

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CAMILA RIBEIRO DE SOUZA GRZYBOWSKI

**TECNOLOGIA DE SEMENTES DE *Vernonanthura discolor* (Spreng.) H.Rob. E
Byrsonima crassifolia (L.) H.B.K.**

CURITIBA

2016

CAMILA RIBEIRO DE SOUZA GRZYBOWSKI

**TECNOLOGIA DE SEMENTES DE *Vernonanthura discolor* (Spreng.) H.Rob. E
Byrsonima crassifolia (L.) H.B.K.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientadora: Prof^a Dr^a Maristela Panobianco Vasconcellos
Co-orientadora: Dr^a Elisa Serra Negra Vieira

**CURITIBA
2016**

G895 Grzybowski, Camila Ribeiro de Souza
Tecnologia de sementes de *Vernonanthura discolor* (Spreng.)
H.Rob. e *Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K. Camila Ribeiro de Souza
Grzybowski. / Curitiba: 2016.
90 f. il.

Orientadora: Maristela Panobianco Vasconcellos
Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná.
Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em
Agronomia.

1. Tecnologia de sementes. 2. Sementes – Tratamento.
3. Sementes. I. Vasconcellos, Maristela Panobianco.
II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias.
Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU 631.53.02



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA - PRODUÇÃO VEGETAL

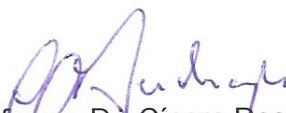


PARECER

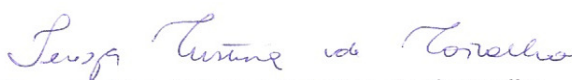
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de DOUTORADO, apresentada pela candidata **CAMILA RIBEIRO DE SOUZA GRZYBOWSKI**, sob o título "**TECNOLOGIA DE SEMENTES DE *Vernonanthura discolor* (Spreng.) H. Rob. E *Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K.**", para obtenção do grau de Doutor em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.


Após haver analisado o referido trabalho e argüido a candidata são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Tese.

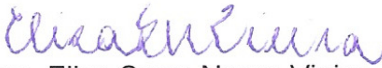
Curitiba, 24 de junho de 2016.



Professor Dr. Cícero Deschamps
Coordenador do Programa


Dra. Luciane Henneberg
Primeira Examinadora


Professora Dra. Tereza Cristina de Carvalho
Segunda Examinadora


Professora Dra. Adriana Martinelli Seneme
Terceira Examinadora


Dra. Elisa Serra Negra Vieira
Quarta Examinadora


Professora Dra. Maristela Panobianco Vasconcellos
Presidente da Banca e Orientadora

DEDICO

A minha amada filha Manuela Grzybowski pelo carinho e amor incondicional, sempre alegrando os meus dias.

Ao meu esposo Luiz Carlos Grzybowski pelo amor, apoio, companheirismo e confiança durante minha jornada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, sempre se mostrando presente, me dando saúde, determinação e persistência para alcançar meus objetivos.

Aos meus amados pais, Edeval de Souza e Elisabeth Ribeiro de Souza, e queridos sogros, Darci Grzybowski e Elza Narazaki Grzybowski, pelo carinho, incentivo e ajuda durante esse período.

Ao meu irmão Thiago Ribeiro de Souza pela amizade, ajuda e incentivo.

A minha orientadora Prof^a. Dr^a. Maristela Panobianco Vasconcellos, pelos anos de convivência, sempre me ensinando o caminho da ciência, mas acima de tudo pela amizade, carinho, apoio, confiança, incentivo e conselhos fundamentais para o meu crescimento pessoal e profissional.

A minha co-orientadora Dr^a. Elisa Serra Negra Vieira pela confiança, ensinamentos, sugestões e ajuda na condução de experimentos, sempre pronta para conversar.

A minha querida amiga Dr^a. Rosemeire Carvalho da Silva, pelas trocas profissionais e toda ajuda durante a condução dos experimentos, sem você algumas etapas não teriam sido finalizadas, mas principalmente por fazer parte da minha vida pessoal, com conselhos, risadas, segredos, incentivos, se tornando minha irmã de coração.

A Dr^a. Walnice Maria Oliveira do Nascimento por me apresentar o muruci, permitindo adquirir novos conhecimentos com o estudo de suas sementes, além de todas as contribuições, sugestões e esclarecimentos técnicos.

Ao Eng. Agr. MSc. Osvaldo de Castro Ohlson pela sua atenção, ensinamentos e sugestões, que levarei para minha vida pessoal e profissional.

À Embrapa Floresta, pelo apoio técnico e profissional, abrindo suas portas para a condução da pesquisa, por meio de seus funcionários, sempre prontos para ajudar no que fosse necessário, em especial os técnicos Irineu, Wilson e Paulino, sempre à disposição de nos acompanhar nas coletas de campo, emprestando-nos seus conhecimentos, força e amizade.

Aos queridos amigos e colegas do Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Alex Pimenta, Bruna Ariane da Silva,

Grasiela Bruzamarello Tognon, José Luiz Nogueira, Luciane Henneberg, Mariana Faber Flores, Mariana Grassi, Tereza Cristina de Carvalho e Yohana de Oliveira Cauduro pelos bons momentos, conversas, risadas e ajuda na condução de experimentos.

A todos os estagiários do Laboratório de Sementes que me auxiliaram durante esse período, especialmente Andreza Cerioni Belniaki e Fernando Augusto de Carvalho, que participaram de todas as etapas, sem reclamações e dispostos a ajudar no que fosse necessário, nos permitindo adquirir conhecimento e criar laços de amizade.

A todos os colegas, professores e funcionários da Universidade Federal do Paraná, em especial a técnica Roseli do Rocio Beggiora do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, por todo carinho e ajuda durante essa jornada, com contribuições pessoais e profissionais, e à secretária da Pós-Graduação em Agronomia/Produção Vegetal Lucimara Antunes, sempre dedicada e atenciosa, pronta para auxiliar em qualquer problema administrativo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Na produção de sementes de espécies nativas devem-se considerar os fatores que contribuem para a qualidade das sementes, sendo fundamental o conhecimento do ponto de maturidade fisiológica, dos métodos adequados para o beneficiamento e determinação da viabilidade, bem como avaliação do seu potencial de conservação. Assim, objetivou-se definir o ponto de colheita, a forma de beneficiamento e os métodos para determinação da qualidade e do potencial de conservação de sementes de *Vernonanthura discolor* (Spreng.) H. Rob. (vassourão-preto) e *Byrsonima crassifolia* (L.) H. B. K. (muruci). Para o vassourão-preto, no primeiro ano, realizou-se acompanhamento periódico do desenvolvimento reprodutivo de matrizes, localizadas em Bocaiúva do Sul – PR, sendo que a partir da antese foram realizadas coletas semanais das sementes, avaliando-se a porcentagem de massa seca, o poder germinativo e o vigor, a fim de identificar o ponto de maturidade fisiológica. No teste de germinação foram testadas combinações de quatro temperaturas (20, 25, 20-30 e 30 °C) e dois regimes de luz, procurando-se definir a metodologia e as datas de avaliação. No segundo estudo, sementes de vassourão-preto extraídas das infrutescências foram friccionadas sobre peneiras de crivo circular e depois beneficiadas em soprador, testando combinações de abertura da válvula calibradora e da passagem de ar lateral. Após cada forma de beneficiamento, as sementes foram submetidas à determinação do teor de água, teste de germinação, primeira contagem, análise de pureza, peso de mil sementes e porcentagem de sementes cheias. Para a espécie muruci, pirênios oriundos de frutos do clone Açú foram submetidos ao estudo do teste de germinação, testando diferentes temperaturas (25, 30, 35 e 20 - 30 °C), a fim de determinar a melhor metodologia, as datas de avaliação e caracterizar as plântulas. No teste de tetrazólio, foram analisadas combinações de formas de hidratação, períodos de coloração e concentrações da solução de tetrazólio. O potencial de conservação dos pirênios de muruci foi avaliado aos zero, três, seis e 12 meses, com armazenamento em embalagens de polietileno e papel tipo Kraft, em dois ambientes. Conclui-se que a maturidade fisiológica das sementes de *V. discolor* é atingida aos 45 dias após a antese; o teste de germinação deve ser conduzido sobre papel mata-borrão, a 20 ou 25 °C com fornecimento de luz contínua, sendo a primeira contagem aos 13 e a última aos 29 dias após a semeadura; o beneficiamento das sementes deve ser realizado combinando fricção das sementes sobre peneiras de crivo circular (1,8 e 1,6 mm de diâmetro) e posterior passagem em soprador de sementes com válvula calibradora regulada na posição 10 mais três voltas de 360° da passagem de ar lateral; sendo o peso de mil sementes de vassourão-preto de 0,500 g e a amostra de trabalho para análise de pureza de 1,3 g. Para sementes de *B. crassifolia*, o teste de germinação deve ser conduzido com pirênios entre areia a 20 - 30 °C, com primeira e última contagens aos 24 e 57 dias após a semeadura, respectivamente; o teste de tetrazólio deve ser realizado com pré-condicionamento dos pirênios e posterior hidratação das sementes por imersão em água (24 h a 25 °C), com coloração dos embriões (3 h a 40 °C) a 1,0 %; os pirênios de muruci podem ser armazenados em embalagem de polietileno ou papel tipo Kraft, em ambiente controlado (16 ± 2 °C e 50 - 60% de umidade relativa do ar) ou refrigerador, dependendo do momento que serão utilizados, sem prejuízos ao potencial fisiológico.

Palavras-chave: Vassourão-preto; muruci; maturação; beneficiamento; análise; armazenamento.

ABSTRACT

For producing seeds of native species, one should take into account the factors that contribute to seed quality, particularly, knowledge of physiological maturity, appropriate processing methods and determination of viability, as well as assessment of their potential for conservation. Thus, the objective of this study was to define the optimal point of harvest, the form of processing and the methods for determining the quality and potential for conservation of seeds of *Vernonanthura discolor* (Spreng.) H. Rob. and *Byrsonima crassifolia* (L.) H. B. K. In the first year, *V. discolor* was regularly monitored for reproductive development of stock plants, located in Bocaiúva do Sul, Paraná, Brazil. After anthesis, the seeds were collected on a weekly basis for evaluation of dry weight percentage, germination capacity and vigor, in order to determine the point of physiological maturity. Germination tests used combinations of four temperatures (20, 25, 20-30 and 30 °C) and two light regimes, and the methodology and assessment dates were defined. In the second study, *V. discolor* seeds extracted from infructescence were rubbed on round-hole sieves and then processed in a seed blower, testing combinations of calibrated valve opening and side air inlet. After going through the different forms of processing, the seeds were submitted to water content determination, germination test, first count, purity analysis, thousand seed weight and percentage of full seeds. For *B. crassifolia*, pyrenes from fruits of the clone Açú were submitted to the germination test. Different temperatures (25, 30, 35 and 20 - 30 °C) were tested in order to determine the best methodology and assessment dates and also to characterize the seedlings. The tetrazolium test was used for analysis of combined forms of hydration, staining periods and concentrations of tetrazolium solution. The potential for conservation of pyrenes of *B. crassifolia* was evaluated at zero, three, six and twelve months, with storage in polyethylene and Kraft paper bags, in two environments. In conclusion, the physiological maturity of *V. discolor* seeds was reached at 45 days after anthesis; the germination test should be conducted on blotting paper, at 20 or 25°C with provision of continuous light. The first count should be performed at 13 days and the last at 29 days after sowing; seed processing should be carried out by rubbing the seeds on round-hole sieves (1.8 and 1.6 mm in diameter) and subsequently passing them through a seed blower whose calibrated valve opening was set at 10, with three 360° turns of the side air inlet; the thousand seed weight of *V. discolor* was 0.500 g and the sample for purity analysis weighed 1.3 g. For *B. crassifolia* seeds, the germination test must be conducted with pyrenes using sand as a substrate at 20 - 30°C, with first and last counts at 24 and 57 days after sowing, respectively; the tetrazolium test must be performed with preconditioning of pyrenes and subsequent hydration of seeds by soaking in water (24 h at 25°C), with embryo staining (3 h at 40°C) at 1.0%; the pyrenes of *B. crassifolia* can be stored in polythene or Kraft paper bags, in a chamber (16 ± 2°C and 50 - 60% relative air humidity) or a cooler, depending on when they will be used, without damage to the physiological potential of seeds.

Keywords: *Vernonanthura discolor*; *Byrsonima crassifolia*; maturation; processing; analysis; storage.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO GERAL	10
2.	OBJETIVO GERAL	11
3.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
4.	REVISÃO DE LITERATURA	12
4.1.	VASSOURÃO – PRETO (<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H.Rob.)	12
4.1.1.	Caracterização da espécie	12
4.1.2.	Processo de desenvolvimento das sementes	13
4.1.3.	Beneficiamento das sementes	15
4.2.	MURUCI (<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) H.B.K.)	17
4.2.1.	Caracterização da espécie	17
4.2.2.	Teste de germinação	18
4.2.3.	Teste de tetrazólio	21
4.2.4.	Conservação das sementes	22
5.	CAPÍTULO I - MATURAÇÃO E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Vernonanthura discolor</i>	25
5.1.	INTRODUÇÃO	27
5.2.	MATERIAL E MÉTODOS	28
5.3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.4.	CONCLUSÕES	39
5.5.	REFERÊNCIAS	39
6.	CAPÍTULO II - BENEFICIAMENTO E QUALIDADE FÍSICA DE SEMENTES FLORESTAIS NATIVAS DE <i>Vernonanthura discolor</i>	42
6.1.	INTRODUÇÃO	44
6.2.	MATERIAL E MÉTODOS	45
6.3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
6.4.	CONCLUSÕES	57
6.5.	REFERÊNCIAS	57
7.	CAPÍTULO III - AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO E DE CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) H.B.K.	60
7.1.	INTRODUÇÃO	62
7.2.	MATERIAL E MÉTODOS	63
7.3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
7.4.	CONCLUSÕES	80
7.5.	REFERÊNCIAS	80
8.	CONCLUSÕES GERAIS	82
9.	REFERÊNCIAS GERAIS	83

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1. Detalhes da espécie vassourão-preto (*Vernonanthura discolor*): (A) árvore; (B) ramo aos 65 dias antes da antese; (C) ramo aos 20 dias antes da antese; (D) árvore com mais de 50% das inflorescências em antese; (E) inflorescência; (F) unidade de dispersão (aquênio + *papus*); (G) aquênios.....29
- FIGURA 2. Acúmulo de matéria seca em sementes de vassourão-preto (*Vernonanthura discolor*) ao longo do processo de maturação32
- FIGURA 3. Características dos ramos e das sementes de vassourão-preto (*Vernonanthura discolor*) na Maturidade Fisiológica: (A) ramo com 100% das sementes prontas para dispersão; (B) ramo com 50% das sementes já dispersas; (C) detalhe da semente no ponto de maturidade fisiológica.33
- FIGURA 4. Porcentagem de plântulas normais por dia de avaliação sobre o total de sementes germinadas de vassourão-preto (*Vernonanthura discolor*) a 20 °C e 25 °C com e sem fornecimento de luz.....36
- Figura 5. Plântulas normais (A) e plântulas anormais (B, C, D) de vassourão-preto (*Vernonanthura discolor*).....37
- FIGURA 6. Acúmulo de matéria seca, germinação e vigor (índice de velocidade de germinação - IVG) de sementes de vassourão-preto (*Vernonanthura discolor*) durante o processo de maturação.....38
- FIGURA 7. Características de ramos e infrutescência de vassourão-preto no momento de dispersão natural: (A) ramo com 100% das sementes prontas para dispersão; (B) detalhe da infrutescência no ponto de dispersão natural e aquênio + *papus*; (C) extração das sementes das infrutescências.46
- FIGURA 8. Etapas do beneficiamento de sementes de vassourão-preto: (A e B) fricção sobre peneira de crivo circular com 1,8 mm diâmetro; (C e D) passagem sobre peneira de crivo circular com 1,6 mm diâmetro; (E e F) passagem pelo soprador com calibragem da válvula calibradora e passagem de ar lateral para retirada das impurezas; (G) detalhe da semente obtida após todo o processo de beneficiamento.47
- FIGURA 9. Características da semente de vassourão-preto: (A) aquênio (semente); (B) secção da semente ao meio com auxílio de pinça e bisturi; (C) aquênio com semente; (D) aquênio vazio.....48

FIGURA 10. Características da unidade de propagação de <i>Byrsonima crassifolia</i> : (A) pirênios intactos; (B) detalhe da quebra do pirênio com auxílio de mini morsa de bancada; (C) pirênios abertos (endocarpo + semente); (D) embrião; (E) morfologia interna do embrião.	66
FIGURA 11. Porcentagem de plântulas normais por dia de avaliação sobre o total de pirênios germinados de <i>Byrsonima crassifolia</i> , a 20 - 30 °C, sem fornecimento de luz.	69
FIGURA 12. Plântulas de <i>Byrsonima crassifolia</i> : desenvolvimento (A), plântula normal (B) e plântula anormal (C, D, E, F e G).	71
FIGURA 13. Germinação (A) e índice de velocidade de germinação – IVG (B) de pirênios de <i>Byrsonima crassifolia</i> (safra 2012) armazenados durante 12 meses em diferentes ambientes e embalagens.....	73
Figura 14. Coloração de embriões de <i>Byrsonima crassifolia</i> pelo teste de tetrazólio, com concentração de solução a 1,0% durante três horas: grupo de sementes viáveis (A, B, C, I) e grupo de sementes inviáveis (D, E, F, G, H, J, K, L).	79

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Médias de germinação de sementes de vassourão-preto (<i>Vernonanthura discolor</i>), testando-se regime de luz e temperaturas de incubação, em substrato papel.	34
TABELA 2. Teor de água, germinação e primeira contagem do teste de germinação de sementes de vassourão-preto sem beneficiar e após o beneficiamento utilizando combinações de abertura da válvula calibradora – VC (posição 0; 5; 7,5; 10 e 12,5) e da passagem de ar lateral – PAL (0; 1; 2; 2,5; 3 voltas de 360º) do soprador, antes da análise de pureza.	52
TABELA 3. Porcentagem de pureza, sementes cheias e peso de mil sementes (PMS) de sementes de vassourão-preto não beneficiadas e após o beneficiamento, utilizando combinações de abertura da válvula calibradora – VC (posição 0; 5; 7,5; 10 e 12,5) e da passagem de ar lateral – PAL (0; 1; 2; 2,5; 3 voltas de 360º) do soprador.	54
TABELA 4. Teor de água, germinação e primeira contagem do teste de germinação de sementes puras de vassourão-preto sem beneficiar e após o beneficiamento, utilizando combinações de abertura da válvula calibradora – VC (posição 0; 5; 7,5; 10 e 12,5) e da passagem de ar lateral – PAL (0; 1; 2; 2,5; 3 voltas de 360º) do soprador.	56
TABELA 5. Germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) de pirênios de <i>Byrsonima crassifolia</i> , sob diferentes temperaturas, de acordo com a safra coletada, etapa 1 - safra 2011 e etapa 2 - safra 2012.	68
TABELA 6. Porcentagem de viabilidade de sementes de <i>Byrsonima crassifolia</i> (safra 2013) avaliada pelos testes de germinação e de tetrazólio (TZ).	77

1. INTRODUÇÃO GERAL

Embora o Brasil apresente uma grande biodiversidade vegetal, o desaparecimento de espécies nativas impossibilita a regeneração natural e a sobrevivência de futuras gerações, causando sérios problemas ambientais. Portanto, faz-se necessário resgatar espécies com possibilidade de aplicação e divulgá-las, sendo um instrumento de conservação da espécie a introdução de uma planta nativa em cultivo (Chamas e Matthes, 2000; Heiden et al., 2006; Masetto et al., 2012).

A colheita e o armazenamento adequado das sementes de espécies arbóreas nativas, visando à produção comercial de mudas, são etapas importantes para reduzir o problema de extinção dessas espécies, uma vez que podem se tornar alternativas para o plantio em substituição às espécies exóticas com finalidades comerciais.

Estudos com espécies nativas devem envolver o desenvolvimento de métodos para a produção em larga escala, como o conhecimento de fatores que influenciam a propagação, descrição do ponto de coleta dos frutos e sementes, estabelecimento da maneira adequada para extração e processamento, determinação de condições adequadas para a germinação e armazenamento das sementes (Alves et al., 2005; Pereira et al., 2010; Maranhão et al., 2013).

A identificação do processo de maturação das sementes é importante, pois permite conhecer o comportamento das espécies quanto à sua reprodução, possibilitando estimar a época ideal de colheita (Alves et al., 2005). O sucesso na determinação do ponto de colheita das sementes depende da identificação de parâmetros seguros e práticos, como mudanças de características morfológicas e deiscência ou queda de frutos.

O manejo pós-colheita é de fundamental importância para garantir a qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes (Santos, 2015). Normalmente, após a extração das sementes é necessário o beneficiamento, uma vez que, em geral, permanecem materiais aderidos ou misturados às sementes (Araújo et al., 2009; Santos, 2015). O beneficiamento pode ser conceituado como o conjunto de operações que visam melhorar a pureza física e o padrão de qualidade, preservando o poder germinativo e evitando o ataque de pragas e doenças às sementes (Santos Neto et al., 2012).

Além disso, é necessário conhecer o comportamento fisiológico das sementes de cada espécie durante o armazenamento (Marcos-Filho, 2015), a fim de estimar seu período de viabilidade. A definição de métodos para a conservação de sementes é imprescindível, pois a perda da qualidade durante o armazenamento pode ser minimizada com o emprego de técnicas para manter condições adequadas do ambiente, ou seja, temperatura e umidade relativa do ar controlada, a fim de reduzir ao máximo a atividade metabólica das sementes, intimamente relacionada ao teor de água (Marcos-Filho, 2015; Martini Neto e Barbedo, 2015).

A definição de protocolos de condução dos testes de germinação de sementes para determinar a qualidade das mesmas (Martins et al., 2008) vem sendo um dos objetivos da pesquisa, a fim de conhecer as exigências da espécie para produção de mudas. As sementes apresentam um desempenho variável quanto à germinação, em diferentes temperaturas e substratos, que são componentes básicos do teste de germinação. Assim, o conhecimento da influência desses componentes na germinação de cada espécie é de importância fundamental (Mondo et al., 2008).

Contudo, a identificação de métodos para avaliação rápida do potencial fisiológico das sementes também merece destaque, principalmente para espécies que apresentam germinação lenta. Dentre os procedimentos disponíveis, o teste de tetrazólio é bastante interessante, uma vez que por meio de uma análise cuidadosa permite a rápida avaliação da viabilidade das sementes e não sofre efeito de algumas condições que podem alterar os resultados do teste de germinação, como a presença de dormência e microrganismos.

Diante disso, foram selecionadas duas espécies arbóreas de interesse ecológico e econômico, com potencial de utilização para sistemas agroflorestais, recuperação de áreas degradadas e/ou produção de madeira, para definição do ponto de colheita, de métodos de determinação de viabilidade, de procedimentos de beneficiamento e de conservação das sementes; sendo elas: *Vernonanthura discolor* (Spreng.) H.Rob. (vassourão-preto) e *Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K. (muruci).

2. OBJETIVO GERAL

Definir o ponto de colheita, métodos de determinação da viabilidade, formas de beneficiamento e o potencial de conservação de sementes de *Vernonanthura*

discolor (Spreng.) H.Rob. (vassourão-preto) e *Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K. (muruci).

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar o processo de maturação das sementes de vassourão-preto, analisando o desenvolvimento de frutos e sementes, bem como seu potencial fisiológico, a partir da determinação de metodologia para condução do teste de germinação das suas sementes.

Estudar o beneficiamento de sementes de vassourão-preto e avaliar a sua qualidade física, por meio da definição de procedimentos para a análise de pureza e determinação do peso de mil sementes.

Determinar o potencial fisiológico de sementes de muruci, estudando procedimentos para condução dos testes de germinação e de tetrazólio, bem como determinar o seu potencial de conservação, testando diferentes combinações de embalagem e ambiente.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. VASSOURÃO – PRETO (*Vernonanthura discolor* (Spreng.) H.Rob.)

4.1.1. Caracterização da espécie

O vassourão-preto (*Vernonanthura discolor* (Spreng.) H.Rob.), espécie nativa da família das Asteraceae, ocorre naturalmente na Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária) e é característico de vegetação secundária, comum nas clareiras e nos capoeirões (Siminski e Fantini, 2011). Planta pioneira de rápido crescimento e tolerante a baixas temperaturas pode ser considerada excelente opção para plantios mistos de área de preservação permanente, visando preparar o ambiente para o desenvolvimento de espécies clímax (EMBRAPA, 2010).

Apesar de não existirem plantios comerciais conhecidos da espécie, o seu rápido crescimento, aliado ao potencial para uso em painéis industrializados de madeira como o MDF (Medium-density fiberboard), torna o vassourão-preto uma boa alternativa ao plantio de espécies exóticas com esta finalidade (Siminski e Fantini,

2011).

Planta perenifolia, atingindo altura de 10 a 15 m, apresenta tronco de 30 a 50 cm de diâmetro na altura do peito (DAP) (EMBRAPA, 2010); geralmente tortuoso, casca cinza clara ou castanha, com leves fissuras longitudinais (Carvalho, 2008). A copa é formada durante todo ano, com pequena intensidade de desfolhamento no verão, quando a espécie está em repouso reprodutivo. Folhas simples, subcoriáceas, glabras na face superior e brancotomentosas na inferior, de 10 a 20 cm de comprimento por 4 a 9 cm de largura (EMBRAPA, 2010).

Os frutos do vassourão-preto são aquênios veludosos, com superfície marrom, membranácea, e estriado longitudinalmente, medindo 2 mm de comprimento. A semente é ereta e apresenta o tegumento reduzido a uma fina película membranácea (Carvalho, 2008; EMBRAPA, 2010).

4.1.2. Processo de desenvolvimento das sementes

O processo de maturação das sementes inicia-se a partir da fecundação e formação do embrião até que as sementes se tornem indivíduos independentes da planta-mãe, conhecido como ponto da maturidade fisiológica, instante em que o máximo de massa seca é acumulado (Marcos-Filho, 2015).

Conforme ressaltaram Carvalho e Nakagawa (2012), o acúmulo de massa seca de uma semente em formação ocorre inicialmente de maneira lenta, seguido de rápido e constante acúmulo, até que um máximo é atingido e mantido por algum tempo, podendo, no final, sofrer um pequeno decréscimo. O período de manutenção desses elevados índices de massa seca depende diretamente da influência do ambiente, pois condições menos favoráveis de umidade relativa, temperatura e ação de insetos e microrganismos contribuem para a aceleração do processo respiratório, resultando na oxidação das substâncias de reserva (Marcos-Filho, 2015).

Além disso, neste momento as sementes normalmente atingem seu máximo potencial fisiológico (germinação e vigor), e a partir de então começa o processo de deterioração, pois a semente passa a sobreviver com gastos das reservas acumuladas durante o processo de maturação (Castro et al., 2004; Marcos-Filho, 2015).

Entretanto, o ponto de maturidade fisiológica não significa necessariamente o momento ideal para a colheita, uma vez que a semente encontra-se com excesso de

umidade e a sua realização pode causar danos, afetando a qualidade das sementes; contudo, o atraso da colheita expõe as sementes às condições desfavoráveis do ambiente após o desligamento com a planta-mãe (Marcos-Filho, 2015). Em se tratando de espécies florestais, a qualidade das sementes é bastante prejudicada quando a coleta é realizada antes de atingir a maturidade fisiológica ou após esse estágio (Barbosa et al., 2015).

A identificação do máximo de acúmulo de massa seca das sementes é importante para definir o momento em que as sementes podem ser colhidas, com a garantia de qualidade fisiológica elevada. Essa identificação pode ser realizada pelo acompanhamento das modificações físicas e fisiológicas de frutos ou sementes, como tamanho, cor, teor de água, matéria seca, germinação e vigor (Silveira et al., 2002; Barbosa et al., 2015).

De uma forma geral, a literatura tem mostrado que a associação de diferentes índices de maturação tem permitido uma melhor avaliação do ponto de maturidade fisiológica das sementes de espécies florestais nativas (Alves et al., 2005). Estudando o efeito da maturação sobre a análise de sementes florestais, Duarte (2013) constatou que as sementes quando separadas de acordo com o grau de maturação auxiliam a obtenção de lotes com características mais uniformes e que a precisão experimental diminui ao utilizar sementes imaturas ou após a maturidade fisiológica.

A identificação de parâmetros (massa seca, teor de água, germinação e vigor) que caracterizam a maturidade fisiológica das sementes foi investigada com sucesso em diversas espécies arbóreas, como ipê-roxo (Gemaque et al., 2002), quaresmeira (Lopes et al., 2005), sabiá (Alves et al., 2005), carvalho vermelho (Lopes e Soares, 2006), pau-brasil (Aguilar et al., 2007), pitanga (Avila et al., 2009), canafístula (Nakagawa et al., 2010) e eritrina indiana (Matheus et al., 2011)

Portanto, pode-se assegurar que a qualidade e a capacidade de armazenamento está diretamente relacionada em coletar sementes maduras e vigorosas, pois dessa forma podem suportar melhor o processo de beneficiamento e possíveis danos causados durante as etapas subsequentes; sendo a manutenção da qualidade das sementes imprescindível para utilização junto aos programas de conservação florestal (Barbosa et al., 2015).

O acompanhamento da qualidade fisiológica (germinação e vigor) durante o processo de maturação torna-se importante, pois de maneira geral confirmam o seu

máximo valor junto com o máximo acúmulo de massa seca (Carvalho e Nakagawa, 2012). Assim, a definição da metodologia para condução dos testes de germinação de sementes para determinar a qualidade das mesmas faz-se necessário (Martins et al., 2008), uma vez que as sementes apresentam um desempenho variável quanto à germinação, em diferentes temperaturas e substratos, que são componentes básicos do teste (Figliolia, 2015). O conhecimento da influência desses componentes na germinação de cada espécie é de importância fundamental possibilitando estabelecer padrões de qualidade e vigor (Mondo et al., 2008; Figliolia, 2015).

Dentre os principais fatores que afetam o teste de germinação estão à temperatura, que age diretamente nas reações bioquímicas que irão ativar o metabolismo para o início do processo de germinação; a disponibilidade de água necessária no substrato; o oxigênio para os processos metabólicos da respiração; a luz (dependendo da espécie) e o tipo de substrato (Castro et al., 2004; Brasil, 2009; Marcos-Filho, 2015; Figliolia, 2015).

Para espécies florestais, o estudo desses fatores em conjunto torna-se imprescindível, haja vista que a maioria dessas sementes, principalmente as nativas brasileiras, ainda provém de povoamentos naturais, estando adaptadas a germinarem nas condições ecofisiológicas específicas do bioma de origem (Figliolia, 2015).

4.1.3. Beneficiamento das sementes

O manejo pós-colheita é de fundamental importância para garantir a qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes (Santos, 2015). Normalmente, após a extração das sementes é necessário o beneficiamento, uma vez que, em geral, permanecem materiais aderidos ou misturados às sementes, como: apêndices, restos de frutos, folhas, ramos e terra, além de sementes mal formadas ou atacadas por insetos e fungos (Araujo et al., 2009; Santos, 2015).

O beneficiamento pode ser conceituado como o conjunto de operações que visam melhorar a pureza física e o padrão de qualidade, preservando o poder germinativo e evitando o ataque de pragas e doenças às sementes (Carvalho e Nakagawa, 2012; Santos Neto et al., 2012). De maneira geral, o beneficiamento é entendido como abrangendo somente às operações de pré-limpeza, limpeza,

classificação e melhoria da qualidade física das sementes (Carvalho e Nakagawa, 2012); entretanto, abrange todas as atividades que a semente é submetida, desde a coleta até a embalagem (Fowler e Martins, 2001).

No caso de sementes de espécies florestais, o beneficiamento é considerado básico, pois apenas a impureza é eliminada, sendo composto por todas as operações de preparo das sementes pós-colheita, como manipulação, debulha, descascamento, despolpa, secagem, limpeza, classificação, tratamento e embalagem, dependendo da espécie (Fowler e Martins, 2001; Nogueira e Medeiros, 2007).

O sucesso do beneficiamento depende da escolha do método e dos equipamentos que serão utilizados, a fim de separar materiais distintos entre si de acordo com suas diferenças, sendo que o peso e o tamanho são as características mais comuns utilizadas na separação de sementes e impurezas (Fowler e Martins, 2001; Villela e Peres, 2004; Santos, 2015).

A etapa de beneficiamento pode ser classificada como manual ou mecânica, e para sementes florestais nativas o método manual é o mais utilizado, uma vez que a grande diversidade de espécies acarreta dificuldades para padronização das técnicas para cada espécie (Nogueira e Medeiros, 2007; Flores et al., 2011).

Para o beneficiamento manual, normalmente são utilizadas peneiras de vários tamanhos de malha ou a catação, sendo que a partir do uso de peneiras é possível além de separar as impurezas das sementes, também classificá-las por tamanho (Nogueira e Medeiros, 2007; Santos, 2015).

No beneficiamento mecânico, são utilizados equipamentos dentro de uma sequência de operações que é variável de acordo com a composição do lote a ser beneficiado, ou seja, tipo das sementes, quantidade de impurezas e características desejadas no material beneficiado (Carvalho e Nakagawa, 2012). Para espécies florestais os equipamentos mais utilizados são sopradores de sementes e mesa densimétrica (Nogueira e Medeiros, 2007).

Na literatura são encontrados poucos trabalhos relativos ao beneficiamento de sementes de espécies florestais nativas, podendo citar trabalhos com as espécies *Dipteryx alata* (Botezelli et al., 2000), *Solonum granuloso-leprosum*, *Solonum pseudoquina* (Castellani et al., 2007), *Ilex paraguariensis*, *Mimosa scabrella* e *Talauma ovata* (Nogueira e Medeiros, 2007).

4.2. MURUCI (*Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K.)

4.2.1. Caracterização da espécie

O murucizeiro (*Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K.) é uma espécie florestal da família Malpighiaceae, com provável centro de origem e de dispersão na Amazônia (Cavalcante, 2010). Apresenta ampla distribuição geográfica no território brasileiro, ocorrendo espontaneamente, com maior frequência e abundância nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste (Flora Brasil, 2016). É também encontrado, porém de forma mais rara, na região Sudeste, em particular nos Estados de Minas Gerais e São Paulo (Roosmalen, 1985; Morton, 1987; Cavalcante, 2010).

A espécie é considerada de múltiplo uso (comercialização do fruto ou produção de madeira), entretanto, a exploração do fruto é maior devido ao valor de mercado, sendo o fruto do muruci consumido ao natural ou processado, na forma de refresco, sorvete, doce, entre outras, constituindo-se em importante recurso alimentar para populações rurais de baixa renda (Carvalho et al., 2006).

O muruci é um fruto carnoso do tipo drupóide, com formato globoso ou oblongo, oriundo de ovário tricarpelado, contendo cada carpelo um óvulo (Barroso et al., 1999). O tamanho e o peso do fruto apresentam pronunciadas variações, sendo encontrados frutos com diâmetro entre 0,7 a 2,2 cm, e peso entre 1,0 a 6,0 g; sendo que essas características têm forte componente genético e independem do número de frutos que se desenvolvem nos ramos (Carvalho et al., 2006).

A unidade de dispersão e de propagação do murucizeiro é o pirênio, popularmente denominado de caroço, que é constituído pelo conjunto endocarpo e sementes (Carvalho e Nascimento, 2008). Os pirênios apresentam formato arredondado ou ovalado, são rígidos e com superfície externa reticulada e contêm de uma a três sementes, sendo que com maior frequência são encontradas três sementes, localizadas em lóculos individualizados (Cavalcante, 2010; Carvalho e Nascimento, 2008). Entretanto, apesar dos pirênios apresentarem duas ou três sementes, normalmente somente uma é viável (Cavalcante, 2010).

Os pirênios são utilizados como unidades de propagação, pois a remoção das sementes do interior do endocarpo é difícil, podendo gerar comprometimento do poder germinativo devido a danos mecânicos causados pela operação de extração (Carvalho e Nascimento, 2008). As sementes estão envolvidas por tegumento

delgado, de cor creme e apresentam embrião espiralado, o qual representa a quase totalidade do volume da semente (Barroso et al., 1999). A radícula está situada na extremidade apical do pirênio e é facilmente danificada quando se efetua a remoção do endocarpo (Carvalho et al., 2007).

4.2.2. Teste de germinação

A qualidade fisiológica das sementes compreende um conjunto de características que determina a capacidade de emergência e o rápido desenvolvimento de plântulas normais, sob ampla diversidade de condições de ambiente (Marcos-Filho, 1999). A análise de sementes pode ser considerada uma ferramenta importante no controle de qualidade, principalmente a partir do final do período de maturação, quando as sementes atingem a maturidade fisiológica (Baalbaki et al., 2009).

Dessa forma, o objetivo básico da avaliação da qualidade das sementes é identificar, de maneira adequada, quais os lotes apresentam maior potencial para se estabelecer em campo. O teste comumente utilizado para esse fim é o de germinação, que tem como principal objetivo a obtenção de informações para determinar o valor das sementes para a semeadura (Marcos-Filho, 2015; Lima et al., 2006). A sua condução se dá sob condições ótimas, a fim de proporcionar a máxima germinação da amostra analisada. Essas condições se referem à disponibilidade de água e aeração, temperatura, luminosidade, características do substrato, de outros materiais e equipamentos, para garantir a eficiência do processo de germinação. Quando necessário, são indicados tratamentos para superação da dormência (Marcos-Filho et al., 1987; Brasil, 2009; Carvalho e Nakagawa, 2012).

De acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), a germinação das sementes é o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo. Os critérios para a interpretação identificam plântulas normais, plântulas anormais e sementes não germinadas, dentro do limite de tempo estabelecido para a complementação da germinação.

A eficiência do teste de germinação tem em vista pelo menos dois aspectos: fornecer informações sobre o potencial de uma amostra para germinar sob condições favoráveis de ambiente; e apresentar alto grau de padronização, com

ampla possibilidade de repetição dos resultados, dentro de níveis razoáveis de tolerância, desde que as instruções estabelecidas sejam seguidas a contento (Marcos-Filho, 1999; Brasil, 2009).

Nas Instruções para análise de sementes de espécies florestais (Brasil, 2013) encontra-se recomendação para condução do teste de germinação em sementes de muruci, porém a metodologia baseia-se na complementação de trabalhos diversos da literatura, não sendo ainda validada, além de faltar informações para a condução do protocolo do teste. Adicionalmente, sabe-se que sua germinação é lenta e com acentuada desuniformidade, sendo que a formação de plântulas normais inicia-se entre 20 e 30 dias, podendo prolongar-se por até 200 dias (Carvalho et al., 2006). Além disso, trabalhos na literatura relataram que cada lote de sementes de muruci pode apresentar ou não uma parcela variável de sementes com dormência física e/ou fisiológica, com respostas distintas (Carvalho e Nascimento, 2008 e 2013).

Provavelmente, existem quatro grupos de pirênios de muruci com relação à dormência: pirênios em que o endocarpo não oferece impedimento à germinação e as sementes não apresentam dormência fisiológica; pirênios em que o endocarpo oferece impedimento ao crescimento do embrião e as sementes não são dormentes; pirênios em que o endocarpo não oferece restrições sérias à germinação, mas as sementes são fisiologicamente dormentes, e pirênios em que o endocarpo é bastante resistente, impedindo o crescimento do embrião e as sementes são fisiologicamente dormentes (Carvalho e Nascimento, 2008).

Dormência é a suspensão temporária da germinação da semente, resultante da ação de mecanismos físicos e/ou fisiológicos bloqueadores do processo de germinação (Cícero, 1986). Normalmente, a dormência é imposta pela combinação de condições específicas do ambiente, provocando a interferência de um ou mais mecanismos de bloqueio, impedindo a transcrição da mensagem genética para a ativação da sequência metabólica que resulta na germinação (Marcos-Filho, 2015).

O período de dormência pode ser de poucos dias, alguns meses ou estender-se por vários anos; porém, de qualquer maneira, o fenômeno torna-se menos intenso com o decorrer do tempo até que seja totalmente superado (Cícero, 1986; Marcos-Filho, 2015).

Dessa forma, a dormência desempenha um importante papel como mecanismo de sobrevivência das espécies, uma vez que propicia que as sementes permaneçam vivas por períodos que podem ser desfavoráveis para as plantas que

virão; por outro lado, limita a avaliação da qualidade fisiológica da semente. Durante a execução do teste padrão de germinação, há necessidade de se utilizar métodos para superar a dormência, os quais nem sempre são eficazes; além disso, podem criar dificuldades para os analistas em identificar com segurança se as sementes estão realmente dormentes (Popinigis, 1977; Cícero, 1986).

Essa suspensão temporária da germinação pode ser de dois tipos: dormência primária ou relativa que é decorrente de uma característica ou padrão de desenvolvimento específico e programado geneticamente; e, dormência secundária que ocorre esporadicamente, também em resposta a determinada condição do ambiente, contudo geralmente a semente não está dormente quando se desliga fisiologicamente da planta-mãe (Bryant, 1989; Carvalho e Nakagawa, 2012).

A dormência de sementes é causada por diferentes mecanismos que variam de acordo com cada espécie. Estes mecanismos podem ser agrupados em duas categorias: dormência embrionária e dormência imposta pelo tegumento. Na dormência embrionária, algum fator no próprio embrião impede a germinação e, na dormência imposta pelo tegumento, este impede o desenvolvimento do embrião e germinação (Bryant, 1989; Bewley e Black, 1994).

Contudo, a dormência é encerrada quando o metabolismo, síntese e crescimento são reiniciados. Mesmo que a dormência seja determinada por fatores genéticos, há certa plasticidade na expressão genotípica, determinada pela influência do ambiente (Marcos-Filho, 2015).

Assim como existem várias causas da dormência, são variados os métodos para a superação da mesma. Os tratamentos para quebrar a dormência geralmente são baseados no desempenho das sementes em testes de germinação conduzidos em laboratório (Brasil, 2009; Marcos-Filho, 2015), não sendo, portanto muito práticos em larga escala. Alguns métodos recomendados, a depender do tipo de dormência, são: escarificação mecânica e/ou ácida, tratamento com água quente, lavagem em água corrente, secagem prévia, pré-esfriamento, utilização de produtos químicos, temperaturas alternadas, exposição à luz, entre outros (Popinigis, 1977; Cícero, 1986; Carvalho e Nakagawa, 2012).

Para pirênios de muruci, Carvalho e Nascimento (2008 e 2013) verificaram que o endocarpo é o principal mecanismo de resistência à germinação, entretanto algumas sementes apresentam dormência fisiológica, sendo que a intensidade da dormência e as respostas fisiológicas variam de acordo com o clone (genética). Os

referidos autores ressaltaram que a pré-umbebição de pirênios de muruci em água e, especialmente, em solução de ácido giberélico, seguida de fratura do endocarpo, favorece a germinação das sementes.

4.2.3. Teste de tetrazólio

O interesse em se estabelecer métodos rápidos para estimar a viabilidade das sementes, levou ao estudo aprofundado do teste de tetrazólio (AOSA, 1976). Uma avaliação cuidadosa torna possível distinguir diferentes categorias de sementes viáveis e não viáveis (ISTA, 2003), além de permitir o diagnóstico dos principais problemas que podem afetar a qualidade das sementes (França Neto, 1999).

A metodologia do teste de tetrazólio vem sendo aprimorada e manuais específicos para sua execução estão disponíveis para algumas culturas, tais como milho, algodão, feijão, amendoim e soja (França Neto, 1999). Para espécies arbóreas nativas, vários trabalhos vêm sendo realizados, uma vez que em sua maioria as sementes apresentam germinação lenta e ocorrência de dormência (Fogaça, 2015).

O teste de tetrazólio baseia-se na atividade das enzimas desidrogenases que catalizam as reações respiratórias nas mitocôndrias (França Neto, 1999), sendo intimamente relacionado com a viabilidade das sementes por meio da alteração da coloração de tecidos vivos pela solução de cloreto de 2,3,5-trifenil tetrazólio. A difusão do sal de tetrazólio nos tecidos da semente resulta na formação de um composto estável e não difusível de coloração avermelhada, o formazan. Isso indica a atividade respiratória nas mitocôndrias, permitindo delimitar o tecido vivo (que respira) e o que apresenta atividade fisiológica deficiente, pois este permanece descolorido ou exibe coloração anormal (Marcos-Filho, 2015).

Na realização do teste são indicados determinados procedimentos, tais como: a) pré-condicionamento, que visa ativar o metabolismo enzimático, facilitar o preparo das sementes e o desenvolvimento da coloração durante o contato com a solução de tetrazólio; b) seccionamento antes das sementes serem submetidas à coloração, para algumas espécies; c) coloração, variando-se a concentração da solução de tetrazólio, o tempo e a temperatura de condicionamento; d) avaliação (Vieira e Von Pinho, 1999; Oliveira et al., 2005; Fogaça, 2015; Marcos-Filho, 2015).

O teste de tetrazólio apresenta várias vantagens, a saber: não é afetado por determinadas condições que podem alterar os resultados do teste padrão de germinação, como a presença de fungos e dormência; enfoca as condições físicas e fisiológicas do embrião de cada semente individualmente; permite rápida avaliação da viabilidade; possibilita para algumas espécies, a identificação de diferentes níveis de viabilidade; pode fornecer o diagnóstico da causa da perda da viabilidade das sementes; e requer equipamento simples e de baixo custo (Delouche et al., 1976; França Neto, 1999).

Contudo, o teste também apresenta algumas dificuldades, como a necessidade de conhecimento da morfologia da semente a ser analisada, podendo assim determinar a partir da observação da coloração obtida e ocorrência desta nas diferentes estruturas da semente, se a mesma é viável ou não, além de ser um teste subjetivo, podendo sofrer diferentes avaliações, dependendo da interpretação de cada analista (Fogaça, 2015).

Buscando padronizar e facilitar a interpretação do teste de tetrazólio, juntamente com a definição da metodologia, vários trabalhos vêm realizando as descrições das classes de viabilidade a partir de fotos ou representações diagramáticas, como para algumas sementes de espécies arbóreas, entre elas a *Gleditschia amorphoides* (Fogaça et al., 2006), a *Ceiba speciosa* (Lazarotto et al., 2011), a *Copaifera langsdorffii* e a *Schizolobium parahyba* (Fogaça et al., 2011).

4.2.4. Conservação das sementes

O armazenamento das sementes é uma prática tecnologicamente demandada para várias espécies e tem por objetivo sua conservação, preservando sua qualidade física, fisiológica e sanitária, para posterior semeadura e obtenção de plantas saudáveis (Santos et al., 2005 e 2006). Para espécies nativas, os objetivos do armazenamento da semente podem ser diversos, desde a formação de plantios comerciais, até a de bancos de germoplasmas de florestas nativas, podendo ser necessário a sua conservação por períodos curtos ou longos (Floriano, 2004).

A longevidade das sementes é variável em razão do genótipo; entretanto, o potencial de conservação depende, em sua maioria, do teor de água e das condições do ambiente de armazenamento (Marcos-Filho, 2015), sendo que no ambiente de armazenamento, a conservação das sementes está diretamente

relacionada com o seu teor de água, temperatura e disponibilidade de oxigênio (Nascimento, 2006).

Durante o armazenamento, as sementes apresentam comportamento fisiológico distinto, sendo normalmente classificadas em três tipos básicos: as ortodoxas, que toleram ou resistem à dessecação e a conservação a baixa temperatura; as recalcitrantes, sensíveis à dessecação e a baixa temperatura; e as intermediárias, que suportam níveis intermediários de umidade, mas que também são danificadas pela baixa temperatura (Hong e Ellis, 2003; Marcos-Filho, 2015; Silva e Ferraz, 2015).

A hidratação das sementes tem relação importante com o metabolismo e com a longevidade no armazenamento e, dessa forma, para se evitar a deterioração precoce o teor de água das sementes deve ser levado em consideração (Silva e Ferraz, 2015). Além disso, a temperatura é um fator que afeta diretamente a velocidade das reações químicas, acelerando a respiração e o desenvolvimento de microrganismos, de modo que sua redução beneficia a conservação de sementes ortodoxas (Marcos-Filho, 2015).

Nesse sentido, estudos sobre os efeitos do ambiente na intensidade de deterioração das sementes têm que considerar a ação conjunta da água e da temperatura, uma vez que suas consequências ultrapassam as participações individuais de cada parâmetro (Vieira e Yokoyama, 2000; Marcos-Filho, 2015).

A manutenção da qualidade das sementes durante o período de armazenamento também está diretamente relacionada com a embalagem utilizada para o acondicionamento delas, tendo como função proteger as sementes de ataques de insetos e regular a troca de umidade e de oxigênio com o ambiente (Dias et al., 2006; Silva e Ferraz, 2015).

As embalagens são classificadas pelo grau de permeabilidade ao vapor de água, podendo ser: a) porosas, quando permeáveis ao vapor de água, tais como papel e embalagens de tecido; b) semipermeáveis ou resistentes, com troca restrita de vapor de água, por exemplo, a embalagem de papel multifoliado, ou de polietileno; c) impermeáveis ou herméticas, que não permitem trocas gasosas com o ambiente, como as embalagens de vidro e metal (Carvalho e Nakagawa, 2012; Marcos-Filho, 2015).

A escolha da embalagem depende da espécie que será armazenada e de suas características, ou seja, do teor de água a ser mantido nas sementes, que é

diretamente influenciado pela umidade relativa do ambiente a ser armazenado, além da modalidade de comercialização das sementes, das características mecânicas da embalagem e da disponibilidade no comércio (Carvalho e Nakagawa, 2012).

Portanto, o armazenamento tem como finalidade permitir que a semeadura seja programada independente da colheita, uma vez que as sementes estarão disponíveis quando necessárias, podendo seu período ser dividido em três grupos: o de curto prazo, que ocorre entre dias até meses; de médio prazo, entre um a 10 anos e de longo prazo, acima de 10 anos. Vale ressaltar que o armazenamento com o objetivo de propagação das espécies e formação de plantios para fins econômico ou ecológico pode ser de curto a médio prazo (Silva e Ferraz, 2015).

Diante disso, a manutenção das sementes, em condições de ambiente controlado, é um método complementar a conservação *in situ* e, portanto, participa dos procedimentos envolvidos na preservação da diversidade genética de espécies nativas (Nascimento, 2006; Marques, 2007).

5. CAPÍTULO I - MATURAÇÃO E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Vernonanthura discolor*

RESUMO: Vassourão-preto é uma espécie nativa com potencial para recuperação de áreas degradadas e confecção de painéis de madeira. O trabalho objetivou avaliar o processo de maturação e germinação de sementes de vassourão-preto, definindo o ponto de colheita e a condução do teste de germinação. Realizou-se acompanhamento periódico do desenvolvimento reprodutivo de matrizes de vassourão-preto, localizadas no município de Bocaiúva do Sul, PR, sendo que a partir da antese foram realizadas coletas semanais das sementes, avaliando-se a porcentagem de matéria seca, o poder germinativo e o vigor, a fim de identificar o ponto de maturidade fisiológica das sementes. No teste de germinação foram testadas combinações de quatro temperaturas (20, 25, 20-30 e 30 °C) e dois regimes de luz, procurando-se definir a melhor metodologia e as datas de avaliação do teste. Conclui-se que a maturidade fisiológica das sementes de vassourão-preto é atingida aos 45 dias após a antese, quando os máximos valores de massa seca, poder germinativo e vigor são alcançados; o teste de germinação pode ser conduzido sobre papel mata-borrão, a 20 ou 25 °C com fornecimento de luz contínua, sendo a primeira contagem aos 13 e a última aos 29 dias após a semeadura.

Palavras-chave: Vassourão-preto; qualidade fisiológica; matéria seca; coleta de sementes.

MATURATION AND GERMINATION OF *Vernonanthura discolor* SEEDS

ABSTRACT: *Vassourão-preto* is a species native with expressive potential for recovery of degraded areas and manufacture of industrialized wood panels. The aim of this study was to evaluate the maturation and germination process of vassourão-preto seeds, defining the moment of harvest and the manner of conducting the germination test. We periodically monitored the reproductive development of vassourão-preto mother plants located in the municipality of Bocaiúva do Sul, PR, Brazil, and, as of anthesis, seeds were collected weekly, evaluating the percentage of dry matter, germinating power, and vigor so as to identify the point of physiological maturity of the seeds. In the germination test, four temperature combinations (20, 25, 20-30, and 30 °C) and two light regimes were tested, seeking to define the best methodology and the evaluation dates of the test. It was concluded that the physiological maturity of the vassourão-preto seeds is reached at 45 days after anthesis, when the maximum values for dry matter, germinating power, and vigor are reached. The germination test may be carried out on blotting paper at 20 or 25 °C with light supply, with the first count germination at 13 days and the last at 29 days after sowing.

Keywords: Vassourão-preto; physiological quality; dry matter; seed collection.

5.1. INTRODUÇÃO

O vassourão-preto (*Vernonanthura discolor* (Spreng.) H. Rob.), espécie nativa da família das Asteraceae, ocorre naturalmente na Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária), sendo característico de vegetação secundária, comum nas clareiras e nos capoeirões (Siminski e Fantini, 2011). Trata-se de planta pioneira de rápido crescimento e tolerante a baixas temperaturas, considerada excelente opção para plantios mistos de área de preservação permanente, visando preparar o ambiente para o desenvolvimento de espécies clímax (Embrapa, 2010).

Apesar de não existir plantios comerciais conhecidos da espécie, o seu rápido crescimento, aliado ao potencial para uso em painéis industrializados de madeira como o MDF (*Medium-density fiberboard*), torna o vassourão-preto uma alternativa ao plantio de espécies exóticas com essa finalidade (Siminski e Fantini, 2011).

De acordo com Basso et al. (2012), o cultivo de florestas no Brasil está concentrado principalmente nas espécies exóticas dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*; no entanto, com a crescente demanda por madeira no país é necessário diversificar as espécies cultivadas. Assim, justifica-se a busca por nativas, como o vassourão-preto, com potencial de cultivo para atender parte do setor industrial madeireiro nacional.

A produção de sementes de espécies florestais deve-se fundamentar em dois pontos básicos: obtenção de sementes com suficiente representatividade genética da população da qual foram colhidas (Gemaque et al., 2002), essencial quando o objetivo for a reconstrução de florestas naturais (Gois et al., 2014); e conhecimento dos fatores que afetam a qualidade fisiológica das sementes (Gemaque et al., 2002). Em relação à qualidade fisiológica, os estudos devem envolver a determinação do ponto de coleta dos frutos e das sementes, o estabelecimento do método mais adequado para o beneficiamento dos mesmos, a definição das condições ideais para a germinação e o armazenamento das sementes (Pereira et al., 2010).

A identificação do processo de maturação das sementes é importante, pois permite conhecer o comportamento das espécies quanto à sua reprodução, possibilitando assim estimar o estabelecimento e a época adequada da colheita (Alves et al., 2005). O sucesso na determinação do ponto de colheita depende da

identificação de parâmetros seguros e práticos, como mudanças de características morfológicas e deiscência ou queda de frutos.

Além disso, a coleta de sementes no momento adequado favorece a obtenção de sementes de qualidade, característica fundamental na propagação e produção de mudas. Desta forma, destaca-se também a importância da definição de protocolos para condução do teste de germinação de sementes, principal parâmetro para determinar a qualidade das mesmas (Martins et al., 2008), uma vez que as espécies apresentam desempenho variável em diferentes temperaturas e substratos, que são componentes básicos do teste de germinação (Andrade et al., 2006; Mondo et al., 2008).

Devido à importância de se conservar espécies nativas e a escassez de informações sobre tecnologia de sementes de vassourão-preto, o presente trabalho objetivou avaliar o processo de maturação e germinação das suas sementes.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Os experimentos foram conduzidos de julho a dezembro de 2013, utilizando-se material coletado de matrizes de vassourão-preto (*Vernonanthura discolor* (Spreng.) H.Rob.) (Figura 1A), localizadas no município de Bocaiúva do Sul, Paraná, Brasil (25° 15,139' S e 49° 06,096' W). O clima da região é classificado segundo Köppen-Geiger como Cfb, ou seja, clima temperado com temperaturas médias de 18 °C e 22 °C nos meses mais frio e quente do ano, respectivamente, com verões frescos e sem estação seca definida (Caviglione et al., 2000).

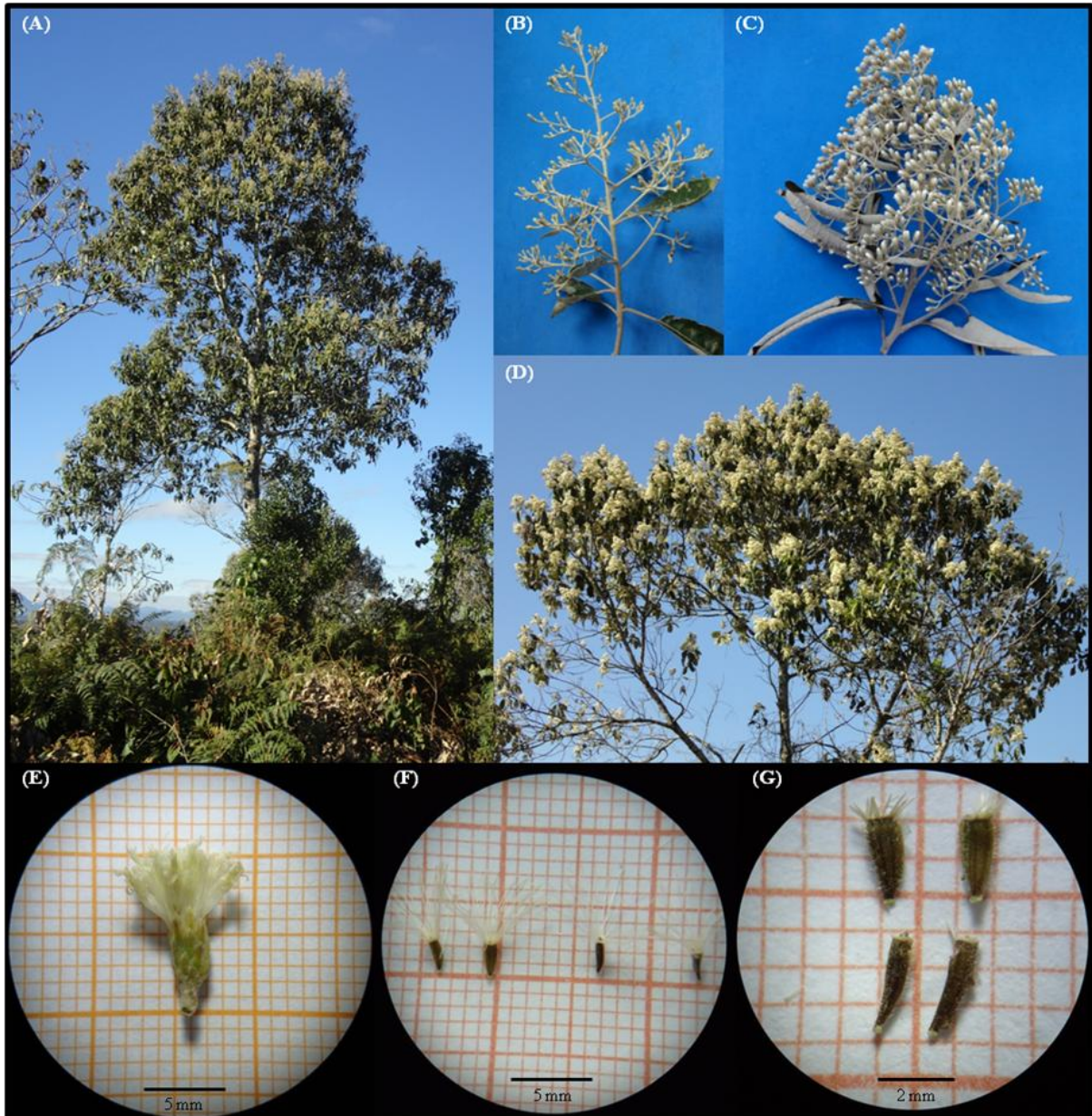


FIGURA 1. Detalhes da espécie vassourão-preto (*Vernonanthura discolor*): (A) árvore; (B) ramo aos 65 dias antes da antese; (C) ramo aos 20 dias antes da antese; (D) árvore com mais de 50% das inflorescências em antese; (E) inflorescência; (F) unidade de dispersão (aquênio + *pappus*); (G) aquênios.

Seleção e caracterização das matrizes

Foram selecionadas 20 matrizes de vassourão-preto de forma aleatória, sendo cada uma delas identificada, mensurada e mapeada pelo sistema de georreferenciamento. As matrizes apresentavam diâmetro à altura do peito (DAP) de valor médio de 19,94 cm, com variação máxima de 37,50 cm e mínima de 9,50 cm; e registro médio da altura total (base do tronco ao final da copa) de 9,42 m, variando de 6,92 a 13,50 m.

Estudo do processo de maturação das sementes

O acompanhamento do desenvolvimento reprodutivo das árvores iniciou-se no mês de julho de 2013, realizando-se coletas quinzenais dos ramos (Figura 1B e 1C) com auxílio de podão, e posterior observação em microscópio estereoscópico das seguintes estruturas: inflorescência, flores e aquênios (sementes). A partir da segunda quinzena de setembro, quando foram constatadas que 50% das inflorescências (Figura 1E) encontravam-se em antese (Figura 1D), o intervalo entre as observações foi reduzido, sendo realizada de uma a duas inspeções semanais em campo, e pelo menos um ramo de cada árvore marcada foi coletado. A coleta das sementes iniciou-se aos 10 dias após a antese e se estendeu até 55 dias, quando ocorreu a total dispersão natural das mesmas, totalizando oito coletas. Para estudar o processo de maturação das sementes, avaliaram-se a porcentagem de matéria seca, o poder germinativo e o vigor das sementes.

Na determinação da porcentagem da matéria seca das sementes foram destacadas 20 infrutescências por ramo coletado nas árvores marcadas, em cada uma das oito coletas realizadas após a antese, sendo então retiradas as sementes. Após homogeneização manual (Brasil, 2009), quatro repetições de 200 sementes (aquênios + *papus*) (Figura 1F) foram pesadas (massa fresca) em balança analítica (0,001 g), acondicionadas em sacos de papel (tipo Kraft) e posteriormente mantidas em estufa com circulação de ar forçado a 65 °C, até obtenção de massa constante, alcançando assim a massa seca.

A avaliação do poder germinativo das sementes foi realizada nas últimas seis coletas, ou seja, a partir de 34 dias após a antese, quando observou através de microscópio estereoscópico que as sementes estavam com suas estruturas formadas e tinham iniciado a dispersão natural.

Estudo do teste de germinação

Inicialmente, as sementes retiradas das infrutescências foram levemente friccionadas sobre peneiras de crivo circular, com 1,8 e 1,6 mm de diâmetro, para a retirada dos *papus* (estrutura que auxilia a dispersão), e depois beneficiadas em soprador (modelo general - marca Elo's) para remoção das impurezas, sendo em seguida homogeneizadas pelo método manual (Brasil, 2009).

A instalação do teste de germinação foi realizada com sementes coletadas aos 34, 41, 45, 48, 52 e 55 dias após a antese, sendo quatro repetições de 50 sementes intactas (selecionadas visualmente) (Figura 1G) semeadas em caixas plásticas transparentes (11,0 x 11,0 x 3,5 cm) sobre duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco (Brasil, 2009). Os testes foram conduzidos em temperaturas de 20, 25, 30 e 20 - 30 °C, com e sem fornecimento de luz contínua. As contagens foram realizadas diariamente, caracterizando plântulas normais e anormais, a partir da observação da primeira plântula normal, até que a germinação se tornasse constante, quando se determinou a porcentagem de germinação e se definiu a primeira e a última contagem do teste.

Avaliação do vigor das sementes

O vigor foi determinado pelo índice de velocidade de germinação - IVG (Maguire, 1962) e pelo teste de primeira contagem, os quais foram conduzidos juntamente com o teste de germinação para cada tratamento testado.

Análise dos dados

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial de 4 x 2 para o teste de germinação (quatro temperaturas e dois regimes de luz), sendo os dados obtidos submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,01$). Os dados do estudo do processo de maturação foram analisados pelo modelo de regressão com ajuste de melhor tendência para a curva obtida.

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O incremento de matéria seca nas sementes de vassourão-preto está apresentado na Figura 2, onde verificou efeito significativo de ordem quadrática para a variável, na qual pode ser observado que o máximo acúmulo ocorreu aos 45 dias após a antese, obtendo-se 91,6% de massa seca. Neste ponto, as sementes se desligaram fisiologicamente da planta-mãe e passaram a atuar como indivíduos independentes, ou seja, atingiram a maturidade fisiológica, de acordo com conceitos

clássicos da literatura (Marcos Filho, 2005). Após atingirem o ponto de maturidade fisiológica, as sementes apresentaram decréscimo na massa seca.

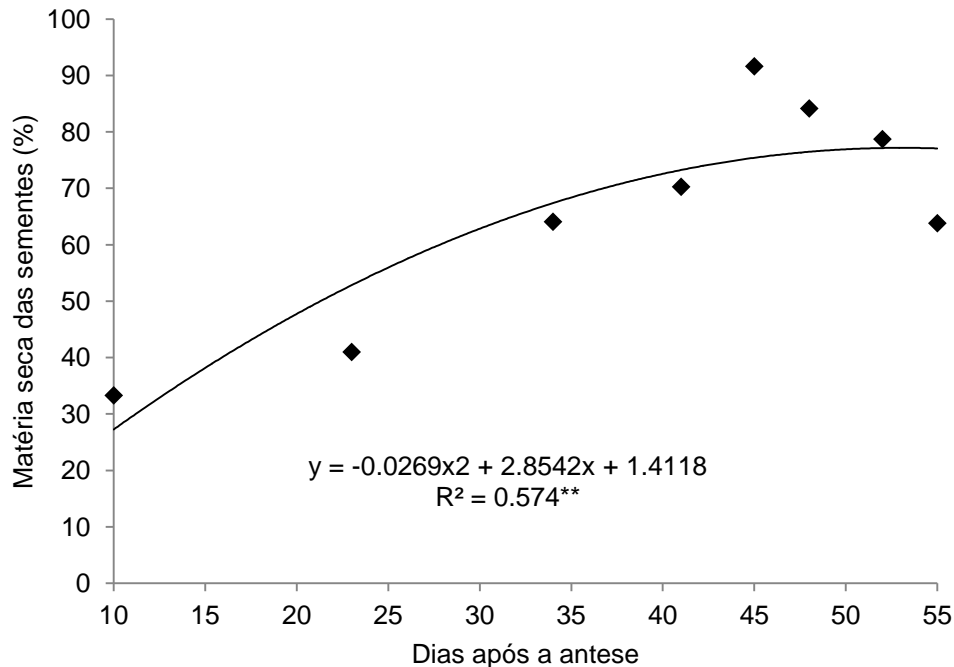


FIGURA 2. Acúmulo de matéria seca em sementes de vassourão-preto (*Vernonanthura discolor*) ao longo do processo de maturação. (**) significância $p \leq 0,01$ pelo teste F.

Conforme Carvalho e Nakagawa (2012) ressaltaram, o acúmulo de matéria seca de uma semente em formação ocorre inicialmente de maneira lenta, seguido de rápido e constante acúmulo, até que um máximo é atingido e mantido por algum tempo, podendo, no final, sofrer um pequeno decréscimo. O período de manutenção desses elevados índices de matéria seca depende diretamente da influência do ambiente, pois condições menos favoráveis de umidade relativa, temperatura e ação de insetos e microrganismos contribuem para a aceleração do processo respiratório, resultando na oxidação das substâncias de reserva (Marcos Filho, 2005).

No caso do vassourão-preto, verificou-se a queda de matéria seca relativamente intensa após a maturidade fisiológica; tal comportamento pode estar associado ao tamanho da semente, em torno de 3,0 mm, que aumenta a superfície de contato exposta às alterações do ambiente, conseqüentemente afetando o processo de respiração e consumo de reservas. Outra hipótese é que na árvore

existe heterogeneidade quanto à formação de sementes, por se tratar de uma espécie nativa florestal, ocorrendo um pico de produção de sementes maduras, sendo que após este momento inicia-se rapidamente a dispersão natural das sementes, ficando nas árvores apenas as que ainda estão em formação, chochas e/ou mal formadas, ou seja, com valores reduzidos de matéria seca.

A determinação da matéria seca para identificar o ponto de maturidade fisiológica também foi eficaz para sementes de várias espécies, como ipê-roxo (Gemaque et al., 2002), quaresmeira (Lopes et al., 2005), sabiá (Alves et al., 2005), pitanga (Avila et al., 2009) e eritrina indiana (Matheus et al., 2011).

As características visuais dos ramos e das sementes de vassourão-preto na maturidade fisiológica, ou seja, 45 dias após a antese estão apresentadas na Figura 3. Neste momento, as sementes estavam prontas para a dispersão natural, que ocorre pelo vento, também chamada de anemocorica (Almeida et al., 2008). Depois de alcançada a maturidade fisiológica, a dispersão natural das sementes de vassourão-preto é muito rápida, sendo que depois de 10 dias não haviam mais sementes para coleta nas árvores.

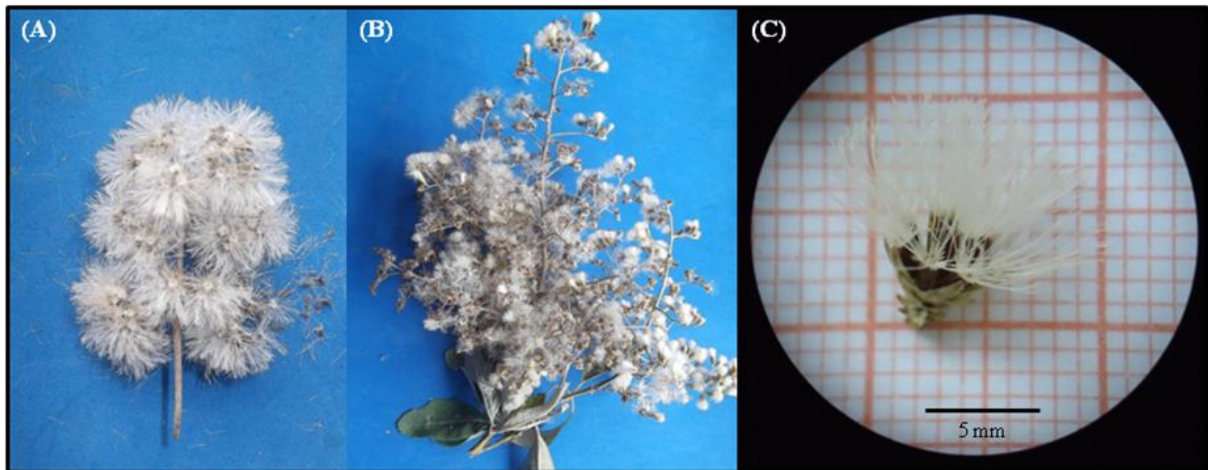


FIGURA 3. Características dos ramos e das sementes de vassourão-preto (*Vernonanthura discolor*) na Maturidade Fisiológica: (A) ramo com 100% das sementes prontas para dispersão; (B) ramo com 50% das sementes já dispersas; (C) detalhe da semente no ponto de maturidade fisiológica.

Definido o ponto de maturidade fisiológica, foi possível estudar com mais consistência o teste de germinação para sementes de vassourão-preto, utilizando-se as completamente maduras. Na Tabela 1, encontram-se as porcentagens de

germinação obtidas a partir da combinação de quatro temperaturas e dois regimes de luz, sendo que a análise de variância revelou que os fatores não são independentes. Verifica-se que quando forneceu luz contínua, não houve diferença estatística entre as temperaturas testadas, ou seja, as sementes de vassourão-preto germinam em ampla faixa de temperatura (20 a 30 °C). Entretanto, na ausência de luz, somente a temperatura de 25 °C apresentou o mesmo comportamento que na presença de luz; nas demais temperaturas, especialmente as mais elevadas (20 – 30 e 30 °C), houve uma redução drástica da porcentagem de germinação.

TABELA 1. Médias de germinação de sementes de vassourão-preto (*Vernonanthura discolor*), testando-se regime de luz e temperaturas de incubação, em substrato papel.

Temperatura	Germinação	
	Com luz	Sem luz
%.....	
20 °C	57 aA	42 aB
25 °C	50 aA	47 aA
30 °C	41 aA	1 cB
20 - 30 °C	45 aA	22 bB
C.V. (%)	23,51	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,01$).

A constatação de que é possível se utilizar mais de uma metodologia para o teste de germinação de sementes de vassourão-preto pode ser explicada pela característica da espécie, considerada pioneira, ou seja, uma das primeiras espécies vegetais a se estabelecer na comunidade (floresta); sua germinação natural ocorre com ou sem exposição à radiação solar, uma vez que sendo a unidade de dispersão pequena, ao se depositar no solo pode ou não ser sombreada por outras espécies vegetais em desenvolvimento.

Na análise de rotina dos laboratórios de sementes, o teste de germinação conduzido sem necessidade de luz artificial facilita a execução das avaliações, uma vez que podem ser conduzidos em equipamentos menos sofisticados. Entretanto, quando possível, a iluminação durante o teste é recomendada a fim de favorecer o desenvolvimento das estruturas essenciais das plântulas, facilitando a avaliação e reduzindo o ataque de microrganismos (Brasil, 2013).

Embora, a condução do teste de germinação a 25 °C sem fornecimento de luz seja uma alternativa para avaliação do potencial de viabilidade das sementes de vassourão-preto, as opções de 20 °C e 25 °C com luz são recomendadas pela vantagem da diferenciação de eventuais plântulas cloróticas anormais, das plântulas normais cloróticas produzidas na ausência de luz.

As porcentagens de plântulas normais por dia de avaliação sobre o total de sementes germinadas de vassourão-preto, nas temperaturas de 20 °C com fornecimento de luz e 25 °C com e sem regime de luz estão apresentadas na Figura 4. Verificou-se sincronismo na germinação das sementes nessas condições de incubação, sendo que 82 a 95% das plântulas normais germinadas ocorreram aos 13 dias após a instalação do teste e não se observou a formação de plântulas a partir do trigésimo primeiro dia, ou seja, para o vassourão-preto a primeira e a última contagem do teste de germinação podem ser realizadas aos 13 e 29 dias após a semeadura.

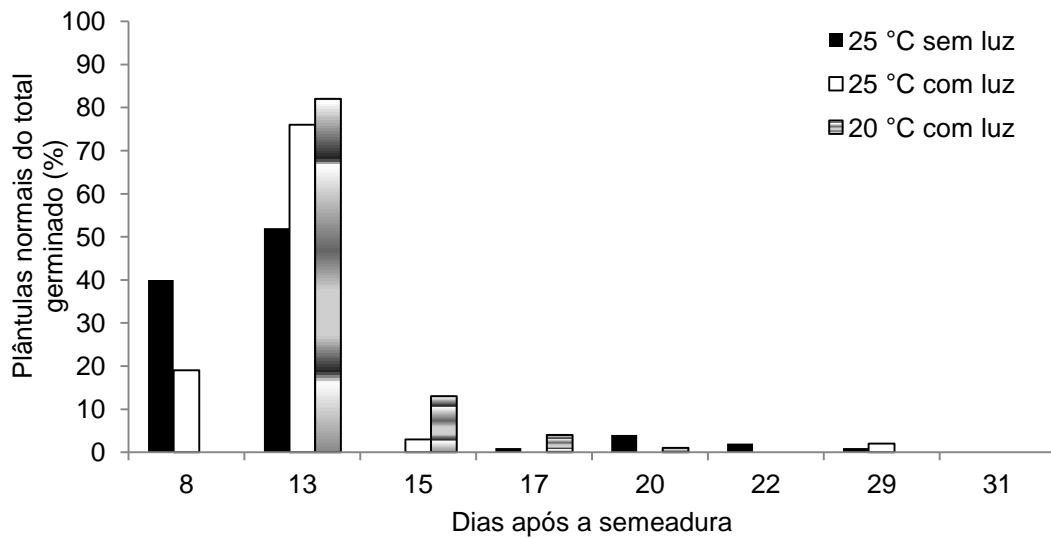


FIGURA 4. Porcentagem de plântulas normais por dia de avaliação sobre o total de sementes germinadas de vassourão-preto (*Vernonanthura discolor*) a 20 °C e 25 °C com e sem fornecimento de luz.

De acordo com Borghetti e Ferreira (2004), o sincronismo na germinação das sementes é menor sob temperaturas extremas e tende a ser maior quanto mais próxima a temperatura de incubação estiver da faixa ótima de germinação. Partindo do princípio de que a temperatura ótima para a germinação é resultado da adaptação fisiológica das sementes às condições ambientais dos locais de ocorrência ou de cultivo da espécie, pode haver relação direta entre essa temperatura e o bioma onde as sementes foram produzidas (Brancaion et al., 2010).

Essa relação foi observada nas sementes de vassourão-preto, uma vez que a região onde a espécie ocorre naturalmente, Floresta Ombrófila Mista (Siminski e Fantini, 2011), apresenta clima temperado com temperaturas médias de 18 °C e 22 °C nos meses mais frio e quente do ano, respectivamente (Caviglione et al., 2000). Além disso, os resultados encontrados concordam com os relatados por Brancaion et al. (2010), que estudando os aspectos ecológicos e aplicados da temperatura na germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras, concluíram que é possível indicar que o teste de germinação com sementes de espécies do bioma Mata Atlântica seja conduzido mediante o uso de temperatura constante de 25 °C.

A condução do teste de germinação sobre papel mata-borrão foi eficiente para condução do teste de germinação, levando em consideração o tamanho da semente e a necessidade de se testar o fornecimento de luz. Analisando as Instruções para

Análise de Sementes de Espécies Florestais (Brasil, 2013), verifica-se que o tempo médio de condução do teste de germinação das espécies florestais citadas está em torno de 30 dias, comportamento semelhante ao observado nas sementes de vassourão-preto.

Plântulas normais intactas de vassourão-preto podem ser visualizadas na Figura 5A, na qual são apresentadas as estruturas essenciais bem desenvolvidas, completas, proporcionais e sadias (Brasil, 2013), ou seja, raiz primária longa e delgada revestida por numerosos pelos absorventes, terminando numa extremidade afilada; hipocótilo reto e dois cotilédones verdes e foliáceos em posição opostas. Nas plântulas anormais encontradas no estudo do teste de germinação foi observada raiz primária não desenvolvida (Figura 5B e 5C), cotilédones ausentes (Figura 5C e 5D) e/ou hipocótilo estiolado (Figura 5D).

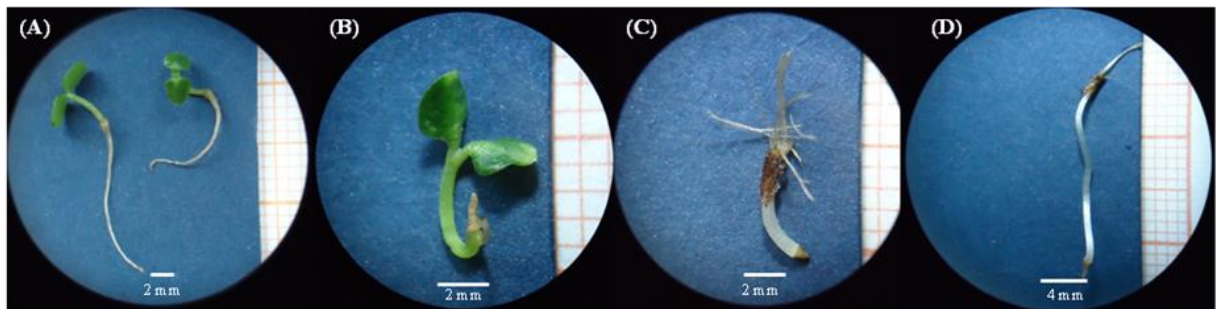


Figura 5. Plântulas normais (A) e plântulas anormais (B, C, D) de vassourão-preto (*Vernonanthura discolor*).

Relacionando-se o acúmulo de matéria seca com a porcentagem de germinação e o vigor das sementes durante o processo de maturação do vassourão-preto (Figura 6), verificaram-se efeitos significativos de ordem quadrática, cúbica e quarto grau para as variáveis matéria seca, primeira contagem e germinação e IVG, respectivamente. Pode-se comprovar que a máxima qualidade fisiológica das sementes foi atingida aos 45 dias após a antese (maturidade fisiológica), uma vez que neste ponto as sementes apresentaram o máximo acúmulo de matéria seca, de germinação e de vigor.

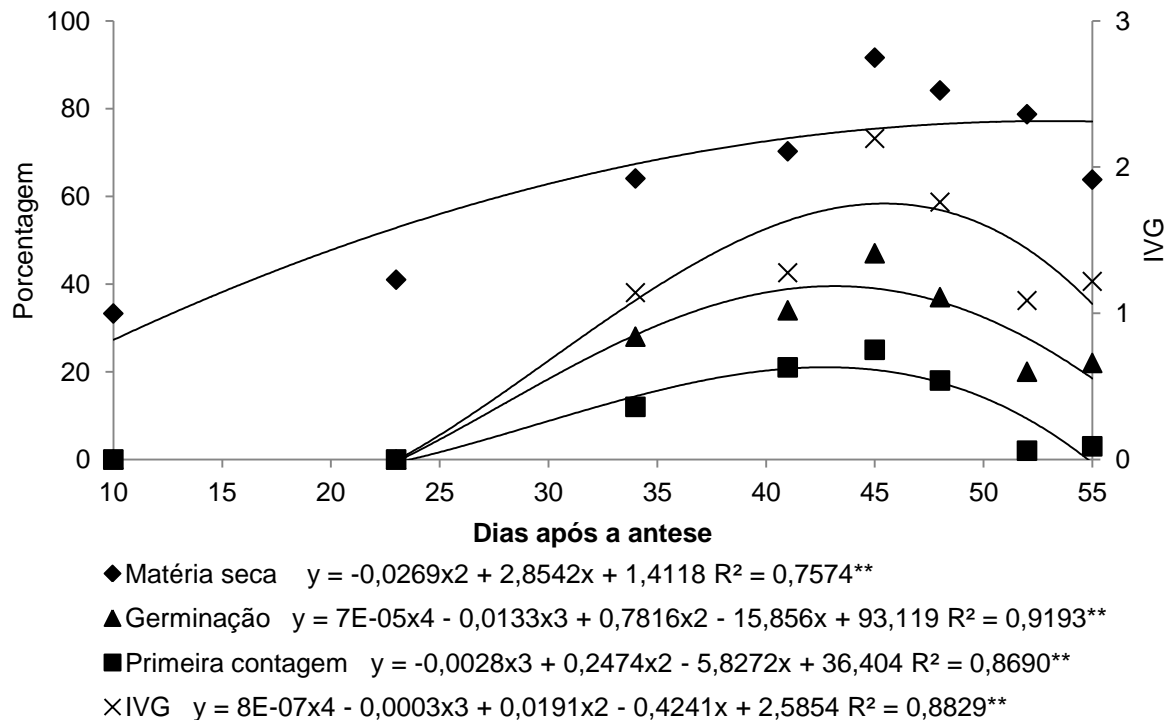


FIGURA 6. Acúmulo de matéria seca, germinação e vigor (índice de velocidade de germinação - IVG) de sementes de vassourão-preto (*Vernonanthura discolor*) durante o processo de maturação. (**) significância $p \leq 0,01$ pelo teste F.

O processo de maturação das sementes compõe-se de alterações morfológicas, fisiológicas e funcionais, como aumento do tamanho, variações no teor de água, na qualidade fisiológica (germinação e vigor) e no acúmulo de massa seca, que ocorrem desde a fertilização do óvulo até o momento em que as sementes estão maduras (Carvalho e Nakagawa, 2012). A semente atinge o ponto de maturidade fisiológica quando cessa a transferência de matéria seca da planta-mãe e apresenta valores elevados de poder germinativo e de vigor, se não o máximo (Marcos Filho, 2005).

A identificação desses parâmetros que caracterizam a maturidade fisiológica das sementes foi utilizada em diversas espécies, como ipê-roxo (Gemaque et al., 2002), quaresmeira (Lopes et al., 2005), sabiá (Alves et al., 2005), carvalho vermelho (Lopes e Soares, 2006), pau-brasil (Aguiar et al., 2007), pitanga (Avila et al., 2009), canafístula (Nakagawa et al., 2010), eritrina indiana (Matheus et al., 2011) e carrapicho-de-carneiro (Duarte et al., 2012).

5.4. CONCLUSÕES

A maturidade fisiológica das sementes de vassourão-preto é atingida aos 45 dias após a antese, quando os máximos valores de massa seca, poder germinativo e vigor são alcançados.

O teste de germinação para sementes de vassourão-preto pode ser conduzido sobre papel mata-borrão, a 20 ou 25 °C com fornecimento de luz contínua, sendo a primeira contagem realizada aos 13 dias e a última aos 29 dias após a instalação do teste.

5.5. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, F. F. A.; PINTO, M. M.; TAVARES, A. R.; KANASHIRO, S. Maturação de frutos de *Caesalpinia echinata* Lam., pau-brasil. **Revista Árvore**, v. 31, n. 1, p. 1-6, 2007.
- ALMEIDA, S. R.; WATZLAWICK, L. F.; MYSZKA, E.; VALERIO, A. F. Florística e síndromes de dispersão de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em sistema faxinal. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 4, n. 2, p. 289-297, 2008.
- ALVES, E. U.; SADER, R.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, A. U. Maturação fisiológica de sementes de sabiá. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 1, p. 1-8, 2005.
- ANDRADE, A. C. S.; PEREIRA, T. S.; FERNANDES, M. J.; CRUZ, A. P. M.; CARVALHO, A. S. R. Substrato, temperatura de germinação e desenvolvimento pós-seminal de sementes de *Dalbergia nigra*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, p. 517-523, 2006.
- AVILA, A. L.; ARGENTA, M. S.; MUNIZ, M. F. B.; POLETO, I.; BLUME, E. Maturação fisiológica e coleta de sementes de *Eugenia uniflora* L. (pitanga), Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, v. 19, n. 1, p. 61-68, 2009.
- BASSO, V. M.; JACOVINE, L. A. G.; ALVES, R. R.; NARDELLI, A. M. B. Contribuição da certificação florestal ao atendimento da legislação ambiental e social no estado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 36, n. 4, p. 747-757, 2012.
- BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, A. G.; BORGUET, F. (Ed.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: ARTMED, 2004. cap. 13, p. 209-222.
- BRANCALION, P. H. S.; NOVENBRE, A. D. L. C.; RODRIGUES, R. R. Temperatura ótima de germinação de espécies arbóreas brasileiras. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4, p. 15-21, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/SDA, 2009. 395p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/SDA, 2013. 97p.

CARVALHO, M. N.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590p.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em: 29 de abr. 2014.

DUARTE, E. F.; SANTOS, J. A.; PEIXOTO, J. S.; SANTOS, C. H. B. Maturação e dormência em diásporos de carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum* DC. - Asteraceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3, p. 441-449, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Monitoramento da fenologia vegetativa e reprodutiva de espécies nativas dos biomas brasileiros – vassourão-preto**. Colombo: Embrapa Florestas: textos técnicos, cartilhas e folders, 2010. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/883698/1/FenologiaInga.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2014.

GEMAQUE, R. C. R.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Indicadores de maturidade fisiológica de sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.). **Cerne**, v. 8, n. 2, p. 84-91, 2002.

GOIS, I. B.; FERREIRA, R. A.; SILVA-MANN, R.; BLANK, M. F. A.; SANTOS NETO, E. M. Diversidade genética entre indivíduos de *Spondias lutea* L. procedentes do baixo São Francisco sergipano, por meio de marcadores RAPD. **Revista Árvore**, v. 38, n. 2, p. 261-269, 2014.

LOPES, J. C.; DIAS, P. C.; PEREIRA, M. D. Maturação fisiológica de sementes de quaresmeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 8, p. 811-816, 2005.

LOPES, J. C.; SOARES, A. S. Estudo da maturação de sementes de carvalho vermelho (*Miconia cinnamomifolia* (Dc.) Naud.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 4, p. 623-628, 2006.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination - aid in selection and evolution for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

MATHEUS, T. M.; LOPES, J. C.; CORRÊA, N. B. Maturação fisiológica de sementes de *Erythrina variegata* L. **Ciência Florestal**, v. 1, n.4, p. 19-627, 2011.

MARTINS, C.C.; MACHADO, C.G.; NAKAGAWA, J. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão ((*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (*Leguminosae*)). **Revista Árvore**, v. 32, n. 4, p. 633-639, 2008.

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

NAKAGAWA, J.; MORI, E. S.; PINTO, C. S.; FERNANDES, K. H. P.; SEKI, M. S.; MENEGHETTI, R. A. Maturação e secagem de sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert (CANAFÍSTULA). **Revista Árvore**, v. 34, n. 1, p. 49-56, 2010.

PEREIRA, C.; CUQUEL, F. L.; PANOBIANCO, M. Germinação e armazenamento de sementes de *Nidularium innocentii* (Lem.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 36-41, 2010.

SIMINSKI, A.; FANTINI, A. C. Espécies Madeireiras Nativas da Região Sul – *Vernonanthura discolor* (Vassourão-preto). In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul**. Brasília: MMA, 2011. cap. 5, p. 523-526.

6. CAPÍTULO II - BENEFICIAMENTO E QUALIDADE FÍSICA DE SEMENTES FLORESTAIS NATIVAS DE *Vernonanthura discolor*

RESUMO: Objetivou-se estudar o beneficiamento de sementes de *Vernonanthura discolor* (vassourão-preto) e avaliar a sua qualidade física, por meio da definição de procedimentos para a análise de pureza e determinação do peso de mil sementes. Foram coletadas sementes de matrizes de vassourão-preto, localizadas no município de Bocaiúva do Sul, Estado do Paraná, Brasil. As sementes extraídas das infrutescências foram friccionadas sobre peneiras de crivo circular e depois beneficiadas em soprador, testando combinações de abertura da válvula calibradora e da passagem de ar lateral. Após o beneficiamento, sementes de cada tratamento foram submetidas à determinação do teor de água, teste de germinação, primeira contagem do teste de germinação, análise de pureza, peso de mil sementes e avaliação da porcentagem de sementes cheias. Conclui-se que o beneficiamento de sementes de *Vernonanthura discolor* deve ser conduzido combinando fricção das sementes sobre peneiras de crivo circular (1,8 e 1,6 mm de diâmetro) e posterior passagem em soprador de sementes regulado (válvula calibradora na posição 10 mais três voltas 360° da passagem de ar lateral). O peso de mil sementes de vassourão-preto é de 0,500 g e a amostra de trabalho para análise de pureza deve ser de 1,3 g.

Palavras-chave: Vassourão-preto; pós-colheita; análise de pureza; peso de mil sementes.

**PROCESSING AND PHYSICAL QUALITY OF THE NATIVE FOREST SEEDS OF
*Vernonanthura discolor***

ABSTRACT: The objective was to study the processing of seeds of *Vernonanthura discolor* (vassourão-preto) and to evaluate their physical quality by defining procedures for purity analysis and determination of weight of one thousand seeds. Seeds of vassourão-preto matrices, located in the city of Bocaiúva do Sul, State of Paraná, Brazil, were harvested. The seeds extracted from the infructescences were rubbed on circular sieves and then processed in a blower, testing combinations of openings of the calibration valve and the side air passage. After processing, seeds of each treatment went through water content determination, germination test, first count of the germination test, purity analysis, weight of one thousand seeds and percentage evaluation of the full seeds. We conclude that the processing of *Vernonanthura discolor* seeds must be done combining the rubbing of the seeds on circular sieves (1.8 and 1.6 mm in diameter) and then the passage in an adjusted seed blower (calibration valve in position 10 plus three 360° turns of side air passage). The weight of one thousand seeds of vassourão-preto is 0.500 g and the working sample for purity analysis must be 1.3 g.

Keywords: Vassourão-preto; post-harvest; purity analysis; weight of one thousand seeds.

6.1. INTRODUÇÃO

O vassourão-preto (*Vernonanthura discolor* (Spreng.) H. Rob.), espécie nativa da Floresta Ombrófila Mista, é característico de vegetação secundária, comum nas clareiras e nos capoeirões (Siminski e Fantini, 2011). Considerada planta pioneira de rápido crescimento e tolerante a baixas temperaturas, consiste em opção para plantios mistos de área de preservação permanente, visando preparar o ambiente para o desenvolvimento de espécies clímax (Embrapa, 2010).

O desaparecimento de espécies nativas impossibilita a regeneração natural e a sobrevivência de futuras gerações, causando problemas ambientais. Portanto, faz-se necessário resgatar espécies com possibilidade de aplicação e divulgá-las, sendo um instrumento de conservação da espécie a introdução de uma planta nativa em cultivo (Chamas e Matthes, 2000; Heiden et al., 2006; Masetto et al., 2012).

O desenvolvimento de plantio comercial de espécies nativas depende do conhecimento do seu processo reprodutivo, ou seja, desde a formação das sementes, determinação da época de coleta, definição de métodos de extração e processamento, até a determinação das condições adequadas para germinação e armazenamento (Alves et al., 2005; Pereira et al., 2010; Maranhão et al., 2013).

O manejo pós-colheita é de fundamental importância para garantir a qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes (Santos, 2015). Normalmente, após a extração das sementes é necessário o beneficiamento, uma vez que, em geral, permanecem materiais aderidos ou misturados às sementes, tais como: apêndices, restos de frutos, folhas, ramos e terra, além de sementes mal formadas ou atacadas por insetos e fungos (Araujo et al., 2009; Santos, 2015).

O beneficiamento pode ser conceituado como o conjunto de operações que visam melhorar a pureza física e o padrão de qualidade, preservando o poder germinativo e evitando o ataque de pragas e doenças às sementes (Santos Neto et al., 2012). No caso de sementes de espécies florestais, o beneficiamento é considerado básico, pois apenas a impureza é eliminada (Fowler e Martins, 2001), sendo indispensável o conhecimento e o aprimoramento dessa operação para obtenção de sementes puras e com potencial para germinar, permitindo assim a formação de mudas. Para sementes de vassourão-preto não há informações na literatura sobre a forma de beneficiar; entretanto, torna-se necessário principalmente

para retirada do *papus*, estrutura de dispersão natural, a fim de facilitar o manuseio subsequente.

O controle de qualidade das sementes, por meio de avaliações da pureza, germinação e sanidade, é relevante tanto para uso próprio quanto para comercialização do material (Flores et al., 2011). A determinação da porcentagem de sementes puras presente no lote é realizada pela análise de pureza física, cujo protocolo de condução geral está descrito nas International Rules for Seed Testing (ISTA, 2015); contudo, para o vassourão-preto, não há orientação de procedimento e tamanho de amostra de trabalho.

Diante disso, objetivou-se estudar o beneficiamento de sementes de *Vernonanthura discolor* e avaliar a sua qualidade física, por meio da definição de procedimentos para a análise de pureza e determinação do peso de mil sementes.

6.2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos entre os meses de outubro de 2014 a janeiro de 2015 utilizando-se material coletado em matrizes de vassourão-preto, localizadas no município de Bocaiúva do Sul, estado do Paraná, Brasil (25° 15,139' S e 49° 06,096' W).

Foram selecionadas de forma aleatória 20 matrizes de vassourão-preto, sendo cada uma delas identificada, mensurada e mapeada pelo sistema de georreferenciamento. As matrizes apresentavam diâmetro à altura do peito (DAP) de valor médio de 19,94 cm, com variação máxima de 37,50 cm e mínima de 9,50 cm; e registro médio da altura total (base do tronco ao final da copa) de 9,42 m, variando de 6,92 a 13,50 m.

A coleta das sementes (frutos secos do tipo aquênio), realizadas por meio de corte de ramos diretamente da árvore com auxílio de podão, iniciou-se no dia 20 de outubro de 2014, quando se observou que as sementes estavam com suas estruturas formadas e a dispersão natural iniciada (Figura 7A e 7B), estendendo-se até a total queda natural das sementes das matrizes selecionadas.

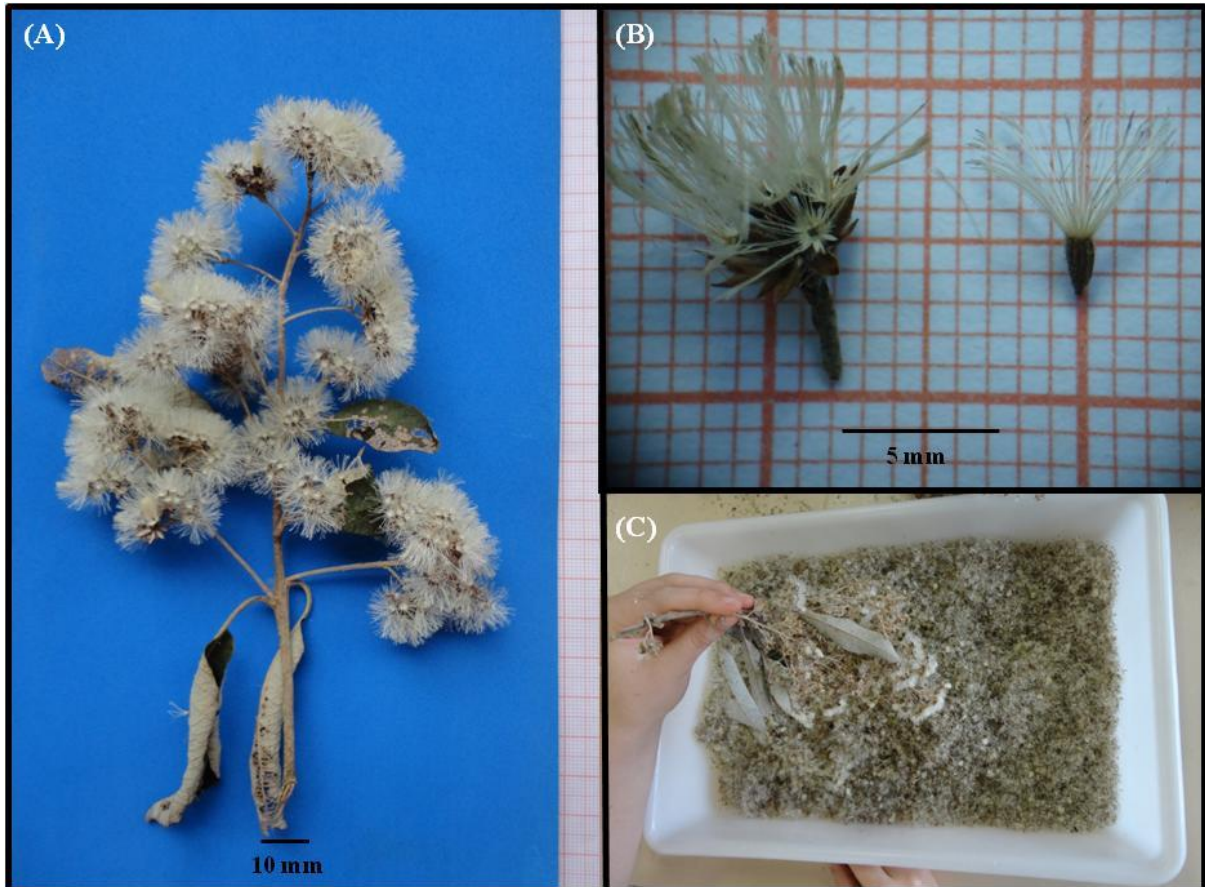


FIGURA 7. Características de ramos e infrutescência de vassourão-preto no momento de dispersão natural: (A) ramo com 100% das sementes prontas para dispersão; (B) detalhe da infrutescência no ponto de dispersão natural e aquênio + *pappus*; (C) extração das sementes das infrutescências.

Inicialmente, os aquênios (contendo ou não sementes) extraídos das infrutescências (Figura 7C) foram friccionados sobre peneiras de crivo circular, com 1,8 e 1,6 mm de diâmetro (Figuras 8A, 8B, 8C e 8D), para a retirada do *pappus* (estrutura que auxilia a dispersão), e depois beneficiados em soprador de sementes (modelo general - marca Elo's) (Figuras 8E, 8F e 8G) para remoção das impurezas, sendo em seguida homogeneizados pelo método manual (ISTA, 2015).



FIGURA 8. Etapas do beneficiamento de sementes de vassourão-preto: (A e B) fricção sobre peneira de crivo circular com 1,8 mm diâmetro; (C e D) passagem sobre peneira de crivo circular com 1,6 mm diâmetro; (E e F) passagem pelo soprador com calibragem da válvula calibradora e passagem de ar lateral para retirada das impurezas; (G) detalhe da semente obtida após todo o processo de beneficiamento.

O estudo do beneficiamento mecânico foi conduzido utilizando uma amostra de 20,0 g de aquênios por tratamento, testando diferentes combinações de calibragem do soprador, a fim de retirar o máximo de impurezas das amostras, deixando apenas os aquênios, unidades reprodutivas, que são considerados sementes. Para tanto, foram testadas combinações da abertura da válvula calibradora (posições 0; 5; 7,5; 10 e 12,5) com a passagem de ar lateral (0; 1; 2; 2,5 e 3 voltas de 360°) (Figura 8E).

As sementes sem beneficiar (aquênio + *papus*) e após cada tratamento de beneficiamento foram submetidas às seguintes avaliações:

Análise de pureza física: com auxílio de lupa e luz, amostras de 3,000 g de sementes por tratamento foram separadas em dois componentes (sementes puras e material inerte), sendo expressa em porcentagem a quantidade de sementes puras por peso da amostra de trabalho. Foram consideradas sementes puras, de acordo com as International Rules for Seed Testing (ISTA, 2015), aquênios com ou sem *papus* (Figura 7B e Figura 9A) e pedaços de aquênios maiores do que a metade de seu tamanho original, exceto quando evidente que não continham semente.

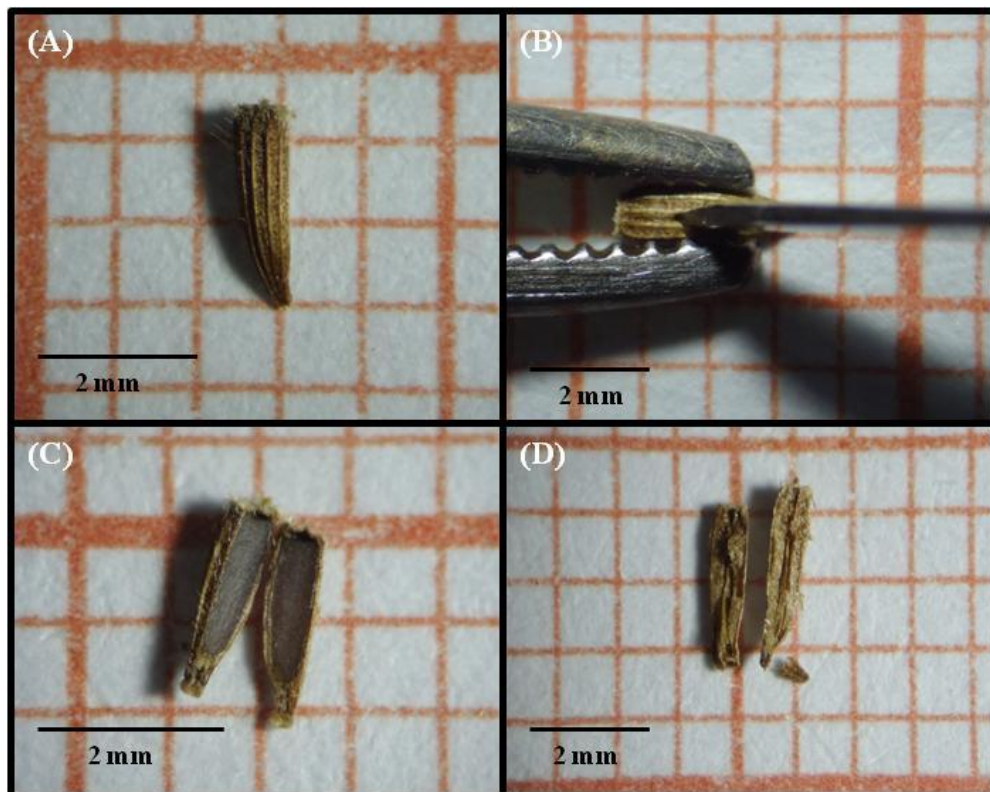


FIGURA 9. Características da semente de vassourão-preto: (A) aquênio (semente); (B) secção da semente ao meio com auxílio de pinça e bisturi; (C) aquênio com semente; (D) aquênio vazio.

Detecção de sementes cheias: quatro repetições de 25 sementes puras (aquênios) por tratamento foram observadas em microscópio estereoscópico e com auxílio de bisturi seccionadas ao meio (Figura 9B) e verificado a presença ou não de semente dentro do aquênio (Figura 9C e 9D), computando-se a porcentagem de sementes cheias por tratamento.

Peso de mil sementes: utilizaram-se oito subamostras de 100 sementes puras, pesadas em balança de precisão com quatro casas decimais, seguindo-se as recomendações das International Rules for Seed Testing (ISTA, 2015). O peso de mil sementes foi calculado pela multiplicação da massa média obtida nas subamostras de 100 sementes por 10, sendo adotado um coeficiente de variação $\leq 6\%$ (ISTA, 2015).

Determinação do teor de água das sementes: realizada antes e após a análise de pureza pelo método de estufa a 103 ± 2 °C por 17 horas (ISTA, 2015), utilizando duas repetições, com quantidade de semente suficiente para forrar o fundo da lata de 5 cm de diâmetro, correspondendo aproximadamente a 0,500 g por tratamento.

Teste de germinação: realizado antes e após a análise de pureza, com quatro repetições de 50 sementes semeadas em caixas plásticas transparentes (11,0 x 11,0 x 3,5 cm) sobre duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco. As sementes foram colocadas para germinar a 25 °C, com fornecimento de luz contínua, e as contagens realizadas no 13º e 29º dias após a semeadura (Grzybowski et al., 2016), computando-se a porcentagem de plântulas normais.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo os dados obtidos submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,01$). Os dados do teor de água e da análise de pureza não foram analisados estatisticamente.

6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As etapas do beneficiamento das sementes de vassourão-preto (Figura 8) foram iniciadas pelo beneficiamento manual, com auxílio de peneiras para retirada

do *papus*. Tais estruturas, aderidas às sementes de vasourão-preto, auxiliam na dispersão natural das sementes que ocorre pelo vento, também chamada de anemocórica (Almeida et al., 2008). Entretanto, a retirada do *papus* é de grande importância no manejo subsequente das sementes coletadas, ou seja, na avaliação da qualidade fisiológica, determinação do teor de água, armazenamento e utilização para produção de mudas, uma vez que facilita o seu manuseio e reduz o volume das sementes, além de eliminar possíveis pragas e fungos que possam estar aderidos à referida estrutura.

Após a passagem pelas peneiras, a próxima etapa do beneficiamento das sementes de vasourão-preto foi realizada utilizando soprador de sementes (Figura 8E e 8F), a fim de retirar o máximo de impurezas das amostras, deixando apenas sementes puras e bem formadas (Figura 8G).

O beneficiamento das sementes é uma etapa fundamental na cadeia de produção, pois visa aprimorar características do lote, melhorando os atributos físicos, preservando o poder germinativo e evitando o ataque de pragas e doenças às sementes (Araujo et al., 2011; Santos Neto et al., 2012; Santos, 2015).

Os dados de teor de água, germinação e primeira contagem do teste de germinação das sementes de vassourão-preto sem beneficiar e após o beneficiamento, realizado por meio de diferentes calibragens do soprador de sementes que consistiram de combinações de aberturas da válvula calibradora (VC) e da passagem de ar lateral (PAL), antes da análise de pureza, estão apresentados na Tabela 2. Cabe ressaltar que as combinações com VC 0 mais PAL fechada ou 1 volta de 360° não geraram resultados, pois o fluxo de ar gerado para beneficiar a amostra não suficiente para realizar a separação das sementes e impurezas. Já nas calibragens com VC 12,5 mais 1, 2, 2,5 ou 3 voltas de 360°, por conta do maior fluxo de ar passando pelas amostras a serem beneficiadas, as sementes eram carregadas junto as impurezas, não ocorrendo a separação dos materiais.

Pode-se observar que os valores do teor de água entre os tratamentos de beneficiamento testados foram próximos, variando de 8,3 a 10,7%, sendo que as sementes não beneficiadas foram as que apresentaram teor de água mais elevado (11,2%), não diferenciando expressivamente de alguns tratamentos, fato importante para a execução das demais avaliações da qualidade fisiológica (Tabela 2). O elevado teor de água das sementes sem beneficiamento justifica-se, uma vez que as

mesmas apresentavam as estruturas de dispersão natural (*papus*), o qual também absorve água.

Com relação à viabilidade das sementes beneficiadas (Tabela 2), verificou-se que sete combinações de regulagens do soprador permitiram a obtenção de elevado poder germinativo (em torno de 90%), fato importante, uma vez que normalmente sementes de espécies florestais nativas apresentam baixa porcentagem de germinação, com poucas espécies atingindo 80% (Wielewicki et al., 2006). Observou-se que as sementes não beneficiadas e a de alguns tratamentos testados (VC na posição zero mais 2 ou 2,5 voltas de 360° PAL, VC na posição 5 mais PAL fechada ou 1 voltas de 360°) diferenciaram-se negativamente, sendo ranqueadas como de pior qualidade (Tabela 2).

TABELA 2. Teor de água, germinação e primeira contagem do teste de germinação de sementes de vassourão-preto sem beneficiar e após o beneficiamento utilizando combinações de abertura da válvula calibradora – VC (posição 0; 5; 7,5; 10 e 12,5) e da passagem de ar lateral – PAL (0; 1; 2; 2,5; 3 voltas de 360°) do soprador, antes da análise de pureza.

Métodos de beneficiamento	<i>Antes da Análise de Pureza</i>		
	Teor de água	Germinação	Primeira contagem
%.....		
Sem beneficiamento	11,2	42 d	30 b
VC 0 + PAL 2 voltas de 360°	10,7	38 d	24 b
VC 0 + PAL 2,5 voltas de 360°	9,2	42 d	27 b
VC 0 + PAL 3 voltas de 360°	9,4	82 b	50 a
VC 5 + PAL fechada	9,5	38 d	17 b
VC 5 + PAL 1 volta de 360°	10,4	45 d	26 b
VC 5 + PAL 2 voltas de 360°	9,0	64 c	34 b
VC 5 + PAL 2,5 voltas 360°	9,1	82 b	49 a
VC 5 + PAL 3 voltas de 360°	8,8	92 a	50 a
VC 7,5 + PAL fechada	9,2	54 c	36 b
VC 7,5 + PAL 1 volta de 360°	8,3	77 b	36 b
VC 7,5 + PAL 2 voltas de 360°	9,1	90 a	55 a
VC 7,5 + PAL 2,5 voltas de 360°	9,1	79 b	43 a
VC 7,5 + PAL 3 voltas de 360°	8,3	93 a	45 a
VC 10 + PAL fechada	8,7	91 a	54 a
VC 10 + PAL 1 volta de 360°	8,4	81 b	42 a
VC 10 + PAL 2 voltas de 360°	8,6	89 a	47 a
VC 10 + PAL 2,5 voltas de 360°	8,6	85 b	51 a
VC 10 + PAL 3 voltas de 360°	8,4	89 a	49 a
VC 12,5 + PAL fechada	8,6	94 a	58 a
C.V. (%)	-	11,78	36,85

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-knott ($p \leq 0,01$).

O presente estudo revela que a definição de métodos de beneficiamento para sementes florestais nativas permite melhorar a qualidade do lote coletado. Tal procedimento auxilia na produção comercial, pois reduz custos durante o manejo

das sementes, evitando a perda do insumo e produzindo muda com melhor potencial e boa resposta em campo (Santos, 2015).

A avaliação do vigor das sementes, realizada pela primeira contagem do teste de germinação (Tabela 2), confirmou os resultados encontrados para viabilidade, mostrando que as sementes não beneficiadas foram classificadas como de menor qualidade e os melhores tratamentos obtidos no teste de germinação também apresentaram alto vigor.

A fim de confirmar os procedimentos realizados no beneficiamento foi conduzida a análise de pureza dos tratamentos testados (Tabela 3), objetivando determinar a composição percentual da massa dos componentes da amostra e a identificação das sementes e do material inerte e, por inferência, a composição do lote de sementes (ISTA, 2015). Nessa análise a amostra foi dividida somente em sementes puras e material inerte, pois como a coleta das sementes foi realizada diretamente na árvore, não há a possibilidade de mistura com outras sementes.

TABELA 3. Porcentagem de pureza, sementes cheias e peso de mil sementes (PMS) de sementes de vassourão-preto não beneficiadas e após o beneficiamento, utilizando combinações de abertura da válvula calibradora – VC (posição 0; 5; 7,5; 10 e 12,5) e da passagem de ar lateral – PAL (0; 1; 2; 2,5; 3 voltas de 360°) do soprador.

Métodos de beneficiamento	Pureza (%)	Sementes cheias (%)	PMS (g)
Sem beneficiamento	-	54 e	0,429 f
VC 0 + PAL 2 voltas de 360°	75,4	53 e	0,316 i
VC 0 + PAL 2,5 voltas de 360°	93,9	51 e	0,333 h
VC 0 + PAL 3 voltas de 360°	94,7	75 c	0,426 f
VC 5 + PAL fechada	94,4	38 f	0,316 i
VC 5 + PAL 1 volta de 360°	95,1	51 e	0,333 h
VC 5 + PAL 2 voltas de 360°	95,6	66 d	0,412g
VC 5 + PAL 2,5 voltas de 360°	94,2	89 b	0,447 e
VC 5 + PAL 3 voltas de 360°	95,2	99 a	0,472 c
VC 7,5 + PAL fechada	95,1	75 c	0,411 g
VC 7,5 + PAL 1 volta de 360°	95,0	90 b	0,432 f
VC 7,5 + PAL 2 voltas de 360°	95,1	95 a	0,463 d
VC 7,5 + PAL 2,5 voltas de 360°	95,0	96 a	0,464 d
VC 7,5 + PAL 3 voltas de 360°	94,9	100 a	0,491 b
VC 10 + PAL fechada	95,5	98 a	0,478 c
VC 10 + PAL 1 volta de 360°	96,0	99 a	0,473 c
VC 10 + PAL 2 voltas de 360°	95,3	100 a	0,479 c
VC 10 + PAL 2,5 voltas de 360°	95,9	100 a	0,499 b
VC 10 + PAL 3 voltas de 360°	96,0	100 a	0,513 a
VC 12,5 + PAL fechada	97,0	100 a	0,498 b
C.V. (%)	-	7,31	2,93

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-knott ($p \leq 0,01$).

Pode-se observar que as purezas das amostras foram próximas, com 93,9 a 97,0% de sementes puras, apenas a combinação da válvula calibradora fechada com duas voltas de 360° da passagem de ar lateral apresentou pureza em torno de 75% (Tabela 3). A qualidade fisiológica das sementes puras, obtidas de cada

tratamento de beneficiamento, foi avaliada para posterior definição dos parâmetros de beneficiamento.

Quando avaliado a porcentagem de sementes cheias (Figura 9), alguns tratamentos (VC 5 + PAL 3 voltas de 360°; VC 7,5 + PAL 2, 2,5 ou 3 voltas de 360°; VC 10 + PAL fechada, 1, 2, 2,5, ou 3 voltas de 360°; VC 12,5 + PAL fechada) obtiveram porcentagem superiores e máximas quando comparadas a testemunha (sem beneficiamento) e tratamentos com menor passagem de ar (Tabela 3).

Com relação ao peso de mil sementes, os tratamentos com as regulagens VC 7,5 + PAL 3 voltas de 360°, VC 10 + PAL 2,5 voltas de 360°, VC 10 + PAL 3 voltas de 360° e VC 12,5 + PAL fechada foram classificados com maior massa, com o peso médio de mil sementes de vassourão-preto variando de 0,491 g a 0,513 g (Tabela 3), podendo inferir que o número de sementes por grama é de 2.000 sementes.

De acordo com a International Rules for Seed Testing (ISTA, 2015) o peso de mil sementes é utilizado para calcular a densidade de semeadura, o número de sementes por embalagem e o peso da amostra de trabalho para análise de pureza, quando não se tem especificação; além de dar ideia do tamanho das sementes, assim como de seu estado de maturidade e de densidade.

Portanto, baseado no peso de mil sementes pode-se sugerir o tamanho da amostra de trabalho, uma vez que a massa da amostra de trabalho para a execução da análise de pureza deve ser tal que contenha pelo menos 2.500 sementes (ISTA, 2015). A massa da amostra de trabalho para vassourão preto foi calculada multiplicando-se o peso médio de mil sementes (0,500g) por 2,5, sugerindo uma amostra de trabalho de sementes de vassourão-preto de aproximadamente 1,3 g, assegurando que a amostra não tenha número de sementes inferior a 2.500, já que foram utilizados os valores de tratamentos com maior massa.

A definição dos parâmetros para condução da análise de pureza é importante, pois esta costuma ser a primeira análise conduzida com a amostra de sementes recebida no laboratório, além de permitir avaliar os procedimentos e métodos de colheita, a eficiência dos processos de manejo e beneficiamento, estabelecer valores para pagamento na comercialização e informações para a pesquisa (Lima Junior et al., 2015).

As sementes puras de cada tratamento de beneficiamento também foram submetidas à determinação do teor de água, poder germinativo e vigor (Tabela 4).

Verifica-se que novamente os valores de umidade foram próximos, sendo isso muito importante para a execução dos testes, uma vez que a uniformidade do teor de água é fundamental para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (Marcos-Filhos, 2015).

TABELA 4. Teor de água, germinação e primeira contagem do teste de germinação de sementes puras de vassourão-preto sem beneficiar e após o beneficiamento, utilizando combinações de abertura da válvula calibradora – VC (posição 0; 5; 7,5; 10 e 12,5) e da passagem de ar lateral – PAL (0; 1; 2; 2,5; 3 voltas de 360°) do soprador.

Métodos de beneficiamento	Sementes puras		
	Teor de água	Germinação %.....	Primeira contagem
Sem beneficiamento	9,4	35 e	26 d
VC 0 + PAL 2 voltas de 360°	9,7	33 e	21 d
VC 0 + PAL 2,5 voltas de 360°	9,3	46 d	36 d
VC 0 + PAL 3 voltas de 360°	8,8	76 b	63 c
VC 5 + PAL fechada	9,6	42 d	30 d
VC 5 + PAL 1 volta de 360°	9,9	41 d	29 d
VC 5 + PAL 2 voltas de 360°	9,2	65 c	56 c
VC 5 + PAL 2,5 voltas de 360°	8,3	79 b	60 c
VC 5 + PAL 3 voltas de 360°	8,3	96 a	90 a
VC 7,5 + PAL fechada	8,6	64 c	40 d
VC 7,5 + PAL 1 volta de 360°	8,7	81 b	57 c
VC 7,5 + PAL 2 voltas de 360°	8,3	87 a	64 c
VC 7,5 + PAL 2,5 voltas de 360°	8,5	92 a	74 b
VC 7,5 + PAL 3 voltas de 360°	8,2	92 a	86 a
VC 10 + PAL fechada	8,3	95 a	68 b
VC 10 + PAL 1 volta de 360°	8,1	88 a	54 c
VC 10 + PAL 2 voltas de 360°	7,4	93 a	72 b
VC 10 + PAL 2,5 voltas de 360°	8,2	95 a	91 a
VC 10 + PAL 3 voltas de 360°	8,5	97 a	88 a
VC 12,5 + PAL fechada	8,2	96 a	75 b
C.V. (%)	-	6,82	18,82

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-knott ($p \leq 0,01$).

A avaliação da germinação e do vigor das sementes puras (Tabela 4) permitiram restringir as possibilidades de regulagem do soprador de sementes para o beneficiamento mecânico, destacando como melhores tratamentos as combinações a seguir: VC 5 + PAL 3 voltas de 360°, VC 7,5 + PAL 3 voltas de 360°, VC 10 + PAL 2,5 voltas de 360° e VC 10 + PAL 3 voltas de 360°.

Com base em todos os procedimentos e análises realizadas nesse experimento, a combinação de regulagem do soprador para o beneficiamento de sementes de vassourão-preto utilizando válvula calibradora na posição 10 mais três voltas 360° da passagem de ar lateral foi a mais eficiente, permitindo obter o número máximo de sementes puras e com elevada qualidade fisiológica.

Entretanto, cabe ressaltar que dependendo ano de coleta, as sementes podem apresentar peso específico variado, em virtude da desuniformidade de maturação (Gadotti et al., 2011), pois a formação das sementes é dependente de fatores externos e internos. Portanto, de acordo com a safra coletada, a regulagem de abertura do soprador de sementes para beneficiar o vassourão-preto pode ter que sofrer pequenos ajustes para obtenção de melhor resultado.

6.4. CONCLUSÕES

Conclui-se que o beneficiamento de sementes de *Vernonanthura discolor* deve ser conduzido combinando o beneficiamento manual com o mecânico, ou seja, fricção das sementes sobre peneiras de crivo circular, com 1,8 e 1,6 mm de diâmetro e posterior passagem em soprador de sementes regulado com válvula calibradora na posição 10 mais três voltas de 360° da passagem de ar lateral.

O peso de mil sementes de *Vernonanthura discolor* é de 0,500 g e a amostra de trabalho para análise de pureza deve ser de 1,3 g.

6.5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. R.; WATZLAWICK, L. F.; MYSZKA, E.; VALERIO, A. F. Florística e síndromes de dispersão de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em sistema faxinal. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 4, n. 2, p.289-297, 2008.

ALVES, E. U.; SADER, R.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, A. U. Maturação fisiológica de sementes de sabiá. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 1, p. 1-8, 2005.

ARAUJO, E. F.; VIGGIANO, J.; SILVA, R. F. Beneficiamento de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W. M. **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. p. 105-134.

ARAUJO, R. F.; ARAUJO, E. F.; ZONTA, J. B.; VIEIRA, R. F.; DONZELES, S. M. L. Fluxograma de beneficiamento para sementes de feijão-mungo-verde (*Vigna radiata* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3, p. 387-394, 2011.

CHAMAS, C. C., MATTHES, L. A. F. Método para levantamento de espécies nativas com potencial ornamental. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 6, n. 1/2, p. 53-63, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Monitoramento da fenologia vegetativa e reprodutiva de espécies nativas dos biomas brasileiros – vassourão-preto**. EMBRAPA Florestas: textos técnicos, cartilhas e folders, 2010. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/883698/1/FenologiaInga.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2014.

FLORES, A. V.; ATAÍDE, G. M.; BORGES, E. E. L.; SILVEIRA, B. D.; PEREIRA, M. D. Tecnologia e comercialização de sementes florestais: aspectos gerais. **Informativo ABRATES**, v. 21, n. 3, 2011.

FOWLER, J. A. P; MARTINS, E. G. **Manejo de sementes de espécies florestais**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2001. 76 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 58).

GADOTTI, G. I.; VILLELA, F. A.; BAUDET, L. Influência da mesa densimétrica na qualidade sementes de cultivares de tabaco. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2, p. 372-378, 2011.

GRZYBOWSKI, C. R. S.; SILVA, R. C.; VIEIRA, E. S. N.; PANOBIANCO, M. Maturation and germination of *Vernonanthura discolor* seeds. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, n.2, p. 164-172, 2016.

HEIDEN, G; BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. Consideração sobre o uso plantas ornamentais nativas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 12, n. 1, p. 2-7, 2006.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION - ISTA. **International Rules for Seed Testing 2015 edition**. Bassersdorf: ISTA, 2015. 276p.

LIMA JUNIOR, M. J. V.; MARTINS, C. C.; GROTH, D.; LOPES, M. T. G. Amostragem e pureza de sementes florestais. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A. **Sementes florestais tropicais: da ecologia à produção**. Londrina: ABRATES, 2015. p. 289-307.

MARANHO, A. S.; PAIVA, A. V.; PAULA, S. R. P. Crescimento inicial de espécies nativas com potencial madeireiro na Amazônia, Brasil. **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, p. 913-921, 2013.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660p.

MASETTO, T. E; SCALON, S. P. Q.; BRITO, J. Q.; MOREIRA, F. H.; RIBEIRO, D. M.; REZENDE, R. K. S. Germinação e armazenamento de sementes de carandá (*Copernicia alba*). **Cerne**, v. 18, n. 4, p. 541-546, 2012.

PEREIRA, C.; CUQUEL, F. L.; PANOBIANCO, M. Germinação e armazenamento de sementes de *Nidularium innocentii* (Lem.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p.36-41, 2010.

SANTOS NETO, A. L.; CARVALHO, M. L. M.; OLIVEIRA, J. A.; FRAGA, A. C.; SOUZ, A. A. Use of densimetric table to improve the quality of commercial castor bean seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 4, p. 549-555, 2012.

SANTOS, S. R. G. Secagem, extração e beneficiamento. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A. **Sementes florestais tropicais: da ecologia à produção**. Londrina: ABRATES, 2015. p. 206-218.

SIMINSKI, A.; FANTINI, A. C. Espécies Madeireiras Nativas da Região Sul – *Vernonanthura discolor* (Vassourão-preto). In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul**. Brasília: MMA, 2011. cap. 5, p. 523-526.

WIELEWICKI, A. P.; LEONHARDT, C., SCHLINDWEIN, G.; MEDEIROS, A. C. Propostas de padrão de germinação e teor de água para algumas espécies florestais presentes na Região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 191-197, 2006.

7. CAPÍTULO III - AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO E DE CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE *Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K.

RESUMO: O muruci (*Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K.) é uma espécie florestal nativa da Amazônia, sendo seu fruto o principal produto de exploração. Objetivou-se avaliar o potencial fisiológico de sementes de *Byrsonima crassifolia*, estudando procedimentos para condução dos testes de germinação e de tetrazólio, bem como o seu potencial de conservação, testando diferentes combinações de embalagem e ambiente. Foram utilizados pirênios (endocarpo + sementes) retirados de frutos do clone Açú, coletados de plantas matrizes da Coleção de Germoplasma de murucizeiro da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém - PA, Brasil. A pesquisa foi conduzida em três safras, de acordo com a disponibilidade de sementes. No estudo do teste de germinação foram testadas diferentes temperaturas (25, 30, 35 e 20 - 30 °C), procurando-se definir a melhor metodologia e as datas de avaliação do teste, bem como a caracterização das plântulas. Na avaliação da viabilidade pelo teste de tetrazólio, testou-se combinações de formas de hidratação (por imersão e entre papel), períodos de coloração (3 e 4 h) e concentrações da solução de tetrazólio (0,5; 0,7 e 1,0%). O potencial de conservação dos pirênios de muruci foi avaliado aos três, seis e 12 meses, com armazenamento em embalagem de polietileno e papel tipo Kraft, sob condições de câmara seca e refrigerador. Conclui-se que o teste de germinação de pirênios de *Byrsonima crassifolia* deve ser conduzido entre areia a 20 - 30 °C, com primeira e última contagens realizadas aos 24 e 57 dias, respectivamente, após a semeadura. O teste de tetrazólio é promissor para avaliação rápida da viabilidade da semente de *B. crassifolia* com pré-condicionamento dos pirênios e posterior hidratação das sementes por imersão em água (24 h a 25 °C), com coloração dos embriões (por 3 h a 40 °C) em solução de tetrazólio a 1,0%. Os pirênios de *B. crassifolia* podem ser armazenados em embalagem de polietileno ou papel tipo Kraft, em câmara (16 ± 2 °C e 50 - 60% de umidade relativa do ar) ou refrigerador, dependendo do momento que serão utilizados, sem prejuízos ao potencial fisiológico das sementes.

Palavras-chave: Muruci; teste de germinação; teste de tetrazólio, armazenamento.

EVALUATION OF THE PHYSIOLOGICAL POTENTIAL AND CONSERVATION OF *Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K. SEEDS

ABSTRACT: *Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K. is a native forest species from the Amazon, whose fruit is the main product used for commercial purposes. The objective of this study was to assess the physiological potential of *Byrsonima crassifolia* seeds by studying procedures for conducting the germination and tetrazolium tests, as well as their potential for conservation, by testing different combinations of packaging and environment. We used pyrenes (endocarp + seeds) from fruits of the clone Açú, collected from stock plants of the germplasm collection of *B. crassifolia* plants of Embrapa Amazonia Oriental, in Belém, Brazil. The research was conducted in three seasons, according to the availability of seeds. In the study of the germination test, different temperatures (25, 30, 35 and 20 - 30 °C) were tested in order to define the best methodology and dates of assessment of the test, as well as to characterize the seedlings. When assessing viability by the tetrazolium test, we tested combinations of forms of hydration (by immersion and between paper towels), staining periods (3 and 4 h) and concentrations of tetrazolium solution (0.5, 0.7 and 1.0%). The potential for conservation of pyrenes of *B. crassifolia* was evaluated at three, six and twelve months, with storage in polyethylene and kraft paper bags, in a dry chamber and a cooler. It was concluded that the germination test of pyrenes of *B. crassifolia* should be conducted using sand as substrate at 20 – 30 °C, with first and last counts at 24 and 57 days, respectively, after sowing. The tetrazolium test is promising for rapid determination of seed viability of *B. crassifolia* with preconditioning of pyrenes and subsequent hydration of seeds by soaking in water (24 h at 25°C), with staining of embryos (for 3 h at 40°C) in tetrazolium solution at 1.0%. The pyrenes of *B. crassifolia* can be stored in polythene or Kraft paper bags, in a chamber (16 ± 2°C and 50 - 60% relative air humidity) or a cooler, depending on when they will be used, without damage to the physiological potential of seeds.

Keywords: *Byrsonima crassifolia*; germination test; tetrazolium test; storage.

7.1. INTRODUÇÃO

O muruci (*Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K.) é uma espécie florestal nativa da família Malpighiaceae, com centro de origem e de dispersão na Amazônia. Apresenta ampla distribuição geográfica no território brasileiro e ocorrência espontânea, com maior frequência e abundância nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste (Cavalcante, 2010; Flora Brasil, 2016). Apesar de considerada de múltiplo uso (comercialização do fruto ou produção de madeira), a exploração do fruto é maior devido ao valor de mercado, sendo o fruto do muruci consumido ao natural ou processado, na forma de refresco, sorvete, doce, entre outras, constituindo-se em importante recurso alimentar para populações rurais de baixa renda (Carvalho et al., 2006).

A sua unidade de dispersão e de propagação é o pirênio, popularmente denominado caroço, o qual é constituído pelo conjunto endocarpo e sementes. As sementes não são utilizadas como unidades de propagação pela dificuldade de removê-las do interior do endocarpo sem que haja comprometimento do poder germinativo, ocorrendo danos mecânicos durante a operação de extração (Carvalho e Nascimento, 2008).

Estudos com espécies nativas devem envolver o desenvolvimento de métodos para a produção em larga escala, como o conhecimento de fatores que influenciam a propagação, do processamento adequado de frutos e sementes, da determinação de condições ideais para a germinação e do armazenamento das sementes (Pereira et al., 2010).

Para sementes de muruci, a literatura ressalta que o processo germinativo é lento e desuniforme, com início da emergência de plântulas aos 20 dias após a semeadura, podendo prolongar-se por períodos superiores a 200 dias, uma vez que o endocarpo apesar de permeável pode impor resistência mecânica a expansão do embrião (Carvalho et al., 2006). Neste sentido, devem ser destacados estudos desenvolvidos para avaliação de tratamentos pré-germinativos que visam acelerar esse processo para produção de mudas da espécie, como os de Carvalho e Nascimento (2008 e 2013), os quais relataram que cada lote pode apresentar ou não uma parcela variável de sementes com dormência física e/ou fisiológica, com respostas distintas.

Nas Instruções para análise de sementes de espécies florestais (Brasil, 2013) encontra-se recomendação para condução do teste de germinação em sementes de muruci; entretanto, a metodologia baseia-se na complementação de diversos trabalhos da literatura, não sendo ainda validada, além de faltar informações para a condução do protocolo do teste, como a caracterização das plântulas e os dias de contagens. Assim, há necessidade de estudos específicos para definição da melhor metodologia, estudando todas as etapas do teste de germinação, a fim de embasar as avaliações em laboratório e subsidiar novas técnicas de produção, impulsionando a utilização e comercialização de sementes dessa espécie.

A identificação de métodos para a rápida avaliação do potencial fisiológico das sementes torna-se importante, principalmente para espécies que apresentam germinação lenta como o muruci. Dentre os procedimentos disponíveis, o teste de tetrazólio é bastante interessante, uma vez que, por meio de uma análise cuidadosa, permite a rápida avaliação da viabilidade das sementes, não sendo afetado por condições que podem alterar os resultados do teste de germinação, como a ocorrência de dormência e microrganismos.

Na utilização de sementes, a determinação de métodos para sua conservação é fundamental, pois a perda da qualidade durante o armazenamento pode ser minimizada com o emprego de técnicas para manter condições mais adequadas do ambiente, ou seja, temperatura e umidade relativa do ar controlada, a fim de reduzir ao máximo a atividade metabólica, intimamente relacionada ao teor de água (Marcos-Filho, 2015; Martini Neto e Barbedo, 2015).

Diante disso, o trabalho teve por objetivo avaliar o potencial fisiológico de sementes de *Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K., estudando procedimentos para condução dos testes de germinação e de tetrazólio, bem como determinar o seu potencial de conservação, testando diferentes combinações de embalagem e ambiente.

7.2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido durante quatro anos utilizando-se pirênios (endocarpo + sementes) retirados de frutos do clone Açú, oriundos de plantas matrizes da Coleção de Germoplasma de murucizeiro da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém

- Pará, Brasil, cadastrado junto ao Ministério do Meio Ambiente pelo nº 037/2010-SECEX/CGEN. Os frutos foram coletados durante três safras (2011, 2012 e 2013).

Após a coleta, os frutos foram beneficiados manualmente para retirada da polpa e extração dos pirênios, com posterior secagem superficial com papel toalha e colocação em dessecador, contendo sílica-gel, até a redução do teor de água das sementes de 17 a 22% para 5,0 a 7,0%. Antes de cada estudo foi determinado o teor de água dos pirênios utilizando-se o método de estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas (Brasil, 2009), com duas repetições de 5 g.

Inicialmente, os pirênios foram homogeneizados pelo método manual (Brasil, 2009) e divididos em quatro subamostras, que originaram as repetições estatísticas. Durante o período experimental, ficaram armazenados em sacos de papel tipo Kraft, sob ambiente controlado (temperatura 16 ± 2 °C e 50 - 60% umidade relativa do ar), visando minimizar a deterioração. As seguintes pesquisas foram conduzidas:

Estudo do teste de germinação dos pirênios

A condução do estudo do teste de germinação foi dividida em duas etapas em função da quantidade de pirênios coletados em cada safra. Utilizando-se frutos coletados na safra 2011, oito subamostras de 25 pirênios foram semeados em caixas plásticas (13,0 x 18,5 x 11,0 cm) contendo areia de granulometria média, previamente esterilizada em autoclave (1 atm e 120 °C por 1 hora), com umidade na capacidade de campo. As caixas plásticas contendo os pirênios foram colocadas em germinador do tipo Mangelsdorf, sendo testadas três temperaturas constantes: 25, 30 e 35 °C, sem fornecimento de luz.

Com a coleta de novos pirênios na safra 2012, foi conduzido um segundo estudo do teste de germinação (etapa 2), a fim de determinar a temperatura ótima para condução do teste de germinação de muruci. Nessa etapa, oito subamostras de 25 pirênios foram colocados para germinar conforme descrito anteriormente, sob temperaturas constantes de 25 e 30 °C (selecionadas no primeiro estudo) e alternada de 20 - 30 °C, sem fornecimento de luz.

As contagens foram realizadas periodicamente, a cada dois dias, caracterizando plântulas normais e anormais a partir da observação da primeira plântula normal, até que a germinação se tornasse constante, quando se calculou a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação (Maguire,

1962) e se definiu a primeira e a última contagem do teste. Para fins de determinação da porcentagem de germinação, nas contagens retiravam-se os pirênios juntamente com as plântulas, contabilizando apenas uma plântula normal, uma vez que os mesmos podem conter duas ou três sementes que originem plântulas normais, o que foi frequentemente observado durante a condução dos experimentos.

Avaliação do potencial de armazenamento dos pirênios

Para avaliação do potencial de armazenamento, pirênios coletados na safra 2012 foram divididos em quatro amostras e acondicionados em embalagem permeável (papel Kraft) e semipermeável (polietileno), sendo mantidos em dois ambientes: a) 5 - 10 °C e 40 - 50% de umidade relativa do ar (refrigerador); b) 16 ± 2 °C e 50 - 60% de umidade relativa do ar (câmara). A qualidade das sementes foi avaliada inicialmente e aos três, seis e 12 meses após o armazenamento pelos seguintes testes:

a) *Teste de germinação* – realizado com oito subamostras de 25 pirênios colocados para germinar conforme descrito na etapa 1 do estudo do teste de germinação, na temperatura de 25 °C, sem fornecimento de luz. As contagens foram realizadas a cada dois dias, a partir da observação da primeira plântula normal até 60 dias após instalação do teste, quando computou-se a porcentagem de germinação e se determinou o índice de velocidade de germinação (Maguire, 1962).

b) *Determinação do teor de água* – pelo método de estufa 105 ± 3 °C por 24 horas (Brasil, 2009) com duas repetições de 5 g.

Estudo do teste de tetrazólio

Na condução do teste de tetrazólio foram utilizados pirênios coletados na safra 2013, sendo inicialmente determinado sua viabilidade pelo teste de germinação, de acordo com a melhor metodologia obtida na etapa 2 do estudo, ou seja, na temperatura alternada de 20 - 30 °C, sem o fornecimento de luz.

A avaliação do teste de tetrazólio foi realizada com quatro repetições de 25 embriões expostos para cada tratamento estudado. Para tanto, quatro subamostras de 40 pirênios (Figura 10A) foram pré-condicionados por imersão em béquer (capacidade de 100 mL) contendo 100 mL de água de torneira por 24 horas a 25 °C.

Em seguida, realizou-se a quebra do endocarpo com auxílio de mini morsa de bancada (Figura 10B) para extração das sementes (Figura 10C). Após a extração, as sementes foram analisadas visualmente e somente as que não apresentavam danos devido à quebra do endocarpo foram mantidas nas etapas subsequentes.

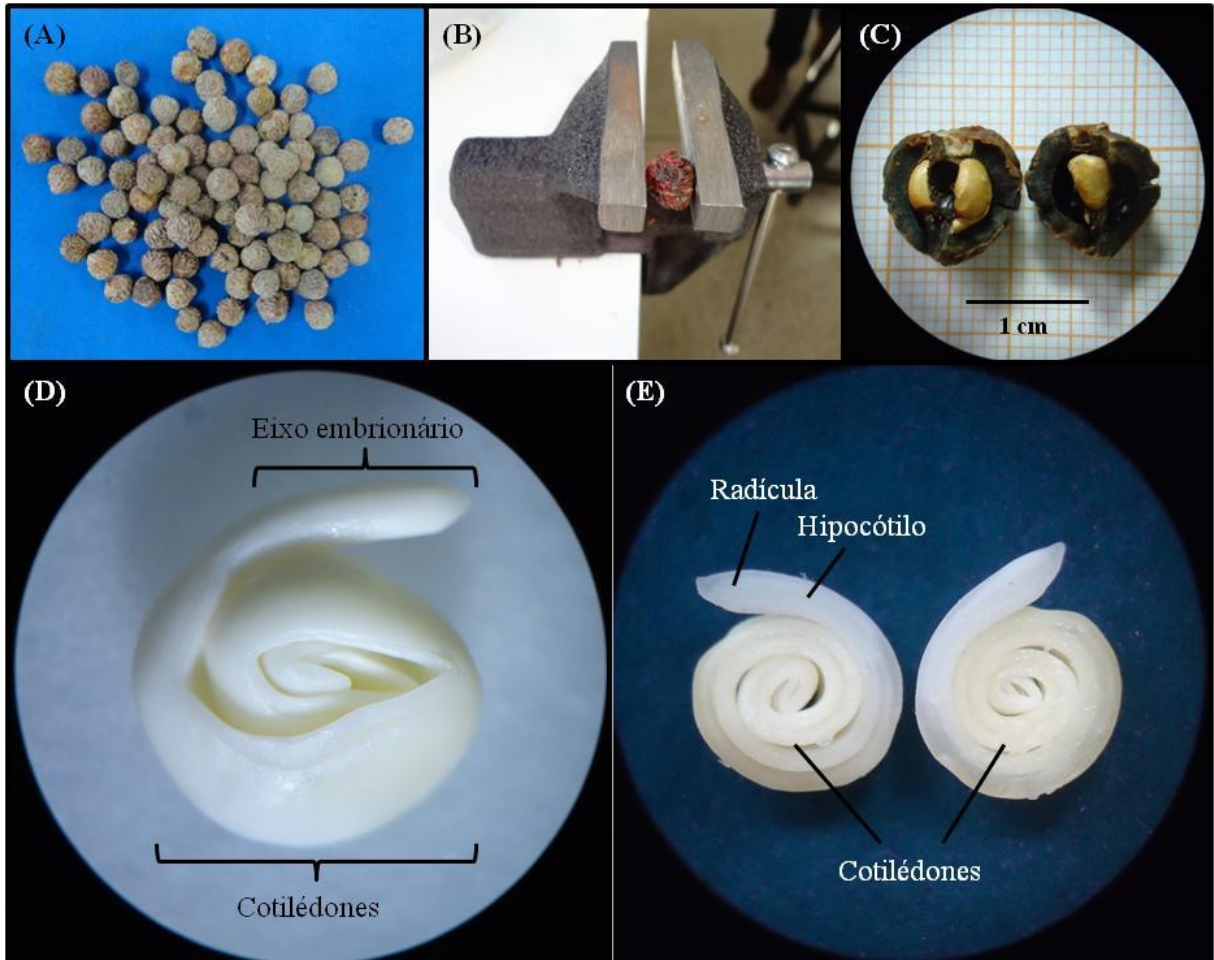


FIGURA 10. Características da unidade de propagação de *Byrsonima crassifolia*: (A) pirênios intactos; (B) detalhe da quebra do pirênio com auxílio de mini morsa de bancada; (C) pirênios abertos (endocarpo + semente); (D) embrião; (E) morfologia interna do embrião.

Foram testadas as seguintes combinações para condução do teste de tetrazólio:

a) *Hidratação* – as sementes foram colocadas para embebição durante 24 horas a 25 °C por imersão em béquer (capacidade de 100 mL) com 50 mL de água de torneira e entre uma folha de papel toalha (tipo Germilab) umedecida com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco;

b) *Preparo das sementes* – retirou-se o tegumento realizando corte superficial no lado oposto ao eixo embrionário com auxílio de lâmina de aço inox;

c) *Coloração* – Os embriões foram colocados em ambiente escuro, por três e quatro horas, com concentrações da solução de tetrazólio a 0,5%, 0,7% e 1,0%, na temperatura de 40 °C.

Após a coloração, os embriões foram retirados da câmara, lavados em água corrente e mantidos submersos em água sob refrigeração (5 - 10 °C) até o momento da avaliação, realizada no máximo 24 horas após a coloração.

Para avaliação da viabilidade das sementes foram observadas suas estruturas (Figura 10D e 10E) com o auxílio de microscópio estereoscópico. As sementes foram classificadas em viáveis e não viáveis de acordo com a coloração apresentada na área vital (eixo embrionário), sendo avaliadas apenas externamente e externa e internamente após bissecção longitudinal do embrião com lâmina de aço inox, computando-se a porcentagem de sementes viáveis.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial para o teste de tetrazólio (tratamentos x formas de avaliação), sendo os dados obtidos submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,01$). Para o armazenamento dos pirênios, o delineamento foi em parcelas subdivididas, onde as parcelas receberam as combinações entre os ambientes de armazenamento e as embalagens, e as subparcelas os períodos de armazenamento. Realizou-se análise de regressão para avaliação do potencial fisiológico dos pirênios durante o período de armazenamento, com ajuste de melhor tendência para a curva obtida. Os dados dos teores de água não foram analisados estatisticamente.

7.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As porcentagens de germinação e os índices de velocidade de germinação (IVG) de pirênios de muruci obtidos na primeira etapa do estudo do teste de germinação (safra 2011) estão apresentados na Tabela 5. Pode-se observar que as temperaturas de 25 e 30 °C diferenciaram-se estatisticamente de 35 °C, obtendo maiores valores de germinação e IVG.

TABELA 5. Germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) de pirênios de *Byrsonima crassifolia*, sob diferentes temperaturas, de acordo com a safra coletada, etapa 1 - safra 2011 e etapa 2 - safra 2012.

<i>Etapa 1 – safra 2011</i>		
<i>Temperatura</i>	<i>Germinação (%)</i>	<i>IVG</i>
25 °C	72 a	0,612 a
30 °C	56 a	0,591 a
35 °C	22 b	0,140 b
C.V. (%)	11,62	11,93
<i>Etapa 2 – safra 2012</i>		
<i>Temperatura</i>	<i>Germinação (%)</i>	<i>IVG</i>
25 °C	53 b	0,433 b
30 °C	61 b	0,679 ab
20 - 30 °C	84 a	0,850 a
C.V. (%)	16,51	19,56

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,01$).

Tendo como princípio o fato de que a temperatura ótima para a germinação é resultado da adaptação fisiológica das sementes às condições ambientais dos locais de ocorrência ou de cultivo da espécie, pode haver relação direta entre essa temperatura e o bioma onde as sementes foram produzidas (Brancaion et al., 2010). No caso do murucizeiro, o centro de origem da espécie está localizado no bioma Amazônia (Cavalcante, 2010), com clima quente e úmido, e temperaturas em torno de 25 °C (INMET, 2016), o que justifica os melhores resultados encontrados no teste germinação com as temperaturas de 25 e 30 °C.

A coleta de pirênios na safra 2012 permitiu a condução de novo estudo do teste de germinação (etapa 2), testando as duas temperaturas que se destacaram anteriormente (25 e 30 °C) e incluindo a alternância de 20 – 30 °C. Verificou-se que a temperatura alternada proporcionou maior porcentagem de germinação em relação às temperaturas constantes e o IVG diferiu estatisticamente de 25 °C (Tabela 5).

Em trabalhos com pirênios de muruci, a germinação foi realizada com êxito sob

condições de ambiente natural do município de Belém-PA (Carvalho e Nascimento, 2008 e 2013), condições essas que se aproximam da temperatura ótima encontrada no presente estudo, uma vez que em ambiente natural a temperatura não é constante, com variações mais acentuadas entre as horas do dia e da noite. Ressalta-se, assim, a relação direta entre a temperatura ótima para germinação e o bioma de origem das sementes.

As porcentagens de plântulas normais por dia de avaliação sobre o total de sementes germinadas de muruci, na temperatura alternada, estão apresentadas na Figura 11. Verifica-se que 65% das plântulas normais germinadas ocorreram até 24 dias após a instalação do teste e não se observou a formação de plântulas a partir do 58º dia, ou seja, para o muruci a primeira e a última contagens do teste de germinação devem ser realizadas aos 24 e 57 dias após a sementeira.

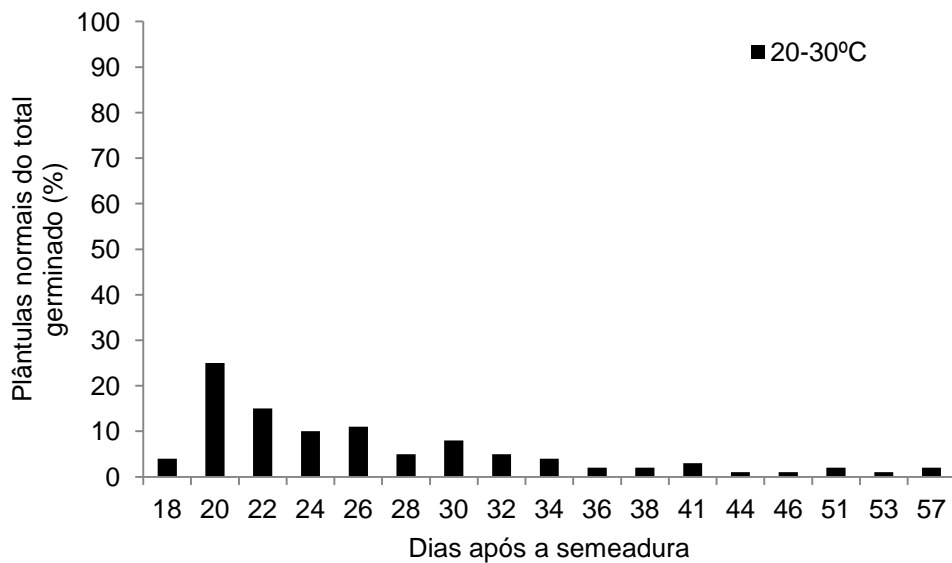


FIGURA 11. Porcentagem de plântulas normais por dia de avaliação sobre o total de pirênios germinados de *Byrsonima crassifolia*, a 20 - 30 °C, sem fornecimento de luz.

Apesar da literatura relatar que a emergência de plântulas de muruci pode se prolongar por períodos superiores a 200 dias após a sementeira (Carvalho et al., 2006). Neste estudo, as sementes de muruci foram semeadas após o beneficiamento, ou seja, com teor de água em torno de 30%, porém sabe-se que a secagem das sementes pode acelerar o processo germinativo. Na presente pesquisa, em todas as temperaturas estudadas, o desenvolvimento de plântulas

ocorreu no máximo até 90 dias, variando esse período de acordo com a temperatura. O menor tempo entre a sementeira e a não formação de plântulas foi obtido na temperatura de 20-30 °C. Segundo Borghetti e Ferreira (2004), o sincronismo na germinação das sementes é menor sob temperaturas extremas e tende a ser maior quanto mais próxima a temperatura de incubação estiver da faixa ótima de germinação.

O desenvolvimento das plântulas de muruci pode ser observado na Figura 12A, sendo que a raiz primária é a primeira parte da plântula que se exterioriza. Após o seu crescimento, ocorre o desenvolvimento do hipocótilo, aparecimento de raízes laterais e a emergência dos cotilédones foliares, completando a formação da plântula. As plântulas de muruci são classificadas como epígeas, isto é, os cotilédones ultrapassam a superfície do solo (Carvalho et al., 1998).



FIGURA 12. Plântulas de *Byrsonima crassifolia*: desenvolvimento (A), plântula normal (B) e plântula anormal (C, D, E, F e G).

As plântulas normais e intactas podem ser visualizadas nas Figuras 12A e 12B, apresentando as estruturas essenciais bem desenvolvidas, completas, proporcionais e sadias (Brasil, 2009), ou seja, raiz primária longa e delgada com raízes secundárias, terminando numa extremidade afilada; hipocótilo reto e dois cotilédones foliares verdes em posição opostas. Nas plântulas anormais encontradas no estudo do teste de germinação foi observada raiz primária atrofiada (Figuras 12C e 12D), cotilédones com tegumento retido (Figura 12E), deteriorados

devido a uma infecção primária (Figuras 12C, 12D, 12F e 12G) ou separados da plântula (12F e 12G)

Com relação ao potencial de conservação, avaliado com pirênios coletados na safra 2012, verificou-se oscilações da porcentagem de germinação ao longo dos 12 meses avaliados (Figura 13A). O armazenamento em câmara (16 ± 2 °C e 50 - 60% de umidade relativa do ar) se destacou, mantendo estatisticamente a porcentagem inicial de germinação durante todo o período (71% e 62% nas embalagens de polietileno e papel, respectivamente). Entretanto, na última avaliação (com 12 meses de armazenamento), os pirênios armazenados em embalagem de papel, no refrigerador, revelaram um acréscimo significativo na porcentagem de germinação em relação a todos os outros períodos, exibindo valor superior às demais condições testadas (76%) no final do armazenamento.

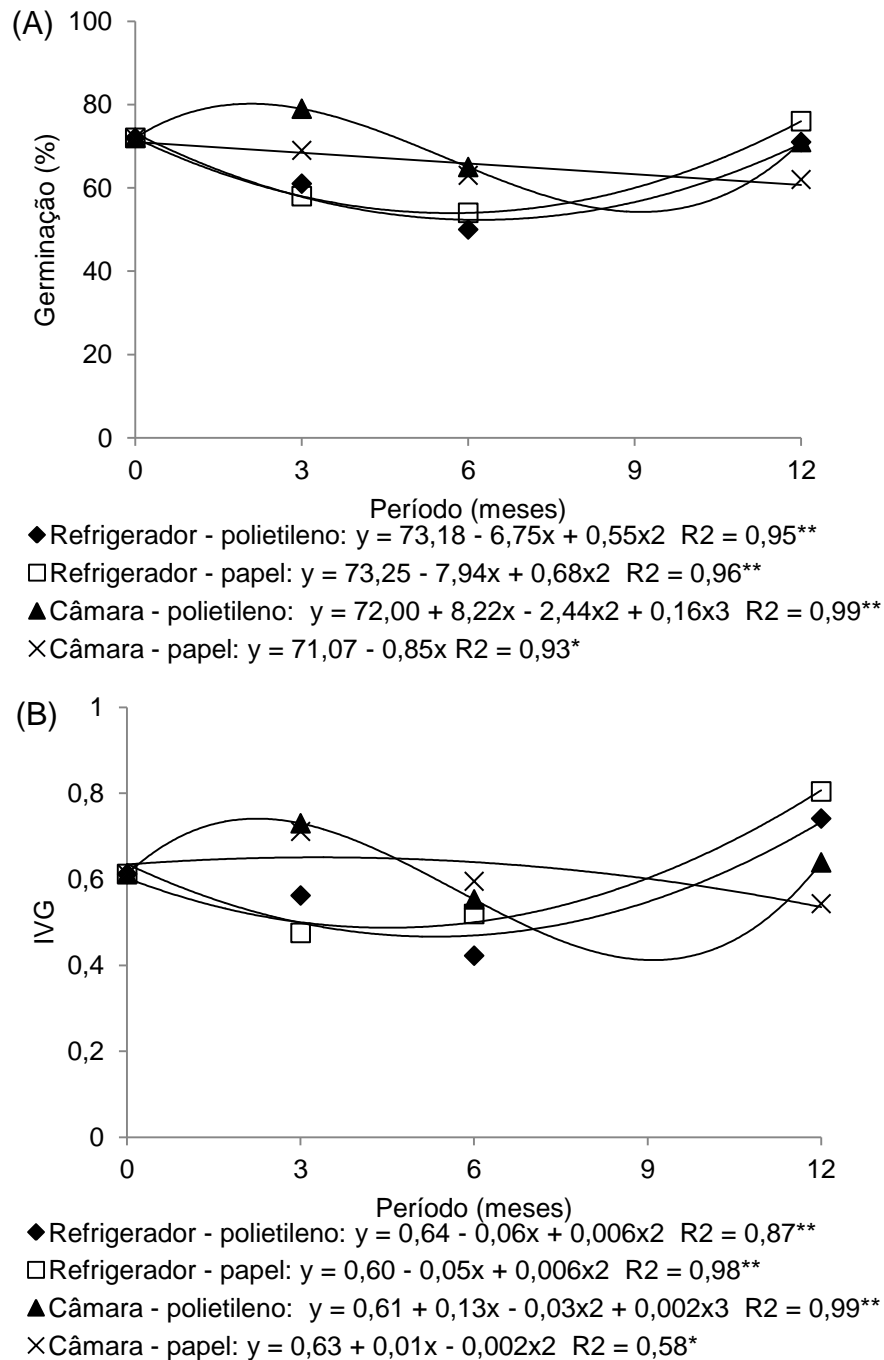


FIGURA 13. Germinação (A) e índice de velocidade de germinação – IVG (B) de pirênios de *Byrsonima crassifolia* (safra 2012) armazenados durante 12 meses em diferentes ambientes e embalagens. (*) e (**) significância $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$, respectivamente pelo teste F.

A variação entre as porcentagens de germinação ao longo do armazenamento pode ser explicada pela presença de dormência em sementes de muruci, uma vez que a intensidade da dormência e as respostas fisiológicas de pirênios de muruci podem variar de acordo com o lote (Carvalho e Nascimento, 2013).

Provavelmente, existem quatro grupos de pirênios com relação à dormência: pirênios em que o endocarpo não oferece impedimento à germinação e as sementes não apresentam dormência fisiológica; pirênios em que o endocarpo oferece impedimento ao crescimento do embrião e as sementes não são dormentes; pirênios em que o endocarpo não oferece restrições sérias à germinação, mas as sementes são fisiologicamente dormentes, e pirênios em que o endocarpo é bastante resistente, impedindo o crescimento do embrião e as sementes são fisiologicamente dormentes (Carvalho e Nascimento, 2008).

Na literatura, existem trabalhos avaliando métodos para superação da dormência física e fisiológica de pirênios do gênero *Byrsonima*, tanto para a espécie *B. crassifolia* (Carvalho e Nascimento, 2008 e 2013) quanto *B. cydoniifolia* (Murakami et al., 2011) e *B. verbascifolia* (Alberto et al., 2011). Entretanto, nos lotes utilizados em todos esses trabalhos, a testemunha (pirênios não submetidos à superação de dormência) não obteve porcentagem de germinação superior a 20%. Tal fato não foi observado no presente trabalho, onde mesmo não sendo utilizados tratamentos pré-germinativos os valores de germinação ficaram em torno de 60%; isto decorre da secagem realizada após extração dos pirênios, pois a redução do teor de água de 17,0 – 22,0% (quando recém-colhidos) para 7,0 – 9,0% tem influência na superação da dormência física, reduzindo o impedimento do desenvolvimento do embrião pelo endocarpo.

Portanto, pode-se inferir que nos pirênios utilizados no estudo o endocarpo não ofereceu restrições severas à germinação, uma vez que permitiu a entrada de água, porém algumas sementes encontravam-se fisiologicamente dormentes, ocorrendo oscilação nas porcentagens de germinação ao longo do armazenamento e acarretando acréscimos no seu valor após 12 meses quando armazenadas sob refrigeração e em saco de papel.

Essas oscilações na porcentagem de germinação podem ser explicadas pela estratégia de sobrevivência da espécie, pois por não ser melhorada, apresenta desuniformidade no lote coletado, composto por sementes já prontas para que ocorra o processo de germinação e ao longo do armazenamento podem perder a viabilidade, enquanto que outras apresentam dormência, sendo superada após o armazenamento, dependendo da condição fornecida.

Para a espécie nativa umbuzeiro, propagada por pirênios, o armazenamento durante 210 dias em saco de papel sob condições de laboratório (média de 22,5 °C) também proporcionou incremento na porcentagem de germinação em decorrência da superação de dormência (Lopes et al., 2009). Segundo Marcos-Filho (2015), a dormência das sementes, independente da sua causa, apresenta intensidade inversamente proporcional a sua idade, isto é, mais acentuada em sementes recém-colhidas, reduzindo ao longo do tempo quando armazenadas adequadamente.

O índice de velocidade de germinação (vigor) apresentou o mesmo comportamento do potencial de germinação ao longo do armazenamento, mantendo os valores iniciais quando conservado em câmara (16 ± 2 °C e 50 - 60% de umidade relativa do ar) e com incremento quando mantidos em refrigerador por 12 meses (Figura 13B).

Comparando-se o tipo de embalagem utilizada para o armazenamento dos pirênios, permeável (papel Kraft) e semipermeável (polietileno), não houve diferença significativa do poder germinativo e do vigor dentro do mesmo ambiente (Figura 13), indicando a possibilidade de utilização de ambas de acordo com a disponibilidade do local.

Os teores de água durante o período de armazenamento se mantiveram constantes e próximos em todas as condições estudadas, variando de 8,8 a 9,8%, salientando que atividade metabólica das sementes durante o armazenamento não foi alterada pela umidade do ambiente e as modificações na qualidade fisiológica foram decorrentes de fatores intrínsecos da espécie, ou seja, presença ou não de dormência. Segundo Marcos-Filho (2015) a longevidade das sementes é variável de acordo com o genótipo, mas o período de conservação do potencial fisiológico depende, em grande parte, do teor de água e das condições do ambiente de armazenamento, sendo aquela a característica mais intimamente associada à deterioração.

Portanto, cabe ressaltar que o armazenamento de pirênios de muruci em câmara (16 ± 2 °C e 50 - 60% de umidade relativa do ar) com embalagem de polietileno ou papel tipo kraft torna-se a melhor opção para conservação, mantendo seu poder germinativo a curto (até seis meses) e médio prazo (com 12 meses). Entretanto, o armazenamento em refrigerador não pode ser descartado, levando-se em conta a facilidade de disponibilidade do equipamento, uma vez que com 12

meses obteve-se acréscimo da germinação e do vigor em comparação ao tempo zero, ou seja, se o viveirista não for utilizar os pirênios a curto prazo, estes podem ser conservados sob refrigeração (5 - 10 °C) em embalagem permeável ou semipermeável, sem prejuízos para sua qualidade.

Na Tabela 7 estão apresentados os dados da viabilidade de sementes de muruci (safra 2013), avaliada pelos testes de germinação e de tetrazólio. Pode-se observar que não houve interação entre a forma de avaliação e as combinações estudadas. A avaliação da parte externa e interna, com bissecção longitudinal do embrião, para verificar a extensão do dano, foi a melhor forma de interpretação do teste, uma vez que não gerou dúvidas e a porcentagem de viabilidade ficou semelhante à germinação.

TABELA 6. Porcentagem de viabilidade de sementes de *Byrsonima crassifolia* (safra 2013) avaliada pelos testes de germinação e de tetrazólio (TZ).

Tratamentos (combinações estudadas)	Viabilidade		
	Avaliação externa	Avaliação externa + interna	Média
%.....		
Germinação	61	61	61 b
<i>Hidratação entre papel</i>			
TZ 1,0% 3 h	68	65	67 ab
TZ 1,0% 4 h	81	71	76 a
TZ 0,7% 3 h	64	58	61 b
TZ 0,7% 4h	65	61	63 ab
TZ 0,5% 3 h	73	74	69 ab
TZ 0,5% 4 h	67	62	65 ab
<i>Hidratação por imersão</i>			
TZ 1,0% 3 h	63	59	61 b
TZ 1,0% 4 h	76	65	71 ab
TZ 0,7% 3 h	69	55	62 ab
TZ 0,7% 4h	64	59	62 ab
TZ 0,5% 3 h	72	52	62 ab
TZ 0,5% 4 h	70	60	65 ab
Média	69 A	61 B	
C.V.(%)	13,17		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,01$).

Dentre os tratamentos com hidratação das sementes entre papel, a coloração por imersão na solução de tetrazólio a 0,7% por três horas (Tabela 7) se destacou

das demais, apesar de não diferenciar estatisticamente das outras combinações, obtendo o mesmo resultado do teste de germinação. Os resultados obtidos revelaram a possibilidade de utilização de solução com concentração mais baixa (0,7%) que a comumente recomendada para espécies com indicação do teste de tetrazólio pela International Seed Testing Association (ISTA, 2003), porém tal concentração apresentou dificuldades durante a execução do teste para visualização das estruturas essenciais e determinação da viabilidade, uma vez que colore fracamente seus tecidos.

Quando as sementes foram hidratadas por imersão em água, a metodologia que identificou a porcentagem de viabilidade semelhante à do teste de germinação foi a de coloração por três horas em solução a 1,0% (Tabela 7). Esse protocolo de condução do teste de tetrazólio permitiu a avaliação da viabilidade de sementes de muruci em menos de três dias (aproximadamente 53 horas), fato importante, pois o período para contagem final do teste de germinação é de 57 dias, além das sementes poderem apresentar dormência.

O princípio do teste de tetrazólio baseia-se na atividade das enzimas desidrogenases que catalizam as reações respiratórias nas mitocôndrias. Ele relaciona a viabilidade das sementes com a alteração da coloração de tecidos vivos causada por uma reação de oxi-redução com o cloreto de 2,3,5-trifenil tetrazólio (França Neto, 1999) e que resulta na formação de um composto estável e não-difusível de coloração avermelhada, o formazan. Isso indica atividade respiratória nas mitocôndrias e permite delimitar o tecido vivo daquele que permanece descolorido ou exibe coloração anormal (Marcos-Filho, 2015).

O tetrazólio não é afetado por alguns fatores que podem alterar os resultados do teste de germinação, como a presença de fungos; enfoca as condições físicas e fisiológicas do embrião de cada semente; permite a rápida avaliação da viabilidade; pode fornecer um diagnóstico da causa da perda da viabilidade das sementes e requer equipamento simples e de baixo custo (França Neto, 1999).

As estruturas dos tecidos do embrião de sementes de muruci, após coloração com solução de tetrazólio a 1,0%, podem ser visualizadas na Figura 14, onde estão apresentados embriões viáveis e não viáveis. Nas sementes de muruci, as áreas vitais consideradas para avaliação foram o eixo embrionário e a região de sua

ligação com os cotilédones (Figuras 10D e 10E). Dessa forma os embriões foram identificados em dois grupos:

- a) viáveis - tecidos firmes com coloração vermelho carmim claro em toda a extensão do embrião (Figuras 14A e 14I), ou quando apresentaram danos fora das áreas vitais (Figuras 14B e 14C) não prejudiciais para a germinação e o estabelecimento de plântulas normais;
- b) não viáveis – tecidos amolecidos e/ou com coloração branca, uma vez que não ocorreu a redução do sal de tetrazólio, na região do eixo embrionário e de ligação com os cotilédones ou em todo embrião (Figuras 14D, 14E, 14F, 14G, 14H, 14K e 14L); e com coloração vermelho intenso nas áreas vitais ou em todo embrião (Figuras 14E, 14J e 14L), indicando tecidos acentuadamente deteriorados, com atividade respiratória deficiente.

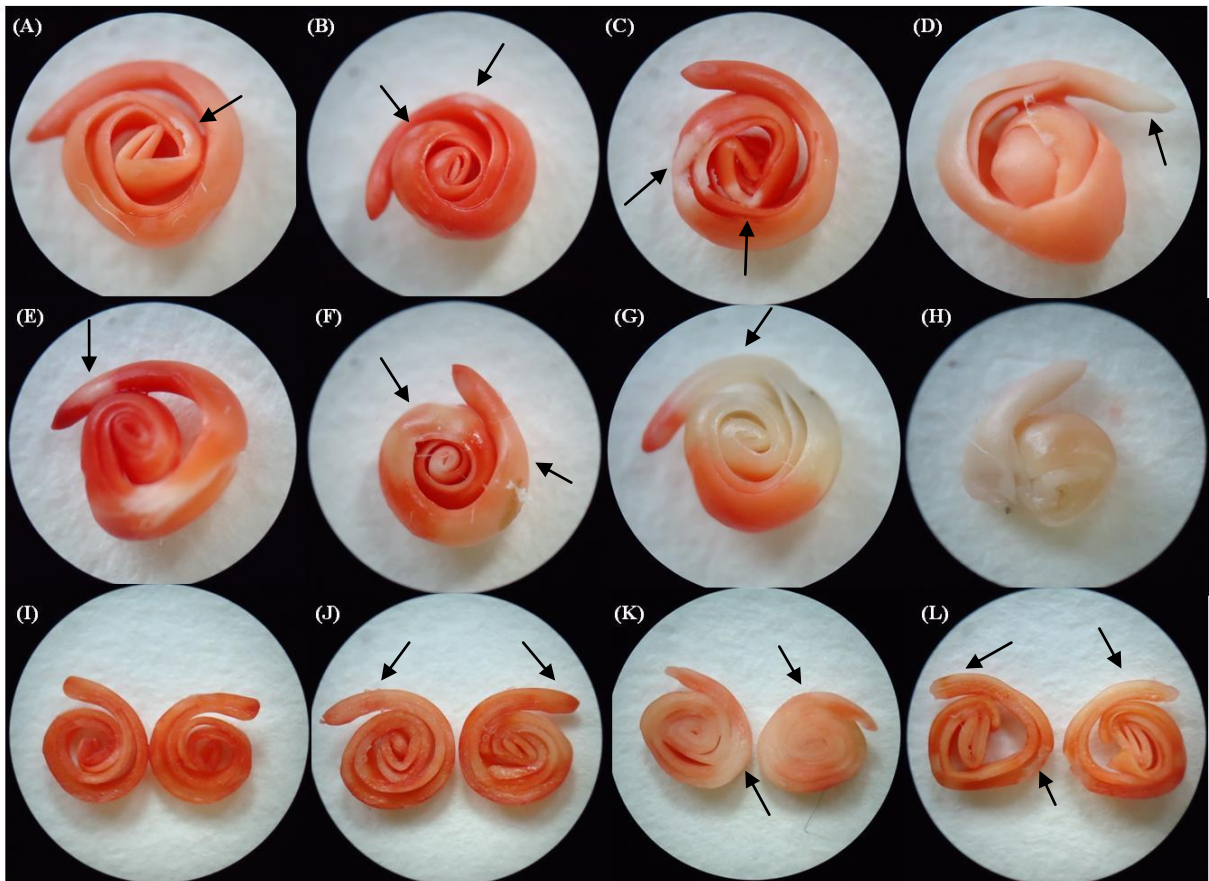


Figura 14. Coloração de embriões de *Byrsonima crassifolia* pelo teste de tetrazólio, com concentração de solução a 1,0% durante três horas: grupo de sementes viáveis (A, B, C, I) e grupo de sementes inviáveis (D, E, F, G, H, J, K, L).

7.4. CONCLUSÕES

O teste de germinação em pirênios de *Byrsonima crassifolia* deve ser conduzido entre areia, com temperatura alternada de 20 - 30 °C sem fornecimento de luz, sendo a primeira contagem realizada aos 24 dias e a última aos 57 dias após a instalação do teste.

Os pirênios de *B. crassifolia* dentro das condições testadas podem ser armazenados em embalagem de polietileno ou papel tipo Kraft, em câmara (16 ± 2 °C e 50 - 60% de umidade relativa do ar) por curto (seis meses) ou médio prazo (12 meses) ou em refrigerador somente a médio prazo (com 12 meses).

O teste de tetrazólio é promissor para avaliação rápida da viabilidade da semente de *B. crassifolia* com pré-condicionamento por imersão em água dos pirênios durante 24 horas a 25 °C, extração das sementes do endocarpo, hidratação das sementes por imersão em água (24 horas, a 25 °C), retirada do tegumento e coloração dos embriões (3 horas, a 40 °C) na solução de tetrazólio a 1,0%.

7.5. REFERÊNCIAS

ALBERTO, P. S.; SILVA, F. G.; CABRAL, J. S. R.; SALES, J. F.; PERIERA, F. D. Methods to overcome of the dormancy in murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich) seeds. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, n. 3, p. 1015-1020, 2011.

BORGHETTI, F.; FERREIRA, A.G. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, A. G.; BORGUET, F. (Ed.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: ARTMED, 2004. cap.13, p.209-222.

BRANCALION, P.H.S.; NOVENBRE, A.D.L.C.; RODRIGUES, R.R. Temperatura ótima de germinação de espécies arbóreas brasileiras. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4, p. 15-21, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA /ACS, 2009. 395 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/SDA, 2013. 97p.

CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O.; MÜLLER, C. H. **Características físicas e de germinação de sementes de espécies frutíferas nativas da Amazônia**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 27 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 261).

CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O.; MÜLLER, C. H. **Propagação do Murucizeiro**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1998. 18 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa, 203).

CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. Classificação dos pirênios e métodos para acelerar a germinação de sementes de muruci do clone Açú. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 775-781, 2008.

CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. Caracterização biométrica e respostas fisiológicas de diásporos de murucizeiro a tratamentos para superação da dormência. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 3, p. 704-712, 2013.

CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis na Amazônia**. 7ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2010. 282p. (Coleção Adolpho Ducke).

FLORA BRASIL. **Angiospermas in Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB128482>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

FRANÇA NETO, J.B. Teste de tetrazólio para determinação do vigor de sementes. In: KRZYZANOWSKI, F.C., VIEIRA, R.D., FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 8, p. 1-7.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Climatologia – dados históricos**. Brasília - DF. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION – ISTA. In: **ISTA Working Sheets on Tetrazolium Testing**. Bassersdorf: ISTA, v. 1, 2003. 171p.

LOPES, P. S. N.; MAGALHÃES, H. M.; GOMES, J. G.; BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; ARAÚJO, V. D. Superação da dormência de sementes de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Câm.) utilizando diferentes métodos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 872-880, 2009.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination - aid in selection and evolution for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MURAKAMI, D. M; BIZÃO, N.; VIEIRA, R. D. Quebra de dormência de semente de muruci. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1257-1265, 2011.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660p.

MARTINI NETO, N.; BARBEDO, C. J. Viability of Brazil wood seeds (*Caesalpinia echinata* Lam.) stored at room temperature in controlled atmospheres. **Journal of Seed Science**, v. 37, n. 2, p. 93-101, 2015.

PEREIRA, C.; CUQUEL, F. L.; PANOBIANCO, M. Germinação e armazenamento de sementes de *Nidularium innocentii* (Lem.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 036-041, 2010.

8. CONCLUSÕES GERAIS

A maturidade fisiológica das sementes de *Vernonanthura discolor* é atingida aos 45 dias após a antese, quando os máximos valores de massa seca, poder germinativo e vigor são alcançados.

O teste de germinação para sementes de *Vernonanthura discolor* pode ser conduzido sobre papel mata-borrão, a 20 ou 25 °C com fornecimento de luz contínua, sendo a primeira contagem realizada aos 13 dias e a última aos 29 dias após a instalação do teste.

O beneficiamento de sementes de *Vernonanthura discolor* deve ser conduzido combinando o beneficiamento manual com o mecânico, ou seja, fricção das sementes sobre peneiras de crivo circular, com 1,8 e 1,6 mm de diâmetro e posterior passagem em soprador de sementes regulado com válvula calibradora na posição 10 mais três voltas de 360° da passagem de ar lateral.

O peso de mil sementes de *Vernonanthura discolor* é de 0,500 g e a amostra de trabalho para análise de pureza deve ser de 1,3 g.

O teste de germinação em pirênios de *Byrsonima crassifolia* deve ser conduzido entre areia, com temperatura alternada de 20 - 30 °C no escuro, sendo a primeira contagem realizada aos 24 dias e a última aos 57 dias após a instalação do teste.

Os pirênios de *Byrsonima crassifolia* dentro das condições testadas podem ser armazenados em embalagem de polietileno ou papel tipo Kraft, em câmara (16 ± 2 °C e 50 - 60% de umidade relativa do ar) por curto (seis meses) ou médio prazo (12 meses) ou em refrigerador somente a médio prazo (com 12 meses).

O teste de tetrazólio é promissor para avaliação rápida da viabilidade da semente de *Byrsonima crassifolia* com pré-condicionamento por imersão em água dos pirênios durante 24 horas a 25 °C, extração das sementes do endocarpo, hidratação das sementes por imersão em água (24 horas, a 25 °C), retirada do tegumento e coloração dos embriões (3 horas, a 40 °C) na solução de tetrazólio a 1,0%.

9. REFERÊNCIAS GERAIS

- AGUIAR, F.F.A.; PINTO, M.M.; TAVARES, A.R.; KANASHIRO, S. Maturação de frutos de *Caesalpinia echinata* Lam., pau-brasil. **Revista Árvore**, v. 31, n. 1, p.1-6, 2007.
- ALVES, E. U.; SADER, R.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, A. U. Maturação fisiológica de sementes de sabiá. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 1, p. 1-8, 2005.
- ARAUJO, E. F.; VIGGIANO, J.; SILVA, R. F. Beneficiamento de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W. M. **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. p. 105-134.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS - AOSA. **Tetrazolium testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1976. 85 p. (Contribution, 29).
- AVILA, A. L.; ARGENTA, M. S.; MUNIZ, M. F. B.; POLETO, I.; BLUME, E. Maturação fisiológica e coleta de sementes de *Eugenia uniflora* L. (pitanga), Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, v. 19, n. 1, p. 61-68, 2009.
- BAALBAKI, R; ELIAS, S.; MARCOS FILHO, J., McDONALD, M. B. **Seed vigor testing handbook**. Association of Official Seed Analysts. (Contribution, 32 to the Handbook on Seed Testing), 2009. 346 p.
- BARBOSA, J. M.; RODRIGUES, M. A.; BARBÉRIO, M.; ARAUJO, A. C. F. B.; Maturação de sementes de espécies florestais tropicais. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A. **Sementes Florestas Tropicais: da ecologia à produção**. Londrina, PR: ABRATES, 2015, p. 180-189.
- BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L. ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 443 p.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of Development and Germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* Vogel (baru). **Cerne**, v. 6, n. 1, p. 9-18, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/SDA, 2009. 395 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/SDA, 2013. 97p.
- BRYANT, J. A. **Fisiologia da semente**. São Paulo, SP: EPU, 1989. 86 p.

- CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O.; MÜLLER, C. H. **Propagação do Murucizeiro**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 27 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 261).
- CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O.; MÜLLER, C. H. Propagação do Murucizeiro (*Byrsonima crassifolia* (L.) Rich.). In: CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O.; MÜLLER, C. H. **Produção de mudas de espécies frutíferas nativas da Amazônia**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2007. p. 87-99.
- CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. Classificação dos pirênios e métodos para acelerar a germinação de sementes de muruci do clone Açú. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 775-781, 2008.
- CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. Caracterização biométrica e respostas fisiológicas de diásporos de murucizeiro a tratamentos para superação da dormência. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 3, p. 704-712, 2013.
- CARVALHO, M. N.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa-CNPQ, 2008. v. 3, 593 p.
- CASTELLANI, E. D.; AGUIAR, I. B.; PAULA, R. C. Colheita de frutos, extração e beneficiamento de sementes de solanáceas arbóreas. **Informativo ABRATES**, v. 17, n.1-3, p. 69-75, 2007.
- CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W.M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A. G.; BORGUET, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre, RS: ARTMED, 2004. p. 149-162.
- CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis na Amazônia**. 7ed. Belém, PA: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2010. 282p. (Coleção Adolpho Ducke).
- CHAMAS, C. C., MATTHES, L. A. F. Método para levantamento de espécies nativas com potencial ornamental. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 6, n. 1/2, p. 53-63, 2000.
- CÍCERO, S. M. Dormência em sementes. In: **Atualização em Produção de Sementes**. Piracicaba, SP: Fundação Cargill, 1986. cap. 3, p. 41-73.
- DELOUCHE, J. C.; STILL, T. W.; RASPET, M.; LIENHARD, M. **O teste de tetrazólio para viabilidade da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1976. 103 p.
- DIAS, E. S.; BATTILANI, J. L.; SOUZA, A. L. T.; PEREIRA, S. R.; KALIFE, C.; SOUZA, P. R.; JELLER, H. **Produção de sementes de espécies florestais nativas**. Campo Grande, MS: UFMS, 2006. 43 p.
- DUARTE, E. F. Efeito da maturação sobre a análise de sementes florestais. **Informativo ABRATES**, v. 23, n. 2. p. 34, 2013.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Monitoramento da fenologia vegetativa e reprodutiva de espécies nativas dos**

biomas brasileiros – vassourão-preto. EMBRAPA Florestas: textos técnicos, cartilhas e folders, 2010. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/883698/1/FenologiaInga.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2016.

FIGLIOLIA, M. B. Teste de germinação. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A. **Sementes Florestas Tropicais: da ecologia à produção.** Londrina, PR: ABRATES, 2015. p. 325-343.

FLORA BRASIL. **Angiospermas in Flora do Brasil 2020 em construção.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB128482>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

FLORES, A. V.; ATAÍDE, G. M.; BORGES, E. E. L.; SILVEIRA, B. D.; PEREIRA, M. D. Tecnologia e comercialização de sementes florestais: aspectos gerais. **Informativo ABRATES**, v. 21, n. 3, 2011.

FLORIANO, E. P. **Armazenamento de sementes florestais.** Santa Rosa: ANORGS, 2004. 10 p.

FOWLER, J. A. P; MARTINS, E. G. **Manejo de sementes de espécies florestais.** Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2001. 76 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 58).

GERMAQUE, R.C.R.; DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R. Indicadores de maturidade fisiológica de sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.). **Cerne**, v. 8, n. 2, p. 84-91, 2002.

FOGAÇA, C. A. Teste de tetrazólio e testes de vigor. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A. **Sementes Florestas Tropicais: da ecologia à produção.** Londrina, PR: ABRATES, 2015. p. 344-359.

FOGACA, C. A.; MALAVASI, M. M.; ZUCARELI, C.; MALAVASI, U. C. Aplicação do teste de tetrazólio em sementes de *Gleditschia amorphoides* Taub. Caesalpinaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 101-107, 2006.

FOGACA, C. A.; KROHN, N. G.; SOUZA, M. A.; PAULA, R. C. teste de tetrazólio em sementes de *Copaifera langsdorffii* e *Schizolobium parahyba*. **Florestav.** 41, n. 4, p. 895 – 904, 2011.

FRANÇA NETO, J. B. Teste de tetrazólio para determinação do vigor de sementes. In: KRZYŻANOWSKI, F. C., VIEIRA, R. D., FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: Conceitos e Testes.** Londrina, PR: ABRATES, 1999. cap. 8, p. 1-7.

HEIDEN, G; BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. Consideração sobre o uso plantas ornamentais nativas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 12, n. 1, p. 2-7, 2006.

HONG, T. D.; ELLIS, R. H. Chapter 3: Storage. In: **Tropical Tree Seed Manual.** [s.l]: USDA. Forest Service's, Reforestation, Nurseries, & Genetics Resources, 2003.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION – ISTA. **Working Sheets on Tetrazolium Testing**. Bassersdorf: ISTA, v. 1, 2003.

LAZAROTTO, M.; PIVETA, G.; MUNIZ, M. F. B.; REINIGER, L. R. S. Adequação do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Ceiba speciosa*. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1243-1250, 2011.

LIMA, T. C.; MEDINA, P. F.; FANAN, S. Avaliação do vigor de sementes de trigo pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p. 106-113, 2006.

LOPES, J. C.; DIAS, P. C.; PEREIRA, M. D. Maturação fisiológica de sementes de quaresmeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 8, p. 811-816, 2005.

LOPES, J. C.; SOARES, A. S. Estudo da maturação de sementes de carvalho vermelho (*Miconia cinnamomifolia* (Dc.) Naud.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 4, p. 623-628, 2006.

MARANHO, A. S.; PAIVA, A. V.; PAULA, S. R. P. Crescimento inicial de espécies nativas com potencial madeireiro na Amazônia, Brasil. **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, p. 913-921, 2013.

MARCOS FILHO, J. Testes de Vigor: Importância e utilização. In: KRZYŻANOWSKI, F. C., VIEIRA, R. D., FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: Conceitos e Testes**. Londrina, PR: ABRATES, 1999. cap. 1, p. 1-21.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2ed. Londrina, PR: ABRATES, 2015. 660p.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade de sementes**. Piracicaba, SP: FEALQ, 1987. 230 p.

MARQUES, M. A. **Secagem e armazenamento de sementes de *Anadenanthera peregrina* var. *falcata* (Bentham) Altschul e *A. colubrina* (Velloso) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altschul**. 2007, 124 p. Tese (Doutorado em Agronomia – Área de Concentração Produção e Tecnologia de Sementes) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

MARTINI NETO, N.; BARBEDO, C. J. Viability of Brazil wood seeds (*Caesalpinia echinata* Lam.) stored at room temperature in controlled atmospheres. **Journal of Seed Science**, v. 37, n. 2, p. 93-101, 2015.

MARTINS, C. C.; MACHADO, C. G.; NAKAGAWA, J. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (*Leguminosae*)). **Revista Árvore**, v. 32, n. 4, p. 633-639, 2008.

MASETTO, T. E.; SCALON, S. P. Q.; BRITO, J. Q.; MOREIRA, F. H.; RIBEIRO, D. M.; REZENDE, R. K. S. Germinação e armazenamento de sementes de carandá (*Copernicia alba*). **Cerne**, v. 18, n. 4, p. 541-546, 2012.

- MATHEUS, T.M.; LOPES, J.C.; CORRÊA, N.B. Maturação fisiológica de sementes de *Erythrina variegata* L. **Ciência Florestal**, v. 1, n. 4, p. 19-627, 2011.
- MONDO, V. H. V.; BRANCALION, P. H. S.; CICERO, S .M.; NOVENBRE, A. D. L. C.; DOURADO NETO, D. Teste de germinação de sementes de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) brenan (Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 177-183, 2008.
- MORTON, J. F. **Fruits of warm climates**. Miami: University of Miami, 1987. 507 p.
- NAKAGAWA, J.; MORI, E.S.; PINTO, C.S.; FERNANDES, K.H.P.; SEKI, M.S.; MENEGHETTI, R.A. Maturação e secagem de sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert (CANAFÍSTULA). **Revista Árvore**, v. 34, n. 1, p. 49-56, 2010.
- NASCIMENTO, W. M. O. **Conservação de sementes de açaí**. 2006, 57 p. Tese (Doutorado em Agronomia – Área de Concentração Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP/ESALQ.
- NOGUEIRA, A. C.; MEDEIROS, A. C. de S. **Extração e beneficiamento de sementes florestais nativas**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2007. 7 p. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 131).
- OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; DAVIDE, A. C. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert – Leguminosae Caesalpinioideae. **Cerne**, v.11, n.2, p.159-166, 2005.
- PEREIRA, C.; CUQUEL, F. L.; PANOBIANCO, M. Germinação e armazenamento de sementes de *Nidularium innocentii* (Lem.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 036-041, 2010.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: AGIPLAN, 1977. 289 p.
- ROOSMALEN, M. G .M. **Fruits of the Guianan Flora**. Utrecht: Institute of Systematic Botany and Silvicultural Department of Wageningen Agricultural University, 1985. 483 p.
- SANTOS NETO, A. L.; CARVALHO, M. L. M.; OLIVEIRA, J. A.; FRAGA, A. C.; SOUZA, A. A. Use of densimetric table to improve the quality of commercial castor bean seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 4, p. 549-555, 2012.
- SANTOS, P. M.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, T.; ARAÚJO, E. F.; CECON, P. R.; SANTOS, M. R. Efeito da classificação por tamanho da semente de soja na sua qualidade fisiológica durante o armazenamento. **Acta Scientiarum Agronomy** v. 27, n. 3, p. 395-402, 2005.
- SANTOS, P. M.; SANTOS, M. R.; CECON, P. R.; ARAÚJO, E. F.; SEDIYAMA, T.; REIS, M. S. Influência do tamanho de sementes de soja na qualidade fisiológica e sanitária durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 31, n. 01, p. 08-16, 2006.

SANTOS, S. R. G. Secagem, extração e beneficiamento. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A. **Sementes florestais tropicais: da ecologia à produção**. Londrina: ABRATES, 2015. p. 206-218.

SILVA, A.; FERRAZ, I. D. K. Armazenamento de sementes. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A. **Sementes Florestas Tropicais: da ecologia à produção**. Londrina, PR: ABRATES, 2015. p. 219-242.

SILVEIRA, M. A.; VILLELA, F. A.; TILLMANN, M. A. A. Maturação fisiológica de sementes de calendula (*Calendula officinalis* L.). **Revista Brasileira de Sementes**. v. 24, n. 2, p. 31-37, 2002.

SIMINSKI, A.; FANTINI, A. C. Espécies Madeireiras Nativas da Região Sul – *Vernonanthura discolor* (Vassourão-preto). In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul**. Brasília: MMA, 2011. cap. 5, p. 523-526.

VIEIRA, M. G. G. C.; VON PINHO, E. V. R. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de algodão. In: KRZYZANOWSKI, F. C., VIEIRA, R. D., FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: Conceitos e Testes**. Londrina, PR: ABRATES, 1999. cap. 8.1, p. 1-13.

VIEIRA, E. H. N.; YOKOYAMA, M. Colheita, processamento e armazenamento. In: VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. (Ed.). **Sementes de Feijão: Produção e Tecnologia**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. cap. 11, p. 233-248.

VILELLA, F. A.; PERES, W. B. Coleta, beneficiamento e armazenamento. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Ed.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre, RS: Artmed, 2004. p. 265-281.