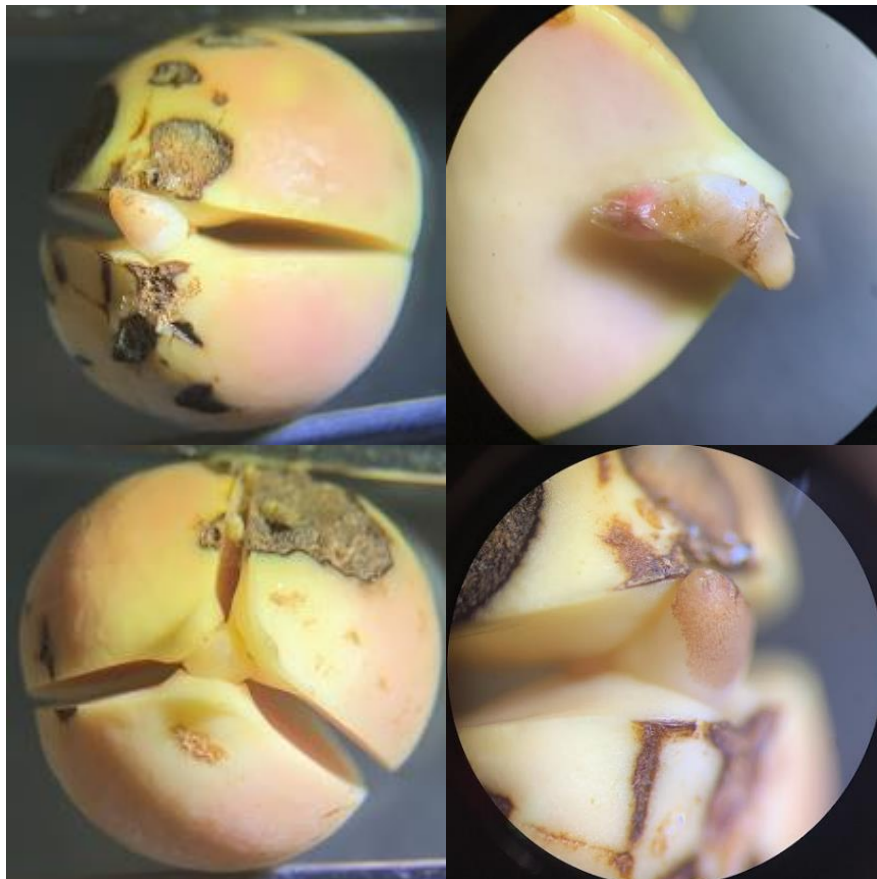
Suportado pelo teste de tetrazólio, visando comprovar os resultados obtidos, tem-se o teste de germinação comparando os dois lotes sobre dois diferentes tratamentos: com e sem tegumento, do qual os dados estão apresentados no Anexo 1. Os tratamentos com e sem tegumento foram escolhidos com base na dormência tegumentar associada a resistência mecânica do tegumento e a presença de substâncias inibidoras (CARVALHO, 2003; TELEGINSKI, 2014; VICENTE, 2014). No qual a retirada do tegumento foi o melhor e mais rápido tratamento nos experimentos conduzidos por Teleginski (2014) e Freire (2017).

Muitos dos trabalhos científicos consultados, visando encontrar a melhor combinação para o teste de germinação, entendiam que a espécie poderia ter dormência tegumentar e submetiam as sementes a escarificação ácida. O tegumento apresenta resistência mecânica para o crescimento do embrião, e,

portanto, a presença do tegumento é um empecilho na germinação. O ácido sulfúrico para a superação de dormência não é um bom tratamento e diminui o potencial germinativo das espécies de *Ocotea*, sendo que as sementes não submetidas a tratamento para quebra de dormência, ou seja, postas para germinar inteiras, obtiveram maior germinação do que a escarificação química (FREIRE, 2017; KALIL FILHO *et al.*, 2004; VICENTE, 2014).

As sementes do Lote Floresta sem o tegumento tiveram início da germinação aos 9 dias após a instalação do experimento, resultado mais rápido em comparação com alguns outros trabalhos desenvolvidos para a espécie (TELEGINSKI, 2014; FREIRE, 2017). Já para o Lote Plantio, a primeira germinação foi observada com 17 dias a partir instalação do teste. Para os tratamentos com tegumento, não se obteve germinação até o 34º dia de condução do experimento, que foi o dia em que se encerrou o teste. Na FIGURA 12 é possível se observar o comportamento germinativo do eixo embrionário no início da germinação.

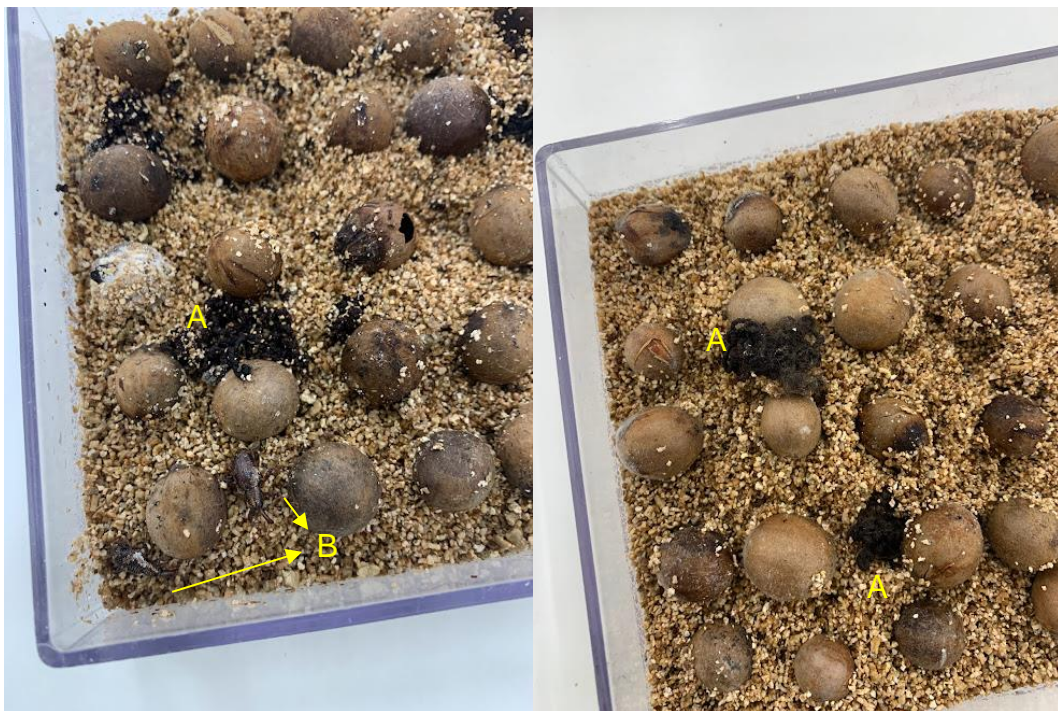
FIGURA 12 - CRESCIMENTO DO EIXO EMBRIONÁRIO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *O. porosa*



FONTE: A autora (2022)

Durante a condução do experimento, foi observado excremento de coloração escura para fora das sementes perfuradas por orifícios de larvas, isso pode ser visualizado na FIGURA 13, que foi removida conforme as observações diárias. O aparecimento de excremento está associado ao desenvolvimento dos besouros encontrados durante as avaliações, principalmente do Lote Plantio.

FIGURA 13 - CONDIÇÕES ENCONTRADAS DURANTE O EXPERIMENTO DE GERMINAÇÃO DE *O. porosa* COM SEMENTES SEM RETIRADA DO TEGUMENTO



FONTE: A autora (2022)

LEGENDA: A- substância escurecida extraída da semente durante a condução do teste de germinação; B- inseto encontrado dentro do experimento.

Também foi constatada a ocorrência de besouros no experimento do Lote Plantio, provenientes das larvas que estavam dentro das sementes (FIGURA 13B e FIGURA 14). Os besouros não foram identificados, mas acredita-se que pertençam ao gênero *Hellipus*, conforme as descrições de Cuaranhua (2010) para o mesmo local de coleta de sementes.

FIGURA 14 - BESOUROS ENCONTRADOS NO TESTE DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *O. porosa*



FONTE: A autora (2022)

A ocorrência desses insetos, ajuda a comprovar o alto nível de deterioração e predação das sementes do Lote Plantio, comportamento já observado durante a condução do teste de tetrazólio. Também é uma explicação para os menores índices de germinação desse lote em relação ao Lote Floresta, junto ao baixo teor de água.

A partir da ANOVA, verificou-se que houve diferença significativa ao nível de 5 e 1% de significância para todas as variáveis resposta avaliadas (TABELA 3), dos resultados dos tratamentos 2 e 4, onde houve germinação.

TABELA 3 - ANOVA PARA PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO (%G), ÍNDICE DE VELOCIDADE (IVG) E TEMPO MÉDIO DE GERMINAÇÃO (TMG) DE SEMENTES DE *O. porosa*

| Fonte da variação | GL | QM        |        |          |
|-------------------|----|-----------|--------|----------|
|                   |    | %G        | IVG    | TMG      |
| Tratamentos       | 1  | 2450,00** | 1,18** | 108,59** |
| Resíduos          | 6  | 42,00     | 0,03   | 6,23     |
| Total             | 7  |           |        |          |
| Média             |    | 48,50     | 1,43   | 42,56    |

FONTE: A autora (2022).

LEGENDA: Legenda: GL: graus de liberdade, QM: quadrado médio, \*\* significativo ao nível de 5 e 1% de significância ( $p < 0,01$ ), ns: não significativo para o nível de 5% de confiança.

A TABELA 4 mostra os resultados obtidos a partir do processamento dos dados. Como não houve germinação para os tratamentos com as sementes inteiras até os 34 dias de experimento, as variáveis obtiveram valores zerados, portanto, infere-se que como houve diferença altamente significativa entre os tratamentos e o tratamento 4 (Lote Floresta, sem tegumento) foi o que apresentou os melhores

resultados, ele foi estatisticamente superior ao tratamento 2 (Lote Plantio, sem tegumento), comprovando que o Lote Floresta possui maior viabilidade em relação ao Lote Plantio. Conforme Kalil Filho *et al.* (2004), existe uma alta variação entre as diferentes progênies de imbuia e os diferentes lotes aqui avaliados entram em conformidade com esta afirmação.

TABELA 4 – TESTE DE MÉDIAS PARA PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO (%G), ÍNDICE DE VELOCIDADE (IVG) E TEMPO MÉDIO DE GERMINAÇÃO (TMG)

|    | Tratamento                   | %G    | IVG      | TMG (dias) |
|----|------------------------------|-------|----------|------------|
| T1 | Lote Plantio, com tegumento  | -     | -        | -          |
| T2 | Lote Plantio, sem tegumento  | 31% b | 0,3294 b | 24,97 a    |
| T3 | Lote Floresta, com tegumento | -     | -        | -          |
| T4 | Lote Floresta, sem tegumento | 66% a | 1,1000 a | 17,60 b    |

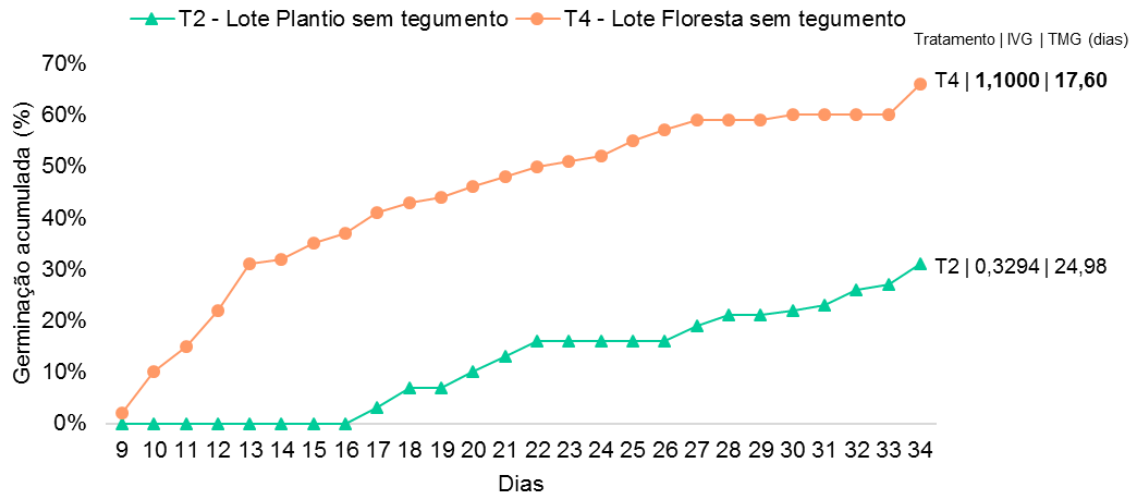
FONTE: A autora (2022)

LEGENDA: médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para *Ocotea porosa*, a remoção do tegumento favorece o crescimento do embrião e, conseqüentemente, proporciona vantagens no desenvolvimento inicial e crescimento das plantas, sendo uma estratégia vantajosa para a produção de mudas da espécie (TELEGINSKI, 2014). Vicente (2014) relata uma resistência imposta pelo tegumento para a expansão do eixo embrionário, afirmando que sua remoção é capaz de melhorar a velocidade e a porcentagem de germinação. Ainda, Freire (2017) sugere que a emissão da raiz primária ocorre logo após a ruptura do endocarpo ao longo de suas suturas longitudinais.

Também foi construído um gráfico de germinação acumulada para os tratamentos com a remoção dos tegumentos em relação aos dias do experimento (FIGURA 15). Pode-se constatar que a germinação do Lote Floresta foi 2,13 vezes superior ao Lote Plantio e que para o Lote Plantio houve início da germinação 8 dias após o início da germinação do Lote Floresta, com IVG e TMG com resultados inferiores.

FIGURA 15 - GERMINAÇÃO ACUMULADA DE SEMENTES DE *O. porosa* PARA OS DIFERENTES LOTES ATÉ 34 DIAS APÓS IMPLANTAÇÃO.



FONTE: A autora (2022)

O teste de germinação mostra resultados semelhantes aos obtidos com o teste de tetrazólio, no qual o Lote Floresta obteve superioridade de sementes viáveis. A diferença percentual entre o teste de tetrazólio e o teste de germinação para o Lote Plantio foi de 1,05%, já para o Lote Floresta, foi de 23,26%. A diferença percentual entre o teste de tetrazólio e germinação para o lote floresta pode ser explicada pela não estabilização da germinação até o processamento de dados e pela ocorrência de fungos nas sementes, muitas delas não obtiveram germinação, porém, poderiam ter sido consideradas viáveis no teste de tetrazólio, interferindo nos resultados.

Para *Ocotea porosa*, na qual autores sugerem que a remoção do tegumento favorece o crescimento do embrião e, conseqüentemente, proporciona vantagens no desenvolvimento inicial e crescimento das plantas, sendo uma estratégia vantajosa para a produção de mudas da espécie (TELEGINSKI, 2014). Vicente (2014) relata uma resistência imposta pelo tegumento para a expansão do eixo embrionário, afirmando que sua remoção é capaz de melhorar a velocidade e a porcentagem de germinação. Ainda, Freire (2017) sugere que a emissão da raiz primária ocorre logo após a ruptura do endocarpo ao longo de suas suturas longitudinais.

Um teste de germinação em viveiro realizado pela Chauá (2018) dividido em três tratamentos, mostrou os resultados de porcentagem de germinação de 16,9% para sementes predadas por insetos, 18,81% para sementes imaturas e 63,93%

para sementes com polpa ressecada sem nenhum tratamento germinativo em solo com terra preta e vermiculita, mostrando que a predação e imaturidade interferem nos resultados germinativos, assim como o observado para as sementes do Lote Plantio.

A partir deste teste, indica-se a retirada do tegumento como um tratamento para a quebra de dormência tegumentar apresentada pela imbuia. Neste teste também foi observada uma alta variação entre a viabilidade de sementes de das diferentes procedências, assim como indicado pelo teste de tetrazólio. Além disso, comparando-se os resultados com o teste de tetrazólio, apesar de apresentar uma diferença mais alta do que a recomendada pela RAS (BRASIL, 2009), de 5%, para o Lote Floresta, ele é indicado como uma forma eficiente de avaliação da viabilidade de lotes de sementes de imbuia, complementando o teste de germinação padrão e servindo de base para o uso ou descarte de lotes de sementes.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se definir como protocolo adequado para o teste de tetrazólio em sementes de *Ocotea porosa*, a retirada do tegumento e separação dos cotilédones, com imersão em solução de tetrazólio em uma concentração de 0,25% por 4 horas, sem a necessidade de pré-embebição.

Em relação ao teste de germinação, a retirada do tegumento promoveu maior velocidade de germinação. A baixa qualidade do Lote 1 pode estar atrelada ao baixo grau de umidade e alto índice de predação das sementes.

O teor de água foi de 29,97 e 37,64%, peso de mil sementes de 1203,83 e 1844,33 gramas para os lotes plantio e floresta, respectivamente, e biometria com largura de 12,46 mm e altura de 14,51 mm.

Por fim, conclui-se que diferentes procedências de lotes possuem diferentes características de viabilidade e germinação.

### 5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Recomenda-se para trabalhos futuros que seja avaliado o comportamento em viveiro e em campo da espécie em questão aplicando-se os melhores tratamentos obtidos. A partir disso, também se sugere que sejam avaliados os melhores tratamentos sob a ótica econômica, com avaliação dos preços dos insumos, custo de produção e processo produtivo da espécie, para que haja um melhor embasamento a tomada de decisão do produtor em uma escala comercial, a fim de melhores resultados, produtividade, eficiência e otimização.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, S.E.S. *et al.* Determinação do teor de água em semente de feijão carioca por métodos alternativos. **9º Fórum de Ensino, Pesquisa, Extensão e Gestão**. Campus Universitário Professor Darcy Ribeiro, 2015.
- ARAÚJO, A.V; *et al.* Determinação do teor de água em sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2013
- BALBINOT JÚNIOR, A.A. *et al.* Predação de sementes de plantas daninhas em áreas cultivadas. **Ciência Rural**, 2002
- BAITELLO, J. **O passado magnífico da ilustração e da pesquisa científica no Serviço Florestal do Estado de São Paulo**. Secretaria do Meio Ambiente. Instituto Florestal, São Paulo, p. 290, 2020. ISBN: 978-85-64808-19-5
- BHERING, L.L. Rbio: **A tool for biometric and statistical analysis using the R platform**. Crop Breeding and applied biotechnology. v.17:187-190p. 2017
- BRAGANTE, R. **Metabolismo e potencial de armazenamento de sementes leguminosas nativas**. Doutorado (Tese) em biodiversidade vegetal e meio ambiente. Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, p. 146, São Paulo, 2016
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 399 p., 2009.
- BROTTO, M. The genus *Ocotea* (Lauraceae) in Paraná State, Brazil. **Rodriguesia**, p. 495-525. 64(3): 495-525, 2013
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília, EMBRAPA Informação Tecnológica. Colombo, PR. v. 1, p. 525-532, 2003. ISBN: 85-7383-167-7
- CHAUÁ. Boletim Chauá 012: **manual cultivo *Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso (Lauraceae)**. 1a ed, p. 4, Junho, 2018. ISSN: 2595-654X
- CLIMATE DATA. **Clima Curitiba**. 2010. Disponível em: <<https://pt.climatedata.org/america-do-sul/brasil/parana/curitiba-2010/>>. Acesso em: 10/04/2022.
- CUARANHUA, C.J. **Frutificação, dispersão e predação por insetos de frutos/sementes de imbuia (*Ocotea porosa*)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), p.90. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010
- FILHO, A. N. K. MARZOLLO, L. G., Lopes, A. J., WENDLING, I. Produção de mudas de imbuia. **Comunicado técnico nº175**, ISSN, 1570-5030, Colombo, PR. 2007. EMBRAPA

FOSSATI, L.C. **Ecofisiologia da germinação de sementes em populações de *Ocotea puberula* (Rich.) Ness, *Prunus sellowii* Koehne e *Piptocarpha angustifolia* Dusén Ex Malme.** Pós Graduação em Engenharia Florestal (tese). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007

FOWLER, J.A.P.; TOMASCHITZ, A. A umidade de segurança para sementes de imbuia. Colombo: **Embrapa Florestas**, 2002, 2. p. (Embrapa Florestas Comunicado Técnico, 70)

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. **Embrapa Soja**, n. 406, p. 108. Londrina, outubro, 2018. ISSN: 2176-2937

FRANÇA-NETO, J.B.F.; KRZYZANOWSKI, F.C. Tetrazolium: na important test for physiological seed quality evaluation. **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 3, p. 359-366, 2019.

FREIRE, J. Quebra de dormência tegumentar na germinação de sementes de imbuia [*Ocotea porosa* (Nees; Mart.) Barroso, Lauraceae]. **InterfaceHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**. Vol. 12 no 2 – dezembro de 2017, São Paulo: Centro Universitário Senac. ISSN 1980-0894

GOLDFARB, M.; QUEIROGA, V.P. Considerações sobre o armazenamento de sementes. **Tecnol. & Ciên. Agropec.**, João Pessoa, v.7, n.3, p.71-74, set. 2013

INKSCAPE: **Open Source Scalable Vector Graphics**. EditorFree Software Foundation, Inc., Boston, 1991

KALIL FILHO, A.N.; APARECIDA DE SOUSA, V.; MARZOLLO, L.G.; HIRANO, E. Dinâmica da germinação de sementes de progênies de populações de imbuia (*Ocotea porosa* Nees et Martius ex. Nees, Lauraceae) do Paraná e de Santa Catarina. **Bol. Pesq. Fl. Colombo**, n. 48, p. 121-128, jan./jun. 2004.

KALIL FILHO, A.N.; *et al.* Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de imbuia pelo teste do tetrazólio. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 57, p. 69-72, jul./dez. 2008

KISSMAN, C.; ZANOTELLI, P. Germinação de sementes de *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer: temperatura de incubação e tratamentos pré-germinativos. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas** - UFSM, Santa Maria v.39 n.1, 2017, Jan - abr, p. 16 –21. ISSN impressa: 0100-8307 ISSN on-line: 2179-460X

KUNIYOSHI, Y. S. **Morfologia da semente e germinação de 25 espécies arbóreas de uma floresta de Araucária.** Dissertação de mestrado, UFPR, Curitiba, 198, 232p.

KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T.T. **Fisiologia das árvores.** Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, p. 745, 1960

KOZERA, C. *et al.* Composição florística da floresta ombrófila mista montana do parque municipal do Barigui, Curitiba, PR. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 36, n. 1, jan/abr. 2006

LABOURIAU, L. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983.

LIVRO VERMELHO DA FLORA DO BRASIL / texto e organização Gustavo Martinelli, Miguel Avila Moraes; tradução Flávia Anderson, Chris Hieatt. - 1. ed. - Rio de Janeiro : Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. 1100 p. ; 30 cm.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: **manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum. Vol. 1, 5ª edição, 2008. ISBN: 85-86714-31-3

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. 3ª ed. Imprensa Oficial, 440 p., Curitiba, Paraná, 2002

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

Ministério do Meio Ambiente – MMA. 2008. Instrução Normativa n. 6 de 23/09/2008. **Reconhece as espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção**

OLIVEIRA, O. S. **Tecnologia de sementes florestais**. 185 p. Curitiba, Imprensa Universitária, 2007. ISBN: 85-907126-0-2

PARANÁ. Portaria n° 37, de 03 de abril de 1992. **Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no estado do Paraná**. Abril, 1992

PETERS, J.; LANHAM, B. **Tetrazolium Testing Handbook**. Association Official Seed Analysts. Contribution n° 29, p. 32, 1970

R Core Team (2020). R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

SILVA; AGUIAR, I.B. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de canela-preta (*Ocotea catharinensis* Mez-LAURACEAE) pela cultura in vitro de eixos embrionários e pelo teste de tetrazólio. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, 10(2): 197-205, 1998a.

SILVA; AGUIAR, I.B. Germinação de sementes de canela-preta (*Ocotea catharinensis* Mez-LAURACEAE) sob diferentes condições de luz e temperatura. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, 10(1):17-22, 1998b

SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. Biometry: **the principles and practice of statistics in biological research**. 4ª ed., WH Freeman and Company, Stony Brook University, New York, 2012. ISBN-10: 0-7167-8604-4

TELEGINSKI, E. Superação de dormência de sementes de *Ocotea porosa* (Nees & C. Mart.). **Anais da XIX Semana de Iniciação Científica**. Universidade Federal do Centro-Oeste/Departamento de Engenharia Florestal/Irati, PR, 2014. ISSN: 2238-7358

TONIN, G.A.; DE PEREZ, S.C.J.G. Qualidade fisiológica de sementes de *Ocotea porosa* (Nees et Martius ex. Nees) após diferentes condições de armazenamento e semeadura. **Revista brasileira de sementes** 28(2), 2006. DOI: 10.1590/S0101-31222006000200004

VICENTE, D. **Dormência, secagem, armazenamento e sanidade de semente *Ocotea puberula* (Rich.) Nees**. Dissertação em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, 2014

WIELEWICKI, A.P.; *et al.* Proposta de padrões de germinação e teor de água para sementes de algumas espécies florestais presentes na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, 2006.

WOOD, C. B.; MILES, S.; RIX, C.; TERRY, J.; DAWS, M. I. The effect of seed oil content on viability assesement using tetrazolium - a case study using 171 species. **PGR news letter**, [s. l.], v. 143, n. January 2005, p. 17–23, 2005.

XAVIER DE CARVALHO. **O desmatamento das florestas com araucária e o Médio Vale do Iguaçu: uma história de riqueza madeireira e colonizações**. Dissertação em História. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2006

### ANEXO 1 – DADOS DO TESTE DE GERMINAÇÃO

| Tratamentos |    | 1 | 1      | 1 | 1 | 2      | 2      | 2      | 2      | 3 | 3      | 3 | 3 | 4     | 4      | 4      | 4      |
|-------------|----|---|--------|---|---|--------|--------|--------|--------|---|--------|---|---|-------|--------|--------|--------|
| Repetições  |    | 1 | 2      | 3 | 4 | 1      | 2      | 3      | 4      | 1 | 2      | 3 | 4 | 1     | 2      | 3      | 4      |
| Dias        | 1  | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 0     | 0      | 0      | 0      |
|             | 2  | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 0     | 0      | 0      | 0      |
|             | 3  | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 0     | 0      | 0      | 0      |
|             | 4  | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 0     | 0      | 0      | 0      |
|             | 5  | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 0     | 0      | 0      | 0      |
|             | 6  | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 0     | 0      | 0      | 0      |
|             | 7  | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 0     | 0      | 0      | 0      |
|             | 8  | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 0     | 0      | 0      | 0      |
|             | 9  | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 1     | 1      | 0      | 0      |
|             | 10 | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 2     | 2      | 2      | 2      |
|             | 11 | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 4     | 0      | 0      | 1      |
|             | 12 | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 4     | 0      | 3      | 0      |
|             | 13 | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 2     | 2      | 3      | 2      |
|             | 14 | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 0     | 1      | 0      | 0      |
|             | 15 | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 0     | 1      | 2      | 0      |
|             | 16 | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 1     | 0      | 0      | 1      |
|             | 17 | 0 | 0      | 0 | 0 | 1      | 0      | 1      | 1      | 0 | 0      | 0 | 0 | 0     | 2      | 1      | 1      |
|             | 18 | 0 | 0      | 0 | 0 | 1      | 1      | 0      | 2      | 0 | 0      | 0 | 0 | 1     | 0      | 1      | 0      |
|             | 19 | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 0     | 0      | 1      | 0      |
|             | 20 | 0 | 0      | 0 | 0 | 1      | 1      | 0      | 1      | 0 | 0      | 0 | 0 | 1     | 1      | 0      | 0      |
|             | 21 | 0 | 0      | 0 | 0 | 1      | 1      | 1      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 0     | 0      | 0      | 2      |
|             | 22 | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 1      | 1      | 1      | 0 | 0      | 0 | 0 | 0     | 1      | 1      | 0      |
|             | 23 | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 0     | 0      | 0      | 1      |
|             | 24 | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 0     | 0      | 0      | 1      |
|             | 25 | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 1     | 0      | 2      | 0      |
|             | 26 | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 0     | 1      | 0      | 1      |
|             | 27 | 0 | 0      | 0 | 0 | 1      | 1      | 0      | 1      | 0 | 0      | 0 | 0 | 2     | 0      | 0      | 0      |
|             | 28 | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 1      | 1      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 0     | 0      | 0      | 0      |
|             | 29 | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 0     | 0      | 0      | 0      |
|             | 30 | 0 | 0      | 0 | 0 | 1      | 0      | 0      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 0     | 0      | 0      | 1      |
|             | 31 | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 0      | 1      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 0     | 0      | 0      | 0      |
|             | 32 | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 1      | 1      | 1      | 0 | 0      | 0 | 0 | 0     | 0      | 0      | 0      |
|             | 33 | 0 | 0      | 0 | 0 | 1      | 0      | 0      | 0      | 0 | 0      | 0 | 0 | 0     | 0      | 0      | 0      |
|             | 34 | 0 | 0      | 0 | 0 | 0      | 2      | 1      | 1      | 0 | 0      | 0 | 0 | 0     | 2      | 0      | 4      |
| Total       |    | 0 | 0      | 0 | 0 | 7      | 9      | 7      | 8      | 0 | 0      | 0 | 0 | 19    | 14     | 16     | 17     |
| %G          |    | 0 | 0      | 0 | 0 | 28     | 36     | 28     | 32     | 0 | 0      | 0 | 0 | 76    | 56     | 64     | 68     |
|             |    | 0 | 31     |   |   |        |        |        |        | 0 | 66     |   |   |       |        |        |        |
| IVG         |    | 0 | 0      | 0 | 0 | 0,3127 | 0,3615 | 0,2805 | 0,3631 | 0 | 0      | 0 | 0 | 1,444 | 0,9134 | 1,1066 | 0,9359 |
|             |    | 0 | 0,3294 |   |   |        |        |        |        | 0 | 1,1000 |   |   |       |        |        |        |
| TMG (dias)  |    | 0 | 0      | 0 | 0 | 23,71  | 26,22  | 26,42  | 23,50  | 0 | 0      | 0 | 0 | 14,74 | 18,14  | 15,69  | 21,82  |
|             |    | 0 | 24,97  |   |   |        |        |        |        | 0 | 17,60  |   |   |       |        |        |        |

LEGENDA: Tratamentos- 1: areia a 20°C, 2: areia a 25°C, 3: areia a 30°C, 4: vermiculita a 20°C, 5: vermiculita a 25°C, 6: vermiculita a 30°C.