

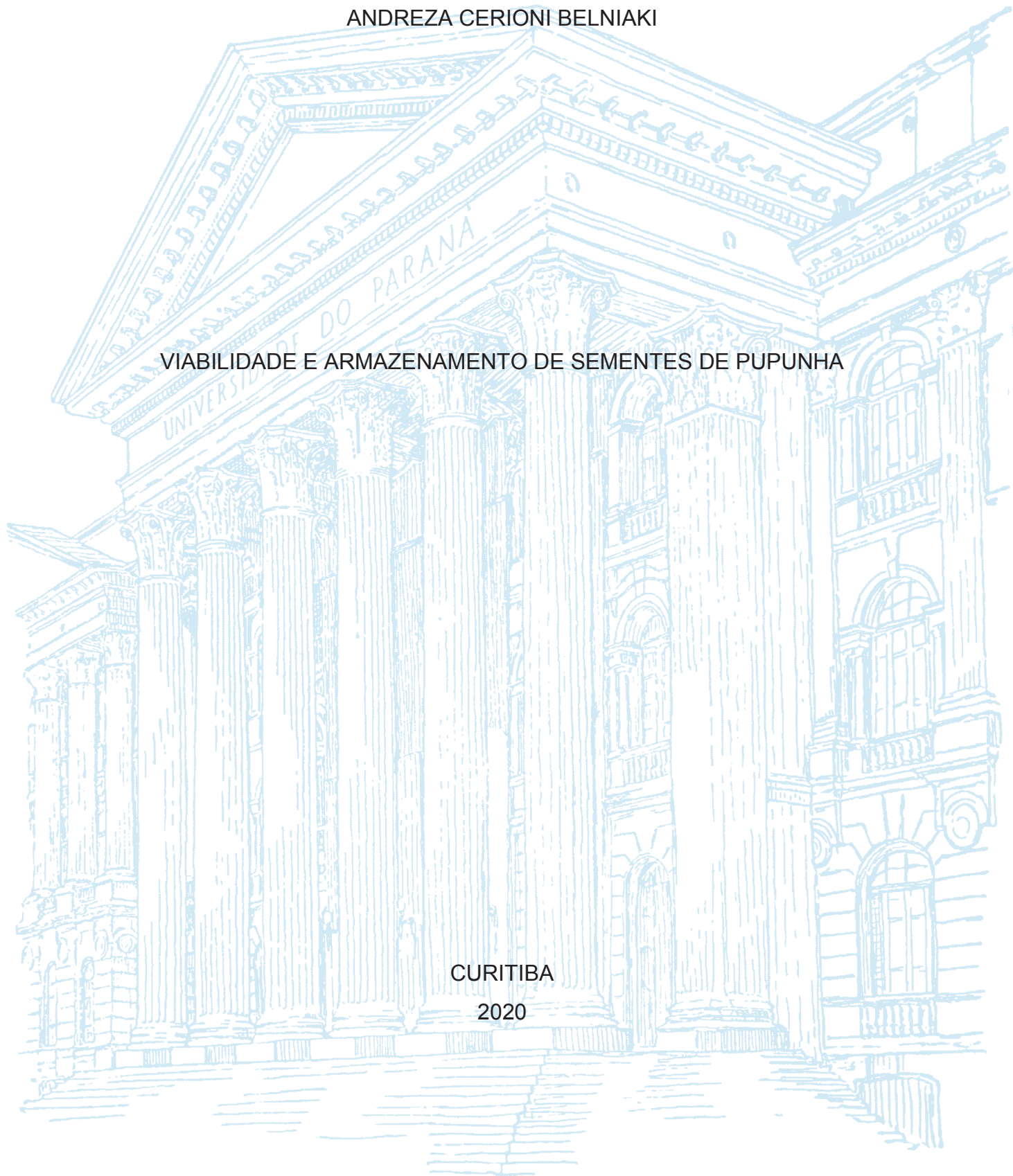
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANDREZA CERIONI BELNIAKI

VIABILIDADE E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE PUPUNHA

CURITIBA

2020



ANDREZA CERIONI BELNIAKI

VIABILIDADE E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE PUPUNHA

Dissertação 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 Mestre em Ciências.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Maristela Panobianco Vasconcellos

Coorientadora: Dr<sup>a</sup> Elisa Serra Negra Vieira

CURITIBA

2020

Belniaki, Andreza Cerioni

Viabilidade e armazenamento de sementes de pupunha / Andreza Cerioni Belniaki. - Curitiba, 2020.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia - (Produção Vegetal).

Orientadora: Maristela Panobianco Vasconcellos

Coorientadora: Elisa Serra Negra Vieira

1. Bactris gasipaes. 2. Produção Vegetal. 3. Germinação. 4. Teste de tetrazólio. 5. Revestimento de sementes. I. Vasconcellos, Maristela Panobianco. II. Vieira, Elisa Serra Negra. III. Título. IV. Universidade Federal do Paraná.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AGRONOMIA  
(PRODUÇÃO VEGETAL) - 40001016031P6

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **ANDREZA CERIONI BELNIKI** intitulada: **VIABILIDADE E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE PUPUNHA**, sob orientação da Profa. Dra. MARISTELA PANOBIANCO VASCONCELLOS, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 19 de Fevereiro de 2020.

MARISTELA PANOBIANCO VASCONCELLOS

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

ELISA SERRA NEGRA VIEIRA

Avaliador Externo (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA)

ADRIANA MARTINELLI SENEME

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Dedico esta obra a minha mãe que sempre me incentivou a acreditar na ciência e no poder de transformação da educação. E a todos os pesquisadores nacionais que ainda acreditam que vale a pena fazer ciência no país, mesmo com os inúmeros desafios da atividade.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por ter me abençoado com o dom da vida, e iluminado meus caminhos para chegar até aqui hoje.

À minha mãe Regina Luzia Cerioni, por sempre me incentivar a continuar os estudos, valorizar a ciência, motivar a ir atrás dos sonhos, apoiar nos momentos de indecisão e ser pulso firme na liderança familiar.

As minhas irmãs Alini Cerioni Belniaki e Amanda Cerioni Belniaki, pelo apoio diário, por me ouvirem e me ajudarem em tudo. E ao meu pai João Belniaki, pela amizade.

À minha orientadora Professora Dr<sup>a</sup> Maristela Panobianco Vasconcellos, pela orientação, confiança e por acreditar que poderíamos tentar algo novo, permitir desbravar novas áreas do conhecimento relacionadas à semente, expandindo o relacionamento com outros pesquisadores. Agradeço a cumplicidade, objetividade e incentivo na publicação científica; e, também, por ter se dedicado desde a minha primeira iniciação científica na orientação da minha formação como profissional, sempre colocando foco em minhas atividades, e corrigindo as falhas para que pudesse me aprimorar.

À minha co-orientadora pesquisadora da Embrapa Florestas Dr<sup>a</sup> Elisa Serra Negra Vieira, por sempre compartilhar as demandas do setor de sementes florestais para que pudéssemos desenvolver tecnologias aplicáveis à campo, resolvendo problemas reais. E por sempre estimular a criatividade na ciência, ver com entusiasmo novos projetos criativos, e fazer o possível para viabilizar as ideias em conjunto.

Ao pesquisador da Embrapa Florestas Dr. Washington Luiz Esteves Magalhães, por me incentivar a solucionar problemas em diferentes áreas do conhecimento, incentivar a adaptar equipamentos e testar as ideias, por me apresentar a Engenharia de materiais e a nanotecnologia e ampliar meus horizontes no modo de fazer ciência.

As Doutoradas Camila Ribeiro de Souza Grzybowski, Rosemeire Carvalho da Silva, Marília Pereira Machado e Francielen Paola de Sá, pelas parcerias na produção científica e pela amizade construída na vida acadêmica.

À todos os professores que tive até hoje, que possibilitaram minha chegada até aqui.

Ao professor Dr. Alan Sudato, pelo uso de equipamentos em seu laboratório de Polpa e Papel da UFPR.

À equipe de pós-graduandos do Laboratório de Análise de Sementes da UFPR, Thomas Bruno Michelin (pelos valiosos ensinamentos no software R), Maracélia Salvadori Palma e Lucas Gatti, pela amizade neste período.

À equipe técnica do Laboratório de Análise de Sementes da UFPR, Roseli do Rocio Beggiora e Leticia Gonçalves Maduro. E à equipe técnica do Laboratório de Tecnologia da Madeira da Embrapa Florestas, as assistentes Tielidy Angelina de Moraes de Lima e Simone Valpcoski, por me orientarem nas atividades práticas desenvolvidas no local e pela paciência.

À equipe técnica do Laboratório de Análise de Sementes Florestais (LASF) da Embrapa Florestas, principalmente ao Adilson Tomaschitz, pelos conhecimentos transmitidos ao longo da condução dos experimentos, da parceria e prontidão na ajuda até a sua aposentadoria.

À equipe técnica do Centro de Microscopia Eletrônica da UFPR, Eduardo e Deonir, pelo auxílio na realização de análise e pelas valiosas explicações sobre as possibilidades de análises dentro do Centro.

Às secretárias da pós Lucimara Antunes e Tatiana, pelo apoio constante.

Aos alunos que participaram da minha prática docente ao longo do Mestrado, que mesmo sem perceberem, me ensinaram muito a cada aula, e me desafiaram em busca de novos conhecimentos.

Aos discentes do PGAPV que votaram para que pudesse atuar como representante discente junto com o Charles (suplente), podendo desenvolver habilidades de relacionamento, captação de demandas, e busca por melhorias comuns.

À EMBRAPA Florestas pela oportunidade de contribuir dentro do projeto de pós-melhoramento de pupunha da instituição.

À CAPES pela bolsa concedida, fato que viabilizou minha dedicação exclusiva a este mestrado.

À Universidade Federal do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, pela oportunidade de realização do Mestrado.

A todos os cientistas que registraram seus resultados e abriram caminhos, possibilitando o avanço da tecnologia e um mundo melhor, e a todos aqueles que continuam fazendo pesquisa no país.

Construímos muros demais e pontes de menos.  
(Isac Newton).

Até a maior das árvores um dia foi semente.  
(Autor desconhecido).



## RESUMO

Sementes de pupunha possuem comportamento altamente recalcitrante refletindo em curta longevidade, geralmente de 30 a 45 dias, o que dificulta a disponibilização de sementes viáveis para comercialização. Os objetivos deste estudo foram: estabelecer um protocolo para a condução do teste de tetrazólio visando determinar rapidamente a viabilidade de sementes de pupunha; estudar embalagem de polietileno de diferentes espessuras para o armazenamento e avaliar a potencialidade de materiais para o revestimento de sementes de pupunha no armazenamento. O teste de tetrazólio foi estudado testando-se formas de pré-condicionamento, preparo e coloração, determinando as áreas vitais da semente e estabelecendo classes de viabilidade. Foi avaliado o armazenamento empregando-se embalagens de polietileno de 0,10 e 0,20 mm, sendo determinados mensalmente o teor de água, a viabilidade das sementes pelo teste de germinação e o vigor pelo índice de velocidade de emergência, durante quatro meses. Para a peliculização, foram testados os seguintes materiais: gel de nanocelulose de eucalipto (1,5%); gel de amido (3%); mistura dos géis anteriores a 50% (v/v), com revestimento por três ciclos de aspersão sobre a peneira e secos em circulação de ar quente (32 °C). As avaliações da eficiência do tratamento foram realizadas determinando o teor de água, curva de embebição, teste de tetrazólio e imagem de Microscopia Eletrônica de Varredura. Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias realizada pelo teste de Scott-knott à 5% de probabilidade. O teste de tetrazólio forneceu resultados relacionados com o teste de germinação, empregando pré-condicionamento por imersão em água (24 h/20 °C), secção longitudinal adjacente ao embrião e imersão da metade da semente (embrião + endosperma) em solução de 1% durante 4 h a 30 °C, sendo possível a separação das sementes em duas classes de viabilidade. Em relação ao armazenamento, a embalagem de polietileno de 0,20 mm é recomendada para prolongar a qualidade fisiológica das sementes armazenadas por até quatro meses, em condições ambiente de 15,2-17,2°C e 57,9-66,0% U.R. Os materiais utilizados para o revestimento das sementes de pupunha não apresentaram melhoras significativas na manutenção do teor de água e na viabilidade das sementes durante o armazenamento, como também não impediram a embebição de água e emissão de raiz na germinação. Mais estudos se fazem necessários sobre o potencial dos revestimentos em sementes recalcitrantes como a pupunha.

Palavras Chave: *Bactris gasipaes*. Embalagem de polietileno. Germinação. Teste de Tetrazólio. Revestimento de Sementes.

## ABSTRACT

Peach palm seeds have highly recalcitrant behavior reflecting on short longevity, usually from 30 to 45 days, which makes it difficult to select viable seeds for commercialization. The objectives of this study were: to establish a protocol for conducting the tetrazolium test in order to quickly determine the viability of peach palm seeds; to study polyethylene packaging of different thicknesses for storage; and evaluate the potential of materials for coating peach palm seeds in storage. The tetrazolium test was studied by testing forms of preconditioning, preparation and staining, determining the vital areas of the seed and establishing viability classes. Storage was evaluated using 0.10- and 0.20-mm polyethylene packaging, were determined: the moisture content; viability by the germination test; vigor by the emergence speed index, monthly for four months. For the seed coating, the following materials were tested: Eucalyptus nanocellulose gel (1.5%); starch gel (3%); gels mixture before 50% (v/v), coated for three cycles of wetting on the sieve and dried in hot air circulation (32 °C). Treatment efficiency evaluations were performed by determining the water content, soaking curve, tetrazolium test and scanning electron microscopy image. The data were submitted to variance analysis and the comparison of averages performed by the Scott-Knott teste at 5% probability. By the results obtained, the tetrazolium test provided results related to the germination test, employing preconditioning by immersion in water (24 h/20 °C), longitudinal section adjacent to the embryo, and immersion of half the seed (embryo + endosperm) 1% solution for 4 h at 30 °C, separation of seeds into two viability classes is possible. In relation to storage, the polyethylene packaging of 0.20 mm is recommended to prolong the physiological quality of the seeds stored for up to 4 months, under ambient conditions of 15.2-17.2 °C and 57.9-66.0% RH. The materials used for peach palm seed coating did not show any significant improvement in moisture content and viability during the storage and did not prevent water imbibition and root emission at germination. Further studies are needed on the potential of coatings on recalcitrant seeds such as peach palm.

Keywords: *Bactris gasipaes*. Polyethylene Packaging. Germination. Tetrazolium test. Seed Coating.

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - PREPARO DA SEMENTE DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) PARA A EXPOSIÇÃO DO EMBRIÃO NO TESTE DE TETRAZÓLIO - (A) DETALHE DO PLANO DE CORTE ADOTADO, LONGITUDINAL ADJACENTE AO EMBRIÃO. (B) GUILHOTINA DE BANCADA UTILIZADA PARA O PREPARO DA SEMENTE.....39
- FIGURA 2 - PARTES DAS SEMENTES DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) - (A) EM - EMBRIÃO, EN - ENDOCARPO, ED - ENDOSPERMA; (B) ESTRUTURA DO EMBRIÃO EXCISADO: RP - REGIÃO PROXIMAL AO PORO GERMINATIVO (EIXO-EMBRIONÁRIO) E RD - REGIÃO DISTAL AO PORO GERMINATIVO (COTILÉDONE); (C) EVOLUÇÃO DO EMBRIÃO NO INÍCIO DA GERMINAÇÃO APRESENTANDO (BG) BOTÃO GERMINATIVO E (HS) HAUSTÓRIO; (D) LOCALIZAÇÃO DO PORO GERMINATIVO (PG).....41
- FIGURA 3 - CLASSE DE SEMENTES DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) VIÁVEIS NO TESTE DE TETRAZÓLIO.....42
- FIGURA 4 - CLASSE DE SEMENTES DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) NÃO VIÁVEIS NO TESTE DE TETRAZÓLIO.....43
- FIGURA 5 - ESQUEMA DE AVALIAÇÃO DA ESPESSURA DAS EMBALAGENS DE POLIETILENO. CP = CORPO DE PROVA.....53
- FIGURA 6 - ETAPAS DE PREPARO DO GEL DE NANOCELULOSE À 1,5%. A. POLPA CELULÓSICA BRANQUEADA DE EUCALIPTO. B. OBTENÇÃO DA PASTA CELULÓSICA EM LIQUIDIFICADOR LABORATORIAL C. MOINHO SUPER MASSCOLOIDER MASUKO SANGYO D. GEL DE NANOCELULOSE.....65
- FIGURA 7 - IMAGEM DE MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA DE SEMENTE DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) REVESTIDA COM NANOCELULOSE POR TRÊS CICLOS DE ASPERSÃO, APÓS UM MÊS DE ARMAZENAMENTO.....71

## LISTA DE GRÁFICOS

- GRÁFICO 1 - VIABILIDADE DE SEMENTES DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) PELOS TESTES DE GERMINAÇÃO E DE TETRAZÓLIO, UTILIZANDO-SE DIFERENTES COMBINAÇÕES DE CONCENTRAÇÃO (%) E PERÍODO DE COLORAÇÃO (h). .....44
- GRÁFICO 2 - QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) ARMAZENADAS EM EMBALAGENS DE POLIETILENO, DE ESPESSURAS DE 0,10 E 0,20 mm, AO LONGO DE QUATRO MESES, EM CÂMARA (16±2 °C E 60-65% DE U.R.) A. VIABILIDADE - PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO; B. VIGOR - ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA (IVE).....56
- GRÁFICO 3 - CURVA DE EMBEBIÇÃO DE SEMENTES DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) SEM REVESTIMENTO E REVESTIDAS COM NANOCELULOSE; AMIDO; NANOCELULOSE + AMIDO.....70

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ESPESSURA MÉDIA DAS EMBALAGENS PLÁSTICAS DE POLIETILENO UTILIZADAS NO EXPERIMENTO. C1. CORPO DE PROVA 1; C2. CORPO DE PROVA 2 .....	54
TABELA 2 - TEOR DE ÁGUA DAS SEMENTES DE PUPUNHA, ARMAZENADAS EM EMBALAGENS DE POLIETILENO, DE 0,10 E 0,20 mm DE ESPESSURA, AO LONGO DE QUATRO MESES. ....	55
TABELA 3 - TEOR DE ÁGUA DE SEMENTES DE PUPUNHA ( <i>Bactris gasipaes</i> ) REVESTIDAS, DURANTE ARMAZENAMENTO. ....	68
TABELA 4 - VIABILIDADE DE SEMENTES DE PUPUNHA ( <i>Bactris gasipaes</i> ) REVESTIDAS, DURANTE ARMAZENAMENTO. ....	69

## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ASTM	- <i>American Society for Testing and Materials</i>
BOD	- <i>Biochemical Oxygen Demand</i>
CO <sub>2</sub>	- Dióxido de Carbono
CP	- Corpo de Prova
CV	- Coeficiente de Variação
EMBRAPA	- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	- <i>Food and Agriculture Organization</i>
IBGE	- Índice Brasileiro de Geografia e Estatística
IN	- Instrução Normativa
LASF	- Laboratório de Análise de Sementes Florestais
MAPA	- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MEV	- Microscopia Eletrônica de Varredura
O <sub>2</sub>	- Oxigênio
PVA	- Permeabilidade ao Vapor de Água
RAS	- Regras para Análise de Sementes
RECA	- Reflorestamento Econômico Consorciado Adensado
UFPR	- Universidade Federal do Paraná
UR	- Umidade Relativa
UV-VIS	- Espectroscopia no Ultra-violeta Visível

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>13</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>14</b>
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE.....	15
2.1.1 Presença de dormência.....	16
2.2 TESTES PARA AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE SEMENTES DE PUPUNHA.....	17
2.2.1 Teste de germinação.....	17
2.2.2 Teste de tetrazólio.....	18
2.3 ARMAZENAMENTO DE SEMENTES RECALCITRANTES.....	19
2.3.1 Revestimento de sementes com biofilmes .....	21
<b>REFERÊNCIAS GERAIS</b> .....	<b>25</b>
<b>3 CAPÍTULO I – TESTE DE TETRAZÓLIO PARA AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE SEMENTES DE PUPUNHA</b> .....	<b>35</b>
3.1 INTRODUÇÃO .....	37
3.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	38
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
3.4 CONCLUSÃO.....	45
3.5 AGRADECIMENTOS .....	45
REFERÊNCIAS .....	46
<b>4 CAPÍTULO II – EMBALAGEM DE POLIETILENO NO ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE PUPUNHA</b> .....	<b>49</b>
4.1 INTRODUÇÃO .....	51
4.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	52
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
4.4 CONCLUSÃO.....	58
4.5 AGRADECIMENTOS .....	58
REFERÊNCIAS.....	58
<b>5 CAPÍTULO III - USO POTENCIAL DE REVESTIMENTOS PARA O ARMAZENAMENTO DE PUPUNHA, UMA SEMENTE RECALCITRANTE</b> .....	<b>61</b>
5.1 INTRODUÇÃO .....	63
5.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	64
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
5.4 CONCLUSÃO.....	72

5.5 AGRADECIMENTOS .....	72
REFERÊNCIAS .....	72
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>76</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>77</b>



## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A prática do extrativismo de palmito de áreas nativas, principalmente da espécie *Euterpe edulis* (juçara), vem sendo gradativamente substituída pelo cultivo de outras palmeiras que forneçam o mesmo produto e com qualidade. Essa tendência decorre de proibições ambientais legais sobre a exploração de espécies ameaçadas de extinção em áreas de mata nativa e do aumento da demanda dos consumidores por produtos mais sustentáveis (ANEFALOS et al., 2017).

Diante deste cenário, o cultivo de palmáceas alternativas à *E. edulis* para a produção de palmito é considerado como uma medida auxiliar na proteção ambiental de locais de ocorrência natural dessas espécies (PARMEJANI, 2013), reduzindo a pressão predatória nas áreas de Mata Atlântica (SILVA, 2017). Além disso, é uma prática certificada como tecnologia social pela Fundação Banco do Brasil (BANCO DO BRASIL, 2015) e reconhecido pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) por contribuir com o desenvolvimento sustentável (PICHELI, 2018).

O Brasil é o maior produtor e consumidor de palmito do mundo, e atualmente o maior exportador (EMBRAPA, 2019a). O país possui cerca de 30.000 ha de palmito plantado e estima-se que dois terços desta área sejam cultivadas com *Bactris gasipaes* (pupunha) (EMBRAPA, 2019b), a qual é uma cultura que vem sendo cultivada comercialmente no país qual desde a década de 90 (FRANCHETTI; ROZANE, 2017).

A preferência por esta espécie, que a torna uma alternativa viável dentre as demais palmeiras, é por apresentar características desejáveis para a produção, como precocidade, perfilhamento, rusticidade, rendimento, qualidade do palmito e aceitação do produto no mercado nacional e internacional (RAMALHO et al., 2005a).

No entanto, um dos entraves da expansão da cultura da pupunha é o alto investimento inicial para implantação da lavoura, devido à dificuldade de aquisição e ao custo elevado de sementes de qualidade para a produção de mudas (CORSO, 2003). As mudas chegam a custar cerca de 60% do investimento inicial para a implantação da lavoura (PENTEADO-JUNIOR; SANTOS; NEVES, 2014), reflexo de diversos fatores, tais como: concentração da produção das sementes na Amazônia brasileira e peruana (AMENDOLA, 2015); dificuldade para encontrar sementes selecionadas que gerem plantas sem espinhos (FERREIRA, 2005); desuniformidade

na emergência em função da dormência encontrada nas sementes (LEDO et al., 2002); germinação lenta e comportamento fisiológico recalcitrante.

Para a determinação da qualidade fisiológica de sementes de pupunha é recomendado o teste de germinação com duração de 120 dias (BRASIL, 2013a). Esse longo período de espera para determinação da viabilidade das sementes gera resultados pouco consistentes, uma vez que em função da recalcitrância, durante o período do teste a qualidade da semente já decaiu, prejudicando a comercialização (SILVA; VIEIRA; PANOBIANCO, 2014).

Diante dessa dificuldade, o uso do teste de tetrazólio torna-se uma alternativa viável para a análise das sementes, por ser um método rápido e eficiente, características essenciais para sementes com germinação lenta e com recalcitrância (OLIVEIRA et al., 2014b). Assim, a adoção deste teste promove ganho de tempo, redução de custos e confiabilidade da qualidade do lote na entrega das sementes comercializadas (GREEN, 2012).

Outro fator que interfere na qualidade das sementes é a condição de armazenamento, em função da característica altamente recalcitrante da espécie, sendo intolerantes a perda de água (FERREIRA; SANTOS, 1993). Encontram-se indicações do uso de embalagem de polietileno para o seu armazenamento (HERRERA, 1999; FERREIRA, 2005); porém, há carência de estudos visando especificar a espessura de embalagem desta natureza para sementes de pupunha.

Adicionalmente, inovações recentes na pesquisa em tecnologia de sementes florestais têm demonstrado o uso de biofilmes para recobrimento de sementes sensíveis a perda de água no armazenamento, como jenipapo (ARRUDA et al., 2018), frutas nativas do cerrado (PIROLA et al., 2017), cerejeira-do-mato (ALEGRETI et al., 2015) e jabuticaba (HÖSSEL et al., 2013), o que poderia, ser uma forma promissora para o armazenamento de sementes de pupunha.

Baseado no exposto, o presente trabalho teve por objetivos: estabelecer um protocolo para a condução do teste de tetrazólio visando determinar rapidamente a viabilidade de sementes de pupunha; estudar a melhor espessura de embalagem de polietileno para o armazenamento e avaliar a potencialidade de materiais para o revestimento de sementes de pupunha.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

## 2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE

*Bactris gasipaes* Kunth, conhecida no Brasil como pupunha, pertencente a família Arecaceae; nativa da região amazônica é considerada a única palmeira domesticada dos neotrópicos (SILVA; CLEMENT, 2005). Trata-se de planta monóica, com flores masculinas e femininas na mesma inflorescência e de reprodução alógama (KALIL-FILHO et al., 2010). Apresenta polinização cruzada, o que implica em alta segregação, e posterior desuniformidade no palmital (MORSBACH et al., 1998). Embora seja predominantemente alógama, eventualmente ocorre a autofecundação, na qual, por incompatibilidade dos gametas, pode gerar frutos partenocárpicos (BORGES, 2016).

A espécie ocorre naturalmente desde Honduras, na América Central, até a Venezuela, Colômbia, Guianas, Peru, Equador, Bolívia e região Norte do Brasil (MORA-URPI; WEBER; CLEMENT, 1997), sendo este último país, o maior produtor e maior consumidor mundial de palmito, com destaque para os principais estados produtores: São Paulo, Bahia, Santa Catarina e Paraná (PENTEADO-JUNIOR; SANTOS; NEVES, 2014). Já os estados da região norte do Brasil destacam-se pela produção do fruto da pupunha, consumidos cozidos (FARIAS-NETO; CLEMENT; RESENDE, 2013) ou comercializados na forma de farinha (BRASIL, 2015b).

Além desses principais produtos explorados economicamente, a pupunha ainda pode ser considerada uma planta subutilizada, pois apresenta diversos usos potenciais como o fruto seco para a fabricação de ração animal em substituição ao milho (CLEMENT; MORA-URPI, 1987); frutos com mesocarpo oleoso para produção de óleo vegetal rico em ácidos graxos insaturados e vitamina A (CLEMENT; YUYAMA; CHAVES-FLORES, 2001); resíduos da estipe para produção de madeira (JESUS; ABREU, 2002); flores para consumo como condimento, após o cozimento (AGUIAR; CLEMENT, 1984); raízes e caule com ação vermífida, folhas como matéria-prima para confecção de cestos e telhados (YANAI, 2012) silagem de caules e folhas como fonte para nutrição animal de ruminantes (FREITAS, 2011; SANTOS CABRAL et al. 2015); e a planta em si, como componente arbóreo em sistemas agroflorestais (LEDO et al., 2002).

Todo esse potencial vegetal é propagado predominantemente via sexuada, por meio do diásporo (unidade de dispersão da espécie), obtido após o beneficiamento do fruto, onde ainda permanecem o mesocarpo fibroso e endocarpo

lenhoso, que recobre a semente efetivamente (RAMALHO et al., 2005b). A semente é conhecida botanicamente como pirênio (BRASIL, 2013a), o qual apresenta grande variabilidade fenotípica em relação ao formato, peso e tamanho (RAMALHO et al., 2005b).

A produção de sementes de pupunha no Brasil está concentrada na região norte do país, em função da maior produtividade da planta comparada às principais regiões produtoras de palmito (sul e sudeste). Apresenta produção precoce de sementes a partir de quatro anos após o plantio, maior quantidade de cachos e maior número de sementes por cacho, além da menor taxa de partenocarpia (FRANCHETTI; ROZANE, 2017).

A concentração de sementes de pupunha também é temporal, uma vez que na região norte do país, a produção comercialmente viável, ocorre em uma única safra entre os meses de fevereiro a abril (FRANCHETTI; ROZANE, 2017).

#### 2.1.1 Presença de dormência

Sementes dormentes são aquelas que não germinam em determinado período, mesmo sob condições ambientais teoricamente favoráveis (NAZÁRIO, 2011). Esse mecanismo é uma estratégia evolutiva de sobrevivência das plantas no ambiente por meio da distribuição da germinação ao longo do tempo, ou do estímulo a germinação somente em condições favoráveis à sobrevivência das plântulas (OLIVEIRA et al., 2012).

A sistematização internacional quanto aos tipos de dormência iniciou-se com Nikolaeva (1999) e foi adaptada por Baskin e Baskin (2004), os quais estabeleceram cinco classes de dormência: fisiológica, morfológica, morfofisiológica, física e física+fisiológica.

A dormência ocorre com frequência na produção de mudas de palmáceas (BASKIN; BASKIN, 2014), e se estende às sementes de *Bactris gasipaes*, que ainda não possuem conhecidos todos os mecanismos que influenciam o processo de dormência (NAZÁRIO et al., 2013).

Ao longo do tempo, tem sido levantados vários fatores que podem estar relacionados com a dormência das sementes de pupunha, como: a intensidade do fenômeno que pode variar em função da planta matriz, e influenciada pelo estágio de maturação dos frutos na colheita, relacionados ao teor de compostos fenólicos na semente (NAZÁRIO, 2011). Além disso, sabe-se que parte da dormência é

embrionária, provavelmente, fisiológica do tipo profunda (NAZÁRIO et al., 2017), descartando a possibilidade de dormência morfológica em função da diferenciação do eixo embrionário, em plúmula com três primórdios foliares e radícula, no momento da dispersão (NAZÁRIO et al., 2013).

## 2.2 TESTES PARA AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE SEMENTES DE PUPUNHA

### 2.2.1 Teste de germinação

A determinação da viabilidade do lote é obrigatória por lei para a comercialização de sementes que possuem metodologia e procedimentos de análise oficiais estabelecidos pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 2017).

O teste padronizado internacionalmente para esta determinação é o teste de germinação (MARCOS-FILHO, 2015), conduzido sob condições altamente favoráveis para a espécie em análise e fornecendo a germinação máxima do lote avaliado (BRASIL, 2009).

Visando proporcionar ambiente ideal à germinação, são padronizados os fatores externos que influenciam no resultado do teste, como as recomendações de quantidade de água, necessidade de algum fotoperíodo, temperatura e tipo de substrato (MORAES, 2007).

Embora haja um controle rigoroso dos fatores externos que podem afetar a germinação, fatores internos como a presença de sementes dormentes podem subestimar os resultados da viabilidade ou alongar muito o período para a determinação do resultado final. Para superar esse mecanismo, sugere-se a utilização de tratamentos ou de um conjunto de procedimentos para a quebra de dormência da espécie em análise, como tratamentos térmicos, físicos, fito-hormonais, químicos e alterações no ambiente como fotoperíodo, umidade relativa do ar, dentre outros (OLIVEIRA, 2012).

O resultado da viabilidade obtido pelo teste deve ser registrado no Boletim de Análise de Sementes, emitido por um laboratório de análise de sementes credenciado junto ao MAPA ou laboratório oficial (BRASIL, 2017).

A importância da determinação da viabilidade do lote vai além das questões legais, sendo fundamental para auxiliar o produtor de sementes na tomada de

decisão quanto ao controle de qualidade do que será comercializado; já para o comprador, a informação auxilia no planejamento do plantio, em função do cálculo de semeadura mais preciso (MARCOS-FILHO, 2015).

Para sementes de pupunha, as Instruções para Análise de Sementes Florestais (BRASIL, 2013a) recomendam a condução do teste em substrato entre areia ou entre vermiculita, temperatura de 25°C e última contagem aos 120 dias após a semeadura, sendo sugeridas contagens intermediárias.

### 2.2.2 Teste de tetrazólio

Em função do longo período do teste de germinação para a determinação da viabilidade da semente de algumas espécies, o teste de tetrazólio torna-se uma alternativa interessante para auxiliar a tomada rápida de decisão para a comercialização dos lotes, proporcionando uma estimativa da qualidade, em menos de 20 horas para a maioria das espécies (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI, 2019). Além disso, pode ser capaz de identificar prováveis motivos que afetam a viabilidade da semente (CARVALHO et al., 2012), mesmo para aquelas que apresentam dormência (FERREIRA et al., 2007). Outra vantagem é a sua utilização ao final dos testes de germinação, quando há dúvida da viabilidade das sementes que não germinaram em função da dormência, complementando o resultado do teste de germinação (BRASIL, 2009).

A rapidez na avaliação decorre do mecanismo de funcionamento do teste bioquímico, que utiliza o sal antioxidante-redutor cloreto de 2,3,5 – trifenil tetrazólio, o qual reage com as enzimas desidrogenases do ácido málico, que catalisam as atividades respiratórias na mitocôndria nos tecidos vivos da semente (DELOUCHE et al., 1976), determinando a viabilidade a nível celular (GREEN, 2012).

O teste parte do princípio de que ao longo do processo respiratório, os íons de hidrogênio liberados reduzem a solução de tetrazólio (incolor e difusível) a um composto, de coloração vermelha, estável, não difusível, chamado trifenilformazan (COSTA et al., 2007). Em decorrência, pode-se interpretar a coloração dos tecidos vegetais, sendo: coloração vermelho intenso, reflexo de um processo de respiração acelerado característico de tecido em deterioração ou danificado mecanicamente; coloração intensa variando entre vermelho e rosa, indica tecido vivo e vigoroso; e

não coloração dos tecidos, oriunda de ausência de atividade respiratória indicando tecido morto (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; COSTA, 1999).

Para cada espécie é necessário desenvolver uma metodologia específica do teste de tetrazólio, devendo-se determinar: forma de pré-condicionamento, visando adaptar a melhor maneira de hidratação das sementes (CARVALHO et al., 2012); concentração da solução de tetrazólio e período de exposição à solução, pois vão influenciar diretamente na intensidade da coloração e, conseqüentemente, na interpretação do teste (GREEN, 2012); temperatura de coloração, o que influencia a velocidade das reações metabólicas da semente (TAIZ; ZEIGER, 2017); conhecimento da anatomia do embrião, uma vez que o teste baseia-se na interpretação das condições em que estão as estruturas essenciais para a germinação (LAKON, 1949). Este último fator é bastante relevante para sementes de palmeiras, cujo desconhecimento anatômico causa inúmeros erros de interpretação do teste (IOSSI et al., 2016), muitas vezes em função da localização interna do eixo embrionário (RIBEIRO et al., 2010).

O teste de tetrazólio é utilizado para a comercialização de diferentes espécies, como sementes de braquiárias e seus híbridos interespecíficos; capim-mombaça (BRASIL, 2010); café (BRASIL, 2012); cacau (BRASIL, 2015a) e citros (BRASIL, 2013b), sendo o resultado informado no Boletim de Análise de Sementes.

A metodologia do teste de tetrazólio vem sendo estudada para diversas sementes de palmáceas, tais como: coqueiro-jerivá (IOSSI et al., 2016), juçara (OLIVEIRA et al., 2014a), dendê (GREEN, 2012), macaúba (RIBEIRO et al., 2010), buriti (SPERA et al., 2001) e butiá (FERNANDES et al., 2007). Para sementes de pupunha, há carência de informações, sendo encontrado na literatura um trabalho desenvolvido por Ferreira e Sader (1987), no qual os autores concluíram ser necessária a verificação da correlação entre os resultados do teste de tetrazólio e de germinação para sua aplicação e também não foram caracterizadas neste estudo as classes de viabilidade da semente, que facilitam a sua interpretação.

### 2.3 ARMAZENAMENTO DE SEMENTES RECALCITRANTES

As sementes são classificadas em ortodoxas, recalcitrantes e intermediárias em função do seu comportamento durante o armazenamento (MAYRINCK; VAZ; DAVIDE, 2016). As recalcitrantes são aquelas que não toleram a perda de água

após a maturação, em função da inexistência ou de ineficiência de mecanismos de proteção contra a dessecação (BERJAK; PAMMENTER, 2013), e dependendo do grau de tolerância a perda de água, podem ser classificadas em “minimamente”, “moderadamente” e “altamente”, sendo esta última com baixíssima tolerância à dessecação (FARRANT et al., 1988).

As sementes de pupunha são consideradas altamente recalcitrantes (BOVI; MARTINS; SPIERING, 2004), apresentando em torno de 45,0% de água quando recém-colhidas próximas ao ponto de maturidade fisiológica (FERREIRA, 2005), possuindo curta longevidade (RAMALHO et al., 2005b), sendo que este tempo varia em função das características edafoclimáticas de desenvolvimento da planta matriz e das condições de pós-maturação e colheita (MARCOS-FILHO, 2015).

Quando as sementes de pupunha atingem umidade em torno de 12,0%, perdem a capacidade de germinar (VILLACHIA, 1996; CARVALHO; MULLER, 1998; PARMEJANI, 2013). Porém, mesmo com teores de água mais elevados, em torno de 38,0% e 36,4%, já possuem alterações significativas no vigor e na viabilidade, respectivamente (FERREIRA; SANTOS, 1992; PARMEJANI, 2013), caracterizando-as como altamente recalcitrantes (FERREIRA; SANTOS, 1993).

Os diferentes graus de recalcitrância das sementes dentro de uma mesma espécie podem variar em função do estágio de desenvolvimento da semente no momento de dispersão da planta mãe (BARBEDO; CENTENO; FIGUEIRO-RIBEIRO, 2013), condições edafoclimáticas do local de cultivo durante a safra, e da metodologia adotada em cada estudo de comportamento fisiológico (BOVI et al., 2004; BARBEDO, 2018), influenciada pelos fatores temperatura, taxa de secagem e atividade metabólica das sementes quando desidratadas (MARCOS-FILHO, 2015).

De acordo com a classificação de Roberts (1973), são consideradas recalcitrantes as sementes que com redução de umidade, mesmo a níveis relativamente altos, entre 12,0 e 31,0%, podem ter sua viabilidade afetada.

Com relação à temperatura de armazenamento, sabe-se que muitas sementes de palmeiras tropicais perdem a viabilidade quando são armazenadas a temperaturas abaixo de 15°C (MEEROW, 1991). Já em estudo de armazenamento realizado com sementes de pupunha, Ferreira (1988) chegou a conclusão de que a temperatura de 20°C favoreceu a armazenagem e a de 10°C prejudicou, não sendo recomendado o armazenamento da espécie em refrigeração.

Outro fator que interfere na manutenção da qualidade fisiológica das



sementes, durante o período de armazenamento é o tipo de embalagem utilizada (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988; MARCOS-FILHO, 2015). Estas podem ser separadas em permeáveis, semi-permeáveis, e impermeáveis quanto a troca de vapor de água (OLIVEIRA, 2012).

As embalagens de polietileno, de espessura de 0,075-0,125 mm, podem ser classificadas como semi-permeáveis, as de espessura superior a 0,125 mm e bem vedadas, são consideradas impermeáveis, não havendo influência da umidade relativa do ar sobre a semente (POPINIGIS, 1985).

O armazenamento de sementes de *Bactris gasipaes* em embalagens permeáveis e sob condições ambientais não controladas de laboratório ( $25\pm 30$  °C e  $84\pm 3\%$  de umidade relativa do ar), após 30-45 dias, ocasionaram o ressecamento do embrião, reduzindo significativamente a germinação (RAMALHO et al., 2005a).

Sementes de pupunha armazenadas em embalagens plásticas impermeáveis, com tratamento prévio de fungicida e à temperatura de 20°C, mantiveram por apenas três meses a viabilidade de 60 a 80% (FERREIRA, 2005). Porém, no referido trabalho não foi especificado a espessura do plástico utilizado para o armazenamento.

### 2.3.1 Revestimento de sementes com biofilmes

O mercado global de revestimento de sementes é superior a 1 bilhão de dólares por ano e esta tecnologia é predominantemente dominada pelas indústrias da iniciativa privada (PEDRINI et al., 2017). A técnica de revestimento é empregada principalmente para sementes de grandes culturas com objetivo de: melhorar o manuseio; entrega de adjuvantes de solos, microorganismos simbióticos, reguladores de crescimento, promotores de germinação (PEDRINI et al., 2017), além da veiculação de micronutrientes (FAROOQ et al., 2012) e proteção fitossanitária (EHSANFAR; MODARRES-SANAVY, 2015).

A maioria dos polímeros utilizados pela indústria é de materiais termoplásticos ou a base de resinas vinílicas. Porém, existe uma tendência de substituição desses produtos de base petroquímica por matérias-primas renováveis mais sustentáveis, o que vem incentivando a pesquisa de biopolímeros para o uso no setor sementeiro (ASSIS; LEONI, 2009).

Dentre os biopolímeros, os polissacarídeos e polipeptídios apresentam alto potencial de uso em função da biodegradabilidade, sustentabilidade e alta disponibilidade destes materiais, além de suas diversas aplicações (MONDRAGON et al., 2014). Como exemplo, pode ser citada a utilização na fabricação de biofilmes (PATZER, 2013).

O conceito de biofilmes tem origem na conservação pós-colheita de frutos e pode ser potencialmente aplicado no recobrimento de sementes recalcitrantes, partindo-se do princípio de que essa fina camada de material agiria como uma barreira à umidade e a gases (PASCAL; LIN, 2013), reduzindo a atividade metabólica pela limitação das trocas gasosas com o meio externo, impossibilitando a germinação e ao mesmo tempo mantendo-as conservadas (ALEGRETTI et al., 2015).

Diante disto, diversos materiais a base de polímeros naturais vêm sendo testados no revestimento de sementes, tais como: Carboximetilcelulose (CMC) e alginato de sódio (AS) em sementes de feijão (OLIVEIRA; SOLDI, 2009); zeína de milho em sementes de beterraba, brócolis (ASSIS; LEONI, 2009) e feijão (OLIVEIRA; SOLDI, 2009); fécula de mandioca em sementes de jenipapo (ARRUDA et al., 2018) e de frutas nativas do cerrado - guabijú, pitanga, jabuticaba de cabinho e cereja-do-mato (PIROLA et al., 2017), cerejeira-do-mato (ALEGRETTI et al., 2015), jabuticaba (HÖSSEL et al., 2013) e araçá amarelo 'Ya-Cy' (ZANELA et al., 2012); cera de carnaúba em sementes de feijão (ARAÚJO et al., 2011); amido de mandioca e alginato de sódio em sementes de soja (SCARSI, 2015).

Outro polímero natural com um número crescente de pesquisas, bem como o aumento de registro de patentes é a nanocelulose (CHARREAU et al., 2013). Conhecida internacionalmente como um "*Green nanomaterial*", demonstra versatilidade nas aplicações, nas mais diversas áreas como revestimentos, construção civil, agricultura, cosmetologia, medicina, adesivos (EXILVA, 2019), embalagens (HUBBE et al., 2017) e remediação ambiental (MAHFOUDHI; BOUFI, 2017).

A nanocelulose pode ser obtida a partir de fontes ricas em celulose, ou seja, a partir do polissacarídeo mais abundante da Terra (URRUZOLA et al., 2014). As fontes de matéria-prima celulósica para este material nanométrico podem ser classificadas em função da origem: bacteriana, animal (ex. tunicados (VAN DEN BERG et al., 2007)) ou vegetal (GARCÍA et al., 2016). As de base vegetal são

oriundas de diversas partes da planta, como: folhas, haste, sementes, raízes e tecidos lignificados (FARUK et al., 2012).

Como o Brasil é o maior exportador mundial de celulose florestal (IBÁ, 2019), a madeira passa a ser a principal fonte de extração de celulose, na forma de polpa de celulose (Kraft ou branqueada), comercializada internacionalmente como uma *commodity*. Porém, para a obtenção deste produto, é necessário separar quimicamente a celulose dos demais componentes da parede celular vegetal, como a lignina, hemicelulose, pectina e impurezas (OKE, 2010).

A palavra nanocelulose pode ser utilizada para designar os dois tipos, nanocristais (CNC) ou nanofibras (CNF) de celulose (EXILVA, 2018b). Para a obtenção desta última forma, é necessária a redução das dimensões da fibra de celulose à tamanhos nanométricos, podendo ser por meio de três processos: hidrólise ácida controlada, eletrofiação ou desfibrilação mecânica considerada a mais promissora industrialmente (MAGALHÃES, 2018).

A nano estruturação, que equivale a partículas com dimensões na ordem de  $1,0 \times 10^{-9} \text{m}$  (bilionésimo do metro), altera as propriedades do material, promovendo melhoras na qualidade de barreira a oxigênio, outros gases e compostos voláteis e maior resistência mecânica (HUBBE et al., 2017). Além disso, junto com formulações podem tornar o material mais resistente a água; comestível; biodegradável; usado com produtos químicos para formação de embalagens antimicrobianas e com liberação lenta de produtos fito-químicos (HUBBE et al., 2017).

Em função deste potencial de barreira, a nanocelulose vem sendo aplicada na conservação de pós-colheita de alimentos, como frutos de goiaba minimamente processados revestidos com filmes de amido de milho, reforçados com nanofibras de celulose (BALDEZ, 2016); tomates revestidos com filmes nanoestruturados de cera de carnaúba (MIRANDA, 2016); morango revestido com nanocompósitos de pectina e nanocelulose (SILVA, 2015).

A aplicação de materiais de base celulósica em sementes está restrita, até o momento, ao uso da microcelulose (celulose microcristalina) aplicada como enchimento (agente cimentante) na peletização de sementes de: alface (BOSCO et al., 2002), pimentão (PEREIRA et al., 2005), cenoura (NASCIMENTO et al., 2009), milho (PESKE, 2011) e braquiária (PEREIRA et al., 2011).

Embora a microcelulose também seja composta de celulose, não apresenta dimensões (comprimento e diâmetro) nanométricas das partículas, e sua

composição não é puramente celulose, há também lignina, hemicelulose, pectina e outros (SANTOS, 2016), além da forma de obtenção ser diferente da nanocelulose, variando o processo em função do uso pretendido (KOPESKY; TSAI; RUSZKAY, 2005).

Vale ressaltar que o uso da nanocelulose em sementes na literatura, só foi relatado como uso potencial para reduzir o *dust off* (poeira tóxica) de sementes tratadas com produtos fitossanitários (EXILVA, 2018a).

## REFERÊNCIAS GERAIS

- AGUIAR, J. P. L.; CLEMENT, C. R. Composição de flores masculinas de pupunha (*Bactris gasipaes* K. B. K., Palmae). **Acta Amazônica**, Manaus, v.14, n.1/2, p.322-323, 1984.
- ALEGRETTI, A. L.; WAGNER JÚNIOR, A.; BORTOLINI, A.; HOSSEL, C.; ZANELA, J.; CITADIN, I. Armazenamento de sementes de cerejas-do-mato (*Eugenia involuocrata*) DC. submetidas ao recobrimento com biofilmes e embalagem a vácuo. **Revista Ceres**, v.62, p.124-127, 2015.
- ALMEIDA, N. O. **Implantação de matas ciliares por plantio direto utilizando-se sementes peletizadas**. Tese (doutorado) Universidade Federal de Lavras, Pós-graduação em Engenharia Florestal, 269p.2004.
- AMENDOLA, E. C. **Relações entre os produtores de pupunha (*Bactris gasipaes* kunth.) e a agroindústria, no município de Juquiá-SP**. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal – Economia e política florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
- ANEFALOS, L.C.; TUCCI, M. L. S.; MODOLO, V. A.; OLIVEIRA, A. F.; SPIERING, S. H. Análise dos impactos econômicos dos investimentos nas pesquisas tecnológicas relativas ao cultivo da pupunheira para palmito no estado de São Paulo, 1995 a 2012. **Informações Econômicas**, v. 47, n. 4, 2017.
- ARAUJO, R. F.; DONZELLES, S. M. L.; ZONTA, J. B.; ARAUJO, E. F. Conservação de sementes de feijão tratadas com cera de carnaúba. Resumo, Embrapa Cocais, 2011.
- ARRUDA, S. A.; VASQUEZ, G.H.; SÁ JÚNIOR, A. de; VANZELA, L.S. Potencial fisiológico de sementes de jenipapo armazenadas em diferentes embalagens. **Bioscience Journal**, v.34, n.2, p.287-295, 2018.
- ASSIS, O. B. G.; LEONI, A. M. Protein hydrophobic dressing on seeds aiming at the delay of undesirable germination. **Scientia Agricola**, v. 66, n. 1, p. 123-126, 2009.
- BANCO DO BRASIL – Fundação Transforma: Palmito para pupunha na agricultura familiar, 2015. Disponível em: <https://bit.ly/38KvVfu>. Acesso em 15 nov. 2019.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**, v.14, p.1-16, 2004.
- BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. What kind of seed dormancy might palms have? **Seed Science Research**, v.24, n.1, p.17-22, 2014.
- BARBEDO, C. J.; CENTENO, D. C.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. C. L. Do recalcitrant seeds really exist? **Hoehnea**, v.40, p.583-593, 2013.

BARBEDO, C. J. A new approach towards so-called recalcitrant seeds. **Journal of Seed Science**, v.40, n.3, p.221-223, 2018.

BALDEZ, R. A. **Revestimentos de amido, nanofibras de celulose e metabissulfito de sódio em goiabas (*Psidium Guajava* L.) minimamente processadas**. 2016. 79p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Biomateriais, área de concentração em Produtos e Nanoprodutos Alimentícios) – Universidade Federal de Lavras, 2016. Disponível em: <https://bit.ly/2NUHyc0>. Acesso em: 03 out. 2019

BERJAK, P.; PAMMENTER, N. W. Implications of the lack of desiccation tolerance in recalcitrant seeds. **Frontiers in plant science**, v.22, p.1-9, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Secretária de Defesa Agropecuária. Brasília, DF, Brasil. 2009. 399p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 30, de 26 de outubro de 2010. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 27 out. 2010. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa Nº 35, de 29 de novembro de 2012. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 03 dez. 2012. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília, 2013a. 98 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa Nº 48, de 24 de setembro de 2013. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 25 set. 2013b. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Superintendência Federal no Estado do Espírito Santo. Portaria Nº 37, de 12 de fevereiro de 2015. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 13 fev. 2015a. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Alimentos regionais brasileiros** / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – 2. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2015b. 484 p.

BRASIL, 2017. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa MAPA Nº 17, de 26 de abril de 2017. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 de abr. 2017.

BOVI, M. L. A.; MARTINS, C. C.; SPIERING, S. H. Desidratação de sementes de quatro lotes de pupunheira: efeitos sobre a germinação e o vigor. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p.109–112, 2004.

- BORGES, C. V. **Avaliações biométricas de caracteres agrônômico em progênies de pupunha (*Bactris gasipaes*)**. 2016, 91fls. Doutorado em Agronomia Tropical. Universidade Federal do Amazonas, 2016.
- CHARREAU, H., FORESTI, M. L., VAZQUEZ, A. Nanocellulose patents trends: a comprehensive review on patents on cellulose nanocrystals, microfibrillated and bacterial cellulose. **Recent Pat. Nanotechnol.** 7, 56–80, 2013.
- CLEMENT, C. R.; YUYAMA, K.; CHÁVEZ FLORES, W. B. **Recursos genéticos de pupunha**. In: SOUSA, N.R.; SOUZA, A.G.C. (Eds.). Recursos fitogenéticos na Amazônia Ocidental: conservação, pesquisa e utilização. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. p.143-187, 2016, 91 fls.
- CLEMENT, C. R.; MORA URPI, J. The pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K., Arecaceae): multi-use potential for the lowland humid tropics. **Journal of Economic Botany**, v.41, n.2, p.302-311, 1987.
- CARVALHO, J. E. U.; MULLER, C. H. Níveis de tolerância e letal de umidade em sementes de pupunheira, *Bactris gasipaes*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.20, n.3, p.283-389, 1998.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.
- CARVALHO, T. C.; KRZYZANOWSKI, F. C.; OHLSON, O. C.; PANOBIANCO, M. Improved assessment of wheat seeds vigor. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 36, p. 608-614, 2012.
- CORSO, N. M. **O agronegócio do palmito no Paraná – situação atual e perspectivas**. 140f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais – Economia e Política Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.
- COSTA, N. P.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. Metodologia alternativa para o teste de tetrazólio em semente de soja - Série Sementes. **Circular técnica 39**, Londrina: EMBRAPA CNPSo, 2007. 8p.
- DELOUCHE, J. C.; STILL, T. W.; RASPET, M.; LIENHARO, M. **O teste de tetrazólio para a viabilidade da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1976. 103p.
- EHSANFAR, E; MODARRES-SANAVY, S. A. Crop protection by seed coating. **Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences**, v.70, n.3, p.225-229, 2015.
- EMBRAPA, Transferência de Tecnologia Florestal sobre a pupunha, 2019a – Disponível em: <<https://www.embrapa.br/florestas/transferencia-de-tecnologia/pupunha/tema>> Acessado 03 jan. 2020.
- EMBRAPA - Palmeira pupunha se destaca como matéria-prima do palmito e na preservação de árvores nativas. 2019b. Disponível em:

<http://www.agricultura.gov.br/noticias/palmeira-pupunha-se-destaca-como-materia-prima-do-palmito-e-na-preservacao-de-arvores-nativas>. Acessado 05 de jun. 2019.

EXILVA, **Better dust control of coated seeds with Exilva cellulose fibrils**. Disponível em: <https://blog.exilva.com/dust-control-with-cellulose-fibrils>, 2018a. Acesso 08 out. 2019.

EXILVA. **Microfibrillated cellulose, cellulose fibrils or nanocellulose?** 2018b. Disponível em: <https://www.exilva.com/blog/microfibrillated-cellulose-or-nanocellulose>. Acesso 10 out. 2019.

EXILVA. Microfibrillated cellulose at a glance: characteristics and potential applications. **Borregard**, 32p. 2019.

FARIAS-NETO, J. T.; CLEMENT, C. R.; RESENDE, M. D. V. Estimativas de parâmetros genéticos e ganhos de seleção para a produção de frutos em progênies de polinização aberta de pupunheira no estado do Pará, Brasil. **Bragantia**, v. 72, n. 2, p.122-126, 2013.

FARUK, O., BLEDZKI, A.K., FINK, H. P., SAIN, M. Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000–2010. progress in polymer science. **Topical Issue Polym Biomater**, v.37, p.1552–1596, 2012.

FAROOQ, M; WAHID, A; SIDDIQUE, KADAMBOT H. M. Micronutrient application through seed treatments: a review. **Journal of soil science and plant nutrition**, v. 12, n. 1, p. 125-142, 2012.

FERREIRA, A. S. N; SADER, R. Avaliação da viabilidade de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, n.2, p.109-114, 1987.

FERREIRA, S. A. N. **Armazenamento e desenvolvimento do teste de tetrazólio em sementes de pupunha** (*Bactris gasipaes* Kunth). 64f. Dissertação (Mestrado) UNESP, Jaboticabal, 1988.

FERREIRA, S. A. N.; SANTOS, L. A. Viabilidade de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Acta Amazonica**, v.22, n.3, p.303-307, 1992.

FERREIRA, S. A. N.; SANTOS, L. A. dos. Efeito da velocidade de secagem sobre a emergência e vigor de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Acta Amazônica**, v. 23, n.1, p. 3-8, 1993.

FERREIRA, S. A. N. Pupunha, *Bactris gasipaes* Kunth, Arecaceae. In: Ferraz, I.D.K. **Manual de Sementes da Amazônia**. Fascículo n.5, Manaus-AM: Inpa, 2005, 12p.

FERREIRA, R.A.; OLIVEIRA, L. M.; TONETTI, O. A. O.; DAVIDE, A. C. Comparação da viabilidade de sementes de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake – Leguminosae caesalpinioideae, pelos testes de germinação e tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p.83-89, 2007.



FERNANDES, R. C.; MAGALHÃES, H. M.; LOPES, P. S. N.; BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; GOMES, J. A. O.; PAULINO, M. A. O.; CARNEIRO, P. A. P. Elaboração de metodologia de aplicação do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade das sementes de coquinho azedo *Butia capitata* (Mart) Becc. Resumos do V Congresso Brasileiro de Agroecologia. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2. p.1004–1007, 2007.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p.8.5.1–8.5.28.

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

FRANCHETTI, M.; ROZANE, D. E. Produção de mudas de palmito de pupunha. In: ROZANE, D. E.; SILVA, C. A.; FRANCHETTI, M. **Palmito pupunha: do plantio a colheita**, 2017, 175p.

FREITAS, S. G. **Caracterização nutricional da silagem de coproduto da extração do palmito pupunha**. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

GARCÍA, A.; GANDINI, A.; LABIDI, J.; BELGACEM, N.; BRAS, J. Industrial and Crops Wastes: a new source for nanocelulose biorefiery. **Industrial Crops and Products**, v. 93, p.26-38, 2016.

GREEN, M. **Avaliação da qualidade de sementes de dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) produzidas pela Embrapa Amazônia Ocidental**. 79 f. Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2012.

HERRERA, J. **Germinación de la semilla de pejibaye**. In: Palmito de Pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth): su cultivo e industrialización. San José, CR: Editorial de la Universidad de Costa Rica, p. 53-57, 1999.

HÖSSEL, C.; OLIVEIRA, J. S. M. A. de.; FABIANE, K. C.; JÚNIOR, A. W.; CITADIN, I. Conservação e teste de tetrazólio em sementes de jabuticabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.1, p.255-261, 2013.

HUBBE, M. A.; FERRER, A.; TYAGI, A.; YIN, Y.; SALAS, C.; PAL, L.; ROJAS, .Nanocellulose in packaging, **BioResources**, v.12, p. 2143-, 2017.

IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. Relatório 2019. Disponível em: <https://bit.ly/2vxcatL>. Acessado 19 dez 2019.

IOSSI, E.; MORO, F. V.; VIEIRA, B. G. T. L.; BARBOSA, R. M.; VIEIRA, R. D. Chemical composition and tetrazolium test of *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) GLASSMAN seeds. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.38, n.4, e-550, 2016.

JESUS, M. A.; ABREU, R. L. S. Durabilidade natural da madeira de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) a fungos. **Acta Amazonica**, v.32, n.4, p.663-675, 2002.

KALIL-FILHO, A. N.; CLEMENT, C. R.; RESENDE, M. D. V.; FARIAS NETO, J. T.; BERGO, C. L.; YOKOMIZO, G. K. I.; KAMINSKI, P. E.; YUYAMA, K.; MODOOLO, V. A. Programa de melhoramento genético de pupunha na Embrapa, IAC e Inpa. **Dados eletrônicos** - Colombo: Embrapa Florestas, 2010.

KOPESKY, R.; TSAI, A. G.; RUSZKAY, T. A. **Produção de celulose microcristalina**. Número de depósito de patente P I 0312849-0 A2, Estados Unidos. Disponível em: <https://bit.ly/37Fw4Rp>.

LAKON, G. The topographical tetrazolium method for determining the germinating capacity of seeds. **Plant Physiology**, v.24, p.389- 394, jul. 1949.

LEDO, A. S.; FILHO, S. M.; LEDO, F. J. S.; ARAÚJO, E. C. Efeito do tamanho da semente, do substrato e pré-tratamento na germinação de sementes de pupunha. **Ciência Agrônômica**, v.33, n.1, p.29-32, 2002.

MAGALHÃES, W. L. E. Lignina e nanocelulose, **Revista Opiniões**, p.1-2, 2018. Disponível em: <https://florestal.revistaopinioes.com.br/revista/detalhes/3-lignina-e-nanocelulose/>. Acesso 07 out. 2019.

MAHFOUDHI, N.; BOUFI, S. Nanocellulose as a novel nanostructured adsorbent for environmental remediation: a review. **Cellulose**, v.24, n.3, p.1171–1197, 2017.

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

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed., Londrina: ABRATES, 2015, 659p.

MEEROW, A. W. **Palm seed germination**. University of Florida. Gainesville, Bulletin 274, 1991.

MIRANDA, M. **Revestimento nanoestruturado de cera de carnaúba na manutenção da qualidade pós-colheita de tomates**. 2016. 94p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/8588/DissMM.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em 27 set. 2019.

MONDRAGON, G.; PEÑA, C.; GONZÁLEZ, A.; ARBELAIZ, A. Bionanocomposites based on gelatin matrix and nanocellulose. **European Polymer Journal**, v. 62, p. 1–9, 2014.

MORA URPI, J.; WEBER, J. C.; CLEMENT, C. R. **Peach palm** (*Bactris gasipaes* Kunth). In: International Plant Genetic Resources Institute: Roma, 1997. 83p.

MORAES, J. V. **Morfologia e germinação de sementes de *Poecilanthe parviflora bentham* (fabaceae – faboideae)**. 78 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, São Paulo, Jaboticabal, 2007.

MORSBACH, N.; RODRIGUES, A. S.; CHAIMSON, F. P.; TREITNY, M. R. **Pupunha para palmito: cultivo no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1998. 56 p. (IAPAR. Circular, 103).

NASCIMENTO, W. M.; SILVA, J. B.; SANTOS, P. E. C.; CARMONA, R. Germinação de sementes de cenoura osmoticamente condicionadas e peletizadas com diversos ingredientes. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.12-16, 2009.

NAZÁRIO, P. **Dormência em sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth): uma abordagem anatômica, histoquímica e fisiológica**. 125 f. Tese (Doutorado em Ciências de Florestas Tropicais) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2011.

NAZÁRIO, P.; FERREIRA, S. A. N.; BORGES, E. E. L.; GENOVESE-MARCOMINI, P. R.; MENDONÇA, M. S. Anatomical and histochemical aspects of peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth). **Journal of Seed Science**, v.35, n.2, p.171-178, 2013.

NAZÁRIO, P.; FERREIRA, S. A. N.; BORGES, E. E. L. Embryonic dormancy in seeds of *Bactris gasipaes* Kunth (peach-palm). **Journal of Seed Science**, v.39, n.2, p.106-113, 2017.

NIKOLAEVA, M. G. Patterns of seed dormancy and germination as related to plant phylogeny and ecological and geographical conditions of their habitats. **Russian Journal of Plant Physiology**, v.46, p.369–373, 1999.

OLIVEIRA, A. F. de; SOLDI, V. Caracterização e propriedades de filmes poliméricos com potencial aplicação no recobrimento de sementes. **Química Nova**, v. 32, n. 7, p.1845-1849, 2009.

OLIVEIRA, O.S. **Tecnologia de sementes de florestais: espécies nativas**. Curitiba: Editora da UFPR, 2012.

OLIVEIRA, L. M.; GARCIA, C.; SOUZA, G. K.; STEFFENS, C. A.; PIKART, T. G.; RIBEIRO, M. S. Avaliação da viabilidade de sementes de *Euterpe edulis* pelo teste de tetrazólio. **Magistra**, v.26, n.3, p.403-411, 2014a.

OKE, I. Nanoscience in nature: cellulose nanocrystals. **Studies by Undergraduate Researchers at Guelph**, v. 3, p.77–80. 2010.

- PARMEJANI, R. S. **Avaliação da sensibilidade de pupunha à dessecação**. 2013. 48 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2013.
- PASCALL, M. A.; LIN, S. The Application of Edible Polymeric Films and Coatings in the Food Industry. **Journal of Food Processing e Technology**, v.4, n.2, 2013.
- PATZER, V. L. **Produção e caracterização de biofilmes de amido nativo e modificado**. 43fl. Trabalho de graduação (Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.
- PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J.A.; GUIMARÃES, R.M.; VIEIRA, A.R.; SILVA, J.B.C. Condicionamento fisiológico e revestimento de sementes de pimentão. **Revista Ciência Agrônômica**, v.36, n.1, p.74-81, 2005.
- PEDRINI, S.; MERRITT, D. J.; STEVENS, J.; DIXON, K. Seed Coating: Science or Marketing Spin? **Trends in Plant Science**, v.22, n.2, p.106-116, 2017.
- PENTEADO-JUNIOR, J. F.; SANTOS, A. F.; NEVES, E. J. M. Aspectos do agronegócio do palmito no Brasil. **Dados eletrônicos** - Colombo: Embrapa Florestas, 2014.
- PICHELI, K. FAO entrega certificado ao projeto “Pupunha para palmito na agricultura familiar. Agricultura familiar, florestas e silvicultura. Disponível: <https://bit.ly/37ce7mx>. Acesso em 20 nov. 2019.
- PIROLA, K.; DOTTO, M.; CASSOL, D. A.; JÚNIOR, A. W.; POSSENTI, J. C.; CITADIN, I. Conservation methods for native fruit seeds. **Brazilian Journal of Agriculture**, v.92, n.2, p. 161-175, 2017.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.
- RAMALHO, A. R.; VIEIRA, A. H.; LOCATELLI, M.; SANTOS, V. F. S.; COSTA, F. N. **Metodização em produção, análise e conservação de sementes de pupunheira cultivada**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2005a. 6p. (Embrapa Rondônia. Comunicado Técnico).
- RARAMALHO, A. R.; ALENCAR, A. S.; SANTOS, V. F. S.; COSTA, F. N. **Caracteres quantitativos e condicionantes da germinação em sementes de pupunheira (raça Pampa Hermosa)**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2005b. 15p. (Embrapa Rondônia. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 24).
- RIBEIRO, L. M.; GARCIA, Q. S.; OLIVEIRA, D. M. T.; NEVES, S. C. Critérios para o teste de tetrazólio na estimativa do potencial germinativo em macaúba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.4, p.361-368, 2010.
- ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seeds Science & Technology**, v.1, p.499-514, 1973.

SANTOS, F. C. dos. **Nanocompósito de acetato de celulose com nanocelulose obtida a partir do bagaço de cana-de-açúcar**. Dissertação (mestrado) em Programa de Pós- Engenharia e Ciência dos Materiais do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). 109p. 2016.

SANTOS CABRAL, Í.; AZEVÊDO, J. A. G.; DE ALMEIDA, F. M, et al. Silage or fresh by-product of peach palm as roughage in the feeding of lambs. **Tropical Animal Health Production**, v., n.47, p.525–531, 2015.

SCARCI, M. Desempenho de sementes de soja revestidas com biopolímeros. Universidade Tecnológica do Paraná, Dissertação apresentada para o Programa de pós-graduação em Agronomia, Pato Branco, 86fls. 2015.

SILVA, J. B. F; CLEMENT, C. R. Wild pejbaye (*Bactris gasipaes* Kunth var. *chichagui*) in Southeastern Amazonia. **Acta Botânica Brasileira**, v.19, n.2, p.281-284, 2005.

SILVA, R. C.; VIEIRA, E. S. N.; PANOBIANCO, M. Técnicas para a superação da dormência de sementes de guanandi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, n.9, p.719-727, 2014.

SILVA, C. de A. **A cultura do palmito pupunha e o mercado**. In: ROZANE, D. .; SILVA, C. de A. FRANCHETTI, M. Palmito pupunha: do plantio à colheita. Registro: UNESP/ Câmpus Experimental de Registro, 2017, 175 p.

SILVA, I. S. V. da. **Nanocompósitos de pectina reforçados com nanocristais de celulose para utilização como revestimentos para morango**. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Uberlândia, Programa de pós-graduação em química, 169 fls. 2015.

SPERA, M. R. N; CUNHA, R.; TEIXEIRA, J. B. Quebra de dormência, viabilidade e conservação de sementes de buriti (*Mauritia flexuosa*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p.1567-1572, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 719p.

URRUZOLA, I., ROBLES, E., SERRANO, L., LABIDI, J., Nanopaper from almond (*Prunus dulcis*) shell. **Cellulose**, v.21, p.1619–1629, 2014.

VAN DEN BERG, O., CAPADONA, J. R., WEDER, C. Preparation of Homogeneous Dispersions of Tunicate Cellulose Whiskers in Organic Solvents. **Biomacromolecules**, v.8, p.1353-1357, 2007.

VILLACHICA, H. **Frutales y hortalizas promisorios de la amazonia**. Lima: FAO, 1996. p.218-219.

ZANELA, J.; WAGNER JUNIOR, A.; CASSOL, D. A.; ALEGRETTI, A. L.; PIROLA, K.; MAZARO, S. M. Biofilmes e pré-embebição de sementes na germinação do

araçazeiro 'Ya-Cy'. **Revista Brasileira de Agrociências**, v. 18, n. 3, p. 229-232, 2012.

YANAI, A. E. **Patentes de produtos naturais amazônicos: análise do impacto da inovação tecnológica mundial**. 2012. 154p. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

### 3 CAPÍTULO I – TESTE DE TETRAZÓLIO PARA AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE SEMENTES DE PUPUNHA

#### RESUMO

Para comercialização das sementes de pupunha é necessária a realização do teste de germinação, cuja metodologia já se encontra estabelecida e tem duração de 120 dias. Em função do comportamento altamente recalcitrante, a semente possui curta longevidade no armazenamento, em geral 30 a 45 dias, o que dificulta a seleção de sementes viáveis para a comercialização. O trabalho teve por objetivo determinar um protocolo para condução do teste de tetrazólio para sementes de *Bactris gasipaes* Kunth, que possibilite obter resultados rápidos, relacionados com o teste de germinação e com metodologia prática e eficaz. Foram realizadas avaliações do teor de água, teste de germinação e estudado o teste de tetrazólio, testando-se formas de pré-condicionamento, preparo e coloração, determinando as áreas vitais da semente e estabelecendo as classes de viabilidade. O teste de tetrazólio fornece resultados relacionados ao teste de germinação mediante condução com pré-condicionamento por imersão em água (24h/20°C), corte longitudinal adjacente ao embrião e imersão da metade da semente (embrião + endosperma) em solução a 1,0%, por 4h, a 30°C, separando as sementes em duas classes de viabilidade.

Palavras-chave: Arecaceae. *Bactris gasipaes*. Germinação. Qualidade Fisiológica.

## TETRAZOLIUM TEST TO ASSESS THE VIABILITY OF PEACH PALM SEEDS

### ABSTRACT

For peach palm seeds marketing is necessary to perform the germination test, whose methodology has already been established with a duration of 120 days. Due to the highly recalcitrant behavior, the seed has a short storage longevity, usually 30 to 45 days, which makes it difficult to select viable seeds for commercialization. The work aimed to determine a protocol for conducting the tetrazolium test for seeds of *Bactris gasipaes* Kunth, allowing quick results related to the germination test, as well as a practical and effective methodology. Evaluations regarding water content and germination test were conducted and the tetrazolium test was studied by testing forms of preconditioning, preparation, and staining, determining the vital areas of the seed, and establishing viability classes. The tetrazolium test provides results related to the germination test with preconditioning by immersion in water (24 h/20 °C), longitudinal section adjacent to the embryo, and immersion of the half of the seed (embryo + endosperm) in 1% solution for 4 h at 30 °C, separating the seeds into two viability classes.

Keywords: Arecaceae. *Bactris gasipaes*. Germination. Physiological Quality.



### 3.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de palmito, e o maior exportador. Com a proibição do corte extrativista de palmito juçara (*Euterpe eudulis* Martius), nativo da Mata Atlântica, a pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) tornou-se uma alternativa sustentável para a produção. Dos 30 mil ha plantados de palmito no Brasil, estima-se que 20 mil sejam apenas de pupunha (EMBRAPA, 2019). O cultivo da espécie tem sido realizado em grande parte por pequenos agricultores, trazendo benefícios de geração de trabalho e renda, assim como contenção do êxodo rural.

A sustentabilidade da cultura se estende ao desenvolvimento de pesquisas para o reaproveitamento de resíduos da agroindustrialização do palmito, tais como: constituição de biocompósitos de madeira (HARO; SZPUNAR; ODESHI, 2018); fabricação de painéis de madeira (QUINAYA; SILVA; D'ALMEIDA, 2016) e de embalagens biodegradáveis (SILVA et al., 2017; MELO-NETO et al., 2018); nutrição animal (SCHMIDT et al., 2010) e condicionador de solo (BELLETTINI et al., 2017). Outros usos da planta estão relacionados ao fruto, como produção de farinha (MARTÍNEZ-GIRÓN; FIGUEROA-MOLANO; ORDÓÑEZ-SANTOS, 2017) e emprego do óleo para cosmetologia (MUJICA et al., 2017).

O potencial da espécie tem aumentado o interesse no seu cultivo, sendo a forma de multiplicação via semente (diásporo), uma vez que a propagação vegetativa ainda apresenta obstáculos, como a baixa taxa de enraizamento e sobrevivência à técnica de divisão de touceiras (TRACZ et al., 2009) e há necessidade de consolidação de protocolos de micropropagação (GRANER et al., 2015).

Para comercialização das sementes é necessária a realização do teste de germinação, cuja metodologia já se encontra estabelecida (BRASIL, 2013) e na qual é recomendado o seu encerramento 120 dias após a semeadura. Em função do comportamento altamente recalcitrante (BOVI; MARTINS; SPIERING, 2004), a semente possui curta longevidade no armazenamento, em geral 30 a 45 dias (RAMALHO et al., 2005), sendo que, conseqüentemente, a duração do teste de germinação seja superior à viabilidade da semente.

Assim, o teste de tetrazólio pode ser uma opção para auxiliar a determinação da viabilidade das sementes de pupunha, mas ainda não há metodologia recomendada para a espécie nas Instruções para Análise de Sementes

Florestais (BRASIL, 2013). Na literatura, encontra-se um estudo preliminar do teste de tetrazólio para pupunha, que foi conduzido com embriões excisados (FERREIRA; SADER, 1987). Este procedimento pode ser considerado difícil, pela falta de praticidade e morosidade para se extrair o embrião, demandando maior gasto de sementes e grande habilidade do analista, para evitar a perda do material por injúrias mecânicas.

Adicionalmente, não considerar a avaliação do endosperma da semente torna a interpretação do teste incompleta, pois o tecido de reserva na pupunha vai nutrir o embrião durante meses, até a completa formação da plântula, salientando assim a necessidade de mais detalhamento do teste para a espécie.

O presente trabalho teve por objetivo determinar um protocolo para condução do teste de tetrazólio em sementes de *Bactris gasipaes*, que possibilite obter resultados rápidos, relacionados com a germinação.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida nos Laboratórios de Análise de Sementes da Universidade Federal do Paraná e da Embrapa Florestas, utilizando sementes de pupunha colhidas em março de 2018, adquiridas do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado Adensado - RECA, em Nova Califórnia, Rondônia. As sementes foram tratadas com fungicida Carbendazim (benzimidazol) e enviadas em saco plástico dentro de uma caixa de papelão, via transporte aéreo para a Embrapa Florestas, Colombo/PR. Após o recebimento, a amostra foi homogeneizada manualmente e subdividida em quatro subamostras (repetições estatísticas) com massa semelhante.

Inicialmente, foi determinado o teor de água das sementes, utilizando-se duas repetições de cinco sementes inteiras cada, pelo método de estufa a  $105 \pm 3$  °C, durante 24 h (BRASIL, 2009).

O teste de germinação foi conduzido com oito repetições de 25 sementes cada, semeadas com o poro germinativo fértil (presença do tampão fibroso) em contato com o leito do substrato, de modo a deixar os outros dois poros germinativos estéreis voltados para cima, na profundidade equivalente ao seu diâmetro. Utilizou-se como substrato vermiculita esterilizada de granulometria fina, colocada no interior de caixas plásticas (17,5 x 13,2 x 11,5 cm) perfuradas na base, umedecida com

água na quantidade equivalente a capacidade de retenção do substrato. As caixas plásticas foram posteriormente colocadas em germinador do tipo Mangelsdorf, a 25°C (BRASIL, 2013), com fornecimento de luz.

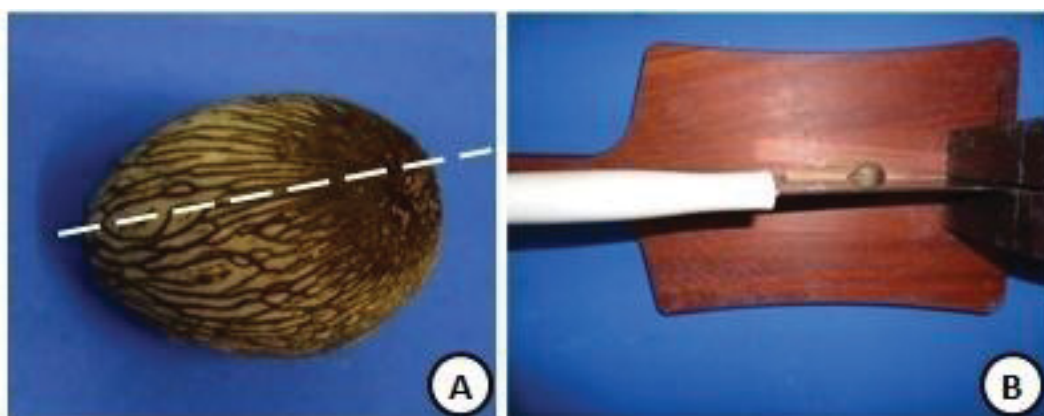
A avaliação do teste de germinação foi realizada 120 dias após a instalação (BRASIL, 2013), retirando-se as plântulas do substrato e verificando a presença de raízes primária e adventícias bem desenvolvidas, e parte aérea com bainha bem formada, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

Para o estudo do teste de tetrazólio foram adotados os seguintes tratamentos:

*Pré-condicionamento:* imersão direta das sementes em água, a 20°C por 24 horas, no interior de caixa plástica (17,5 x 13,2 x 11,5 cm).

*Preparo:* corte longitudinal adjacente ao embrião (FIGURA 1A), descartando a metade da semente que ficou sem o embrião, utilizando-se uma guilhotina de bancada (FIGURA 1B).

FIGURA 1 - PREPARO DA SEMENTE DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) PARA A EXPOSIÇÃO DO EMBRIÃO NO TESTE DE TETRAZÓLIO - (A) DETALHE DO PLANO DE CORTE ADOTADO, LONGITUDINAL ADJACENTE AO EMBRIÃO. (B) GUILHOTINA DE BANCADA UTILIZADA PARA O PREPARO DA SEMENTE.



FONTE: O autor (2018).

*Coloração:* para cada tratamento testado, foram colocadas para colorir quatro repetições de 25 metades da semente, que continham o embrião (eixo-embrionário + cotilédone) e o endosperma, sendo a imersão direta em 35 mL de solução de tetrazólio, em copos plásticos descartáveis (capacidade de 200 mL), no escuro, em câmara do tipo B.O.D., a 30 °C, em duas concentrações da solução de tetrazólio (0,5 e 1,0 %), por períodos de 2 e 4 horas. Após cada período de coloração, foi realizada dupla lavagem em recipiente com água, sobre uma peneira, visando evitar que ocorresse a remoção do embrião sob água corrente.

Após a coloração, com auxílio de microscópio estereoscópico acoplado a uma máquina fotográfica, foram estabelecidas as áreas vitais da semente e analisadas a intensidade de coloração, a integridade e a textura dos tecidos de cada tratamento estudado, buscando determinar as classes de viabilidade com base no resultado obtido no teste de germinação.

A análise estatística do trabalho baseou-se na utilização dos Modelos Lineares Generalizados (GLM) com distribuição normal, representada por:  $f(y; \mu, \sigma^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp \left[ -\frac{1}{2} \frac{(y - \mu)^2}{\sigma^2} \right]$ , em que, no contexto do presente estudo,  $y$ : número de sementes viáveis;  $\mu$ : média de sementes viáveis;  $\sigma^2$ : variância;  $\pi \approx 3,1416$  (OLSSON, 2002).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, os dados foram submetidos à análise de variância, com as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Dados do teor de água das sementes não foram analisados estatisticamente.

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água das sementes de pupunha, determinado antes da realização dos testes, foi de 44,9% indicando comportamento altamente recalcitrante da espécie (BOVI; MARTINS; SPIERING, 2004), acima do teor crítico de água, definido em 38,0% por Ferreira e Santos (1992), sendo assim viáveis para a condução do experimento.

Na Figura 2A foram caracterizadas as partes da semente de pupunha, onde se observam: endocarpo lignificado (SILVA et al., 2006) envolto em um tegumento delgado (NAZÁRIO et al., 2013) revestindo a semente; endosperma, tecido de reserva rico em lipídios (NAZÁRIO, 2011), o que confere menor potencial de armazenamento para a semente, em função da instabilidade do composto ao longo do tempo (MARCOS-FILHO, 2015) e embrião (de aproximadamente 3 mm).

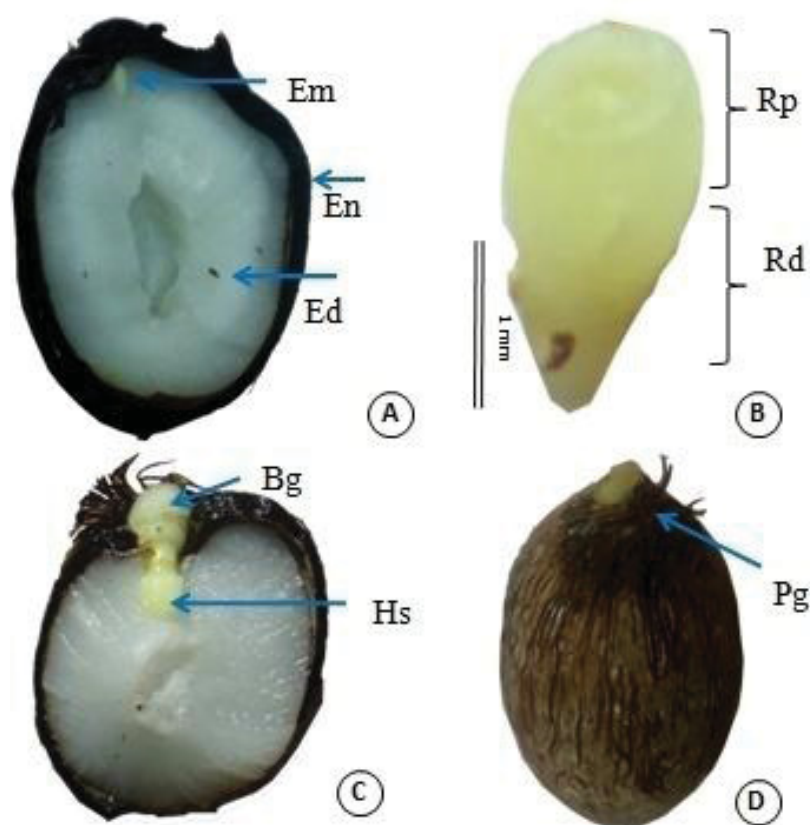
Este possui formato cônico, e de coloração uniforme, que pode ser dividido em duas regiões (Figura 2B): região proximal ao poro germinativo contendo o eixo embrionário (Rp) e região distal ao mesmo poro (Rd).

Na região proximal encontra-se o eixo embrionário interno, com a plúmula diferenciada em três primórdios foliares e um pólo radicular indiferenciado (Nazário et al., 2013), já a região distal onde encontra-se o cotilédone, região de intensa

vascularização, pois dará origem ao haustório (Dias et al., 2018), estrutura que realiza a digestão do endosperma para nutrir o desenvolvimento do embrião (Silva e Clement, 2005).

A identificação da função das duas regiões (proximal e distal) do embrião passa a ser mais clara com o início do processo germinativo (Figura 2C), quando a região proximal ao poro (que possui internamente o eixo embrionário) se desenvolve formando um botão germinativo saindo pelo poro germinativo (Figura 2D) (Ferreira, 2005).

FIGURA 2 - PARTES DAS SEMENTES DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) - (A) EM - EMBRIÃO, EN - ENDOCARPO, ED - ENDOSPERMA; (B) ESTRUTURA DO EMBRIÃO EXCISADO: RP - REGIÃO PROXIMAL AO PORO GERMINATIVO (EIXO-EMBRIONÁRIO) E RD - REGIÃO DISTAL AO PORO GERMINATIVO (COTILÉDONE); (C) EVOLUÇÃO DO EMBRIÃO NO INÍCIO DA GERMINAÇÃO APRESENTANDO (BG) BOTÃO GERMINATIVO E (HS) HAUSTÓRIO; (D) LOCALIZAÇÃO DO PORO GERMINATIVO (PG).



FONTE: O autor (2018).

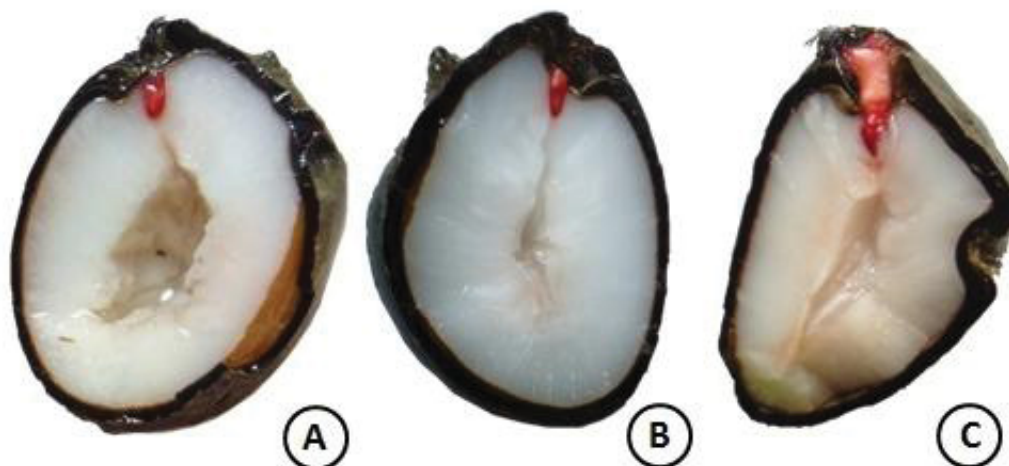
A etapa do pré-condicionamento das sementes mostrou-se necessária em função da dureza do endocarpo e da dificuldade para realização do corte, o qual foi facilitado por meio da imersão direta das sementes inteiras em água, razão que foi adotada no estudo.

A melhor forma de corte da semente, estabelecida para o preparo do teste de tetrazólio, foi o longitudinal adjacente ao embrião (FIGURA 1A), com guilhotina de bancada (cutelo) (Figura 1B), que possibilitou a avaliação de uma das metades da semente, isto é, aquela que continha o embrião inteiro e o endosperma. Os cortes foram conferidos individualmente no microscópio estereoscópico antes de serem colocados para colorir, visando evitar a liberação do embrião durante a lavagem e prejudicar a interpretação do teste. O excesso de endosperma, frequente em alguns cortes, pode ser retirado cuidadosamente durante a análise, com auxílio de um estilete de ponta fina, sem danificar o embrião.

A forma de corte determinada para a aplicação do teste de tetrazólio, avaliando o embrião e o endosperma, também foi aplicada em sementes de *Euterpe edulis* (OLIVEIRA et al., 2014) e *Euterpe oleracea* (LIMA et al., 2018). Além disso, a análise do endosperma é internacionalmente recomendada na interpretação do teste de tetrazólio para a maioria das sementes de árvores e arbustos (ISTA, 2015).

Foram estabelecidas como classe de sementes viáveis aquelas que apresentaram: endosperma intacto e embrião completamente vermelho carmim (FIGURA 3A); endosperma intacto, embrião com região proximal ao poro germinativo (contendo o eixo embrionário) vermelho com tonalidade menos intensa e região distal ao poro germinativo (cotilédone) vermelho carmim (FIGURA 3B); endosperma intacto com pequenas manchas centrais rosadas, presença de botão germinativo com coloração vermelho claro, e região distal ao poro germinativo (cotilédone) vermelho carmim (FIGURA 3C).

FIGURA 3 – CLASSE DE SEMENTES DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) VIÁVEIS NO TESTE DE TETRAZÓLIO.



FONTE: O autor (2018).

Na Figura 4 é possível observar a classe de sementes consideradas não viáveis: sementes que apresentaram endosperma intacto, embrião nitidamente bicolor com região proximal ao poro germinativo (eixo embrionário) sem colorir e região distal ao poro germinativo (cotilédone) vermelho carmim (FIGURA 4A); endosperma intacto, embrião com coloração vermelha somente em parte da região distal (cotilédone) (FIGURA 4B); endosperma intacto, embrião com coloração rosada somente em parte da região distal (FIGURA 4C); endosperma intacto, embrião completamente sem colorir (FIGURA 4D); endosperma intacto, embrião com coloração amarelada, em estágio de deterioração (FIGURA 4E); endosperma em estágio avançado de deterioração, embrião com coloração rosada (FIGURA 4F); ausência de mais de 50% do endosperma, embrião com coloração rosada (FIGURA 4G); endosperma com consistência amolecida em estágio de deterioração, embrião rosado com manchas esbranquiçadas (FIGURA 4H).

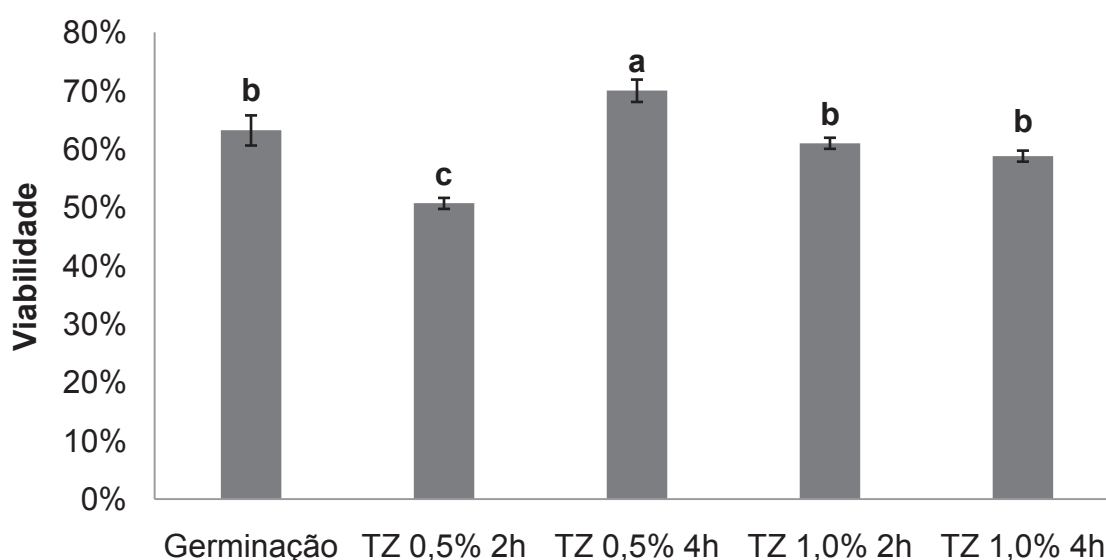
FIGURA 4 - CLASSE DE SEMENTES DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) NÃO VIÁVEIS NO TESTE DE TETRAZÓLIO.



FONTE: O autor (2018).

Quanto à concentração da solução de tetrazólio e ao período de coloração para a condução do teste, as combinações que possibilitaram a interpretação mais nítida da viabilidade das sementes de pupunha foram: 1,0% / 2 h e 1,0% / 4 horas, apresentando médias estatísticas semelhantes às do teste de germinação. A concentração de 1% também foi recomendada para sementes de palmeiras, por Merrow e Broschat (2004). Os resultados dos demais tratamentos, utilizando-se a concentração de 0,5%, não apresentaram relação com o teste de germinação (GRÁFICO 1).

GRÁFICO 1 - VIABILIDADE DE SEMENTES DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) PELOS TESTES DE GERMINAÇÃO E DE TETRAZÓLIO, UTILIZANDO-SE DIFERENTES COMBINAÇÕES DE CONCENTRAÇÃO (%) E PERÍODO DE COLORAÇÃO (h).



\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. \*Barra de erro = Desvio padrão. TZ = Tetrazólio.

FONTE: O autor (2018).

As classes de qualidade foram estabelecidas a partir da definição das áreas vitais da semente (FIGURA 2), e separadas em sementes viáveis (FIGURA 3) e não viáveis (FIGURA 4). Os exemplos de sementes não viáveis, mais encontrados no lote, foram aqueles com podridão ocasionada por patógenos (Figura 4F), sugerindo-se a identificação desses patógenos em trabalhos posteriores, e aqueles com embrião bicolor, região proximal (eixo embrionário) branca leitosa e região distal (cotilédone) vermelho carmim (FIGURA 4A).

Possivelmente, a morte do eixo embrionário pode estar relacionada a perda de água pelo poro germinativo, região sensível a desidratação. Problemas



relacionados à desidratação de sementes foram encontrados em embriões de outra palmeira, como em *Acrocomia aculeata* (RUBIO-NETO et al., 2012).

O período de 2 horas de coloração, a 0,5 %, subestimou a viabilidade do lote, em razão da tonalidade muito clara dos tecidos, enquanto o período de 4 horas, na mesma concentração, superestimou o potencial, pela dificuldade de visualização de manchas não coloridas durante a interpretação. No entanto, para outras espécies desta família, concentrações iguais ou menores, como 0,5% para *Acrocomia aculeata* (RIBEIRO et al., 2010) e 0,2% para *Euterpe edulis* (IOSSI et al., 2016) foram eficientes, por 2 e 4 horas respectivamente.

A concentração da solução de tetrazólio de 1%, determinada para a espécie, também já foi indicada para sementes de outra *Arecaceae*, como *Euterpe oleracea* Mart (açai) (LIMA et al., 2018). Embora não haja diferença estatística entre os períodos de coloração de 2 h e 4 h (Tabela 1), o período de 4 h permitiu resultados mais consistentes para interpretação das classes de viabilidade, percebendo maior facilidade do analista e clareza na interpretação, garantindo maior assertividade na tomada de decisão.

Dada a eficiência alcançada, a continuação do trabalho envolverá a realização de ensaio de validação do teste de tetrazólio, e a aplicação da metodologia estabelecida em lotes com qualidades fisiológicas distintas.

### 3.4 CONCLUSÃO

O teste de tetrazólio fornece resultados relacionados ao teste de germinação mediante sua condução com pré-condicionamento das sementes por imersão em água (24h/20°C), corte longitudinal adjacente ao embrião e imersão da metade da semente (embrião + endosperma) em solução a 1,0%, por 4h, a 30°C, separando as sementes em duas classes de viabilidade (viáveis e não viáveis).

### 3.5 AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida e à Cooperativa Agropecuária e Florestal do Projeto RECA (Reflorestamento Econômico Consorciado Adensado) pela doação de sementes para a pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- BELLETTINI, M. B.; BELLETTINI, S.; VÍTOLO, F. M. D.; FIORDA, F. A.; MACARI JUNIOR, A.; SOCCOL, C. R. Residual compost from the production of *Bactris gasipaes* Kunth and *Pleurotus ostreatus* as soil conditioners for *Lactuca sativa* 'Veronica'. **Semina: ciências agrárias**, v.38, n.2, p.581-594, 2017.
- BOSCO, S. J.; SANTOS PAULO, E. C.; NASCIMENTO, W. M. Desempenho de sementes peletizadas de alface em função do material cimentante e da temperatura de secagem dos péletes, **Horticultura Brasileira**, v.20, P.67-70, 2002.
- BOVI, M. L. A.; MARTINS, C. C.; SPIERING, S. H. Desidratação de sementes de quatro lotes de pupunheira: efeitos sobre a germinação e o vigor. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p.109–112, 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Secretária de Defesa Agropecuária. Mapa/ACS, Brasília, DF, Brasil. 2009. 399p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília, 2013. 98 p.
- DIAS, D. S.; RIBEIRO, L. M.; LOPES, P. S. N.; MELO, G. A.; MULLER, M.; MUNNÉ-BOSCH, S. Haustorium–endosperm relationships and the integration between developmental pathways during reserve mobilization in *Butia capitata* (Arecaceae) seeds. **Annals of Botany**, v.122, p.267–277, 2018.
- EMBRAPA - Palmeira pupunha se destaca como matéria-prima do palmito e na preservação de árvores nativas. 2019. Disponível em: <https://bit.ly/2RB6Fm9>. Acesso em 05 de jun. 2019.
- FARRANT, J. M.; PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. Recalcitrance: a current assessment. **Seed Science and Technology**, v.16, p.155-166, 1988.
- FERREIRA, S. A. N.; SANTOS, L. A. Viabilidade de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Acta Amazonica**, v.22, n.3, p.303-307, 1992.
- FERREIRA, A. S. N.; SADER, R. Avaliação da viabilidade de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, n.2, p.109-114, 1987.
- FERREIRA, S. A. N. 2005. Pupunha, *Bactris gasipaes* Kunth, Arecaceae. In: Ferraz, I.D.K. **Manual de Sementes da Amazônia**. Fascículo n.5, Manaus-AM: Inpa, 2005, 12p.
- GRANER, E. M.; BRONDANI, G. E.; DE ALMEIDA, C. V.; BATAGIN-PIOTTO, K. D.; DE ALMEIDA, M.; Study of senescence in old cultures of the *Bactris gasipaes* Kunth in vitro. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, v.120, p.1169-1189, 2015.

HARO, E. E.; SZPUNAR, J. A.; ODESHI, A. G. Dynamic and ballistic impact behavior of biocomposite armors made of HDPE reinforced with chonta palm wood (*Bactris gasipaes*). **Defence Technology**, v.14, p. 238-249, 2018.

ISTA - International Seed Testing Association. **International Rules for Seed Testing**, Zurich, Switzerland, 2015.

IOSSI, E.; MORO, F. V.; VIEIRA, B. G. T. L.; BARBOSA, R. M.; VIEIRA, R. D. Chemical composition and tetrazolium test of *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) GLASSMAN seeds. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.38, n.4, e-550, 2016.

LIMA, J. M. E.; OLIVEIRA, J. A.; SMIDERLE, O. J.; LOUSADO, A. V.; CARVALHO, M. L. M. de. Physiological performance of açai seeds (*Euterpe oleracea* Mart.) stored with different moisture contents and treated with fungicide. **Journal of Seed Science**, v.40, n.2, p.135-145, 2018.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed., Londrina: ABRATES, 2015, 659p.

MARTÍNEZ-GIRÓN, J.; FIGUEROA-MOLANO, A. M.; ORDÓÑEZ-SANTOS, L. E. Effect of the addition of peach palm (*Bactris gasipaes*) peel flour on the color and sensory properties of cakes. **Food Science and Technology**, v.37, n.3, p.418-424, 2017.

MELO-NETO, B. A.; FORNARI, C. C. M.; SILVA, E. G. P.; FRANCO, M.; REIS, N. D.; BONOMO, R. C. F.; ALMEIDA, P. F.; PONTES, K. V. Biodegradable thermoplastic starch of peach palm (*Bactris gasipaes* kunth) fruit: Production and characterization. **International Journal of Food Properties**, v.20 p.2429-2440

MERROW, A. W.; BORSCHAT, Palm seed germination. IFAS Cooperative Extension Bulletin, Florida, n. 274, p. 1-10, 2004.

MUJICA, V. C.; SAM, M. D. R.; LOPEZ, I.; MENDEZ, D. Evaluation of oil properties of fruit pulp pijiguao (*Bactris Gasipaes* H.B.K) for use in cosmetics industry. **Ingenieria UC**, v.24, p.314-326, 2017.

NAZÁRIO, P. **Dormência em sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth): uma abordagem anatômica, histoquímica e fisiológica**. 125 f. Tese (Doutorado em Ciências de Florestas Tropicais) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2011.

NAZÁRIO, P.; FERREIRA, S. A. N.; BORGES, E. E. L.; GENOVESE-MARCOMINI, P. R.; MENDONÇA, M. S. Anatomical and histochemical aspects of peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth). **Journal of Seed Science**, v.35, p.171-178, 2013.

OLIVEIRA, L.M.; GARCIA, C.; SOUZA, G. K.; STEFFENS, C. A.; PIKART, T. G.; RIBEIRO, M. S. Avaliação da viabilidade de sementes de *Euterpe edulis* pelo teste de tetrazólio. **Magistra**, v.26, p.403-411, 2014.

OLSSON, U. **Generalized Linear Models: An Applied Approach**. Student Litteratur Lund., Sweden, 1-232, 2002.

PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; ROSA, M. C. M.; KIKUTI, A. L. P. Armazenamento de sementes de braquiária peletizadas e tratadas com fungicida e inseticida. **Ciência Rural**, v.41, p. 2060-2065, 2011.

PESKE, F. B. Avaliação do condicionamento fisiológico e aplicação fósforo em sementes de milho. Tese (doutorado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 131p., 2011.

QUINAYA, D. C. P.; SILVA, E. S.; D'ALMEIDA, J. R. M. On the use of residues from the sustainable extraction of heart of palm in agglomerated pael, **Journal of natural fibres**, v.13, p.172-177, 2016.

RARAMALHO, A. R.; ALENCAR, A. S.; SANTOS, V. F. S.; COSTA, F. N. **Caracteres quantitativos e condicionantes da germinação em sementes de pupunheira (raça Pampa Hermosa)**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2005. 15p. (Embrapa Rondônia. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 24).

RIBEIRO, L. M.; GARCIA, Q. S.; OLIVEIRA, D. M. T.; NEVES, S. C. Critérios para o teste de tetrazólio na estimativa do potencial germinativo em macaúba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.361-368, 2010.

RÚBIO-NETO, A.; SILVA, F. G.; SALES, J. F.; REIS, E. F.; SILVA, M. V. V.; SOUZA, A. L. Effect of drying and soaking fruits and seeds on germination of macaw palm (*Acrocomia aculeata* [Jacq.] Loddiges ex Mart.). **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 34, p. 179-185, 2012.

SCHMIDT, P.; ROSSI JUNIOR, P.; TOLEDO, L. M.; NUSSIO, L. G.; ALBUQUERQUE, D. S.; MEDURI, B. Perdas fermentativas e composição bromatológica da entrecasca de palmito pupunha ensilada com aditivos químicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.262-267, 2010.

SILVA, J. B. F.; CLEMENT, C. R. Wild peijibaye (*Bactris gasipaes* Kunth var. *chichagui*) in Southeastern Amazonia. **Acta botânica brasileira**, v.19, n.2, p.281-284, 2005.

SILVA, V. L. da; MÔRO, F. V.; DAMIÃO FILHO, C. F.; MÔRO, J. R.; SILVA, B. M. da S.; CHARLO, H. C. de O. Morfologia e avaliação do crescimento inicial de plântulas de *Bactris gasipaes* Kunth. (arecaceae) em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.3, p.477-480, 2006.

SILVA, J. S. P.; SILVA, J. M. F.; SOARES, B. G.; LIVI, S. Fully biodegradable composites based on poly (butylene adipate-co-terephthalate)/peach palm trees fiber. **Composites Part B-Engineering**, v.129, p.117-123, 2017.

TRACZ, A. L.; WENDLING, I.; KALIL FILHO, N.; SANTOS, A. F.; QUORIN, M. G. G. Enraizamento de perfilhos de pupunheira (*Bactris gasipaes*). **Brazilian Journal of Forestry Research**, n.58, p.69-75, 2009.

## 4 CAPÍTULO II – EMBALAGEM DE POLIETILENO NO ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE PUPUNHA

### RESUMO

O comportamento altamente recalcitrante de sementes de pupunha, com elevada sensibilidade a perda de água após a colheita, exige o aprimoramento de técnicas de armazenamento para a espécie. Embora a embalagem plástica seja recomendada para o armazenamento de sementes de pupunha, não há especificação da espessura a ser utilizada, fator que influencia diretamente na permeabilidade da embalagem e conseqüentemente na qualidade da semente. Logo, o presente trabalho teve por objetivo estudar diferentes espessuras de embalagem de polietileno para o armazenamento de sementes de pupunha. Avaliou-se a resistência a perda de água de embalagens de polietileno de 0,10 e 0,20 mm, por meio de determinação do teor de água, da viabilidade das sementes pelo teste de germinação e o vigor pelo índice de velocidade de emergência, mensalmente, ao longo de quatro meses de armazenamento. Os dados foram submetidos à análise de variância em esquema fatorial e a comparação de médias realizada pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade. A espessura da embalagem de polietileno não interferiu significativamente no teor de água das sementes armazenadas. Porém, a embalagem de 0,20 mm garantiu uma porcentagem de germinação superior a partir do segundo mês em relação à de 0,10 mm. Com relação ao vigor, a embalagem de 0,20 mm, manteve o índice de velocidade de emergência das sementes de pupunha armazenadas superior em todos os períodos avaliados, exceto no segundo mês. Portanto, a embalagem de polietileno de 0,20 mm é recomendada para prolongar a qualidade fisiológica da semente durante o armazenamento em condições de ambiente (15,2-17,2°C e 57,9-66,0% U.R.).

Palavras-chave: Espessura. Recalcitrante. Teor de Água. Viabilidade.

## POLYETHYLENE PACKAGING FOR STORAGE OF PEACH PALM SEEDS

### ABSTRACT

The highly recalcitrant behavior of peach palm seeds, with high sensitivity to water loss after harvest, requires the improvement of storage techniques for the species. Although plastic packaging is recommended for storage of peach palm seeds, there is no specification of the thickness to be used, a factor that directly influences the permeability of the packaging and consequently the quality of recalcitrant seed. Therefore, the present study was aimed at studying polyethylene packaging of different thicknesses for storage of peach palm seeds. The water loss resistance of 0.10- and 0.20-mm polyethylene packages was evaluated by means of determination of the water content, the viability of the seeds by the germination test and the vigor by the emergence speed index, monthly, over four months of storage. Data were submitted to variance analysis and the comparison of averages performed by the Scott-Knott test at 5% probability. The thickness of the polyethylene packaging did not interfere significantly with the water content of the stored seeds. However, the 0.20 mm package guaranteed a higher germination percentage in seeds from the second month on than 0.10 mm. Concerning vigor, the 0.20 mm package maintained the emergence speed index of the stored peach palm seeds higher in all evaluated periods, except in the second month. Therefore, the 0.20 mm polyethylene packaging is recommended to extend the physiological quality of the seed during storage under ambient conditions (15.2-17.2 ° C and 57.9-66.0% RH).

Keywords: Thickness. Recalcitrant. Moisture Content. Viability.

## 4.1 INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a posição de maior produtor mundial de palmito (EMBRAPA, 2019a), com destaque para a espécie *Bactris gasipaes* (pupunha), responsável por mais de 60% da área plantada de palmito no país (EMBRAPA, 2019b). Para atender a demanda nacional e mundial deste produto florestal não madeirável, há necessidade de sementes de qualidade para formação de mudas, utilizadas na manutenção e implantação de novas áreas comerciais da cultura.

No entanto, há uma concentração geográfica e temporal na produção de sementes de pupunha no país (FRANCHETTI; ROZANE, 2017), o que centraliza a produção e a disponibilidade de sementes no mercado, em um curto período de tempo ao longo do ano. Este fato, somado à característica altamente recalcitrante da espécie (FERREIRA; SANTOS, 1992; CARVALHO; MÜLLER 1998; BOVI; MARTINS; SPIERING, 2004), exige a rápida comercialização dos lotes de semente, em no máximo 30 dias (FRANCHETTI; ROZANE, 2017), pois, dependendo das condições de armazenamento, as sementes perdem a viabilidade em até 45 dias (RAMALHO et al., 2005).

A curta longevidade restringe a utilização (FONSECA; FREIRE, 2003) e encarece o sistema de produção de mudas, além de dificultar o desenvolvimento de pesquisas com a espécie. Isso justifica o estudo de técnicas de aprimoramento do armazenamento, com o foco em um dos principais fatores que interferem no armazenamento, a característica da embalagem (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988).

Dependendo da permeabilidade da embalagem ao vapor d'água do material, ela pode ser considerada permeável ou porosa (sacos de juta, algodão, papelão), semi-permeável (papel multifoliado e alguns tipos de sacos plásticos de menor espessura) ou impermeável (envelope de alumínio, lata, vidro, saco de plástico mais espessos e bem vedados) (MARCOS-FILHO, 2015).

Para sementes de pupunha o uso de embalagens permeáveis provocou o ressecamento do embrião reduzindo a viabilidade das sementes (RAMALHO et al., 2005a). Devido à alta influência das condições ambientais nas sementes armazenadas em embalagem porosas, embalagens de polietileno são recomendadas para o armazenamento de sementes florestais recalcitrantes como andiroba (FERRAZ; SAMPAIO, 1996), araucária (HENNIPMAN et al., 2017), ingá

(PARISI, 2012), guanandi (SILVA et al., 2019) e pupunha (HERRERA, 1999; FERREIRA, 2005).

No entanto, há carência de estudos visando definir qual a espessura desta embalagem é mais apropriada para o armazenamento. Como o principal fornecedor de sementes de pupunha do país utiliza embalagens plásticas de 0,10 mm, porém em dois sacos, um dentro do outro. Assim, o presente trabalho teve por objetivo estudar a melhor espessura (0,10 ou 0,20 mm) de embalagem de polietileno para o armazenamento.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida com sementes de pupunha colhidas em março de 2018, cedidas pelo Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado Adensado - RECA, Rondônia. As sementes foram tratadas com fungicida sistêmico Carbendazim (benzimidazol) na concentração de 100 mL/100 kg de semente, e foram enviadas por transporte aéreo, embaladas em dois sacos plásticos de polietileno de 0,10 mm.

As sementes recebidas foram homogeneizadas manualmente e divididas em quatro sub-amostras (repetições estatísticas) com massa semelhante (230 sementes/embalagem) e armazenadas em sacos plásticos de polietileno (22 x 32 cm) selados com espessuras de 0,10 e 0,20 mm, e armazenados em câmara com condições de temperatura de 15,2-17,2°C e Umidade Relativa do ar de 57,9-66,0%, vale ressaltar que o intervalo de temperatura utilizado foi o recomendado para sementes da espécie (MERROW, 1991; FERREIRA, 1988). O teor de água, a viabilidade e o vigor das sementes foram avaliados mensalmente, durante quatro meses.

### *Determinação do teor de água*

Para a determinação do teor de água foram utilizadas duas repetições de cinco sementes inteiras, submetidas ao método de estufa a temperatura de 105±3 °C, durante 24h (BRASIL, 2009).

### *Teste de germinação*

Para a condução do teste de germinação foram utilizadas oito repetições de 25 sementes, semeadas com o poro germinativo fértil em contato com o leito do



substrato, na profundidade equivalente ao seu diâmetro, de modo a deixar os outros dois poros germinativos estéreis voltados para cima. O substrato utilizado foi vermiculita de granulometria fina previamente esterilizadas, colocada em caixas plásticas (17,5 x 13,2 x 11,5 cm) perfuradas na base. O substrato foi umedecido com água na quantidade equivalente à sua capacidade de retenção. As caixas plásticas foram colocadas em germinador do tipo Mangelsdorf, a temperatura de 25°C (BRASIL, 2013) com luz.

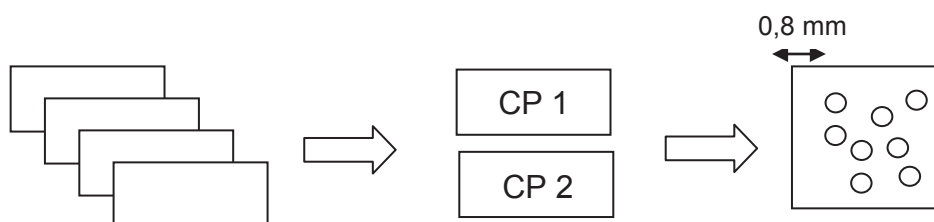
A avaliação do teste de germinação foi realizada após 120 dias (BRASIL, 2013), retirando-se as plântulas do substrato e verificando a presença de raízes primária e adventícias bem desenvolvidas e parte aérea com bainha bem formada. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais e verificada a tolerância máxima admitida de variação entre as repetições (BRASIL, 2013).

Juntamente com o teste de germinação, foi avaliado vigor pelo índice de velocidade de emergência – IVE (MAGUIRE, 1962), sendo considerado como plântula emergida aquela com bainha de 3 mm de altura acima do substrato. Foram realizadas avaliações diárias do número de plântulas emergidas, até o encerramento do teste de germinação, aos 120 após a instalação.

#### *Caracterização da embalagem*

A espessura das embalagens de polietileno foi determinada no Laboratório de Polpa e Papel da UFPR utilizando um micrômetro eletrônico REGMED<sup>®</sup>, com resolução de 0,001 mm. Das embalagens de cada espessura foram utilizadas para compor os corpos de prova (CP), nas quais, foram medidos oito pontos aleatórios, obedecendo um afastamento da borda de 80 mm (FIGURA 5).

FIGURA 5 - ESQUEMA DE AVALIAÇÃO DA ESPESSURA DAS EMBALAGENS DE POLIETILENO. CP = CORPO DE PROVA.



FONTE: O autor (2019).

### *Procedimento estatístico*

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial duplo (2 espessuras de polietileno x 5 períodos de armazenamento). Em seguida os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e realizada a análise de regressão para avaliação do potencial fisiológico durante o período de armazenamento, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade. Os dados de espessura foram avaliados com estatística descritiva, apresentados com a média e o desvio padrão.

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As embalagens de polietileno testadas foram caracterizadas quanto a sua espessura, uma vez que pode existir diferença entre a espessura informada na comercialização e obtida por medição. A variação ou irregularidade na espessura de embalagens plásticas possuem diversos motivos relacionados principalmente ao processo de fabricação, a qual ocorre por meio da extrusão por balão de resinas poliméricas (SILVA, 2005).

Na Tabela 1, verificou-se variação na espessura da embalagem (0,10 e 0,20 mm) próxima dos valores informados na comercialização.

TABELA 1 - ESPESSURA MÉDIA DAS EMBALAGENS PLÁSTICAS DE POLIETILENO UTILIZADAS NO EXPERIMENTO. C1. CORPO DE PROVA 1; C2. CORPO DE PROVA 2

Informada no comércio	Espessura da embalagem de polietileno (mm)			
	0,10		0,20	
Medida em micrômetro	CP1	CP2	CP1	CP2
Média	0,086	0,095	0,18	0,19
Desvio Padrão	0,6	1,3	4,0	2,4

FONTE: O autor (2019).

Com relação ao teor de água das sementes, os fatores período e embalagem não foram significativos pelo teste F à 5% de probabilidade. Ou seja, as embalagens de polietileno, independente da espessura testada, mantiveram o teor de água das sementes de pupunha ao longo dos quatro meses de armazenamento (TABELA 2).

TABELA 2 - TEOR DE ÁGUA DAS SEMENTES DE PUPUNHA, ARMAZENADAS EM EMBALAGENS DE POLIETILENO, DE 0,10 E 0,20 mm DE ESPESSURA, AO LONGO DE QUATRO MESES.

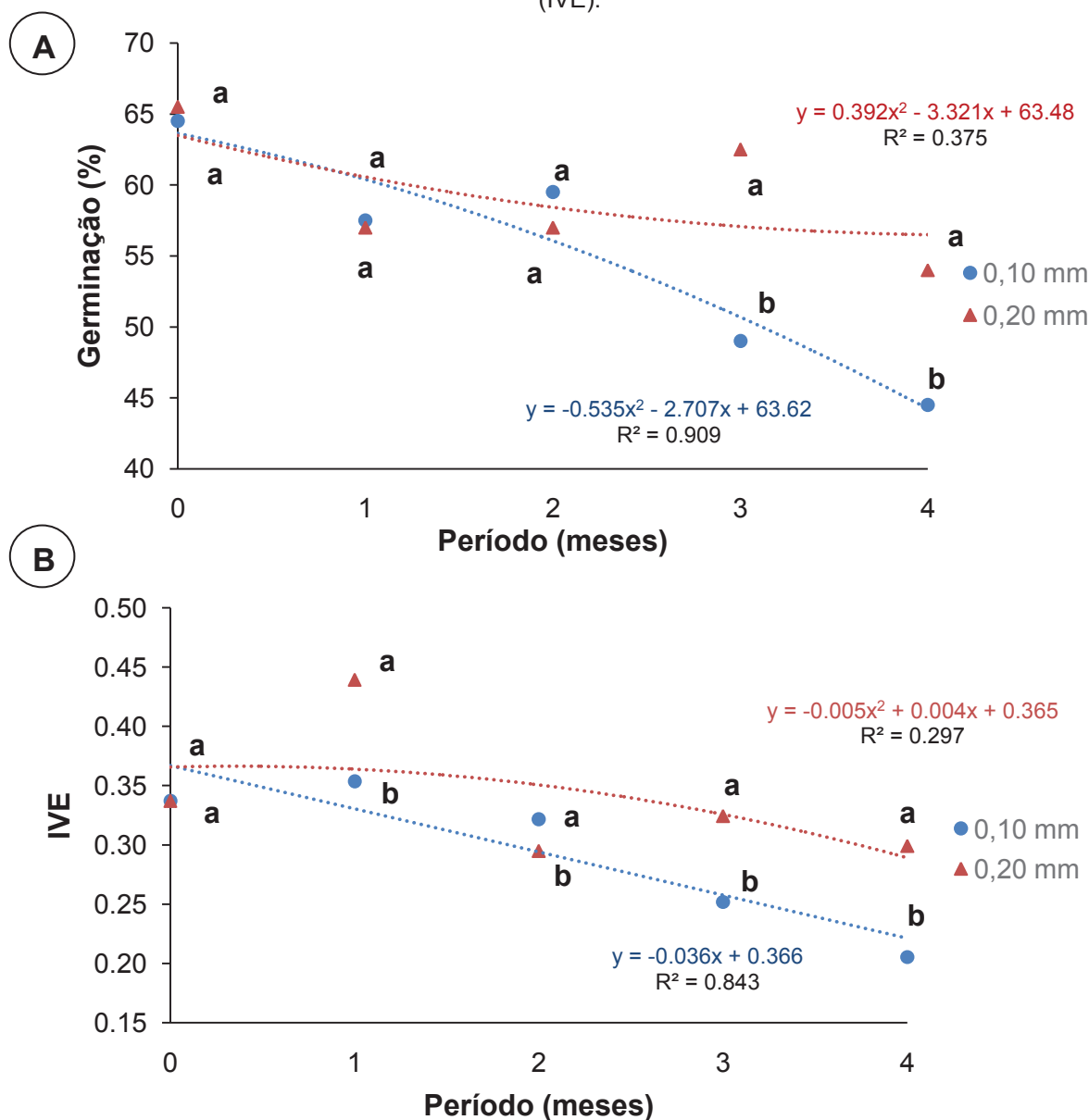
Período de armazenamento (mês)	Teor de água de sementes de pupunha (%)	
	Espessura de embalagem de polietileno	
	0,10 mm	0,20 mm
0	44,9	44,9
1	44,4	44,5
2	44,4	46,0
3	45,0	44,6
4	46,0	46,2
C.V. (%)	3,99	

FONTE: O autor (2019).

O aumento numérico da umidade no quarto mês, em ambos os tratamentos, foi em torno de 1,0% (TABELA 2), o qual pode ter sido causado pela alta resistência ao vapor de água das embalagens testadas. O metabolismo de sementes recalcitrantes continua ativo após a colheita, com uma taxa respiratória elevada, tendo como produto CO<sub>2</sub> e vapor de água, o que acumulou na embalagem e resultou em um aumento da umidade (MARCOS-FILHO, 2015).

Com relação à qualidade fisiológica das sementes, houve interação significativa pelo teste F, para os fatores embalagem e período de armazenamento, tanto para a porcentagem de germinação quanto para o índice de velocidade de emergência (IVE), sendo desdobrada cada interação para entender o comportamento das embalagens dentro de cada tempo (GRÁFICO 2).

GRÁFICO 2 - QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE PUPUNHA (*Bactris gasiapes*) ARMAZENADAS EM EMBALAGENS DE POLIETILENO, DE ESPESSURAS DE 0,10 E 0,20 mm, AO LONGO DE QUATRO MESES, EM CÂMARA (16±2 °C E 60-65% DE U.R.) A. VIABILIDADE - PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO; B. VIGOR - ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA (IVE).



Letras minúsculas no gráfico comparam as embalagens dentro de cada tempo avaliado, quando seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade.  $R^2$  = Coeficiente de determinação.

FONTE: O autor (2019).

Ao analisar o a viabilidade das sementes durante o armazenamento com as embalagens testadas (GRÁFICO 2A), é possível observar que no período inicial (tempo 0), primeiro e segundo meses de armazenamento, não houve diferença estatística entre as espessuras das embalagens utilizadas. Já no terceiro e quarto meses, a embalagem de 0,20 mm foi superior na manutenção da viabilidade, com

porcentagem de germinação média de 63 e 54 respectivamente. Por outro lado, a embalagem de 0,10 mm apresentou valores de germinação bem inferiores, 49,0 e 44,5%. Tal diferença justifica o uso de embalagem de polietileno de maior espessura para o armazenamento por período superior a dois meses.

Embalagens plásticas de 0,10 e 0,15 mm de espessura também auxiliaram na manutenção da longevidade de sementes de amendoim em comparação a embalagens de menor espessura (TELLA; LAGO, 1979). Embora o amendoim seja uma semente ortodoxa, o elevado teor de óleo, a torna muito suscetível à deterioração ao armazenamento. Como as sementes de pupunha também são ricas em óleos no endosperma (NAZÁRIO, 2011), também possuem um desafio em comum durante a armazenagem em função da alta taxa de oxidação.

Referente ao vigor das sementes (GRÁFICO 2B), a queda no índice de velocidade de emergência ao longo do armazenamento foi semelhante para os dois tipos de embalagem. Porém, a redução de vigor na embalagem de 0,20 mm foi inferior a 0,10 mm em todos os períodos avaliados, exceto no segundo mês, quando o teor de água das sementes armazenadas aumentou de maneira atípica (TABELA 2), mostrando ser vantajoso o uso de embalagens de 0,20 mm mesmo em períodos mais curtos de armazenamento. A espessura de 0,20 mm também foi utilizada no armazenamento de sementes da palmeira Juçara (*Euterpe edulis*) (MARTINS et al., 2009).

Mesmo com a manutenção do teor de água das amostras (TABELA 2), a qualidade fisiológica das sementes (viabilidade e vigor) foi alterada ao longo do tempo, diferindo em função da espessura da embalagem de polietileno utilizada (GRÁFICO 2). Portanto, é possível concluir que a perda de água nas sementes recalcitrantes não é o único fator na redução da viabilidade de sementes de pupunha durante o armazenamento.

Embora embalagens plásticas de espessuras superiores à 0,125 mm possam ser consideradas impermeáveis por BAUDET (2003), durante os quatro meses de armazenamento, aparentemente não houve respiração anaeróbia, uma vez que neste processo ocorre a formação do acetaldeído, levando à deterioração da semente (AKIMOTO et al. 2004), e conseqüentemente redução da viabilidade.

Em estudos semelhantes, de armazenamento de semente recalcitrante, o uso de embalagens plásticas de polietileno limitou as trocas gasosas com o meio, e manteve a atividade metabólica das sementes em níveis baixos, acumulando etileno

dentro da embalagem e impedindo a germinação no período avaliado (PASQUINI et al., 2012). Sugere-se este refinamento na avaliação para estudos posteriores de armazenamento.

#### 4.4 CONCLUSÃO

A embalagem de polietileno de 0,20 mm manteve a viabilidade e o vigor de sementes de pupunha por até quatro meses, quando armazenadas em câmara nas condições (15,2-17,2°C e 57,9-66,0% U.R. do ar).

#### 4.5 AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

#### REFERÊNCIAS

AKIMOTO, T.; CHO, S.; YSHIDA, H.; FURUTA, H.; ESASHI, Y. Involvement of acetaldehyde in seed deterioration of some recalcitrant woody species through the acceleration of aerobic respiration. **Plant Cell Physiology**, v.45, p.201-210, 2004.

BAUDET, L. Armazenamento de Sementes. In: PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.M. (Ed.) Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: UFPel, 2003. p.369-418.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 398p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília, DF, 2013. 98p.

BOVI, M. L. A.; MARTINS, C. C.; SPIERING, S. H. Desidratação de sementes de quatro lotes de pupunheira: efeitos sobre a germinação e o vigor. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.1, p.109-112, 2004.

CARVALHO, J. E. U.; MÜLLER, C. H. Níveis de tolerância e letal de umidade em sementes de pupunheira, *Bactris gasipaes*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.20, p.283-289, 1998.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.

EMBRAPA. Transferência de Tecnologia Florestal sobre a pupunha, 2019a – Disponível em: <https://bit.ly/3165Zsj>. Acessado 03 jan. 2020.

EMBRAPA. Palmeira pupunha se destaca como matéria-prima do palmito e na preservação de árvores nativas. 2019b. Disponível em: <https://bit.ly/316jMik>. Acessado 05 de jun. 2019.

FERRAZ, I. D. K.; SAMPAIO, P. T. B. Métodos simples de armazenamento das sementes de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl. e *Carapa procera* D.C. Meliaceae). **Acta Amazonica**, v.26, p.137-144, 1996.

FERREIRA, S. A. N.; SANTOS, L. A. Viabilidade de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Acta Amazonica**, v.22, p.303-307, 1992.

FERREIRA, S. A. N. **Armazenamento e desenvolvimento do teste de tetrazólio em sementes de pupunha** (*Bactris gasipaes* Kunth). 64f. Dissertação (Mestrado) UNESP, Jaboticabal, 1988.

FERREIRA, S. A. N. 2005. Pupunha, *Bactris gasipaes* Kunth, Arecaceae. In: Ferraz, I.D.K. **Manual de Sementes da Amazônia**. Fascículo n.5, Manaus-AM: Inpa, 2005, 12p.

FONSECA, S. C. L.; FREIRE, H. B. Sementes recalcitrantes: problemas na pós-colheita. **Bragantia**, v.62, p.297-303, 2003.

HENNIPMAN, H. S.; SANTOS, A. F.; VIEIRA, E. S. N.; AUER, C. G. qualidade sanitária e fisiológica de sementes de araucária durante armazenamento. **Ciência Florestal**, v.27, p.643-654, 2017.

HERRERA, J. **Germinación de la semilla de pejibaye**. In: Palmito de Pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth): su cultivo e industrialización. San José, CR: Editorial de la Universidad de Costa Rica, p. 53-57, 1999.

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

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed., Londrina: ABRATES, 2015, 659p.

MARTINS, C. C.; BOVI, M. L. A.; NAKAGAWA, J.; MACHADO, C. G. Secagem e armazenamento de sementes de juçara. **Revista Árvore**, v.33, p.635-642, 2009.

MEEROW, A. W. **Palm seed germination**. University of Florida. Gainesville, Bulletin 274, 1991.

MORSBACH, N.; RODRIGUES, A. S.; CHAIMSON, F. P.; TREITNY, M. R. **Pupunha para palmito: cultivo no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1998. 56 p. (IAPAR. Circular, 103).

NEVES, B. **Condicionamento fisiológico de sementes de pupunha** (*Bactris gasipaes* Kunth). Dissertação (Mestrado em Agronomia, Fitotecnia) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 75f. 2018.

PARISI, J. J. D. Associação entre fungos e a viabilidade de sementes de *Inga vera* subsp. *Affinis* (DC.) T. D. Penn. durante o armazenamento. 80 f. 2012. Tese

(Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

PASQUINI, S.; MIZZAU, M.; PETRUSSA, E.; PATUI, S.; GORIAN, F.; LAMBARDI, M.; VIANELLO, A. Seed storage in polyethylene bags of a recalcitrant species (*Quercus ilex*): analysis of some bio-energetic and oxidative parameters. **Acta physiologiae plantarum**, v.34, p.1963-1974, 2012.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

RAMALHO, A. R.; VIEIRA, A. H.; LOCATELLI, M.; SANTOS, V. F. S.; COSTA, F. N. **Metodização em produção, análise e conservação de sementes de pupunheira cultivada**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2005. 6p. (Embrapa Rondônia. Comunicado Técnico).

SILVA, E. M. **Desenvolvimento de um equipamento para um ensaio em embalagens flexíveis**, Dissertação Universidade Federal de Pernambuco, Mestre em Engenharia Mecânica, área de concentração materiais e fabricação, 106p. 2005.

TELLA, R. de; LAGO, A. A. do. Efeitos de diferentes teores de umidade e espessuras do material de embalagem plástica na conservação de sementes de amendoim. **Bragantia**, v.38, p.189-194, 1979.



## 5 CAPÍTULO III - USO POTENCIAL DE REVESTIMENTOS PARA O ARMAZENAMENTO DE PUPUNHA, UMA SEMENTE RECALCITRANTE

### RESUMO

Durante o armazenamento de sementes recalcitrantes é necessário manter o teor de água, impedir a germinação e minimizar a deterioração. Visando reduzir o metabolismo da semente e prolongar a longevidade, é necessário tentar novas técnicas de armazenamento, como o uso de revestimento das sementes com biofilmes. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a potencialidade de materiais (biofilmes) a base de nanocelulose e amido no revestimento de sementes de pupunha, visando prolongar sua viabilidade durante o armazenamento. Para a peliculização foram testados os seguintes materiais: gel de nanocelulose de eucalipto (1,5%); gel de amido (3%); mistura dos dois géis 50% v/v. As sementes foram revestidas por meio de três ciclos de aspersão dos géis sobre peneira e secas em circulação de ar quente (32°C). A avaliação da eficiência dos tratamentos foi realizada pela determinação do teor de água, curva de embebição, teste de tetrazólio e imagem de microscopia eletrônica de varredura. As avaliações foram realizadas logo após o recobrimento e durante o armazenamento por um mês, em condição ambiente (16±1 °C e 62,0±3 % de UR) e em embalagens plásticas de 0,10 mm. Os dados foram submetidos a análise de variância e a comparação de médias realizada pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade. Os materiais utilizados para o revestimento das sementes de pupunha não apresentaram melhoras significativas na manutenção do teor de água e na viabilidade das sementes durante o armazenamento, e não impediram a embebição de água e emissão de raiz na germinação. Porém, em função do ineditismo da hipótese, a técnica não deve ser descartada, sendo necessários ajustes de metodologia de aplicação e avaliação em estudos posteriores, para concluir sobre o potencial dos revestimentos.

Palavras-chave: Amido. Biofilme. Nanocelulose. Teor de água. Viabilidade.

## POTENTIAL USE OF COATINGS FOR STORAGE OF PEACH PALM A RECALCITRANT SEED

### ABSTRACT

During the storage of recalcitrant seeds, it's necessary to maintain the moisture contents, prevent germination and minimize deterioration. In order to reduce the seed metabolism and prolong the longevity, it is necessary to try new storage techniques, such as the use of seed coating with biofilms. The present study was aimed to evaluate the potential of materials based on nanocellulose and starch in the coating of peach palm seeds, to extend the viability during storage. For the film coating, the following materials (biofilms) were tested: Eucalyptus nanocellulose gel (1.5%); starch gel (3%); mixture of the gels 50% v/v. The seeds were coated by means of three cycles of spray of gels on a sieve and dried in hot air circulation (32 °C). The evaluation of the efficiency of the treatments was performed by determining the water content, soaking curve, tetrazolium test and scanning electron microscopy image. The evaluations performed immediately after the coating and during the storage for one month, performed in environmental condition (16±1 °C and 62,0±3% RH) in plastic packs of 0.10 mm. The data were submitted to analysis of variance and comparison of averages performed by the Scott-Knott test at 5% probability. The materials used for peach palm seed coating did not show any significant improvement in maintenance of moisture content and viability during the storage and did not prevent water imbibition and root emission at germination. However, due to the originality of the hypothesis, the technique should not be discarded, requiring adjustments to the methodology of application and evaluation in later studies, to conclude on the potential of the seed coatings.

Keywords: Starch. Biofilm. Nanocellulose. Moisture content. Viability.

## 5.1 INTRODUÇÃO

Durante o armazenamento de sementes recalcitrantes é necessário manter os teores de água da semente acima do nível crítico, ao mesmo tempo impedir a germinação e minimizar a deterioração. Uma vez que sementes desta natureza mantêm o metabolismo ativo (MARCOS-FILHO, 2015).

Diante destas condições, as espécies desenvolveram algumas estratégias de sobrevivência para suas sementes, como a maturação das mesmas do fruto suculento, protegidas contra a desidratação excessiva, e a dormência tegumentar que à torna impermeável à gases e vapor d'água (OLIVEIRA, 2012). Tais estratégias indicam a importância do revestimento artificial para proteger a semente recalcitrante.

O revestimento de sementes é uma prática comum na indústria sementeira, porém, para sementes florestais e recalcitrantes, este procedimento foi pouco estudado até o momento (PEDRINI et al., 2018). Alguns trabalhos recentes têm demonstrado o uso de biofilmes para recobrimento de sementes sensíveis a perda de água no armazenamento, partindo-se do princípio de que uma fina camada de material age como uma barreira à umidade e a gases (PASCALL; LIN, 2013), reduzindo a atividade metabólica pela limitação das trocas gasosas com o meio externo, impossibilitando sua germinação e ao mesmo tempo mantendo-as conservadas (ALEGRETTI et al., 2015).

A resistência à trocas gasosas, desde que não seja anóxica, pode ser benéfica à conservação da semente, uma vez que o tecido vegetal submetido a pressão parcial de O<sub>2</sub> reduzida e de CO<sub>2</sub> elevada, diminui a atividade respiratória (STEFFENS et al., 2007), reduzindo o consumo das reservas da semente durante o armazenamento, e mantendo a germinação e o vigor. Logo, alguns trabalhos iniciaram o uso de biofilmes para recobrimento de sementes sensíveis a perda de água no armazenamento, como uso de fécula de mandioca em sementes de jenipapo (ARRUDA et al., 2018) e de frutas nativas do cerrado - guabijú, pitanga, jabuticaba de cabinho e cereja-do-mato (PIROLA et al., 2017), cerejeira-do-mato (ALEGRETTI et al., 2015), jabuticaba (HÖSSEL et al., 2013) e araçá amarelo 'Ya-Cy' (ZANELA et al., 2012).

Os biofilmes são preparados a base de polímeros naturais como polissacarídeos e proteínas (DAVANÇO; TANADA-PALMU; GROSSO, 2007),

provenientes de recursos renováveis, facilmente disponíveis e de baixo custo (BRANDELERO; GROSMANN; YAMASHITA, 2013). Dentre os diversos materiais testados destacam-se o amido, considerado um polímero com elevado potencial para produzir os biofilmes (MALI, GROSSMANN, YAMASHITA, 2010), e a nanocelulose, que embora não existam relatos da aplicação em sementes recalcitrantes, muitos trabalhos vem sendo publicados com o uso deste material para melhorar as propriedades de barreira e outras características nas embalagens de produtos (HUBBE et al., 2017). Esses benefícios também têm se mostrado na adição da nanocelulose à filmes de amido (CHEN, LIU, CHEN, 2019).

Como a semente de pupunha possui comportamento altamente recalcitrante (FERREIRA; SANTOS, 1992; CARVALHO; MÜLLER 1998; BOVI; MARTINS; SPIERING, 2004), e alto valor da comercial semente em função do interesse na propagação da pupunheira, principalmente para atender a alta demanda interna de palmito (FRANCHETTI; ROZANE, 2017), foi escolhida para aplicação dos revestimentos.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a potencialidade de materiais (biofilmes) a base de nanocelulose e amido no revestimento de sementes de pupunha, para prolongar a viabilidade durante o armazenamento.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na Universidade Federal do Paraná (Laboratório de Análise de Sementes, Laboratório de Polpa e Papel e Centro de Microscopia Eletrônica) e na Embrapa Florestas (Laboratórios de Análise de Sementes Florestais e de Tecnologia da Madeira). Foi utilizado uma amostra de um lote de sementes de pupunha colhidas em outubro de 2018 na Embrapa Rorâima, e enviadas por transporte aéreo para a Embrapa Florestas. As sementes para a realização dos experimentos foram tratadas à base de fungicida (benzimidazol) conforme indicado por Costa-Junior et al. (2016).

### *Revestimento com biofilmes*

Biofilmes a base de gel de nanocelulose de eucalipto, amido de milho e a mistura entre eles, desenvolvidos no Laboratório de Tecnologia da Madeira da Embrapa Florestas.

## Materiais:

### 1. Amido de milho

Para a obtenção do gel de amido à 3%, foi utilizado o amido de milho em pó da marca Rhoster Indústria e Comércio LTDA., pesado e solubilizado em água destilada, em chapa aquecedora à 80°C, sob agitação suave e constante, por 20 minutos, obtendo assim a gelificação das macromoléculas de amido (PIROLA et al., 2017).

### 2. Nanocelulose de eucalipto

Para obtenção do gel de nanocelulose (FIGURA 6) foi utilizada a polpa celulósica branqueada de eucalipto, cortada em pedaços e homogeneizada com água destilada em liquidificador para obtenção de uma pasta na concentração de 1,5% em base seca (2L de água destilada em 30g de polpa de eucalipto). Na sequência, para o processo mecânico de desfibrilação, a pasta foi inserida em moinho *Super Masscoloider Masuko Sangyo*, sob rotação de 1500 rpm e 16 passes, sendo o passe um ciclo completo de moagem da pasta.

FIGURA 6 - ETAPAS DE PREPARO DO GEL DE NANOCELULOSE À 1,5%. A. POLPA CELULÓSICA BRANQUEADA DE EUCALIPTO. B. OBTENÇÃO DA PASTA CELULÓSICA EM LIQUIDIFICADOR LABORATORIAL C. MOINHO SUPER MASSCOLOIDER MASUKO SANGYO D. GEL DE NANOCELULOSE.



FONTE: a autora (2019).

O moinho é composto por um disco de pedra rotativo e um disco de pedra estático com uma abertura ajustável entre os discos, no qual durante a passagem da pasta celulósica, o contato mecânico gera uma força de cisalhamento capaz de desfibrilar a celulose (MAGALHÃES et al., 2017).

Vale ressaltar que a adoção da concentração do material à 1,5%, foi em função de pré-testes realizados para estabelecer a máxima concentração do gel capaz de ser aplicado por aspersão, sem obstruir o bico pulverizador.

### 3. *Amido de milho + Nanocelulose de eucalipto (50/50)*

Para a obtenção da mistura dos géis de amido e nanocelulose, foram adicionados o gel de amido à 3% resfriado em banho maria até a temperatura de 50°C e o gel de nanocelulose de eucalipto à 1,5%, na proporção de 50% (v/v), seguido de homogeneização manual com um bastão de vidro.

Os materiais preparados para a peliculização das sementes de pupunha foram aplicados com uma pistola pulverizadora (*Air Plus Spray Schulz*<sup>®</sup> - 350W) por aspersão sobre as sementes dispostas em uma peneira, mantendo a mesma abertura do aspersor para todos os tratamentos, com vazão constante de 320 mL/min. Após cada um dos três ciclos de recobrimento, as sementes foram expostas a uma circulação de ar a  $30 \pm 2$  °C e ao final do processo de revestimento, armazenadas por um mês em embalagem de polietileno 0,10 mm em condições ambiente de  $17 \pm 2$  °C e 50-60% de Umidade Relativa do ar.

As avaliações da eficiência dos tratamentos foram realizadas pelas seguintes determinações:

#### *Teor de água*

Determinando pelo método de estufa à  $105 \pm 3$  °C, 24h, com duas repetições de cinco sementes por tratamento (BRASIL, 2009), em diferentes momentos de avaliação: semente nua, logo após o revestimento e após um mês de armazenamento em embalagem de polietileno de 0,10 mm lacradas e em condições ambiente à  $17 \pm 2$  °C de temperatura e 50-60% de Umidade Relativa do ar.

#### *Curva de embebição*

A elaboração da curva de embebição foi realizada com sementes sem revestimento e com sementes revestidas com os diferentes tratamentos mencionados. Foram utilizadas duas repetições de 15 sementes por tratamento, as quais foram hidratadas em papel toalha, utilizando-se quatro folhas umedecidas em água na quantidade de 2,5 vezes a massa do substrato seco. A hidratação foi

acompanhada pela mudança na massa das sementes ao longo do período de embebição, realizando-se pesagens em intervalos de três horas até completar as nove primeiras horas. Após este período, a pesagem ocorreu a cada 24 horas, encerrando-se a avaliação no momento em que 50% das sementes emitiram a raiz primária (SILVA, 2016).

#### *Teste de tetrazólio*

A avaliação da viabilidade das sementes, anteriormente e após o armazenamento por um mês foi realizada pelo teste de tetrazólio. Foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes de cada tratamento, submetidas ao pré-condicionamento por imersão em água (24h/20°C), posterior corte longitudinal adjacente ao embrião com guilhotina de bancada, imersão da metade da semente (embrião + endosperma) em solução de tetrazólio à 1,0%, por 4h, a 30°C em B.O.D. no escuro, separando as sementes em duas classes de viabilidade.

#### *Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)*

Para avaliar a eficiência no revestimento das sementes, principalmente com o material nanométrico, a superfície das sementes revestidas foi observada no Microscópio Eletrônico de Varredura TESCAN VEGA3 LMU do Centro de Microscopia Eletrônica (CME) da UFPR.

Uma amostra de cada tratamento, selecionada aleatoriamente, foi secada em estufa à vácuo à 40°C, durante 24 horas, cortada com guilhotina, depositada em suporte porta-amostras (*stubbs*) de prata sobre adesivo condutor de carbono coloidal, fixada com esmalte contendo grafite, para garantir a condutividade, metalizada em processo de evaporação ou deposição de íons (*sputtering* - recobrimento por deposição de íons metálicos de ouro) e então visualizada no microscópio (CASTRO, 2002; KUDLANVEC JUNIOR et al., 2018).

#### *Procedimento estatístico*

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial duplo, sendo os fatores o tipo de revestimento e armazenamento. Os dados foram submetidos a análise de variância, e quando significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade. A curva de embebição não foi submetida a análise estatística.

### 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A manutenção do teor de água em sementes recalcitrantes, acima do teor de água crítico, é uma estratégia para a manutenção da viabilidade no armazenamento, por este motivo, foi utilizado como parâmetro durante o monitoramento das sementes revestidas no armazenamento.

O teor de água das sementes de pupunha foi influenciado pelos tratamentos de revestimento e período de armazenagem, sendo a interação significativa pelo teste F à 5% de probabilidade. Analisando o processo de revestimento adotado, no tempo zero, podemos inferir que foi eficiente, pois não alterou significativamente o teor de água das sementes com relação à semente não revestida (testemunha), exceto o biofilme de amido. Quando avaliado o teor de água após um mês de armazenamento o filme de nanocelulose+amido apresentou o menor teor de água em comparação aos demais (TABELA 3).

TABELA 3 - TEOR DE ÁGUA DE SEMENTES DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) REVESTIDAS, DURANTE ARMAZENAMENTO.

Tratamentos	Teor de água (%)	
	após o revestimento	após 1 mês de armazenamento
Sem revestimento	46,4 Aa	41,1 Ab
Nanocelulose	45,7 Aa	42,0 Ab
Amido	40,9 Ba	41,2 Aa
Nanocelulose+amido	44,2 Aa	38,5 Bb
C.V.(%)	2,25	

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade.

FONTE: O autor (2019).

Comparando o teor de água de cada tratamento ao longo do tempo avaliado, todos apresentaram uma redução significativa após um mês de armazenamento, exceto o filme de amido que embora não tenha apresentado mudança significativa, as sementes apresentavam fungos, demonstrando ser um filme altamente biodegradável (TABELA 3). Mesmo tendo ocorrido uma diminuição no teor de água apresentaram umidade acima do teor de água crítico para a espécie, o qual é 38,0%, segundo Ferreira e Santos (1992).

Vale ressaltar que embora todas as sementes utilizadas neste experimento tenham sido previamente tratadas com fungicida, ocorreu o aparecimento de



patógenos nos períodos posteriores a um mês de armazenamento em todos os tratamentos. Assim, sugere-se para estudos futuros a aplicação do fungicida junto com o biofilme para potencializar a eficiência dos tratamentos.

Embora todos os tratamentos tenham mantido o teor de água das sementes acima do teor crítico, após um mês de armazenamento (TABELA 3). Visando prolongar a manutenção da umidade interna da semente por períodos maiores, sugere que em estudos posteriores devem ser incorporadas substâncias hidrofóbicas na matriz do gel, uma vez que biofilmes a base de proteínas e polissacarídeos possuem naturalmente alta permeabilidade ao vapor de água (DAVANÇO; TANADA-PALMU; GROSSO, 2007).

Com relação a viabilidade das sementes, avaliada pelo teste de tetrazólio, não houve diferença estatística entre os tratamentos pelo teste de Scott-knott à 5% de probabilidade, mantendo a viabilidade alta independente da presença ou tipo do revestimento (TABELA 4). Isso indica que talvez fosse necessário a realização de um teste de vigor para detectar diferenças fisiológicas mais sutis no material armazenado.

TABELA 4 - VIABILIDADE DE SEMENTES DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) REVESTIDAS DURANTE ARMAZENAMENTO.

Tratamento	Viabilidade pelo teste de tetrazólio	
	inicial	após 1 mês
Sem revestimento		62 a
Nanocelulose	63	69 a
Amido		68 a
Nanocelulose+amido		62 a
C.V.(%)		8,98

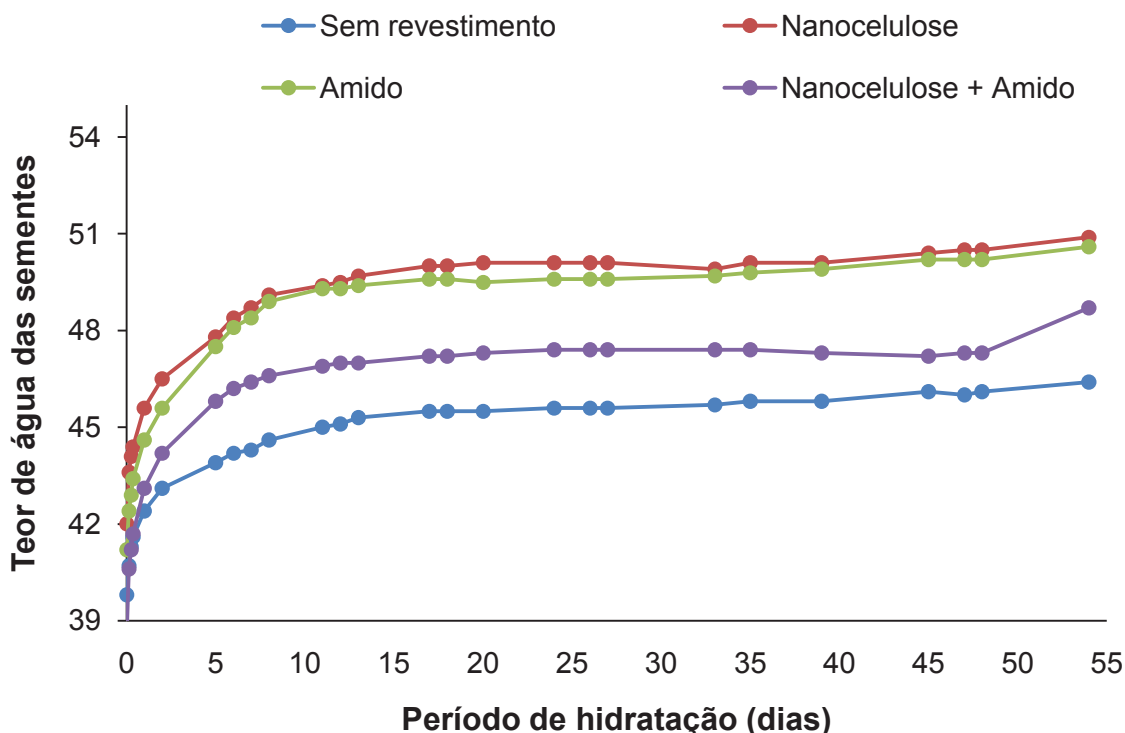
FONTE: O autor (2019).

A manutenção da viabilidade no período de armazenamento avaliado, indicou que os revestimentos não restringiram a disponibilidade de oxigênio para a semente, uma vez que sementes recalcitrantes precisam da respiração aeróbica para manter ativo os mecanismos de reparo e substituição celular (OLIVEIRA, 2012).

A curva de embebição das sementes demonstrou que todos os tratamentos permitiram a absorção de água e a emissão da raiz primária (GRÁFICO 3), indicando a potencialidade dos materiais. A restrição a absorção de água é uma preocupação quando se trabalha com novos materiais de revestimento, pois

dependendo da polaridade do revestimento e sua afinidade com a água, a germinação pode ser impedida como ocorreu com a aplicação de zeína em sementes de hortaliças (ASSIS; LEONI, 2009).

GRÁFICO 3 - CURVA DE EMBEBIÇÃO DE SEMENTES DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) SEM REVESTIMENTO E REVESTIDAS COM NANOCELULOSE; AMIDO; NANOCELULOSE + AMIDO.



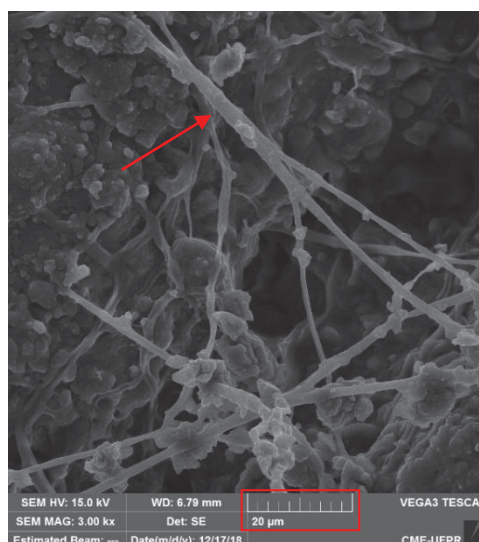
FONTE: O autor (2019).

As sementes revestidas absorveram mais água em relação às sem revestimento (GRÁFICO 3), comportamento que se repetiu com sementes de cereal de inverno revestidas com um polímero hidro absorvente (GORIM; ASCH, 2019). Dentre os revestimentos testados, os biofilmes de amido e nanocelulose absorveram mais água em relação aos demais (GRÁFICO 3), isso se deve ao caráter hidrofílico dos materiais (GALDEANO et al., 2009; HUBBE et al., 2008).

As imagens de microscopia eletrônica de varredura não foram eficientes para verificar o recobrimento dos filmes em função da dificuldade de distinguir os materiais do filme e o próprio tegumento da semente. O material de maior interesse em verificar seria a nanocelulose, que em função das dimensões nanométricas das fibras e sua morfologia, seria possível identificar pelas imagens. Porém, de acordo com a FIGURA 7, as fibras fotografadas apresentam dimensões micrométricas

conforme escala de 20  $\mu\text{m}$ , destacada em vermelho na figura, que podem ser confundidas com estruturas de hifas de fungos (seta vermelha) que surgiram no armazenamento.

FIGURA 7 - IMAGEM DE MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA DE SEMENTE DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) REVESTIDA COM NANOCELULOSE POR TRÊS CICLOS DE ASPERSÃO, APÓS UM MÊS DE ARMAZENAMENTO.



FONTE: O autor (2019).

Além disso, por meio de observação visual das sementes, o revestimento após um mês de armazenamento parecia degradado, sugerindo aplicações de camadas mais espessas de revestimento em próximos estudos, seja através de mais ciclos de aspersão ou por imersão das sementes no gel.

Os resultados deste trabalho, embora ainda preliminares, contribuem para discussão e aprimoramento de técnicas de revestimento de sementes, visto que produtos e processos relacionados ao revestimento, não são divulgados e explorados cientificamente, por serem restritos a indústria (PEDRINI et al., 2018). Além disso, o revestimento de sementes recalcitrantes visando prolongar o armazenamento pode ser uma linha de estudos a ser desenvolvida, aprimorando os materiais, formas de aplicação, técnicas de secagem e aumento da eficiência com tratamentos fitossanitários (EHSANFAR; MODARRES-SANAVY, 2005), com fitohormônios inibidores da germinação e que auxiliam na tolerância à dessecação, bem como a veiculação de micronutrientes para aumentar o desempenho da planta (FAROOQ et al., 2012).

Em função do ineditismo da hipótese, a técnica não deve ser descartada, sendo necessários ajustes de metodologia de aplicação e avaliação em estudos posteriores, para concluir sobre o potencial dos revestimentos.

#### 5.4 CONCLUSÃO

- O teor de água e a viabilidade das sementes revestidas não diferiram estatisticamente da testemunha, em cada período avaliado.
- Não prejudicaram a embebição de água e emissão de raiz na germinação.
- Há necessidade de ajuste de metodologia de avaliação e aprimoramento das técnicas de revestimento, para concluir efetivamente sobre o potencial dos revestimentos.

#### 5.5 AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida, ao Centro de Microscopia Eletrônica da Universidade Federal do Paraná pelas imagens e à Embrapa Roraima pela doação de sementes para o experimento.

#### REFERÊNCIAS

ALEGRETTI, A. L.; WAGNER JÚNIOR, A.; BORTOLINI, A.; HOSSEL, C.; ZANELA, J.; CITADIN, I. Armazenamento de sementes de cerejas-do-mato (*Eugenia involucrata*) DC. submetidas ao recobrimento com biofilmes e embalagem a vácuo. **Revista Ceres**, v.62, p.124-127, 2015.

ARRUDA, S.A.; VASQUEZ, G.H.; SÁ JÚNIOR, A. de; VANZELA, L.S. Potencial fisiológico de sementes de jenipapo armazenadas em diferentes embalagens. **Bioscience Journal**, v.34, p.287-295, 2018.

ASSIS, O. B. G.; LEONI, A. M. Protein hydrophobic dressing on seeds aiming at the delay of undesirable germination. **Scientia Agricola**, v. 66, n. 1, p. 123-126, 2009.

- BRACKMANN, A.; NEUWALD, D.A.; RIBEIRO, N.D.; MEDEIROS, E.A.A. Condição de armazenamento de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo carioca 'FT Bonito'. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.27, p.16-20, 2002.
- BRANDELERO, R. P. H.; GROSMANN, M. V.; YAMASHITA, F. Hidrofilicidade de filmes de amido/ Poli (Butileno Adipato Co-Tereftalato) (Pbat) Acondicionados de Tween 80 e óleo de soja. **Polímeros**, v.23, p. 270-275, 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 398p.
- BOVI, M. L. A.; MARTINS, C. C.; SPIERING, S. H. Desidratação de sementes de quatro lotes de pupunheira: efeitos sobre a germinação e o vigor. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.1, p.109-112, 2004.
- CASTRO, L. A. S. de. Processamento de Amostras para Microscopia Eletrônica de Varredura. Documentos 93 Embrapa Clima Temperado, 37p. 2002.
- CARVALHO, J. E. U.; MÜLLER, C. H. Níveis de tolerância e letal de umidade em sementes de pupunheira, *Bactris gasipaes*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.20, p.283-289,1998.
- CHEN, Q.; LIU, Y.; CHEN, G. A comparative study on the starch-based biocomposite films reinforced by nanocellulose prepared from different non-wood fibers, **Cellulose**, v.26, n.4, p.2425-2435, 2019.
- COSTA-JUNIOR, J. C.; SANTOS, A. F.; FRANCISCON, L.; SILVA, C. N.; TESSMANN, D. J. Qualidade sanitária e fisiológica, métodos de detecção de *Fusarium* spp. e tratamento de sementes de pupunheira, **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p.1119-1131, 2016.
- DAVANÇO, T.; TANADA-PALMU, P.; GROSSO, C. Filmes compostos de gelatina, triacetina, ácido esteárico ou capríco: efeito do pH e da adição de surfactantes sobre a funcionalidade dos filmes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, p. 408-416, 2007.
- EHSANFAR, E; MODARRES-SANAVY, S.A. Crop protection by seed coating. **Commun Agric Appl Biol Science**, v.70, p.225-229, 2005.
- FAROOQ, M; WAHID, A; SIDDIQUE, KADAMBOT H. M. Micronutrient application through seed treatments: a review. **Journal of soil science and plant nutrition**, v. 12, n. 1, p. 125-142, 2012.
- FERREIRA, S. A. N.; SANTOS, L. A. Viabilidade de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Acta Amazonica**, v.22, p.303-307, 1992.
- FRANCHETTI; M.; ROZANE, D. E. Produção de mudas de palmito de pupunha. In: ROZANE, D. E.; SILVA, C. A.; FRANCHETTI, M. **Palmito pupunha: do plantio a colheita**, 2017, 175p.
- GALDEANO, M. C.; GROSSMANN, M. E. V.; MALI, S.; BELO-PEREZ, L. A.; GARCIA, M. A.; ZAMUDIO-FLORES, P. B. Effects of production process and

plasticizers on stability of films and sheets of oat starch. **Materials Science and Engineering**, v. 29, p.492– 498, 2009.

GORIM, L.; ASCH, F. Seed Coating Increases Seed Moisture Uptake and Restricts Embryonic Oxygen Availability in Germinating Cereal Seeds, **Biology**, v.6, p.31, 2017.

HÖSSEL, C.; OLIVEIRA, J. S. M. A. de.; FABIANE, K. C.; JÚNIOR, A. W.; CITADIN, I. Conservação e teste de tetrazólio em sementes de jabuticabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.1, p.255-261, 2013.

HUBBE, M. A.; FERRER, A.; TYAGI, A.; YIN, Y.; SALAS, C.; PAL, L.; ROJAS. Nanocellulose in packaging, **BioResources**, v.12, p. 2143-, 2017.

KUDLANVEC JUNIOR, V.L.; CANALLE, R.; NUNES, T.K.L.; RESENDE, E.C.R.C.; DIONE, M.; SILVA, C. **Identificação de formação de etringita em concreto através de microscopia eletrônica de varredura**: estudo de caso em reator UASB. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC'2018.

MAGALHÃES, W. L. E.; CLARO, F.C.; MATOS, de M.; LENGOWSKI, E.C. Produção de nanofibrilas de celulose por desfibrilação mecânica em moinho coloidal. **Comunicado Técnico 404** Embrapa Florestas. ISSN 1980-3982. Colombo, PR Outubro, 2017. 5p.

MALI, S.; GROSSMANN, M.V.E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 137-156, 2010.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed., Londrina: ABRATES, 2015, 659p.

OLIVEIRA, O. dos S. **Tecnologia de sementes florestais**: espécies nativas. Editora UFPR. 2012.404 p.

PASCALL, M. A.; LIN, S. The Application of Edible Polymeric Films and Coatings in the Food Industry. **Journal of Food Processing Technology**, v.4, p.1-2, 2013.

PEDRINI, S.; MERRITT, D.J.; STEVENS, J.; DIXON, K. Seed Coating: Science or Marketing Spin? **Trends in Plant Science**, v.22, p.106-116, 2017.

PIROLA, K.; DOTTO, M.; CASSOL, D.A.; JÚNIOR, A.W.; POSSENTI, J.C.; CITADIN, I. Conservation methods for native fruit seeds. **Brazilian Journal of Agriculture**, v.92, p. 161-175, 2017.

STEFFENS, C.A., BRACKMANN, A.; PINTO, J.A.V.; EISERMANN, A.N. Taxa respiratória de frutas de clima temperado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.313-321, 2007.

SILVA, R.C.S. **Maturação, superação de dormência e conservação de sementes de guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess.)**, 2016. 102 Fls. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal)

Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias,  
Universidade Federal do Paraná, 2016.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das conclusões obtidas no presente trabalho e das observações realizadas ao longo do desenvolvimento desta pesquisa, sugere-se que trabalhos posteriores sejam realizados nas seguintes linhas: Identificar as causas da perda de viabilidade da semente de pupunha, correlacionando lesões no embrião e capacidade de sobrevivência *in vitro*, levantamento dos principais patógenos que causam podridões frequentes no endosperma; Realização de avaliações bioquímicas na semente e medição de teores de gases dentro da embalagem durante o armazenamento. Tais avaliações auxiliarão no entendimento das causas da perda da viabilidade de sementes da espécie.

Além disso, o revestimento de sementes recalcitrantes visando prolongar o armazenamento pode ser uma linha de estudos a ser desenvolvida para melhorar as técnicas de armazenamento delas. Porém, para aumentar a assertividade das misturas para a elaboração dos biofilmes, recomenda-se a caracterização dos materiais antes da aplicação na semente, referente aos parâmetros permeabilidade ao vapor de água dos filmes (PVA) e permeabilidade ao oxigênio. Nesta linha sugere-se testar novos filmes com diferentes concentrações, temperaturas e métodos de secagem, inserir matrizes poliméricas mais hidrofóbicas, misturar com fitoreguladores: adicionar produtos fitossanitários para evitar a contaminação com fungos e verificar a compatibilidade dos materiais por meio de curvas de liberação no UV-VIS.



## REFERÊNCIAS

- AKIMOTO, T.; CHO, S.; YSHIDA, H.; FURUTA, H.; ESASHI, Y. Involvement of acetaldehyde in seed deterioration of some recalcitrant woody species through the acceleration of aerobic respiration. **Plant Cell Physiology**, v.45, p.201-210, 2004.
- ALEGRETTI, A. L.; WAGNER JÚNIOR, A.; BORTOLINI, A.; HOSSEL, C.; ZANELA, J.; CITADIN, I. Armazenamento de sementes de cerejas-do-mato (*Eugenia involucrata*) DC. submetidas ao recobrimento com biofilmes e embalagem a vácuo. **Revista Ceres**, v.62, p.124-127, 2015.
- ALMEIDA, N. O. **Implantação de matas ciliares por plantio direto utilizando-se sementes peletizadas**. Tese (doutorado) Universidade Federal de Lavras, Pós-graduação em Engenharia Florestal, 269p.2004.
- AMENDOLA, E. C. **Relações entre os produtores de pupunha (*Bactris gasipaes* kunth.) e a agroindústria, no município de Juquiá-SP**. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal – Economia e política florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
- ANEFALOS, L.C.; TUCCI, M. L. S.; MODOLO, V. A.; OLIVEIRA, A. F.; SPIERING, S. H. Análise dos impactos econômicos dos investimentos nas pesquisas tecnológicas relativas ao cultivo da pupunheira para palmito no estado de São Paulo, 1995 a 2012. **Informações Econômicas**, v. 47, n. 4, 2017.
- ARAUJO, R. F.; DONZELLES, S. M. L.; ZONTA, J. B.; ARAUJO, E. F. Conservação de sementes de feijão tratadas com cera de carnaúba. Resumo, Embrapa Cocais, 2011.
- ARRUDA, S. A.; VASQUEZ, G.H.; SÁ JÚNIOR, A. de; VANZELA, L.S. Potencial fisiológico de sementes de jenipapo armazenadas em diferentes embalagens. **Bioscience Journal**, v.34, n.2, p.287-295, 2018.
- ASSIS, O. B. G.; LEONI, A. M. Protein hydrophobic dressing on seeds aiming at the delay of undesirable germination. **Scientia Agricola**, v. 66, n. 1, p. 123-126, 2009.
- BANCO DO BRASIL – Fundação Transforma: Palmito para pupunha na agricultura familiar, 2015. Disponível em: <https://bit.ly/38KvVfu>. Acesso em 15 nov. 2019.
- BALDEZ, R. A. **Revestimentos de amido, nanofibras de celulose e metabissulfito de sódio em goiabas (*Psidium Guajava* L.) minimamente processadas**. 2016. 79p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Biomateriais, área de concentração em Produtos e Nanoprodutos Alimentícios) – Universidade Federal de Lavras, 2016. Disponível em: <https://bit.ly/2NUHyc0>. Acesso em: 03 out. 2019.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**, v.14, p.1-16, 2004.
- BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. What kind of seed dormancy might palms have? **Seed Science Research**, v.24, n.1, p.17-22, 2014.

BARBEDO, C. J.; CENTENO, D. C.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. C. L. Do recalcitrant seeds really exist? *Hoehnea*, v.40, p.583-593, 2013.

BARBEDO, C. J. A new approach towards so-called recalcitrant seeds. *Journal of Seed Science*, v.40, n.3, p.221-223, 2018.

BAUDET, L. Armazenamento de Sementes. In: PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.M. (Ed.) Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: UFPel, 2003. p.369-418.

BELLETTINI, M. B.; BELLETTINI, S.; VÍTOLA, F. M. D.; FIORDA, F. A.; MACARI JUNIOR, A.; SOCCOL, C. R. Residual compost from the production of *Bactris gasipaes* Kunth and *Pleurotus ostreatus* as soil conditioners for *Lactuca sativa* 'Veronica'. *Semina: ciências agrárias*, v.38, n.2, p.581-594, 2017.

BERJAK, P.; PAMMENTER, N. W. Implications of the lack of desiccation tolerance in recalcitrant seeds. *Frontiers in plant science*, v.22, p.1-9, 2013.

BORGES, C. V. **Avaliações biométricas de caracteres agrônomo em progênies de pupunha (*Bactris gasipaes*)**. 2016, 91fls. Doutorado em Agronomia Tropical. Universidade Federal do Amazonas, 2016.

BOSCO, S. J.; SANTOS PAULO, E. C.; NASCIMENTO, W. M. Desempenho de sementes peletizadas de alface em função do material cimentante e da temperatura de secagem dos péletes, *Horticultura Brasileira*, v.20, P.67-70, 2002.

BOVI, M. L. A.; MARTINS, C. C.; SPIERING, S. H. Desidratação de sementes de quatro lotes de pupunheira: efeitos sobre a germinação e o vigor. *Horticultura Brasileira*, v. 22, n. 1, p.109–112, 2004.

BRACKMANN, A.; NEUWALD, D.A.; RIBEIRO, N.D.; MEDEIROS, E.A.A. Condição de armazenamento de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo carioca 'FT Bonito'. *Revista Brasileira de Armazenamento*, v.27, p.16-20, 2002.

BRANDELERO, R. P. H.; GROSMANN, M. V.; YAMASHITA, F. Hidrofilicidade de filmes de amido/ Poli (Butileno Adipato Co-Tereftalato) (Pbat) Acondicionados de Tween 80 e óleo de soja. *Polímeros*, v.23, p. 270-275, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Secretária de Defesa Agropecuária. Brasília, DF, Brasil. 2009. 399p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 30, de 26 de outubro de 2010. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 27 out. 2010. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa Nº 35, de 29 de novembro de 2012. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 03 dez. 2012. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília, 2013a. 98 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa Nº 48, de 24 de setembro de 2013. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 25 set. 2013b. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Superintendência Federal no Estado do Espírito Santo. Portaria Nº 37, de 12 de fevereiro de 2015. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 13 fev. 2015a. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Alimentos regionais brasileiros** / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – 2. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2015b. 484 p.

BRASIL, 2017. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa MAPA Nº 17, de 26 de abril de 2017. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 de abr. 2017.

CARVALHO, J. E. U.; MÜLLER, C. H. Níveis de tolerância e letal de umidade em sementes de pupunheira, *Bactris gasipaes*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.20, p.283-289, 1998.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.

CARVALHO, J. E. U.; MULLER, C. H. Níveis de tolerância e letal de umidade em sementes de pupunheira, *Bactris gasipaes*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.20, n.3, p.283-389, 1998.

CARVALHO, T. C.; KRZYZANOWSKI, F. C.; OHLSON, O. C.; PANOBIANCO, M. Improved assessment of wheat seeds vigor. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 36, p. 608-614, 2012.

CHARREAU, H., FORESTI, M. L., VAZQUEZ, A. Nanocellulose patents trends: a comprehensive review on patents on cellulose nanocrystals, microfibrillated and bacterial cellulose. **Recent Pat. Nanotechnol.** 7, 56–80, 2013.

CASTRO, L. A. S. de. Processamento de Amostras para Microscopia Eletrônica de Varredura. Documentos 93 Embrapa Clima Temperado, 37p. 2002.

CLEMENT, C. R.; YUYAMA, K.; CHÁVEZ FLORES, W. B. **Recursos genéticos de pupunha**. In: SOUSA, N.R.; SOUZA, A.G.C. (Eds.). Recursos fitogenéticos na Amazônia Ocidental: conservação, pesquisa e utilização. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. p.143-187, 2016, 91 fls.

CLEMENT, C. R.; MORA URPI, J. The pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K., Arecaceae): multi-use potential for the lowland humid tropics. **Journal of Economic Botany**, v.41, n.2, p.302-311, 1987.

CHEN, Q.; LIU, Y.; CHEN, G. A comparative study on the starch-based biocomposite films reinforced by nanocellulose prepared from different non-wood fibers, **Cellulose**, v.26, n.4, p.2425-2435, 2019.

CORSO, N. M. **O agronegócio do palmito no Paraná** – situação atual e perspectivas. 140f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais – Economia e Política Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

COSTA, N. P.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. Metodologia alternativa para o teste de tetrazólio em semente de soja - Série Sementes. **Circular técnica 39**, Londrina: EMBRAPA CNPSo, 2007. 8p.

DAVANÇO, T.; TANADA-PALMU, P.; GROSSO, C. Filmes compostos de gelatina, triacetina, ácido esteárico ou capróico: efeito do pH e da adição de surfactantes sobre a funcionalidade dos filmes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, p. 408-416, 2007.

DIAS, D. S.; RIBEIRO, L. M.; LOPES, P. S. N.; MELO, G. A.; MULLER, M.; MUNNÉ-BOSCH, S. Haustorium–endosperm relationships and the integration between developmental pathways during reserve mobilization in *Butia capitata* (Arecaceae) seeds. **Annals of Botany**, v.122, p.267–277, 2018.

DELOUCHE, J. C.; STILL, T. W.; RASPET, M.; LIENHARO, M. **O teste de tetrazólio para a viabilidade da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1976. 103p.

EHSANFAR, E; MODARRES-SANAVY, S. A. Crop protection by seed coating. **Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences**, v.70, n.3, p.225-229, 2015.

EMBRAPA, Transferência de Tecnologia Florestal sobre a pupunha, 2019a – Disponível em: <<https://www.embrapa.br/florestas/transferencia-de-tecnologia/pupunha/tema>> Acessado 03 jan. 2020.

EMBRAPA - Palmeira pupunha se destaca como matéria-prima do palmito e na preservação de árvores nativas. 2019b. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/palmeira-pupunha-se-destaca-como-materia-prima-do-palmito-e-na-preservacao-de-arvores-nativas>. Acessado 05 de jun. 2019.

EXILVA, **Better dust control of coated seeds with Exilva cellulose fibrils**. Disponível em: <https://blog.exilva.com/dust-control-with-cellulose-fibrils>, 2018a. Acesso 08 out. 2019.

EXILVA. **Microfibrillated cellulose, cellulose fibrils or nanocellulose?** 2018b. Disponível em: <https://www.exilva.com/blog/microfibrillated-cellulose-or-nanocellulose>. Acesso 10 out. 2019.

EXILVA. Microibrillated cellulose at a glance: characteristics and potential applications. **Borregard**, 32p. 2019.

FARIAS-NETO, J. T.; CLEMENT, C. R.; RESENDE, M. D. V. Estimativas de parâmetros genéticos e ganhos de seleção para a produção de frutos em progênies de polinização aberta de pupunheira no estado do Pará, Brasil. **Bragantia**, v. 72, n. 2, p.122-126, 2013.

FARRANT, J. M.; PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. Recalcitrance: a current assessment. **Seed Science and Technology**, v.16, p.155-166, 1988.

FAROOQ, M; WAHID, A; SIDDIQUE, KADAMBOT H. M. Micronutrient application through seed treatments: a review. **Journal of soil science and plant nutrition**, v. 12, p. 125-142, 2012.

FARUK, O., BLEDZKI, A.K., FINK, H. P., SAIN, M. Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000–2010. progress in polymer science. **Topical Issue Polym Biomater**, v.37, p.1552–1596, 2012.

FERRAZ, I. D. K.; SAMPAIO, P. T. B. Métodos simples de armazenamento das sementes de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl. e *Carapa procera* D.C. Meliaceae). **Acta Amazonica**, v.26, p.137-144, 1996.

FERREIRA, A. S. N.; SADER, R. Avaliação da viabilidade de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, n.2, p.109-114, 1987.

FERREIRA, S. A. N. **Armazenamento e desenvolvimento do teste de tetrazólio em sementes de pupunha** (*Bactris gasipaes* Kunth). 64f. Dissertação (Mestrado) UNESP, Jaboticabal, 1988.

FERREIRA, S. A. N.; SANTOS, L. A. Viabilidade de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Acta Amazonica**, v.22, n.3, p.303-307, 1992.

FERREIRA, S. A. N.; SANTOS, L. A. dos. Efeito da velocidade de secagem sobre a emergência e vigor de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Acta Amazônica**, v. 23, n.1, p. 3-8, 1993.

FERREIRA, S. A. N. Pupunha, *Bactris gasipaes* Kunth, Arecaceae. In: Ferraz, I.D.K. **Manual de Sementes da Amazônia**. Fascículo n.5, Manaus-AM: Inpa, 2005, 12p.

FERREIRA, R.A.; OLIVEIRA, L. M.; TONETTI, O. A. O.; DAVIDE, A. C. Comparação da viabilidade de sementes de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake – Leguminosae caesalpinioideae, pelos testes de germinação e tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p.83-89, 2007.

FERNANDES, R. C.; MAGALHÃES, H. M.; LOPES, P. S. N.; BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; GOMES, J. A. O.; PAULINO, M. A. O.; CARNEIRO, P. A. P. Elaboração de metodologia de aplicação do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade das sementes de coquinho azedo *Butia capitata* (Mart) Becc. Resumos do V Congresso Brasileiro de Agroecologia. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2. p.1004–1007, 2007.

FONSECA, S. C. L.; FREIRE, H. B. Sementes recalcitrantes: problemas na pós-colheita. **Bragantia**, v.62, p.297-303, 2003.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p.8.5.1–8.5.28.

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

FRANCHETTI, M.; ROZANE, D. E. Produção de mudas de palmito de pupunha. In: ROZANE, D. E.; SILVA, C. A.; FRANCHETTI, M. **Palmito pupunha: do plantio a colheita**, 2017, 175p.

FREITAS, S. G. **Caracterização nutricional da silagem de coproduto da extração do palmito pupunha**. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

GARCÍA, A.; GANDINI, A.; LABIDI, J.; BELGACEM, N.; BRAS, J. Industrial and Crops Wastes: a new source for nanocelulose biorefiery. **Industrial Crops and Products**, v. 93, p.26-38, 2016.

GALDEANO, M. C.; GROSSMANN, M. E. V.; MALI, S.; BELO-PEREZ, L. A.; GARCIA, M. A.; ZAMUDIO-FLORES, P. B. Effects of production process and plasticizers on stability of films and sheets of oat starch. **Materials Science and Engineering**, v. 29, p.492– 498, 2009.

GRANER, E. M.; BRONDANI, G. E.; DE ALMEIDA, C. V.; BATAGIN-PIOTTO, K. D.;

DE ALMEIDA, M.; Study of senescence in old cultures of the *Bactris gasipaes* Kunth in vitro. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, v.120, p.1169-1189, 2015.

GREEN, M. **Avaliação da qualidade de sementes de dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) produzidas pela Embrapa Amazônia Ocidental**. 79 f. Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2012.

HARO, E. E.; SZPUNAR, J. A.; ODESHI, A. G. Dynamic and ballistic impact behavior of biocomposite armors made of HDPE reinforced with chonta palm wood (*Bactris gasipaes*). **Defence Technology**, v.14, ed. 3, p. 238-249, 2018.

HENNIPMAN, H. S.; SANTOS, A. F.; VIEIRA, E. S. N.; AUER, C. G. qualidade sanitária e fisiológica de sementes de araucária durante armazenamento. **Ciência Florestal**, v.27, p.643-654, 2017.

HERRERA, J. **Germinación de la semilla de pejibaye**. In: Palmito de Pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth): su cultivo e industrialización. San José, CR: Editorial de la Universidad de Costa Rica, p. 53-57, 1999.

HÖSSEL, C.; OLIVEIRA, J. S. M. A. de.; FABIANE, K. C.; JÚNIOR, A. W.; CITADIN, I. Conservação e teste de tetrazólio em sementes de jabuticabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.1, p.255-261, 2013.

HUBBE, M. A.; FERRER, A.; TYAGI, A.; YIN, Y.; SALAS, C.; PAL, L.; ROJAS, .Nanocellulose in packaging, **BioResources**, v.12, p. 2143-, 2017.

IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. Relatório 2019. Disponível em: <https://bit.ly/2vxcatL>. Acessado 19 dez 2019.

ISTA - International Seed Testing Association. **International Rules for Seed Testing**, Zurich, Switzerland, 2015.

IOSSI, E.; MORO, F. V.; VIEIRA, B. G. T. L.; BARBOSA, R. M.; VIEIRA, R. D. Chemical composition and tetrazolium test of *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) GLASSMAN seeds. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.38, n.4, e-550, 2016.

JESUS, M. A.; ABREU, R. L. S. Durabilidade natural da madeira de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) a fungos. **Acta Amazonica**, v.32, n.4, p.663-675, 2002.

KALIL-FILHO, A. N.; CLEMENT, C. R.; RESENDE, M. D. V.; FARIAS NETO, J. T.; BERGO, C. L.; YOKOMIZO, G. K. I.; KAMINSKI, P. E.; YUYAMA, K.; MODOOLO, V. A. Programa de melhoramento genético de pupunha na Embrapa, IAC e Inpa. **Dados eletrônicos** - Colombo: Embrapa Florestas, 2010.

KUDLANVEC JUNIOR, V.L.; CANALLE, R.; NUNES, T.K.L.; RESENDE, E.C.R.C.; DIONE, M.; SILVA, C. **Identificação de formação de etringita em concreto através de microscopia eletrônica de varredura**: estudo de caso em reator UASB. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC'2018.

LAKON, G. The topographical tetrazolium method for determining the germinating capacity of seeds. **Plant Physiology**, v.24, p.389- 394, jul. 1949.

LEDO, A. S.; FILHO, S. M.; LEDO, F. J. S.; ARAÚJO, E. C. Efeito do tamanho da semente, do substrato e pré-tratamento na germinação de sementes de pupunha. **Ciência Agrônômica**, v.33, n.1, p.29-32, 2002.

LIMA, J. M. E.; OLIVEIRA, J. A.; SMIDERLE, O. J.; LOUSADO, A. V.; CARVALHO, M. L. M. de. Physiological performance of açai seeds (*Euterpe oleracea* Mart.) stored with different moisture contents and treated with fungicide. **Journal of Seed Science**, v.40, n.2, p.135-145, 2018.

MAGALHÃES, W. L. E. Lignina e nanocelulose, **Revista Opiniões**, p.1-2, 2018. Disponível em: <https://florestal.revistaopinioes.com.br/revista/detalhes/3-lignina-e-nanocelulose/>>. Acesso 07 out. 2019.

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

MAHFOUDHI, N.; BOUFI, S. Nanocellulose as a novel nanostructured adsorbent for environmental remediation: a review. **Cellulose**, v.24, n.3, p.1171–1197, 2017.

MALI, S.; GROSSMANN, M.V.E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 137-156, 2010.

MARTINS, C. C.; BOVI, M. L. A.; NAKAGAWA, J.; MACHADO, C. G. Secagem e armazenamento de sementes de juçara. **Revista Árvore**, v.33, p.635-642, 2009.

MARTÍNEZ-GIRÓN, J.; FIGUEROA-MOLANO, A. M.; ORDÓÑEZ-SANTOS, L. E. Effect of the addition of peach palm (*Bactris gasipaes*) peel flour on the color and

sensory properties of cakes. **Food Science and Technology**, v.37, n.3, p.418-424, 2017.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed., Londrina: ABRATES, 2015, 659p.

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

MELO-NETO, B. A.; FORNARI, C. C. M.; SILVA, E. G. P.; FRANCO, M.; REIS, N. D.; BONOMO, R. C. F.; ALMEIDA, P. F.; PONTES, K. V. Biodegradable thermoplastic starch of peach palm (*Bactris gasipaes* kunth) fruit: Production and characterization. **International Journal of Food Properties**, v.20 p.2429-2440

MEEROW, A. W. **Palm seed germination**. University of Florida. Gainesville, Bulletin 274, 1991.

MIRANDA, M. **Revestimento nanoestruturado de cera de carnaúba na manutenção da qualidade pós-colheita de tomates**. 2016. 94p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016. Disponível em: <https://bit.ly/393SkEM>. Acesso em 27 set. 2019.

MONDRAGON, G.; PEÑA, C.; GONZÁLEZ, A.; ARBELAIZ, A. Bionanocomposites based on gelatin matrix and nanocellulose. **European Polymer Journal**, v. 62, p. 1–9, 2014.

MORA URPI, J.; WEBER, J. C.; CLEMENT, C. R. **Peach palm** (*Bactris gasipaes* Kunth). In: International Plant Genetic Resources Institute: Roma, 1997. 83p.

MORAES, J. V. **Morfologia e germinação de sementes de *Poecilanthe parviflora* bentham (fabaceae – faboideae)**. 78 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, São Paulo, Jaboticabal, 2007.

MORSBACH, N.; RODRIGUES, A. S.; CHAIMSON, F. P.; TREITNY, M. R. **Pupunha para palmito: cultivo no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1998. 56 p. (IAPAR. Circular, 103).

MUJICA, V. C.; SAM, M. D. R.; LOPEZ, I.; MENDEZ, D. Evaluation of oil properties of fruit pulp pijiguao (*Bactris Gasipaes* H.B.K) for use in cosmetics industry. **Ingenieria UC**, v.24, n.3, p.314-326,2017.

NASCIMENTO, W. M; SILVA, J. B.; SANTOS, P. E. C.; CARMONA, R. Germinação de sementes de cenoura osmoticamente condicionadas e peletizadas com diversos ingredientes. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.12-16, 2009.

NAZÁRIO, P. **Dormência em sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth): uma abordagem anatômica, histoquímica e fisiológica**. 125 f. Tese (Doutorado em Ciências de Florestas Tropicais) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2011.



NAZÁRIO, P.; FERREIRA, S. A. N.; BORGES, E. E. L.; GENOVESE-MARCOMINI, P. R.; MENDONÇA, M. S. Anatomical and histochemical aspects of peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth). **Journal of Seed Science**, v.35, p.171-178, 2013.

NAZÁRIO, P.; FERREIRA, S. A. N.; BORGES, E. E. L. Embryonic dormancy in seeds of *Bactris gasipaes* Kunth (peach-palm). **Journal of Seed Science**, v.39, n.2, p.106-113, 2017.

NIKOLAEVA, M. G. Patterns of seed dormancy and germination as related to plant phylogeny and ecological and geographical conditions of their habitats.

**Russian Journal of Plant Physiology**, v.46, p.369–373, 1999.

NEVES, B. **Condicionamento fisiológico de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth)**. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Fitotecnia) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 75f. 2018.

OKE, I. Nanoscience in nature: cellulose nanocrystals. **Studies by Undergraduate Researchers at Guelph**, v. 3, p.77–80. 2010.

OLSSON, U. **Generalized Linear Models: An Applied Approach**. Student Literature Lund., Sweden, 1-232, 2002.

OLIVEIRA, A. F. de; SOLDI, V. Caracterização e propriedades de filmes poliméricos com potencial aplicação no recobrimento de sementes. **Química Nova**, v. 32, n. 7, p.1845-1849, 2009.

OLIVEIRA, O.S. **Tecnologia de sementes de florestais: espécies nativas**. Curitiba: Editora da UFPR, 2012.

OLIVEIRA, L. M.; GARCIA, C.; SOUZA, G. K.; STEFFENS, C. A.; PIKART, T. G.; RIBEIRO, M. S. Avaliação da viabilidade de sementes de *Euterpe edulis* pelo teste de tetrazólio. **Magistra**, v.26, n.3, p.403-411, 2014a.

PARISI, J. J. D. Associação entre fungos e a viabilidade de sementes de *Inga vera* subsp. *Affinis* (DC.) T. D. Penn. durante o armazenamento. 80 f. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

PARMEJANI, R. S. **Avaliação da sensibilidade de pupunha à dessecação**. 2013. 48 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2013.

PASCALL, M. A.; LIN, S. The Application of Edible Polymeric Films and Coatings in the Food Industry. **Journal of Food Processing e Technology**, v.4, n.2, 2013.

PASQUINI, S.; MIZZAU, M.; PETRUSSA, E.; PATUI, S.; GORIAN, F.; LAMBARDI, M.; VIANELLO, A. Seed storage in polyethylene bags of a recalcitrant species (*Quercus ilex*): analysis of some bio-energetic and oxidative parameters. **Acta physiologiae plantarum**, v.34, p.1963-1974, 2012.

PATZER, V. L. **Produção e caracterização de biofilmes de amido nativo e modificado**. 43fl. Trabalho de graduação (Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.

PEDRINI, S.; MERRITT, D. J.; STEVENS, J.; DIXON, K. Seed Coating: Science or Marketing Spin? **Trends in Plant Science**, v.22, n.2, p.106-116, 2017.

PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J.A.; GUIMARÃES, R.M.; VIEIRA, A.R.; SILVA, J.B.C. Condicionamento fisiológico e revestimento de sementes de pimentão. **Revista Ciência Agrônômica**, v.36, n.1, p.74-81, 2005.

PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; ROSA, M. C. M.; KIKUTI, A. L. P. Armazenamento de sementes de braquiária peletizadas e tratadas com fungicida e inseticida. **Ciência Rural**, v.41, p. 2060-2065, 2011.

PENTEADO-JUNIOR, J. F.; SANTOS, A. F.; NEVES, E. J. M. Aspectos do agronegócio do palmito no Brasil. **Dados eletrônicos** - Colombo: Embrapa Florestas, 2014.

PESKE, F. B. Avaliação do condicionamento fisiológico e aplicação fósforo em sementes de milho. Tese (doutorado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 131p., 2011.

PICHELI, K. FAO entrega certificado ao projeto “Pupunha para palmito na agricultura familiar. Agricultura familiar, florestas e silvicultura. Disponível: <https://bit.ly/37ce7mx>. Acesso em 20 nov. 2019.

PIROLA, K.; DOTTO, M.; CASSOL, D. A.; JÚNIOR, A. W.; POSSENTI, J. C.; CITADIN, I. Conservation methods for native fruit seeds. **Brazilian Journal of Agriculture**, v.92, n.2, p. 161-175, 2017.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

QUINAYA, D. C. P.; SILVA, E. S.; D’ALMEIDA, J. R. M. On the use of residues from the sustainable extraction of heart of palm in agglomerated pael, **Journal of natural fibres**, v.13, p.172-177, 2016.

RAMALHO, A. R.; VIEIRA, A. H.; LOCATELLI, M.; SANTOS, V. F. S.; COSTA, F. N. **Metodização em produção, análise e conservação de sementes de pupunheira cultivada**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2005a. 6p. (Embrapa Rondônia. Comunicado Técnico).

RARAMALHO, A. R.; ALENCAR, A. S.; SANTOS, V. F. S.; COSTA, F. N. **Caracteres quantitativos e condicionantes da germinação em sementes de pupunheira (raça Pampa Hermosa)**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2005b. 15p. (Embrapa Rondônia. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 24).

RIBEIRO, L. M.; GARCIA, Q. S.; OLIVEIRA, D. M. T.; NEVES, S. C. Critérios para o teste de tetrazólio na estimativa do potencial germinativo em macaúba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.4, p.361-368, 2010.

ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seeds Science & Technology**, v.1, p.499-514, 1973.

RÚBIO-NETO, A.; SILVA, F. G.; SALES, J. F.; REIS, E. F.; SILVA, M. V. V.; SOUZA, A. L. Effect of drying and soaking fruits and seeds on germination of macaw palm (*Acrocomia aculeata* [Jacq.] Loddiges ex Mart.). **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 34, p. 179-185, 2012.

SANTOS, F. C. dos. **Nanocompósito de acetato de celulose com nanocelulose obtida a partir do bagaço de cana-de-açúcar**. Dissertação (mestrado) em Programa de Pós- Engenharia e Ciência dos Materiais do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UNF). 109p. 2016.

SANTOS CABRAL, Í.; AZEVÊDO, J. A. G.; DE ALMEIDA, F. M, et al. Silage or fresh by-product of peach palm as roughage in the feeding of lambs. **Tropical Animal Health Production**, v., n.47, p.525–531, 2015.

SCARCI, M. Desempenho de sementes de soja revestidas com biopolímeros. Universidade Tecnológica do Paraná, Dissertação apresentada para o Programa de pós-graduação em Agronomia, Pato Branco, 86fls. 2015.

SCHMIDT, P.; ROSSI JUNIOR, P.; TOLEDO, L. M; NUSSIO, L. G.; ALBUQUERQUE, D. S.; MEDURI, B. Perdas fermentativas e composição bromatológica da entrecasca de palmito pupunha ensilada com aditivos químicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.262-267, 2010.

SILVA, E. M. **Desenvolvimento de um equipamento para um ensaio em embalagens flexíveis**, Dissertação Universidade Federal de Pernambuco, Mestre em Engenharia Mecânica, área de concentração materiais e fabricação, 106p. 2005.

SILVA, J. B. F; CLEMENT, C. R. Wild peijibaye (*Bactris gasipaes* Kunth var. *chichagui*) in Southeastern Amazonia. **Acta Botânica Brasileira**, v.19, n.2, p.281-284, 2005.

SILVA, V. L. da; MÔRO, F. V.; DAMIÃO FILHO, C. F.; MÔRO, J. R.; SILVA, B. M. da S.; CHARLO, H. C. de O. Morfologia e avaliação do crescimento inicial de plântulas de *Bactris gasipaes* Kunth. (arecaceae) em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.3, p.477-480, 2006.

SILVA, R. C.; VIEIRA, E. S. N.; PANOBIANCO, M. Técnicas para a superação da dormência de sementes de guanandi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, n.9, p.719-727, 2014.

SILVA, I. S. V. da. **Nanocompósitos de pectina reforçados com nanocristais de celulose para utilização como revestimentos para morango**. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Uberlândia, Programa de pós-graduação em química, 169 fls. 2015.

SILVA, R.C.S. **Maturação, superação de dormência e conservação de sementes de guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess.)**, 2016. 102 Fls. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal)

Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2016.

SILVA, C. de A. **A cultura do palmito pupunha e o mercado**. In: ROZANE, D.; SILVA, C. de A. FRANCHETTI, M. Palmito pupunha: do plantio à colheita. Registro: UNESP/ Câmpus Experimental de Registro, 2017, 175 p.

SILVA, J. S. P.; SILVA, J. M. F.; SOARES, B. G.; LIVI, S. Fully biodegradable composites based on poly (butylene adipate-co-terephthalate)/peach palm trees fiber. **Composites Part B-Engineering**, v.129, p.117-123, 2017.

STEFFENS, C.A., BRACKMANN, A.; PINTO, J.A.V.; EISERMANN, A.N. Taxa respiratória de frutas de clima temperado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.313-321, 2007.

SPERA, M. R. N; CUNHA, R.; TEIXEIRA, J. B. Quebra de dormência, viabilidade e conservação de sementes de buriti (*Mauritia flexuosa*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p.1567-1572, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 719p.

TELLA, R. de; LAGO, A. A. do. Efeitos de diferentes teores de umidade e espessuras do material de embalagem plástica na conservação de sementes de amendoim. **Bragantia**, v.38, p.189-194, 1979.

TRACZ, A. L.; WENDLING, I.; KALIL FILHO, N.; SANTOS, A. F.; QUORIN, M. G. G. Enraizamento de perfilhos de pupunheira (*Bactris gasipaes*). **Brazilian Journal of Forestry Research**, n.58, p.69-75, 2009.

URRUZOLA, I., ROBLES, E., SERRANO, L., LABIDI, J., Nanopaper from almond (*Prunus dulcis*) shell. **Cellulose**, v.21, p.1619–1629, 2014.

VAN DEN BERG, O., CAPADONA, J. R., WEDER, C. Preparation of Homogeneous Dispersions of Tunicate Cellulose Whiskers in Organic Solvents. **Biomacromolecules**, v.8, p.1353-1357, 2007.

VILLACHICA, H. **Frutales y hortalizas promisorios de la amazonia**. Lima: FAO, 1996. p.218-219.

YANAI, A. E. **Patentes de produtos naturais amazônicos: análise do impacto da inovação tecnológica mundial**. 2012. 154p. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

ZANELA, J.; WAGNER JUNIOR, A.; CASSOL, D. A.; ALEGRETTI, A. L.; PIROLA, K.; MAZARO, S. M. Biofilmes e pré-embebição de sementes na germinação do araçazeiro 'Ya-Cy'. **Revista Brasileira de Agrociências**, v. 18, n. 3, p. 229-232, 2012.