

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
TROPICAL**

**AMBIENTES, EMBALAGENS E ÉPOCAS DE
ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE
SEMENTES DE *Piper marginatum* E *Piper tuberculatum***

ATMAM CAMPELO BATISTA

**MANAUS, AM
2015**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
TROPICAL**

ATMAM CAMPELO BATISTA

**AMBIENTES, EMBALAGENS E ÉPOCAS DE
ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE
SEMENTES DE *Piper marginatum* E *Piper tuberculatum***

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical – PGATR da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Agronomia Tropical, área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Dr. Francisco Célio Maia Chaves

**MANAUS, AM
2015**

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

B333a Batista, Atmam Campelo
AMBIENTES, EMBALAGENS E ÉPOCAS DE
ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE
SEMENTES DE *Piper marginatum* E *Piper tuberculatum* / Atmam
Campelo Batista. 2015
120 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Francisco Célio Maia Chaves
Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal
do Amazonas.

1. Análise de sementes. 2. Conservação. 3. Germinação. 4.
Armazenamento. 5. Vigor. I. Chaves, Francisco Célio Maia II.
Universidade Federal do Amazonas III. Título

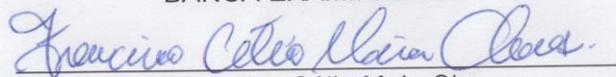
ATMAM CAMPELO BATISTA

**AMBIENTES, EMBALAGENS E ÉPOCAS DE
ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE
SEMENTES DE *Piper marginatum* E *Piper tuberculatum***

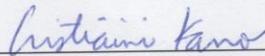
Tese apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Agronomia Tropical
da Universidade Federal do Amazonas,
como requisito para obtenção do título
de Doutor em Agronomia Tropical, área
de concentração em Produção Vegetal

Aprovado em 28 de setembro de 2015

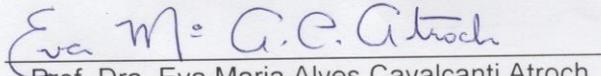
BANCA EXAMINADORA



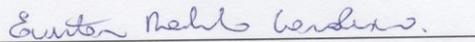
Dr. Francisco Célio Maia Chaves
Embrapa Amazônia Ocidental



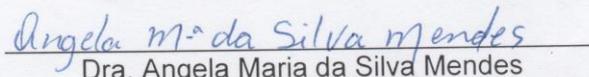
Dra. Cristiani Kano
Embrapa Amazônia Ocidental



Prof. Dra. Eva Maria Alves Cavalcanti Atroch
Universidade Federal do Amazonas



Dr. Everton Rabelo Cordeiro
Embrapa Amazônia Ocidental



Dra. Angela Maria da Silva Mendes
Universidade Federal do Amazonas

DEDICO

Aos meus pais, José Batista (*In memoriam*) e Marieta Campelo, os grandes responsáveis por cada conquista em minha vida, os meus maiores incentivadores, e aos meus irmãos Armstrong, Marsolange, Márcia, Magna e Perla, pelo apoio e dedicação que me possibilitaram cumprir essa etapa.

Ofereço:

**À minha esposa Mirlene e a minha
filha Ana Melina pela paciência, amor e
apoio.**

AGRADECIMENTOS

A Deus pela saúde, determinação e persistência para alcançar meus objetivos.

À Universidade Federal do Amazonas - UFAM, pela minha formação acadêmica.

Ao Dr. Francisco Célio Maia Chaves pelas contribuições no processo de orientação, pelos conhecimentos transmitidos, por toda confiança e oportunidade de desenvolver este trabalho sob sua orientação e por estar presente nos momentos que mais precisei. Agradeço a paciência nas nossas conversas e principalmente agradeço por sua amizade.

Aos membros da banca examinadora, pelo apoio, sugestões e contribuições.

À Coordenação do Curso de Pós-graduação em Agronomia Tropical pela oportunidade.

Aos professores, funcionários e colegas do programa de pós-graduação em Agronomia Tropical, que de alguma maneira estiveram envolvidos na minha caminhada.

Ao secretário do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical, José Nascimento, pela amizade e apoio constante.

Ao laboratório de sementes da UFAM na pessoa da Dra. Angela Maria da Silva Mendes.

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

À Embrapa Amazônia Ocidental pela concessão da infraestrutura para a coleta de sementes.

Aos funcionários do Setor de Plantas Medicinais da Embrapa: Raimundo César Moraes, Carlos Roberto da Silva (Mineiro), Antônio Carlos Barbosa (Careca), Miquéias Souza, Mário Kokay Barroncas, Luiz Mário da Silva, pelo auxílio na condução dos experimentos.

Aos funcionários dos laboratórios da Embrapa: Marcelo Roseo, Cláudia Majolo, Sebastião Sales pela amizade e auxílio em muitos momentos.

Aos funcionários da Embrapa Amazônia Ocidental pelo apoio técnico e administrativo recebido durante o curso.

Aos colegas Doutorandos, André Cunha, Suelen Lima, Jaisson Oka, Adriana Uchoa e Tatiana Senra pelas suas contribuições e apoio durante a condução dos experimentos.

Aos colegas Cristovão Gomes Plácido Junior, Gilson Sanches Chia, Lucifrancy Vilagelim Costa, Reynaldo Miranda Castro, Haroldo Diógenes, Silvio Vieira da Silva, Cristiane Klehm, Januário Junior, pelo companheirismo e apoio em mais uma conquista.

Aos colegas do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Valdeana Linard e Eurico Ruming, pelo incentivo.

Aos meus pais José Batista e Marieta Campelo, exemplos de seres humanos extraordinários, em seus corações o amor, carinho, respeito, a alegria e a honestidade sempre fizeram morada.

Aos meus irmãos Armstrong, Marsolange, Márcia, Magna (Pepeta) e Perla pelos momentos de alegria, companheirismo e pela torcida de sempre; e a todos os demais familiares que sempre estiveram presentes, mesmo que em pensamento e com orações.

Aos meus sobrinhos Eduardo Davi, William Luís, Luís Fernando, José Matheus, Sofia, Erica Milena, Bruna Léa e a mais nova integrante da família, Nina Vitória, por serem meus momentos de alegria e paz;

À minha esposa Mirlene Dantas e a minha filha Ana Melina pelo amor, carinho e compreensão pelas ausências, e que certamente me motivaram a perseverar neste trabalho.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente no processo de construção deste trabalho, em especial à natureza.

Muito obrigado.

Atmam Campelo Batista

AMBIENTES, EMBALAGENS E ÉPOCAS DE ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Piper marginatum* E *Piper tuberculatum*

RESUMO: O presente estudo centra-se na qualidade fisiológica das sementes de *Piper marginatum* e *Piper tuberculatum*, pertencentes à família Piperaceae a qual é reconhecida como aromática, sendo o gênero *Piper* o mais representativo dessa família. Possuem características de arbustos com propriedades de espécie pioneira, que produzem óleo essencial, com utilidade promissora no âmbito da agricultura e da medicina, em virtude de seu potencial inseticida e fungicida, seus compostos são usados na indústria de cosméticos, perfumaria e no controle de pragas e doenças de relevância para o setor agropecuário. Desse modo, objetivou-se avaliar o comportamento da qualidade fisiológica das sementes durante o processo de armazenamento de *Piper tuberculatum* e *Piper marginatum*, considerando: a influência de diferentes ambientes; do tipo de embalagem utilizada para armazenar as sementes; bem como, a ação do período destinado ao armazenamento. As sementes foram provenientes do setor de Plantas Medicinais da Embrapa Amazônia Ocidental, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, num esquema de parcelas subdivididas. As parcelas receberam a combinação de três ambientes de armazenamento: galpão, laboratório e câmara fria e duas embalagens: envelopes de papel tipo kraft e vidro, e as subparcelas constaram dos períodos de armazenamento 0, 3, 6, 9 e 12 meses. Após cada período de armazenamento avaliou-se o peso de mil sementes, teor de água, a porcentagem de germinação, Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e massa da parte aérea de plântulas. A melhor condição para conservação de sementes de *P. marginatum* e *P. tuberculatum* foi obtida com o acondicionamento em vidro e manutenção em câmara fria. Quando armazenadas sob condições normais de ambiente perderam a viabilidade em menos de seis meses. Alterações no vigor de sementes dessas espécies são primeiramente identificadas pela redução da velocidade de germinação.

Palavras-chave: análise de sementes, conservação, germinação, armazenamento, vigor

ENVIRONMENT, PACKAGING AND STORAGE TIMES IN PHYSIOLOGIC QUALITY SEEDS OF *Piper marginatum* AND *Piper tuberculatum*

ABSTRACT:

This study focuses on the physiological quality of seeds of *Piper marginatum* and *Piper tuberculatum*, belonging to the Piperaceae family, which is recognized as aromatic and the genus Piper the most representative of that family. They have shrubs features with pioneer species, which produce essential oil, with promising use in agriculture and medicine, because of its insecticide potential and fungicide, its compounds are used in cosmetics, perfumery and pest control and relevant diseases for the agricultural sector. Thus aimed to evaluate the behavior of seed quality during storage process of *Piper tuberculatum* and *Piper marginatum* species considering: the influence of different environments; the type of packaging used for storing seeds; as well as the function of the period for storage. The seeds were from the Embrapa Amazonia Ocidental, we used a completely randomized design with four replications, in a split plot. The plots received the combination of three storage environments: natural ambient, laboratory and cold chamber and two packaging: paper bags and glass, and the subplots consisted of storage periods 0, 3, 6, 9 and 12 months. After each storage period were evaluated the weight of a thousand seeds, water content, germination percentage, index of germination rate, emergency speed index and mass of seedlings. The best condition for conservation of *P. marginatum* and *P. tuberculatum* seeds was obtained with the packaging in glass and keeping in cold chamber. When stored under normal ambient conditions lost viability in less than six months. Changes in seed vigour of these species are initially identified by decrease of germination rate.

Key-words: seed testing, storage, germination, storage, vigour

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Distribuição geográfica pantropical das espécies da Família Piperaceae.
Fonte: MOBOT, 2013.5
- Figura 2.** Plantas de *Piper marginatum* em população natural, na Embrapa Amazônia Ocidental, 2014. Foto: André Cunha.9
- Figura 3.** Plantio de *Piper tuberculatum* na Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2014. Foto: André Cunha. 11
- Figura 4.** Espigas maduras e suas sementes beneficiadas de *Piper marginatum* (a) e *Piper tuberculatum* (b), Manaus, AM 2014. Foto: André Cunha.29
- Figura 5.** Dimensões das sementes de *Piper marginatum* (A) e *Piper tuberculatum* (B), Manaus-AM, 2015. Foto: Jonathan Diniz.39
- Figura 6.** Médias mensais da temperatura obtidas nos ambientes de armazenamento (Câmara fria, Galpão e Laboratório) de sementes de *Piper marginatum* durante período de armazenamento. Manaus-AM, 2015.40
- Figura 7.** Médias mensais da umidade relativa do ar obtidas nos ambientes de armazenamento (Câmara fria, Galpão e Laboratório) de sementes de *Piper marginatum* durante período de armazenamento. Manaus-AM, 2015.40
- Figura 8.** Teor de umidade de sementes de *Piper marginatum* em função do ambiente de armazenamento, Manaus-AM, 2015.44
- Figura 9.** Teor de umidade de sementes de *Piper marginatum* em função do tipo de embalagem. Manaus-AM, 2015.44

- Figura 10.** Germinação de sementes de *Piper marginatum* armazenadas em: A - Câmara fria; B – Galpão; C - Laboratório, acondicionadas em embalagem de papel Kraft e vidro, em função do tempo de armazenamento. Manaus-AM, 2015.46
- Figura 11.** Aspecto da germinação da semente de *Piper marginatum*: da ruptura do tegumento até a formação da plântula normal. Foto: Jonathan Diniz, 2015.47
- Figura 12.** Presença de fungos em sementes de *Piper marginatum* durante o teste de germinação. Fonte: Jonathan Diniz, 2015.49
- Figura 13.** Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de *Piper marginatum* armazenadas em: A - Câmara fria; B – Galpão; C - Laboratório, acondicionadas em embalagem de papel Kraft e vidro, em função do período de armazenamento. Manaus-AM, 2015.....53
- Figura 14.** Porcentagem de emergência de sementes de *Piper marginatum* armazenadas em: A - Câmara fria; B – Galpão; C - Laboratório, acondicionadas em embalagem de papel Kraft e vidro, em função do período de armazenamento. Manaus-AM, 2015.57
- Figura 15.** Índice de velocidade de emergência - IVE de sementes de *Piper marginatum* armazenadas em: A - Câmara fria; B – Galpão; C - Laboratório, acondicionadas em embalagem de papel Kraft e vidro, em função do período de armazenamento. Manaus-AM, 2015.....60
- Figura 16.** Matéria seca da parte aérea – Emergência, de sementes de *Piper marginatum* armazenadas em: A - Câmara fria; B – Galpão; C - Laboratório, acondicionadas em embalagem de papel Kraft e vidro, em função do período de armazenamento. Manaus-AM, 2015.....64

- Figura 17.** Médias mensais da temperatura média obtidas nos ambientes de armazenamento (Câmara fria, Galpão e Laboratório) de sementes de *Piper tuberculatum* durante período de armazenamento. Manaus-AM, 201566
- Figura 18.** Médias mensais da umidade relativa do ar obtidas nos ambientes de armazenamento (Câmara fria, Galpão e Laboratório) de sementes de *Piper tuberculatum* durante período de armazenamento. Manaus-AM, 2015.66
- Figura 19.** Teor de umidade (%) de sementes de *Piper tuberculatum* armazenadas em: A - Câmara fria; B – Galpão; C - Laboratório, acondicionadas em embalagem de papel Kraft e vidro, em função do período de armazenamento. Manaus-AM, 201569
- Figura 20.** Germinação de sementes de *Piper tuberculatum* armazenadas em: A - Câmara fria; B – Galpão; C - Laboratório, acondicionadas em embalagem de papel Kraft e vidro, em função do período de armazenamento. Manaus-AM, 2015.72
- Figura 21.** Aspectos da germinação da semente de *Piper tuberculatum*: da ruptura do tegumento até a formação da plântula normal. Foto: Jonathan Diniz, 2015.73
- Figura 22.** Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de *Piper tuberculatum* armazenadas em: A - Câmara fria; B – Galpão; C - Laboratório, acondicionadas em embalagem de papel Kraft e vidro, em função do período de armazenamento. Manaus-AM, 2015.....76
- Figura 23.** Emergência de sementes de *Piper tuberculatum* armazenadas em: A - Câmara fria; B – Galpão; C - Laboratório, acondicionadas em embalagem

de papel Kraft e vidro, em função do período de armazenamento.

Manaus-AM, 2015.80

Figura 24. Índice de velocidade de emergência - IVE de sementes de *Piper tuberculatum*, armazenadas em ambientes de Câmara fria, Galpão e Laboratório, em função do período de armazenamento. Manaus - AM, 2015.82

Figura 25. Matéria seca da parte aérea de plântulas de emergência de sementes de *Piper tuberculatum*, armazenadas em ambiente (Câmara fria; Galpão; Laboratório) em função do período de armazenamento. Manaus-AM, 2015.84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios dos atributos básicos das espigas e sementes de <i>Piper marginatum</i> e <i>Piper tuberculatum</i> , Manaus-AM, 2015.	38
--	----

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	1
2.OBJETIVOS.....	4
2.1. Objetivo Geral.....	4
2.2. Objetivos específicos	4
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
3.1. Piperaceae: Gênero <i>Piper</i>	5
3.2. <i>Piper marginatum</i> Jacq.....	8
3.3. <i>Piper tuberculatum</i> Jacq.....	10
3.4. Qualidade fisiológica de sementes	12
3.5. Germinação de sementes.....	14
3.6. Vigor de sementes.....	17
3.7. Armazenamento de sementes.....	19
3.7.1. Embalagens no armazenamento.....	21
3.7.2. Ambiente de armazenamento	24
3.7.3. Período de armazenamento	26
4. MATERIAL E MÉTODOS	28
4.1. Localização do experimento	28
4.2. Obtenção e identificação do material propagativo	28
4.3. Colheita e Beneficiamento de sementes	28
4.4. Caracterização de espigas e sementes.....	30
4.5. Armazenamento	30
4.6. Teor de água	31
4.7. Peso de mil sementes	32
4.8. Teste de germinação	32
4.8.1. Características avaliadas	33
4.9. Teste de emergência	34
4.9.1. Características avaliadas	34
4.10. Análise estatística	35
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1. <i>Piper marginatum</i>	39
5.1.1. Condições climáticas.....	39
5.1.2. Teor de água.....	41
5.1.3. Teste de Germinação	45

5.1.4. Índice de Velocidade de Germinação - IVG	50
5.1.5. Teste de emergência.....	54
5.1.6. Índice de velocidade de emergência - IVE	58
5.1.7. Matéria seca da parte área de plântulas	61
5.2. <i>Piper tuberculatum</i>	65
5.2.1. Condições Climáticas	65
5.2.2. Teor de Umidade.....	67
5.2.3. Teste de Germinação	70
5.2.4. Índice de Velocidade de Germinação - IVG	74
5.2.5. Teste de emergência.....	77
5.2.6. Índice de Velocidade de Emergência - IVE	81
5.2.7. Massa seca da parte área de plântulas.....	83
6. CONCLUSÕES	85
7. REFERÊNCIAS.....	86

1. INTRODUÇÃO

A família Piperaceae possui várias espécies que se destacam pela presença de princípios ativos utilizados na medicina popular, na indústria química, farmacêutica e cosmética. Desta família o gênero *Piper* se destaca com inúmeras espécies química e biologicamente ativas, dentre estas espécies, encontram-se *Piper marginatum* e *Piper tuberculatum*.

Estas espécies vegetais apresentam grande importância ecológica, devido a sua frutificação prolongada e dispersão zoocórica, sendo seus frutos bastante atrativos para a fauna, colonizadora de áreas alteradas sendo utilizada para recomposição de ambientes degradados e considerada como planta invasora em diversas regiões do Brasil. Além disso, estas espécies possuem elevado potencial econômico em razão das diversas aplicações de seu óleo essencial que é extraído da parte aérea das plantas, o qual é utilizado principalmente como inseticida e fungicida, na agricultura e medicina.

Logo, o conhecimento quanto ao comportamento das sementes na germinação e das plântulas de espécies como *P. marginatum* e *P. tuberculatum*, são de fundamental importância para estudos taxonômicos, ecológicos e agronômicos (GENTIL e FERREIRA, 2005; PILATI e SOUZA, 2006; GUIMARÃES et al., 2007), já que possibilita entender a fitogenia e as tendências evolutivas dessas estruturas, constituindo, assim, uma ferramenta útil para iniciar a identificação de sementes desconhecidas, as quais se apresentam com frequência durante o manejo, análises e na produção de plantas agrícolas e florestais (SILVA et al., 2003).

Outro aspecto de grande importância a se compreender está relacionado à conservação das sementes entre a colheita e a semeadura, haja vista que este período de conservação interfere na qualidade e na quantidade das plântulas obtidas e, em decorrência, no desempenho produtivo da população estabelecida no campo. A manutenção da viabilidade das sementes através do armazenamento, em condições de ambiente controlado, vem sendo uma das linhas de pesquisa mais importante para as sementes de grande número de espécies de baixa longevidade. As espécies se comportam diferentemente quanto às condições de armazenamento, requerendo estudos específicos. O grau de importância no armazenamento, da temperatura e da umidade relativa do ambiente e suas interações são prioritários para o entendimento das exigências da espécie quanto à manutenção de sua viabilidade.

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), Bonner (2001) e Hong e Ellis (2003), a longevidade das sementes armazenadas é influenciada, principalmente, pela sua qualidade inicial, pelo teor de água, tempo decorrido entre a colheita e o armazenamento, tratamentos fitossanitários e térmicos aplicados, tipo de embalagem, temperatura e umidade relativa do ambiente de armazenamento.

Considerando que a deterioração das sementes durante o armazenamento é um processo inevitável e irreversível, são essenciais estudos que possam esclarecer os eventos fisiológicos e bioquímicos que ocorrem nas sementes durante o armazenamento visando reduzir perdas e aumentar o período de conservação dessas sementes.

Porém, o conhecimento disponível, particularmente a respeito da conservação de sementes de espécies nativas em fase de domesticação, não é suficiente para embasar a definição de tecnologias de armazenamento.

Além disso, estudos de caracterização das sementes de espécies do gênero *Piper* são escassos, restringindo-se ao trabalho de Vianna e Akisue (1997) para *P. aduncum* e de Rosa e Souza (2004), para *P. amalago* var. *medium* L., ambos utilizando apenas microscopia de luz.

Sendo assim, este estudo se direcionou a avaliar a qualidade fisiológica da semente de *Piper marginatum* e de *Piper tuberculatum*, visando à criação de estratégias de aproveitamento de sementes. Esta pesquisa teve como objetivo verificar os efeitos de diferentes ambientes e embalagens na conservação de sementes ao longo de doze meses de armazenamento, nas sementes destas duas espécies.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar a da qualidade fisiológica das sementes de *Piper marginatum* e *Piper tuberculatum* durante o armazenamento de sementes.

2.2. Objetivos específicos

- Verificar a influência de três ambientes na manutenção da qualidade fisiológica das sementes dessas espécies durante o armazenamento;

- Verificar a influência de dois tipos de embalagem no armazenamento de sementes dessas duas espécies de *Piper*;

- Avaliar o período de armazenamento de sementes na qualidade fisiológica das mesmas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Piperaceae: Gênero *Piper*

A família Piperaceae é uma das poucas famílias que possui uma rica história etnobotânica e etnofarmacêutica, sendo considerada uma das mais importantes da ordem Piperales (ALVES, 2008; SCOTT et al., 2008).

Pertencente à superordem Nymphaeiflorae, a família Piperaceae é uma das mais numerosas das angiospermas (DAHLGREN, 1980). É de ocorrência pantropical (Figura 1), sendo encontrada no continente americano, desde o México até a Argentina (FIGUEIREDO e SAZIMA, 2000). Tem como principal representante a espécie *Piper nigrum* L., utilizada na culinária como condimento.

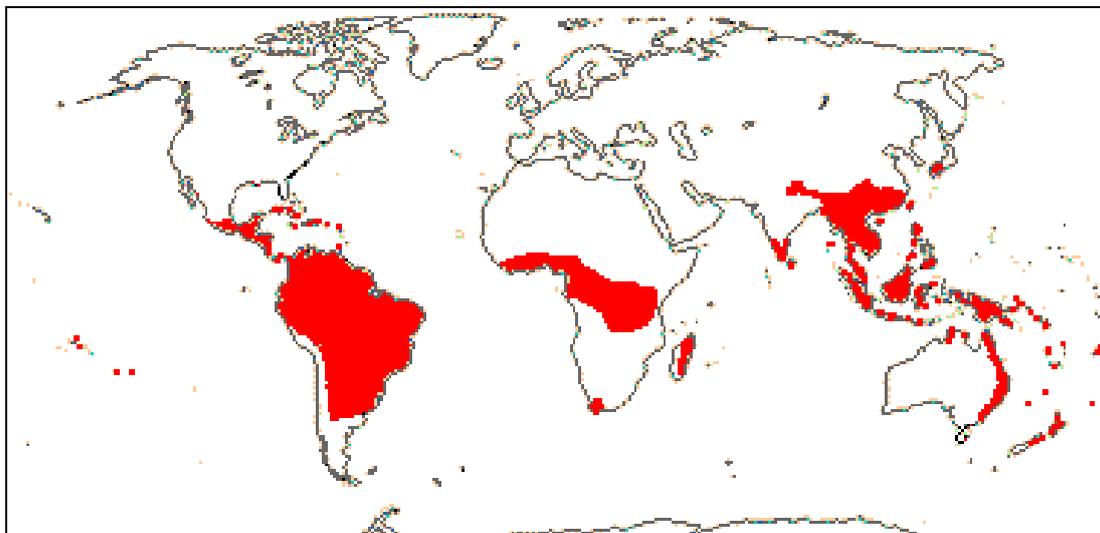


Figura 1. Distribuição geográfica pantropical das espécies da Família Piperaceae. Fonte: MOBOT, 2013.

As espécies desta família são caracterizadas por serem ervas eretas ou escandentes, subarbustos, arbustos ou pequenas árvores, terrestres ou epífitas. Folhas simples, alternas, opostas ou verticiladas, sésseis ou pecioladas, inteiras, de consistência e formas diversas e por possuírem flores

muito pequenas, aperiartadas, protegidas por bractéolas pediceladas ou sésseis, dispostas esparsas ou congestas em espigas, formando umbelas ou dispostas em racemos, axilares ou terminais, opostos ou não às folhas. O fruto é uma drupa, séssil ou pedicelado (GUIMARÃES e GIORDANO, 2004).

A Família Piperaceae possui cerca de 2.500 espécies distribuídas em cinco gêneros, dos quais *Piper* L. e *Peperomia* Ruiz e Pav. são os mais diversos (GUIMARÃES e CARVALHO-SILVA, 2009).

No Brasil está representada por quatro gêneros: *Piper*, *Peperomia*, *Manekia* e *Ottonia* (GUIMARÃES e MONTEIRO, 2006; GUIMARÃES e CARVALHO-SILVA, 2009).

O gênero com maior diversidade é o *Piper* L., que é originário do idioma árabe que designa pimenta. Por este motivo, este gênero também é conhecido como o das “pimentas”, por possuir em sua constituição um composto (piperina) que atribui sabor picante principalmente as suas sementes, frutos e inflorescências.

A descrição botânica deste gênero consiste em plantas com porte arbustivo ou arvoretas, subarbustos ou ervas, ocasionalmente lianas. Caules cilíndricos, nodosos e delgados. Folhas simples, inteiras, alternas, membranáceas, cartáceas ou coriáceas, com pecíolo usualmente vaginado-canalizado. Inflorescências morfologicamente terminais, em racemos ou espigas solitárias, às vezes fasciculadas, axilares ou opositifólias. Flores pequenas, perfeitas ou imperfeitas, acompanhada por brácteas de formas variáveis, glabras, pilosas ou fimbriadas; estames 2-6, anteras bitecas; ovário unilocular, uniovulado; estigmas 2-4, sésseis ou com estiletos evidentes. Frutos

pequenos, drupáceos, de forma variáveis, geralmente crescentes na maturidade (RUSCHEL, 2004).

Este gênero apresenta espécies com importâncias econômica e medicinal. Algumas espécies fazem parte do mercado mundial, como a pimenta-do-reino (*Piper nigrum*), comercializada desde o século XV, cujos frutos de sabor picante, são utilizados como condimento. Seus frutos maduros produzem a pimenta branca, enquanto os frutos colhidos verdes, secos, produzem a pimenta preta do comércio (JOLY, 1984).

No Brasil, a população rural sempre fez uso de plantas medicinais, dentre elas destaca-se o gênero *Piper*. É o caso do elixir paregórico (*Piper callosum*) usado contra diarreia, eliminação de gases, febre, problemas de estômago.

A espécie *Piper marginatum* é conhecida como pimenta-do-mato usado em problemas no fígado e gonorréia (PEREIRA et al., 2007). *Piper umbellatum* conhecida como pariparoba ou caapeba, usada em furúnculos (LORENZI e MATOS, 2002) e o potencial medicinal de *Piper nigrum* utilizada por muitos povos como soluções para problemas estomacais, diurese e falta de apetite (PIO CORRÊA, 1984).

O histórico do gênero *Piper* descrito por Parmar et al. (1997), relata o uso de espécies para o tratamento de algumas enfermidades em diferentes povos. Na China, algumas prescrições recomendam o uso das folhas de *P. futokasura* no tratamento de arritmias cardíacas e da asma. Na Jamaica dores estomacais são tratadas com uma infusão das folhas de *P. aduncum* e *P. hispidum*. No México e no Brasil, usam-se as folhas de *P. amalago* para aliviar dores estomacais e no combate a diversas infecções.

Folhas e talos de *P. marginatum* e *P. tuberculatum* são utilizadas, na Paraíba, contra picada de cobra e como sedativos (CHAVES et al., 2006).

Extratos de diversas espécies de *Piper* indicam aplicações medicinais e propriedades inseticidas, bactericidas e fungicidas (CONSTANTIN et al., 2001; PESSINI et al., 2003). A análise de algumas espécies mostrou a presença de compostos com ação psicotrópica, antimicrobiana, antioxidante, citotóxica, inseticida, fungicida e antileishmania. Várias destas espécies produzem óleos essenciais compostos por monoterpenos, sesquiterpenos e arilpropanóides (SANTOS et al., 2001; NAKAMURA et al., 2006).

3.2. *Piper marginatum* Jacq.

Esta espécie está classificada botanicamente da seguinte forma:

Reino: Plantae

Divisão: Magnoliophyta

Classe: Magnoliopsida

Subclasse: Magnoliidae

Superordem: Nymphaeiflorae

Ordem: Piperales

Família: Piperaceae

Gênero: *Piper* L.

Espécie: *Piper marginatum* Jacq.

Piper marginatum (Figura 2) é uma planta aromática e cresce abundantemente nas bordas das florestas da mata atlântica, é conhecida popularmente por “malvíscio” no nordeste brasileiro (Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte) e como “caapeba cheirosa”, “pimenta do mato” ou

“nhandi”, na região norte (BRAGA, 1953; AUTRAN et al., 2009). Em certos lugares suas espigas substituíam a pimenta do reino como condimento (BRAGA, 1953).

Na medicina popular brasileira seu extrato de folhas é preparado em água quente e é utilizado para tratar dores de dente, reumatismo, tumores e feridas hemorrágicas (CORRÊA, 1984). Na Guiana Francesa, suas folhas são utilizadas em banhos e no tratamento de erupções cutâneas contra a picada de insetos (FOUNGBE et al., 1976), em Porto Rico usa-se suas propriedades medicinais como adstringente, usado para parar o sangramento traumático e como hemostático efetivo, tomado por via oral (NÚÑEZ MELÉNDEZ, 1982).

Ocorre na América Central, Antilhas e América do Sul. No Brasil, ocorrem nos estados do Amazonas, Pará, Ceará, Paraíba e Pernambuco (GUIMARÃES e GIORDANO, 2004).



Figura 2. Plantas de *Piper marginatum* em população natural, na Embrapa Amazônia Ocidental, 2014. Foto: André Cunha.

Espécie caracterizada pelo hábito arbustivo ou arvoreta com até 5 m de altura (Figura 2). Folhas com pecíolo de 2-6 cm de comprimento; lâmina ovada, 10-20 x 7-15 cm, base cordada, ápice agudo ou acuminado, membranácea,

glabra em ambas as faces, exceto pela presença da densa ciliação na margem; nervuras 7-11, palmatinérveas, às vezes, algumas coalescentes com a nervura principal. Espigas curvas até 15 cm de comprimento; pedúnculo 1 cm de comprimento; bractéolas triangular-peltadas, franjadas. Estames 4-5. Drupa obpiramidal, glabra, 3 estigmas sésseis (GUIMARÃES e GIORDANO, 2004).

Estudos fitoquímicos já realizados em *P. marginatum* têm descrito a ocorrência de propiofenonas, amidas, flavonóides, fenilalcanoides e aristolactamas (FOUNGBE et al., 1976; CHAVES et al., 2006; REIGADA et al., 2007).

3.3. *Piper tuberculatum* Jacq.

Esta espécie está classificada botanicamente da seguinte forma:

Reino: Plantae

Divisão: Magnoliophyta

Classe: Magnoliopsida

Subclasse: Magnoliidae

Superordem: Nymphaeiflorae

Ordem: Piperales

Família: Piperaceae

Gênero: *Piper* L.

Espécie: *Piper tuberculatum* Jacq.

Piper tuberculatum (Figura 3) possui hábito arbustivo com 2-2,5 m de altura; ramos pubérulos. Folhas com bainha alada; pecíolo 0,5-1 cm de comprimento, pubérulo; lâmina oblongo-elíptica ou ovado-elíptica, 8-12,5 x 4-6 cm, base assimétrica, ápice agudo, brilhante, glabra na face adaxial, pubérula

nas nervuras na face abaxial; nervuras ascendentes em número de 8-10 pares, peninérveas, dispostas até o ápice da lâmina. Espigas eretas, com 4-7 cm de comprimento; pedúnculo 1-1,5 cm de comprimento; bractéolas triangular-subpeltadas, marginalmente franjadas. Estames quatro. Fruto tipo drupa tetragonal, ovada, lateralmente comprimida, glabra, três estigmas sésseis (GUIMARÃES e GIORDANO, 2004).



Figura 3. Plantio de *Piper tuberculatum* na Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2014. Foto: André Cunha.

É conhecida popularmente como pimenta d'ardo, pimenta longa e no nordeste brasileiro como pimenta de macaco (BRAGA, 1953; CASTRO, 2007; FACUNDO et al., 2008).

Esta espécie ocorre em todo o continente Americano e Antilhas. No Brasil, é encontrada nos estados do Amazonas, Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Rio de Janeiro e Mato Grosso (GUIMARÃES e GIORDANO, 2004).

Recentemente, assim como muitas piperáceas, seu perfil fitoquímico vem sendo estudado na identificação de compostos químicos que podem ser usados no controle de pragas e doenças.

De acordo com Sousa (2011), o uso de extratos e do óleo essencial de *P. tuberculatum* pode ser uma alternativa natural no controle do percevejo-vermelho-do-caupi (*Crinocerus sanctus*) na cultura do feijão-caupi.

O perfil fitoquímico do óleo essencial foi investigado por Parmar (1997) encontrando compostos majoritários como 4,5-dihidropiperlonguminina, piplartina e a piperlonguminina.

Facundo et al. (2008) analisando o óleo essencial de talos finos e frutos encontraram como constituintes majoritários o óxido de cariofileno (32,1%) e o (E)-cariofileno (17,7%) (talos finos) e (E)-cariofileno com 12,3% e o óxido de cariofileno 26,6% (frutos).

Apesar do aumento dos estudos quanto à constituição química dos óleos essenciais e atividade biológica dos mesmos, além da importância medicinal já comentada, estas espécies do gênero *Piper*, não possuem informações sobre a germinação de sementes. Desse modo, pouco se sabe sobre o comportamento destas sementes em condições de campo e de laboratório, além de condições de manutenção na qualidade no armazenamento de sementes.

3.4. Qualidade fisiológica de sementes

Entende-se por qualidade da semente a junção de todos os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam a capacidade da mesma em originar uma planta de alta produtividade (POPINIGIS, 1985).

A qualidade fisiológica de sementes é influenciada pelas características genéticas herdadas de seus progenitores, além da germinação e vigor, sendo estes fatores afetados pelas condições ambientais, métodos de colheita, secagem, processamento, tratamento, armazenamento e embalagem (ANDRADE et al., 2001).

Este potencial fisiológico geralmente é medido pela germinação e vigor das sementes, sendo os dois, os principais atributos da qualidade fisiológica a serem considerados na implantação de um cultivo.

De acordo com Popinigs (1985), a qualidade fisiológica da semente é a sua capacidade em desempenhar funções vitais, caracterizada pela sua germinação, vigor e longevidade.

O potencial fisiológico reúne informações sobre a germinação e o vigor das sementes. Para sementes florestais, a qualidade é geralmente avaliada por meio do teste de germinação, efetuado em laboratório sob condições controladas, uma vez que no campo ocorrem flutuações ambientais que podem alterar o comportamento das sementes (FIGLIOLIA, 1984).

Existem vários testes que visam determinar a qualidade fisiológica das sementes com o objetivo de fornecer informações sobre o vigor e a viabilidade de um lote. Entre eles, podem-se citar os testes de condutividade elétrica, envelhecimento acelerado e do tetrazólio, além do teste padrão de germinação, no qual se podem obter dados de porcentagem e velocidade de germinação, comprimento e biomassa de plântulas. A análise e comparação desses valores, com aqueles para o grupo controle, possibilita obter informações sobre variações no vigor e viabilidade das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

3.5. Germinação de sementes

A germinação de sementes é um fenômeno biológico que pode ser considerado pelos botânicos como a retomada do crescimento do embrião com o subsequente rompimento do tegumento pela radícula. Para os tecnologistas de sementes, a germinação é definida como a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, manifestando a sua capacidade para dar origem a uma planta normal, sob condições ambientais favoráveis (MACHADO et al, 2002).

Conforme as Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009), a germinação é a capacidade da semente de produzir uma plântula que apresente as suas estruturas essenciais: sistema radicular, parte aérea (hipocótilo e epicótilo), que se demonstre apta a produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo.

A germinação é um processo como todos os outros biológicos, consome energia, a qual é oriunda das reservas da própria semente com auxílio do oxigênio para queimar esse produto, ou seja, a germinação faz uso da energia proveniente da respiração. As atividades metabólicas da semente e que culminam com a efetiva retomada de crescimento pelo eixo embrionário se aceleram, à medida que a semente colocada em substrato apropriado, absorve umidade (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

O processo de germinação é afetado por vários fatores intrínsecos e extrínsecos, dentre os principais estão a umidade, temperatura, substrato, luz e o oxigênio (MAYER e POLJAKOFF-MAYBER, 1989).

O grau de umidade ideal exigido para retomada do metabolismo e o crescimento do eixo embrionário no processo de germinação é variável entre

as espécies (MENDES et al., 2010). A falta de disponibilidade hídrica no processo pode ser fundamental para a morte do embrião.

Contudo, o excesso de água limita a entrada de oxigênio, elemento imprescindível nas reações do metabolismo, diminuindo a respiração e provocando atraso ou paralisação da germinação ou, ainda, a ocorrência de plântulas anormais (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Outro fator importante, é a temperatura e, de acordo com Mayer e Poljakoff-Mayber (1989), existe uma temperatura ótima para a germinação das sementes. Dentro da faixa de temperatura em que as sementes de uma espécie germinam, há geralmente uma temperatura ótima, acima e abaixo da qual a germinação é diminuída, mas não completamente interrompida (SANTOS et al., 2005).

A temperatura é um dos fatores que apresentam grande influência tanto na porcentagem de germinação quanto na determinação do vigor das plântulas, influenciando a absorção de água pela semente e as reações bioquímicas que regulam todo o processo metabólico (BEWLEY e BLACK, 1994).

A maioria das espécies tropicais apresenta bom desempenho germinativo na faixa de 20 a 30 °C (BORGES e RENA, 1993), podendo variar de acordo com as temperaturas encontradas em sua região de origem (PACHECO et al., 2006).

Américo et al. (2011) em estudo com *Piper hispidinervum* e *Piper aduncum* observaram que a temperatura mais adequada para germinação é de 27 °C, com incremento de mais de 700% na primeira contagem da germinação

em *P. aduncum*, quando comparado com a temperatura de 25 °C e com a variação de temperatura de 20 a 30 °C.

Um fator que está diretamente ligado com a temperatura é a luz, logo que algumas espécies vegetais necessitam de luz para germinação e estas são classificadas como fotoblásticas positivas, outras germinam melhor quando ocorre limitação da luz, sendo consideradas fotoblásticas negativas; há também espécies que germinam independente da presença de luz (LOPES et al., 2005).

A sensibilidade das sementes à luz pode ainda ser definida com base nas formas do fitocromo, pigmento receptor responsável pela captação dos sinais luminosos do ambiente, ao invés de fotoblastismo (TAKAKI, 2001; BRANCALION et al., 2008).

Bergo et al. (2010) observaram que as percentagens de germinação variaram de 87% (mínimo) para o tratamento 25 °C e 75% (mínimo) para o tratamento 20 °C, em luz difusa, até o máximo de 96 e 89% para o tratamento 25 °C para sementes de *P. hispidinervum* e *P. aduncum*.

O substrato de germinação, apesar de não ser um foco do estudo do presente trabalho, é outro fator importante no processo germinativo das sementes em geral.

Comumente, está relacionado à manutenção da umidade, proporcionando condições adequadas ao processo germinativo e desenvolvimento da plântula (FIGLIOLA et al., 1993), devendo manter uma proporção adequada entre a disponibilidade de água e a aeração e, assim, evitar a formação de uma película aquosa sobre a semente, que impede a

penetração de oxigênio (POPINIGIS, 1985) e contribui para a proliferação de patógenos (PACHECO et al., 2006).

3.6. Vigor de sementes

Vigor de sementes geralmente se diferencia em: vigor genético e vigor fisiológico. Pollock e Roos (1972) definem vigor genético, sendo aquele observado na heterose ou nas diferenças de vigor entre duas linhagens, e o vigor fisiológico sendo aquele observado entre lotes de uma mesma linhagem genética.

Para Isely (1957), vigor é o resultado da conjunção de todos aqueles atributos da semente que permitem a obtenção do *stand* sob condições desfavoráveis de campo.

A definição de vigor de sementes como formulada pela Association of Official Seed Analysts (AOSA, 2002) é semelhante. O vigor de sementes é tido como aquela propriedade das sementes que determina o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais sob uma ampla faixa de condições de campo.

O vigor de sementes, como definido pela International Seed Testing Association (ISTA, 2006), é um índice do grau de deterioração fisiológica e/ou integridade mecânica de um lote de sementes de alta germinação, representando sua ampla habilidade de estabelecimento no ambiente.

Os testes de vigor visam simular as condições desfavoráveis de campo, uma vez que o teste de germinação pode superestimar os resultados, já que são dadas condições ambientais ótimas para as sementes. Portanto, os testes de vigor são capazes de detectar, com maior precisão, os avanços da

deterioração das sementes, permitindo diferenciar lotes de poder germinativo semelhantes (MENDONÇA et al., 2008).

Dentre os diversos testes de vigor, podemos citar a primeira contagem do teste de germinação, índice de velocidade de germinação, envelhecimento acelerado, emergência em areia, condutividade elétrica e o teste de tetrazólio.

Dentro do processo de maturação fisiológica, Carvalho e Nakagawa (2012), relatam que sementes ainda não maduras podem germinar, contudo, não resultam em plântulas vigorosas, como as que seriam obtidas de sementes colhidas no ponto de maturidade fisiológica. Ainda os mesmos autores afirmam que há vários métodos para se testar o vigor, mas não há nenhum método padronizado que se possa recomendar para todas as espécies.

Copeland (1976) sugere que o teste ideal de vigor deve ser rápido, de fácil execução, sem a necessidade de equipamentos complexos, e aplicáveis para determinar as mínimas e as máximas diferenças de vigor. Isely (1957), classificou os testes de vigor como: diretos e indiretos. Os diretos são aqueles que simulam as condições adversas de campo e os indiretos avaliam os atributos que indiretamente se relacionam com o vigor, que são: atributos físicos, bioquímicos e fisiológicos.

Para Carvalho (1994), diversos estudos que buscam a padronização dos testes de vigor, são encontradas certas dificuldades em função de que o vigor pode ser refletido através de várias características como velocidade de germinação, uniformidade de emergência, resistência ao frio, temperatura e umidade elevadas, substâncias tóxicas, dentre outros. Diante disto, vale a importância da realização de um conjunto de testes que responda a estas características.

O peso da matéria seca de plântulas está inserido nos testes diretos de vigor, enquanto o crescimento de plântulas está inserido nos testes indiretos de vigor (POPINIGIS, 1985). Carvalho e Nakagawa (2012) relatam que no processo de maturação fisiológica da semente, o máximo vigor da semente encontra-se na ocasião em que a semente possui maior quantidade de matéria seca.

Uma maneira de avaliar com certa precisão a transferência de matéria seca, dos tecidos de reserva para o eixo embrionário, é o peso da matéria seca da plântula (KRZYZANOWSKI et al., 1999). A AOSA (2002) considera o teste de determinação de matéria seca da plântula, um teste capaz de selecionar pequenas diferenças em vigor de sementes devidas ao genótipo, tamanho da semente, local de produção e outros fatores.

O vigor das sementes também pode ser avaliado pelo teste da primeira contagem de germinação, pois sementes de um lote que apresentar a maior porcentagem de plântulas normais, na primeira contagem serão as mais vigorosas, estabelecida pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Assim, o teste de primeira contagem de germinação tem como objetivo determinar o vigor relativo do lote de sementes, avaliando a porcentagem de plântulas normais presentes na primeira contagem de germinação (KRZYZANOWSKI et al., 1999).

3.7. Armazenamento de sementes

A conservação de sementes é uma ação realizada pelo homem desde que este deixou de ser nômade, passando assim a cultivar seu próprio

alimento, necessitando das sementes para garantir o plantio (MEDEIROS e EIRA, 2006).

Naquele momento, necessitava-se inicialmente proteger as sementes contra-ataques de aves, insetos e microrganismos. Contudo, o passar do tempo mostrou que somente esses cuidados não eram suficientes para garantir uma boa qualidade do plantio, assim sendo, estudar os aspectos relacionados à germinação e o ambiente, foi uma questão de necessidade.

O armazenamento de sementes é uma prática de *guardar* sementes obtidas numa determinada ocasião, procurando manter a sua máxima qualidade fisiológica, física e sanitária, sendo um método pelo qual se pode preservar a viabilidade das sementes e manter o seu vigor, por um período mais prolongado (MEDEIROS, 2001; AZEVEDO et al., 2003; MATOS et al., 2008).

Porém, esta prática é influenciada por diversos fatores, os quais são comumente citados: espécie, variedade, qualidade inicial, umidade e temperatura das sementes, umidade relativa e temperatura de armazenagem, fungos e insetos, tipos de embalagem e duração do período de armazenamento (COPELAND, 1976; POPINIGIS, 1985; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; VIEIRA et al., 2007;).

Em relação à espécie, a partir do momento em que se deseja armazenar suas sementes, primeiramente necessita-se conhecer a sua finalidade e seu comportamento em relação ao armazenamento.

De acordo com Andrade et al. (2005), é essencial conhecer as características das sementes de cada espécie a ser armazenada, assim como os procedimentos adequados para sua conservação e os métodos apropriados

para determinar a viabilidade inicial e o monitoramento da sua viabilidade durante o armazenamento.

Dependendo da maior ou menor tolerância à dessecação e ao armazenamento sob baixas temperaturas, as espécies possuem sementes que são classificadas em ortodoxas, recalcitrantes ou intermediárias (COSTA, 2009).

Segundo Copeland (1976), a umidade relativa e a temperatura são os principais fatores externos que influenciam a longevidade das sementes, sendo as condições ambientais de baixa temperatura ($\leq 10^{\circ}\text{C}$) e baixa umidade relativa (50-60% de UR) consideradas adequadas à manutenção da viabilidade durante o armazenamento.

É importante destacar três fatores de grande influência no armazenamento de sementes, a saber: tipos de embalagens, ambiente de conservação e período de armazenamento.

3.7.1. Embalagens no armazenamento

A embalagem é fundamental no armazenamento das sementes, não só para separar os diferentes lotes de sementes, como também para proteger as sementes contra insetos e animais, facilitar o manejo e aproveitar melhor o espaço no armazenamento (MEDEIROS e EIRA, 2006).

De acordo com Rivera (2011), as embalagens possuem várias funções e devem atender aos objetivos específicos como: resistência ao transporte; porosidade ou impermeabilidade; flexibilidade ou rigidez; durabilidade e possibilidade de reutilização; facilidade de impressão; transparência ou opacidade e resistência a insetos e roedores.

O tipo de embalagem utilizado no acondicionamento das sementes durante o armazenamento também assume relevante importância na preservação da sua viabilidade e vigor (TORRES, 2005).

Desse modo, as embalagens utilizadas no armazenamento devem ajudar a diminuir a velocidade do processo de deterioração, mantendo o teor de água inicial das sementes armazenadas, com intuito de diminuir a respiração (TONIN e PEREZ, 2006).

As embalagens são divididas em três principais tipos: permeáveis, semipermeáveis e impermeáveis, em função das trocas de umidade e oxigênio que podem ocorrer entre as sementes e o ambiente em que elas estão inseridas, razão pela qual a longevidade da semente armazenada pode variar, quando se empregam diferentes tipos de embalagem (TOLEDO e MARCOS FILHO, 1977; AZEVEDO et al., 2003; CISNEIROS et al., 2003; AZEREDO et al., 2005; RIVERA, 2011).

As embalagens permeáveis, por permitirem trocas de vapor de água entre as sementes e o ar atmosférico, são mais empregadas em regiões de clima seco ou quando o período de armazenamento for relativamente curto (CISNEIROS et al., 2003).

Segundo Medeiros e Eira (2006) este tipo de embalagem somente é recomendado para acondicionamento das sementes por curtos períodos de tempo ou para sementes ortodoxas muito úmidas, pois o processo de deterioração pode ser acelerado.

As principais embalagens permeáveis são as de papel, juta, algodão e plástico trançado (RIVERA, 2011).

O tipo semipermeável oferece certa resistência à troca de umidade, enquanto as embalagens impermeáveis não permitem que a umidade do ar exerça influência sobre a semente, diminuindo os processos de deterioração e atividade de microrganismos (AZEVEDO et al., 2003).

As embalagens impermeáveis são herméticas e, nesse grupo, estão os sacos ou envelopes trifoliados de polietileno/alumínio/polietileno seláveis a calor, latas de alumínio, recipientes de alumínio com tampa rosqueável e anel de borracha para vedação, recipientes de vidro com anel de borracha para vedação da tampa (MEDEIROS e EIRA, 2006).

Porém, embalagens impermeáveis por não promoverem uma troca de umidade podem ser prejudiciais, se as sementes forem armazenadas com teor inadequado de água, pois favorece a respiração anaeróbica (MACEDO et al., 1998). Outro fator, é que apesar de serem as mais indicadas para manter a qualidade fisiológica das sementes predispõem à danificações durante o manuseio como consequência do baixo teor de umidade (CAPELLARO et al., 1993).

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), na tomada de decisão para a escolha da embalagem, devem ser consideradas as condições climáticas sob as quais as sementes serão armazenadas até o próximo plantio, a modalidade de comercialização das sementes, a disponibilidade e as características mecânicas das embalagens.

No caso de espécies do gênero *Piper*, até mesmo as mais conhecidas, há uma inexistência de trabalhos relacionados ao tipo de embalagem no armazenamento de sementes principalmente em ambientes controlados ou não controlados.

3.7.2. Ambiente de armazenamento

O processo fisiológico da perda da qualidade de sementes ou deterioração não pode ser evitado no armazenamento, entretanto, o uso correto de medidas e técnicas podem diminuir a velocidade de deterioração dos referidos propágulos (SOUZA et al., 2011).

Um dos principais cuidados a ser tomado para retardar a perda da qualidade fisiológica da semente são as condições ambientais de armazenamento, as quais juntamente com características da própria semente são fundamentais para implementação de programas de produção de mudas (VIEIRA et al., 2001; TAKAHASHI et al., 2009; SOUZA et al., 2011).

As sementes de várias espécies podem ser armazenadas por longos períodos sem tratamento, como muitas leguminosas pioneiras, mas outras necessitam preparação para o armazenamento e condições ambientais especiais (TAKAHASHI et al., 2009).

De acordo com Vieira et al. (2001), os principais meios utilizados para o armazenamento de sementes são a câmara fria, a câmara seca e a câmara fria seca, que se adaptam à maioria das situações.

Porém, há o uso de ambientes sem controle algum, desde que os mesmos mantenham a qualidade das condições de armazenamento. Os principais fatores que atuam nesses ambientes controlados e sem controle são umidade relativa do ar e temperatura (FIGUEIREDO, 2006; BORBA FILHO et al., 2009; BENEDITO, 2010).

A umidade relativa determina o teor de água das sementes, sendo, em geral, o principal fator ambiental que afeta a deterioração e a longevidade das

mesmas. Esta situação, caso combinada com altas temperaturas, certamente vai afetar negativamente a longevidade das sementes armazenadas (BEWLEY et al., 2006; CAPELARO, 2014).

As condições de elevada umidade relativa do ar podem proporcionar o reinício das atividades metabólicas do embrião enquanto que temperaturas elevadas ocasionam aumento da atividade respiratória e esgotamento das substâncias de reserva acumuladas (BORBA FILHO e PEREZ, 2009).

A umidade relativa do ar influencia também na atividade de fungos e insetos no armazenamento. Os efeitos desses patógenos são significativos em ambiente de alta umidade, porém há estudos que mostram o desenvolvimento desses gêneros de fungos em umidades tão baixas como 65% (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; BENEDITO, 2010).

Embora de menor importância que o teor de água das sementes, a temperatura do ar é, também, um fator influenciador na conservação da qualidade da semente durante o armazenamento (TOLEDO et al., 2007).

De acordo com Yanping et al. (2000) e Woltz et al. (2006) a temperatura de armazenamento, em sementes com baixa umidade, pode resultar em um efeito pronunciado sobre a germinação. A maioria das espécies cultivadas tem suas sementes com melhor conservação em baixas temperaturas.

A temperatura influencia a velocidade dos processos bioquímicos e interfere indiretamente no teor de umidade do produto e, conseqüentemente, no seu metabolismo (TORRES, 2005).

3.7.3. Período de armazenamento

O armazenamento é uma prática que consiste na manutenção da qualidade fisiológica das sementes, onde em condições favoráveis retarda o processo de deterioração. Contudo, o período que a semente pode manter essa qualidade fisiológica para que seja caracterizada como viável é variável para cada espécie e depende da interação de diversos fatores ambientais.

O período que uma semente pode viver é aquele determinado por suas características genéticas, e recebe o nome de longevidade. O período que a semente realmente vive é determinado pela interação entre os fatores genéticos e fatores ambientais, esse período recebe o nome de viabilidade (BENEDITO, 2010).

Conforme a longevidade, as sementes podem ser classificadas como de vida curta, média e longa. Porém, a classificação comumente relacionada com o período de armazenamento foi proposta por Roberts (1973) que classificou as sementes em dois grupos, em relação à tolerância, à secagem e a temperaturas baixas: sementes ortodoxas e recalcitrantes.

As sementes ortodoxas, em geral, apresentam elevada longevidade, podendo ser secas até baixos teores de água (entre 5% e 7%) e armazenadas em ambientes com baixas temperaturas por longos períodos (COSTA, 2009).

Ao contrário das sementes ortodoxas, onde a viabilidade e o vigor das sementes pode ser conservado pela redução do teor de água e da temperatura do ambiente, as sementes recalcitrantes são sensíveis à dessecação e não toleram armazenamento sob baixas temperaturas, dificultando sua conservação por períodos prolongados (FONSECA e FREIRE, 2003).

Um comportamento intermediário entre o ortodoxo e recalcitrante foi proposto por Ellis et al. (1990), cuja definição está baseada na resposta de longevidade ao ambiente de armazenamento, sendo que estas apresentam tendência para longevidade crescente quanto menor o teor de umidade da semente no armazenamento (sob condição de ar-seco), mas esta condição é invertida a um teor de umidade relativamente alto e, a partir deste ponto, a redução do teor de umidade implica em redução da longevidade (HONG e ELLIS, 2003).

Além da temperatura e teor de água, existem diversos fatores que influenciam no tempo de viabilidade e conseqüentemente no armazenamento de sementes, quais sejam: luminosidade e umidade do ambiente, ação de patógenos, quantidade de substâncias de reserva, deterioração do DNA embrionário, presença e teor de óleo nas sementes (KRAMER e KOZLOWSKI, 1972; FONTES et al., 2001, CABRAL et al., 2003; FLORIANO, 2004).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização do experimento

O experimento foi conduzido na Embrapa Amazônia Ocidental no Setor de Plantas Medicinais e Hortaliças, localizado no km 30 da Rodovia AM 010, Manaus-AM, situada a 02° 53' 25"S e 59° 58' 06"W. A altitude é de 102 metros e temperatura média anual de 25,6 °C, com precipitação média de 2.200 mm anual. O clima é do tipo "Afi", segundo classificação de Köppen. Os experimentos foram realizados no laboratório de Plantas Medicinais e Fitoquímica e em casa de vegetação do mesmo setor.

4.2. Obtenção e identificação do material propagativo

As espécies utilizadas nos experimentos foram:

Piper marginatum, a obtenção das sementes deu-se em população natural, local parcialmente sombreado, de coordenadas 02° 53' 28,7"S e 59° 58' 15,3"W.

Piper tuberculatum, com coleta de sementes em população cultivada, em local plano e a pleno sol, com sete anos de idade, com coordenadas 02° 53' 24,6"S e 59° 57' 58,5"W.

Amostras botânicas foram depositadas em forma de exsicatas no Herbário IFAM - Instituto Federal do Amazonas – Zona Leste (CMZL), com numeração de acesso 6.798 (*P. marginatum*) e 6.797 (*P. tuberculatum*).

4.3. Colheita e Beneficiamento de sementes

Espigas maduras das espécies de *Piper* foram coletadas apenas quando era observada total maturação (Figura 4). As espigas foram envoltas por sacos

de telas com o intuito de se obter espigas na maturidade fisiológica, as quais apresentavam amolecimento da polpa e facilidade de abscisão na região do pedicelo e para evitar o contato com o solo e predação.

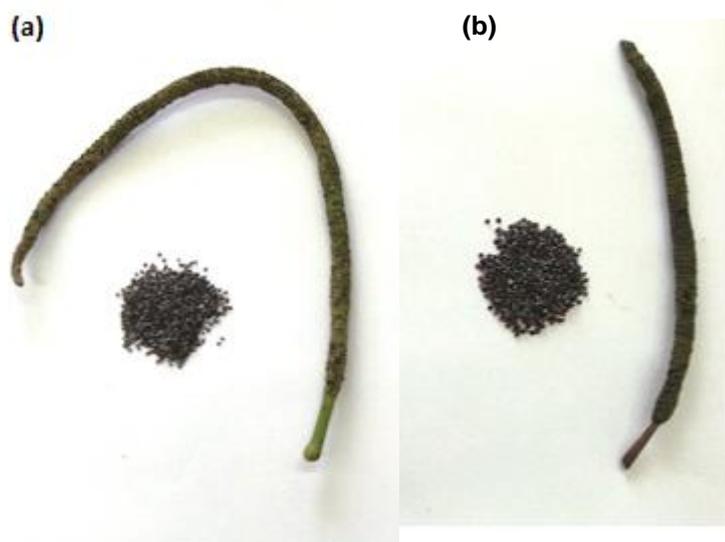


Figura 4. Espigas maduras e suas sementes beneficiadas de *Piper marginatum* (a) e *Piper tuberculatum* (b), Manaus, AM 2014. Foto: André Cunha.

Para ambas as espécies foram realizadas várias coletas diárias. Para *Piper marginatum* foram coletadas em janeiro de 2014 e *Piper tuberculatum* em abril do mesmo ano. Após a colheita, as espigas foram levadas ao Laboratório de Plantas Medicinais e Fitoquímica, as quais ficavam por 24 horas submersas em água para serem beneficiadas. Foram lavadas em água corrente e maceradas em Becker de 500 mL, onde por densidade dos resíduos macerados e com auxílio de peneira foi realizado a separação das sementes e dos demais resíduos.

A separação por densidade visa melhorar a qualidade física do lote, eliminando possíveis sementes vazias ou com embriões malformados que possuem menor densidade (AMÉRICO et al, 2011).

Após separação as sementes foram postas para secar em papel toalha por três dias em ambiente de laboratório e acondicionadas em recipiente de vidro âmbar na temperatura de 5°C até atingir a quantidade necessária para o experimento.

4.4. Caracterização de espigas e sementes

Para caracterização das espigas em campo, foi observado o desenvolvimento na maturação das espigas das espécies, tempo de maturação e tamanho das espigas nas diferentes fases de desenvolvimento, número de sementes por espiga usando 10 espigas por espécie.

A marcação aconteceu quando as espigas tinham 1,0 cm de comprimento. Foi colocado em cada espiga fita colorida, a cada dia e verificado através de anotação em caderno de campo, o tempo necessário para a completa maturação da mesma. Após a maturação, as espigas foram colhidas e levadas ao laboratório, onde foram medidas e após retirada das sementes por maceração, foi feito o beneficiamento das mesmas e contado o número de sementes por espiga, num total de 10 espigas por espécie.

4.5. Armazenamento

Foram utilizados dois tipos de embalagens no acondicionamento das sementes. Utilizou-se a embalagem vidro âmbar (15 mL) e em envelopes de papel tipo Kraft, com dimensões de 6X10 cm. Utilizou-se 2,0g de sementes de *Piper marginatum* e 3,5g de sementes de *Piper tuberculatum* em cada recipiente.

Estes tipos de embalagens foram armazenados em três diferentes locais de armazenamento que estão descritos a seguir:

- **Ambiente de laboratório:** Sementes em vidro âmbar e envelope de papel foram acondicionadas em bancadas de laboratório com ambiente refrigerado na temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante o dia, no período da noite ficando em temperatura ambiente.
- **Ambiente de galpão:** Os tratamentos foram armazenados em bancadas em galpão aberto no Setor de Plantas Medicinais e Hortaliças em temperatura ambiente. O mesmo é de cobertura de telha de amianto com meia parede de tijolo e parte superior de tela e com árvores ao redor, com temperatura média de $26\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ e umidade de $89\% \pm 5\%$.
- **Ambiente de câmara fria:** As sementes foram armazenadas em câmara fria do Laboratório de Sementes da Embrapa Amazônia Ocidental na temperatura de $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ e umidade de $65\% \pm 5\%$.

As avaliações foram realizadas nos períodos 0, 3, 6, 9 e 12 meses de armazenamento, sendo que cada período recebeu um lote de sementes designado para suas avaliações em relação ao ambiente e a embalagem.

Os ambientes Laboratório e Galpão foram monitorados durante o experimento em relação à temperatura e umidade relativa, com aparelho INSTRUTHERM® HT 500 - Data Logger.

4.6. Teor de água

A cada período de avaliação foi realizado pelo método de estufa à $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ por um período de 24 horas, utilizando-se de duas repetições (BRASIL, 2009) de 0,05 g de sementes para *Piper marginatum* e 0,08 g de

sementes para *P. tuberculatum*. O cálculo utilizado foi conforme a RAS (BRASIL, 2009):

$$\text{Umidade (\%)} = \frac{100 \times (P - p)}{P - t}$$

Onde:

P = peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida;

p = peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca;

t = tara, peso do recipiente com sua tampa.

4.7. Peso de mil sementes

A cada período de avaliação foi obtido a partir da repetição de oito unidades contendo 100 sementes cada, e foram realizados os cálculos conforme a RAS (BRASIL, 2009):

$$\text{Peso de mil sementes (PMS)} = \frac{\text{Peso da amostra} \times 1.000}{\text{Número total de sementes}}$$

O resultado da determinação foi calculado multiplicando-se por 10 o peso médio obtido das repetições de 100 sementes, com coeficiente de variação até 4%.

4.8. Teste de germinação

Foram utilizadas quatro repetições de 100 sementes para cada tratamento, sob duas folhas de papel próprias para germinação em caixas

acrílicas tipo gerbox (115x115x35mm), embebidas em água destilada com a quantidade de 2,5 vezes o peso do papel.

As caixas permaneceram em câmaras de germinação sob condições de 12 horas/luz à 30 °C. As avaliações foram realizadas a cada dois dias após o início do teste, onde foram contabilizados o total de sementes com protusão radicular (sementes com emissão de radícula) e plântulas normais (plântulas contendo radícula, epicótilo e pelos 50% dos cotilédones intactos) seguindo as prescrições das Regras para Análises de Sementes - RAS (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem.

4.8.1. Características avaliadas

4.8.1.1. Porcentagem de Germinação (%)

Para o teste de germinação adotou-se a porcentagem de plântulas normais, sendo as mesmas computadas até 3 contagens após estabilização (NAKAGAWA, 1999).

4.8.1.2. Índice de velocidade de germinação (IVG)

Foi conduzido juntamente com o teste de germinação, anotando a cada dois dias o número de sementes com emissão da radícula, até a última contagem onde se deu a estabilização da germinação após três observações. O IVG foi calculado conforme fórmula proposta por Maguire (1962).

$$\mathbf{IVG} = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} \dots \frac{Gn}{Nn}$$

Onde:

IVG = índice de velocidade de germinação;

G = número de plântulas germinadas no dia 1, 2, 3, ...n;

N = número de dias.

Quanto maior os valores obtidos, mais vigorosas são as sementes para esse teste.

4.9. Teste de emergência

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para realização do teste de emergência, em bandeja de poliestireno expandido com 200 células com substrato comercial Tropstrato HT, em casa de vegetação do Setor de Plantas Medicinais e Hortaliças.

As sementes foram semeadas apenas colocando-as sobre o substrato, devido ao pequeno tamanho das mesmas. A irrigação foi realizada em sistema de nebulização, com irrigação três vezes ao dia.

4.9.1. Características avaliadas

4.9.1.1. Percentagem de emergência

As avaliações das plântulas foram realizadas a cada dois dias após a primeira emergência até após três avaliações estabilizadas. A emergência final foi calculada pela relação entre o número de plântulas emergidas e o número total de sementes x 100. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

4.9.1.2. Índice de velocidade de emergência (IVE)

O IVE foi conduzido juntamente com o teste de emergência, anotando a cada dois dias o número de plântulas emergidas, até a última contagem. O IVE foi calculado conforme fórmula proposta por Maguire (1962).

$$\text{IVE} = \frac{E1}{N1} + \frac{E2}{N2} \dots \frac{En}{Nn}$$

Onde:

IVE = índice de velocidade de emergência;

E = número de plântulas emergidas no dia 1, 2, 3, ...n;

N = número de dias.

4.9.1.3. Matéria seca da parte área de plântulas

Ao final de cada teste de emergência para os seis tratamentos e suas quatro repetições foi avaliada a matéria seca de plântulas emergidas, considerando apenas a parte área de cada plântula. As plântulas das repetições foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para secagem em estufa de circulação forçada à temperatura de 105°C, por 24 horas e em seguida pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g. A massa média da matéria seca da plântula foi obtida através do quociente entre a massa total registrada e o número de plântulas normais utilizadas, sendo os resultados obtidos em mg.plântula⁻¹ (NAKAGAWA, 1999).

4.10. Análise estatística

Neste trabalho, foram conduzidos dois experimentos, sendo um com *Piper marginatum* e outro com *Piper tuberculatum*. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições, em esquema fatorial de 3 x 2 x 5, sendo 3 ambientes (câmara fria, laboratório e galpão), 2 embalagens (vidro e envelope de papel Kraft) e 5 períodos de armazenamento, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas, foram casualizadas as combinações de três ambientes de

armazenamento e dois tipos de embalagens, enquanto nas subparcelas constaram os períodos de armazenamento (0, 3, 6, 9 e 12 meses).

Para as análises estatísticas os dados foram submetidos à análise de variância e analisados pelo programa estatístico SISVAR. As médias foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Foi realizada análise de regressão polinomial para avaliar o comportamento das sementes dentro do fator período de armazenamento e suas interações.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espigas de *Piper marginatum* atingiram o ponto de colheita em torno de 49,6 dias após a marcação no campo das mesmas, com 13,68 cm de comprimento, pesando 1,35 g. Essa colheita foi realizada quando ao tocá-las as mesmas se desprendem. Outra característica observada é que as mesmas nesse ponto de colheita apresentam-se intumescidas e as sementes se desprendem facilmente. Para *P. tuberculatum* as espigas demoraram 85,75 dias para alcançar o referido estágio, alcançando um comprimento de 10,11 cm e peso de 2,17 g (Tabela 1).

Para os atributos das sementes, as inflorescências de *P. tuberculatum* apresentaram maior número de sementes (média de 575 sementes), quando comparadas com as de *P. marginatum* (média de 455 sementes) (Tabela 1).

As espécies caracterizam-se pelo tamanho reduzido de suas sementes (Figura 5), principalmente para *P. marginatum*. A espécie *Piper marginatum* apresentou peso de mil sementes de 0,197g, com 13,4% de umidade enquanto que para *P. tuberculatum* esse peso foi de 0,817g com umidade 13,18% (Tabela 1). Em *P. aduncum*, Dousseau et al. (2008) verificaram que a superfície do endocarpo tem coloração preta, uniforme e única, sendo toda sulcada ao longo de sua extensão. Possui formato e contorno entre obovóide e globoso. Lameira et al. (2005), observaram que num total de 833 sementes/espiga de *Piper aduncum* cerca de 2/3 são pretas (viáveis) com peso de 100 sementes úmidas de 16,0 mg e quando secas seu peso é de 13,0 mg. Ainda Lameira et al. (2005), as espigas de *P. hispidum* produzem uma média de 1.100 sementes por fruto, e com umidade de 11,5 % e peso seco de 100 sementes de aproximadamente 11,6 mg. E, Bergo et al. (2010), observaram

que as sementes de *P. hispidinervum* apresentaram peso de mil sementes de 0,172 g, enquanto que para *P. aduncum* esse peso foi de 0,231 g.

Espigas de *P. aduncum* e *P. peltata* apresentam sementes pretas e vermelhas (LAMEIRA et al., 2005). Foi observado que ambas as espécies apresentam essas mesmas categorias de sementes, sendo as vermelhas de menor peso em ambas as espécies (Tabela 1). Essas sementes não foram utilizadas nesse estudo pois em observações prévias não houve germinação sem ou com o uso de giberelina, a 30° C. Para os experimentos, as sementes de *P. marginatum* tinham um percentual de umidade de 9,3 % e as de *P. tuberculatum* de 10,2 %. Esses percentuais foram obtidos porque as sementes antes de serem acondicionadas e armazenadas ficaram por 72 horas em ambiente de laboratório, para estabilização da umidade.

Tabela 1. Valores médios dos atributos básicos das espigas e sementes de *Piper marginatum* e *Piper tuberculatum*, Manaus-AM, 2015.

Variáveis	Espécies	
	<i>Piper marginatum</i>	<i>Piper tuberculatum</i>
Maturação (dias)	49,6	85,75
Tamanho da espiga (cm)	13,68	10,11
Peso da espiga (g)	1,35	2,17
Nº de sementes/espiga	455,7	575,9
Nº de sementes pretas/espiga	382	380
Nº de sementes vermelhas/espiga	96	203
Peso de mil sementes pretas (g)	0,18	0,817
Peso de mil sementes vermelhas (g)	0,083	0,39
Teor de água (%)	13,40	13,18

Obs: Médias de 10 espigas

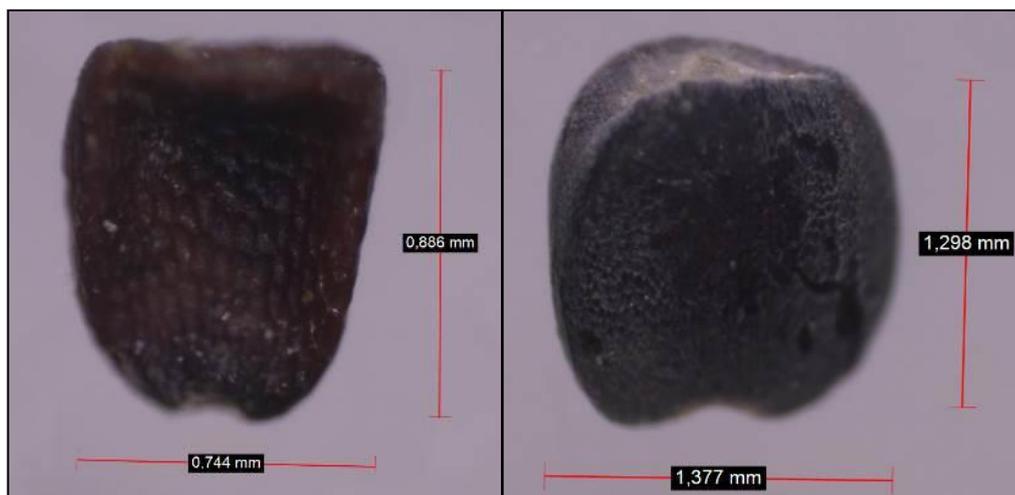


Figura 5. Dimensões das sementes de *Piper marginatum* (A) e *Piper tuberculatum* (B), Manaus-AM, 2015. Foto: Jonathan Diniz.

5.1. *Piper marginatum*

5.1.1. Condições climáticas

Durante o período experimental houve pouca variação da temperatura média nos ambientes externos de armazenamento (Galpão e Laboratório). Esta variação ocorreu entre 25 e 28°C no ambiente galpão e 26,6 a 29°C no ambiente laboratório, sendo que as maiores temperaturas registradas foram entre os meses de setembro a novembro de 2014 (Figura 6).

A umidade relativa nos ambientes de avaliação externos variou em sentido contrário à temperatura, com tal fenômeno de forma esperada. Houve uma variação de 80 a 95% de umidade no ambiente de galpão; e, no ambiente de laboratório esta variação ocorreu entre 60 e 70% de umidade (Figura 7). Observa-se que os maiores índices de umidade ocorreram nos meses iniciais do experimento (fevereiro a abril de 2014) e os menores índices de umidade ocorreram no mês de setembro de 2014.

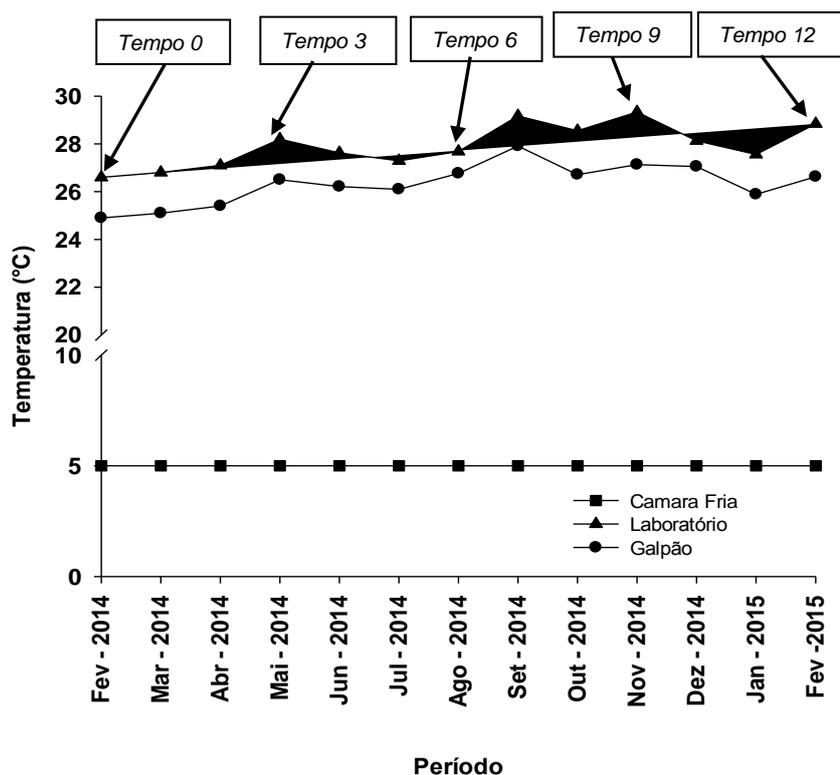


Figura 6. Médias mensais da temperatura obtidas nos ambientes de armazenamento (Câmara fria, Galpão e Laboratório) de sementes de *Piper marginatum* durante período de armazenamento. Manaus-AM, 2015.

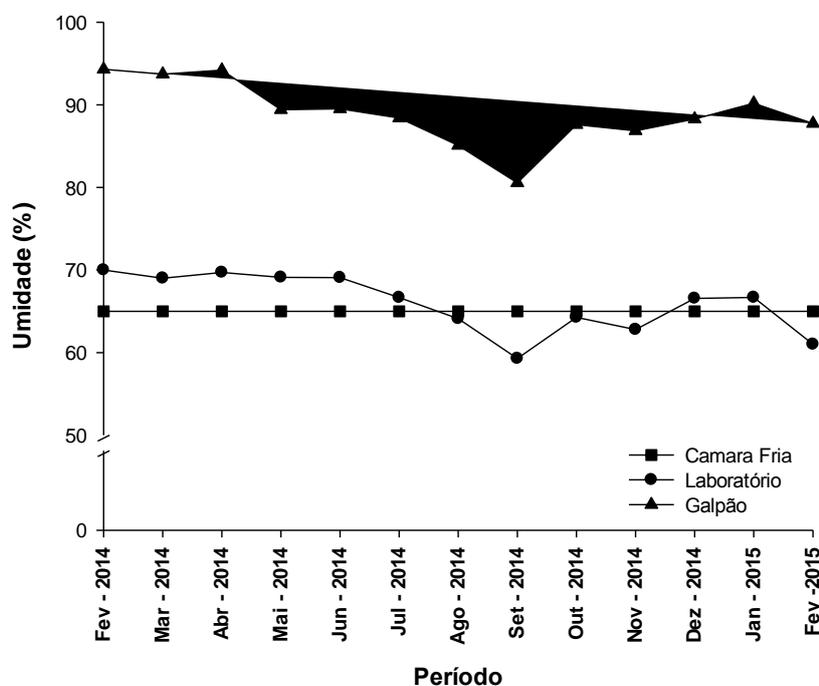


Figura 7. Médias mensais da umidade relativa do ar obtidas nos ambientes de armazenamento (Câmara fria, Galpão e Laboratório) de sementes de *Piper marginatum* durante período de armazenamento. Manaus-AM, 2015.

5.1.2. Teor de água

Para a variável teor de água nas sementes de *Piper marginatum*, houve interações significativas entre ambiente x tipo de recipiente de armazenamento e ambiente x período de armazenamento.

Quanto à resposta no teor de água nas sementes de *P. marginatum*, esta foi influenciada pela interação entre ambiente de armazenamento e tipo de embalagem, onde a semente armazenada no ambiente de galpão apresentou aumento no seu teor com três meses de armazenamento, quando a umidade relativa foi mais alta. Em câmara fria e laboratório esse aumento foi gradual, em função do avanço no armazenamento (Figura 8). De forma análoga os maiores índices de umidade das sementes foram obtidos quando se utilizou o recipiente de papel acondicionado em galpão (Figura 9). Tais resultados indicam que o teor de água nas sementes é amplamente influenciado pela embalagem e o ambiente em que são acondicionados para o armazenamento. Observa-se também que independente dos ambientes e das embalagens, com o avanço no tempo de armazenamento, os teores de umidade foram crescentes. Considerando que mesmo na câmara fria, embalagem de vidro, as sementes continuam a respirar e que nesse processo há liberação de água, então o período de 12 meses representou tempo suficiente para acúmulo de água nos recipientes.

Em ambiente de câmara fria, esperava-se que, o teor de água das sementes da embalagem de vidro (impermeável) fosse constante porque nesse tipo de embalagem, não ocorre alterações do teor de água do meio externo para o interior da embalagem. Segundo Bonner (1978) sementes quando

aconditionadas neste tipo de embalagem, as trocas gasosas devem ocorrer devido à taxa alta de respiração das sementes, haja vista que a restrição da entrada e saída de gases do interior da embalagem pode intensificar a deterioração das sementes e conseqüentemente causar sua morte, que devido a esses fatores, deve ter ocorrido aumento do teor de água das sementes durante o armazenamento.

Pimentel et al. (1999) indicam que sementes de *P. hispidinervum* podem ser secas sobre folhas de papel em pleno sol por dois dias, até alcançar a umidade de 14% e que as mesmas podem ficar estocadas em temperatura de 7 a 15 °C em recipiente de vidro, a fim de manter a viabilidade por cinco meses. Uma umidade maior ou menor que esta, pode reduzir a germinação a menos de 80%.

No presente estudo as sementes de *P. marginatum* foram secas em ambiente de laboratório e armazenadas em galpão e laboratório e câmara fria o qual as sementes tiveram umidade entre 10 e 14% durante o período de armazenamento (Figura 8).

Como todo material higroscópico, as sementes cedem ou absorvem água do ar que as envolve; assim, se a pressão de vapor de água na semente for menor do que a do ar, ocorre a absorção de umidade (sorção) e, no caso inverso, a semente cede água para o ar (dessorção). Quando a pressão de vapor de água da superfície da semente se iguala à pressão do ar ambiente, obtém-se a umidade de equilíbrio (NELLIST E HUGUES, 1973).

O alto grau de umidade das sementes é uma das principais causas da perda do poder germinativo durante o armazenamento. Este fato ocasiona o

aumento da taxa respiratória e a ação de microrganismos, sendo que graus de umidade superiores a 20% podem promover o aquecimento da massa de sementes a uma temperatura letal (DESAI et al., 1997).

Hong e Ellis (1996) afirmam que a desidratação de sementes recalcitrantes pode ocasionar a perda de viabilidade. Dessa forma, devem ser considerados o grau de umidade de segurança, o grau de umidade crítico e o teor letal de água para cada espécie. O grau de umidade de segurança corresponde à umidade que pode ser atingida com a secagem, sem prejuízos à viabilidade das sementes; o grau de umidade crítico refere-se ao grau de umidade no qual é detectado o início da perda de viabilidade; e o teor letal de água significa o limite abaixo do qual todas as sementes perdem a viabilidade.

Ao se observar as avaliações do teor de água das sementes realizadas após o armazenamento, verificou-se acréscimo dessa variável em relação aos valores obtidos inicialmente, principalmente para as sementes armazenadas após três meses em sacos de papel no ambiente de galpão (Figura 8 e 9). De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), mudanças na temperatura e umidade relativa do ar provocam constantes ajustes no teor de água das sementes armazenadas em embalagem permeável (papel).

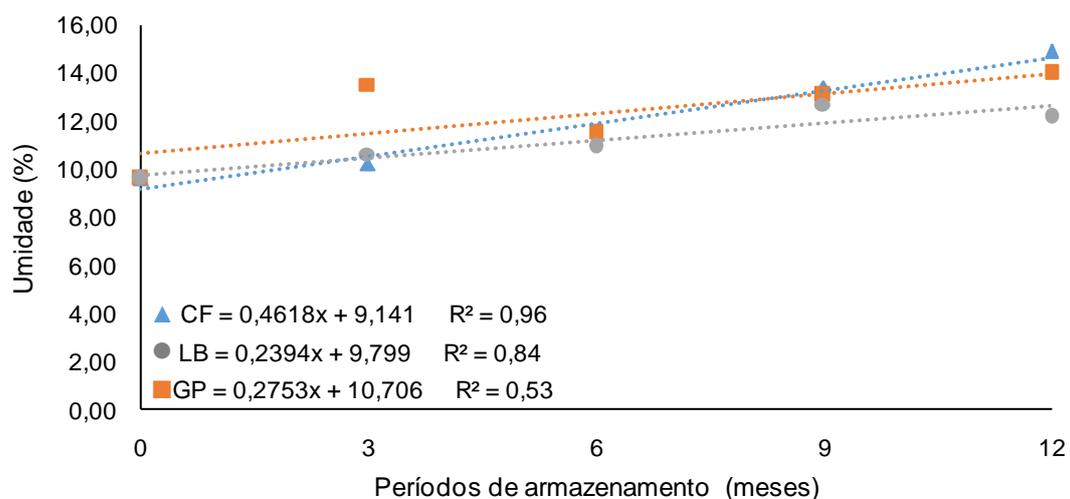


Figura 8. Teor de umidade de sementes de *Piper marginatum* em função do ambiente de armazenamento, Manaus-AM, 2015.

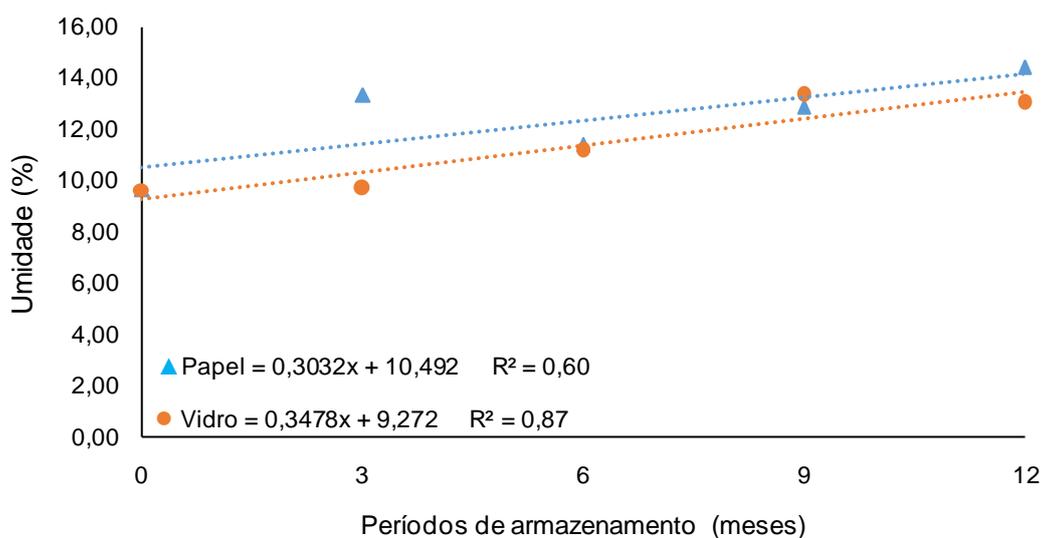


Figura 9. Teor de umidade de sementes de *Piper marginatum* em função do tipo de embalagem. Manaus-AM, 2015.

5.1.3. Teste de Germinação

Pela Figura 10, verifica-se que a germinação das sementes foi afetada durante o período de armazenamento, variando de 34% a 2,5%. O maior percentual foi observado naquelas sementes armazenadas em embalagem de vidro, na câmara fria, após três meses de armazenamento. Nos demais ambientes e embalagens esse percentual máximo não foi observado, sendo menor que 30%. Houve redução em todos os ambientes e embalagens sendo mais acentuada na embalagem papel e no ambiente galpão. Nessas condições, as sementes ficaram expostas as maiores variações das condições climáticas.

Comparando-se os diferentes ambientes de armazenamento e embalagens, verifica-se que, a partir do terceiro mês de armazenamento houve diferenças nos ambientes galpão e laboratório utilizando-se as duas embalagens, com menor germinação para as sementes mantidas em condição de galpão em embalagem de papel. Na Figura 11 estão apresentadas as fases da germinação da semente de *P. marginatum*.

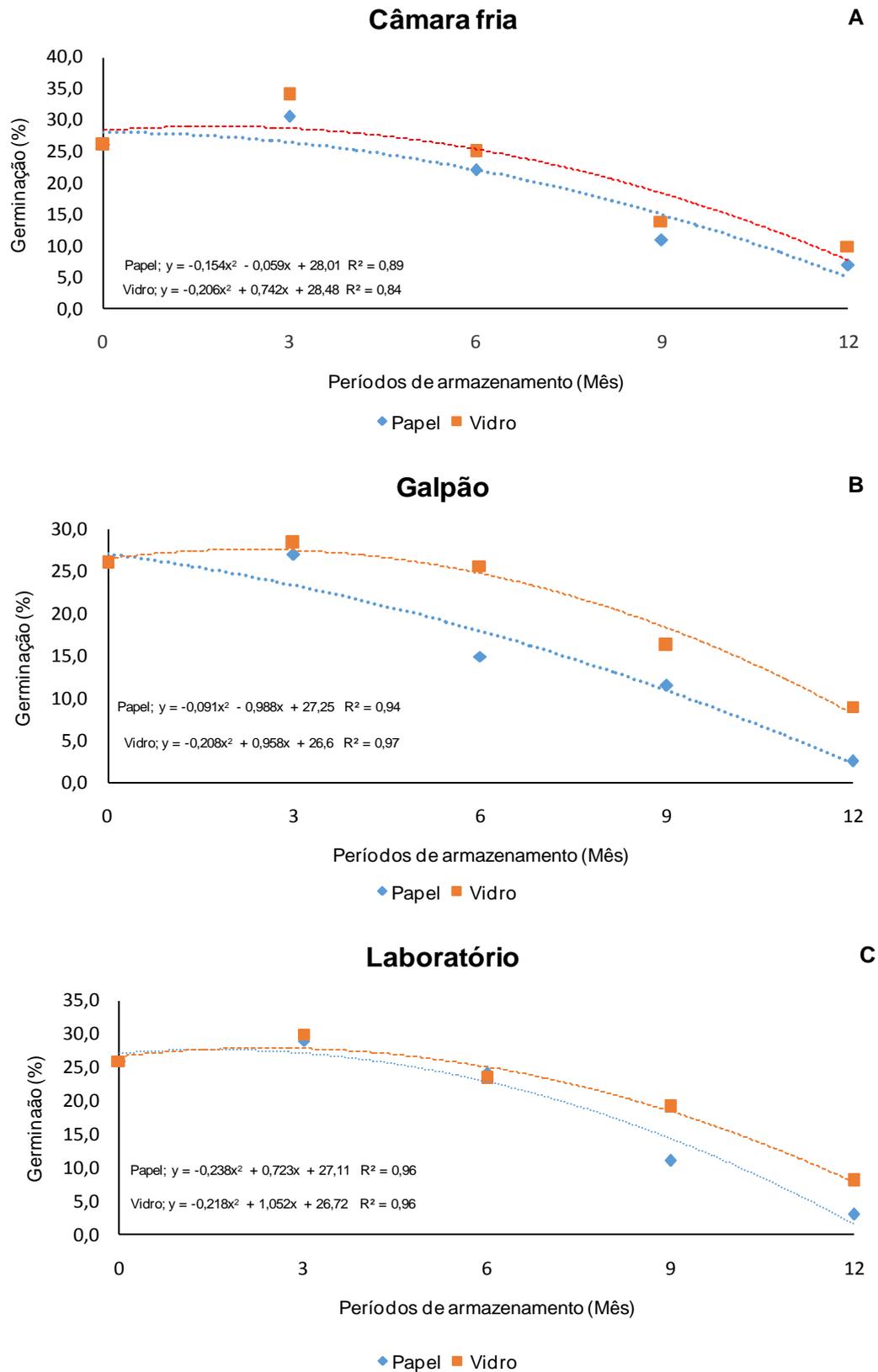


Figura 10. Germinação de sementes de *Piper marginatum* armazenadas em: A - Câmara fria; B – Galpão; C - Laboratório, acondicionadas em embalagem de papel Kraft e vidro, em função do tempo de armazenamento. Manaus-AM, 2015.

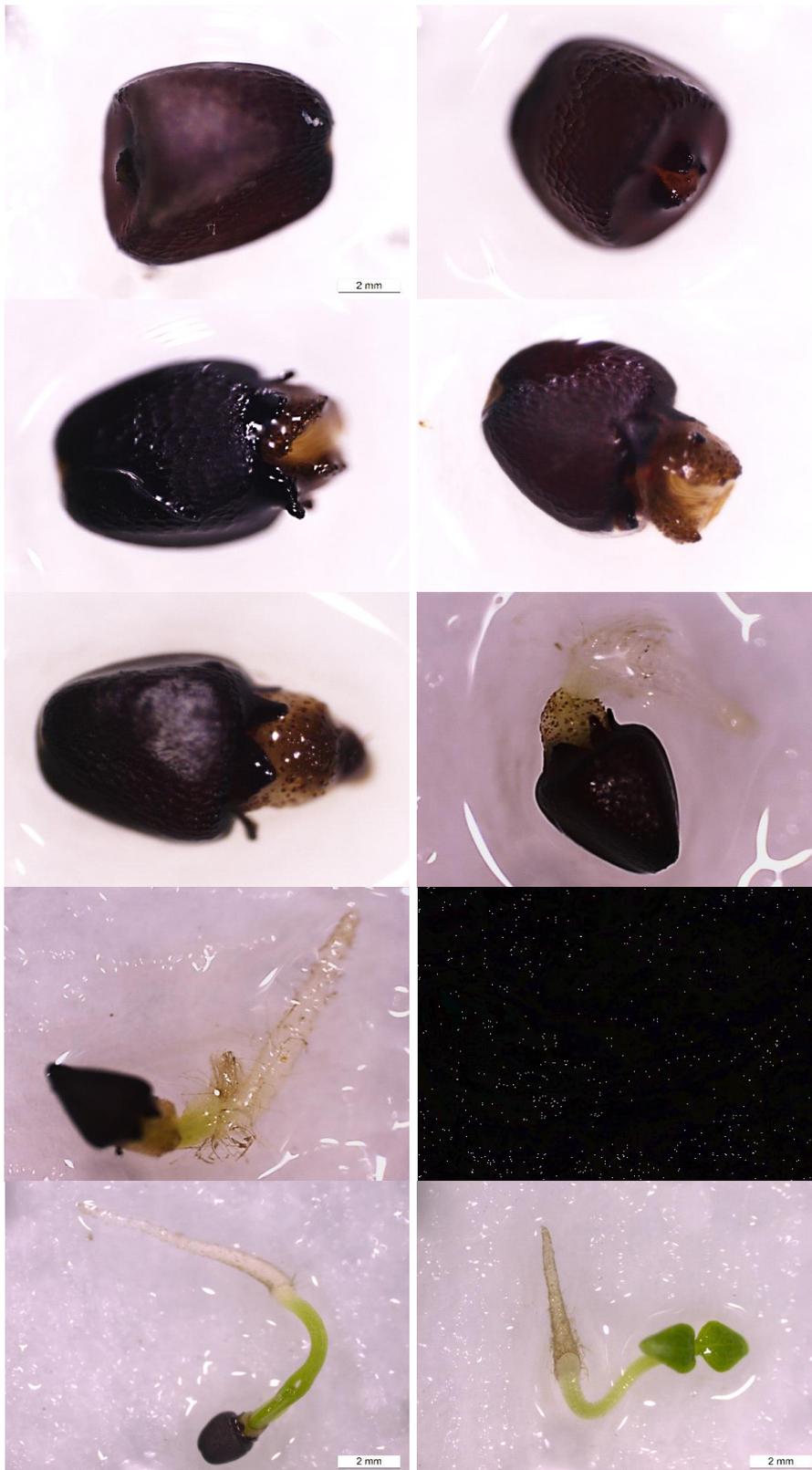


Figura 11. Aspecto da germinação da semente de *Piper marginatum*: da ruptura do tegumento até a formação da plântula normal. Foto: Jonathan Diniz, 2015.

Abud et al. (2012), verificaram que a câmara fria é mais adequada ao armazenamento de sementes de xique-xique quando comparada ao ambiente natural. Para embalagem impermeável, vidro, observou-se que logo no segundo mês de armazenamento já houve redução na germinação das sementes, porém essa diminuição não foi tão acentuada, sendo ao final do experimento obtido o valor de 89%.

Andrade et al. (2005), em estudo semelhante avaliando os efeitos das condições de armazenamento sobre a germinação de pitaya vermelha (*Hylocereus undatus*), verificaram que as condições de câmara fria são ideais para a conservação das sementes quando comparadas as de ambiente natural e câmara seca.

Os resultados observados indicam uma redução considerável na germinação das sementes após o armazenamento tanto em condições naturais, como para os métodos aqui testados (câmara fria, galpão e laboratório). As possíveis causas, já documentadas podem estar relacionadas a fatores como envelhecimento natural (FERREIRA et al., 2004); variações na temperatura e umidade, no ambiente de armazenamento (Figuras 5 e 6) e no teor de umidade das sementes (Figuras 7 e 8) (DEGAN et al., 2001); e a presença de alguns fungos em sementes, que causam patogenicidade e prejudicam a qualidade fisiológica e, conseqüentemente, perda de sua viabilidade e longevidade (SANTOS, 2001).

A deterioração das sementes altera significativamente os processos bioquímicos e fisiológicos das sementes, aumentando a degradação dos compostos de reserva, reduzindo a porcentagem de germinação das sementes

estocadas em condições inadequadas a sua conservação, pois durante o processo de deterioração ocorre a produção de espécies reativas de oxigênio, que alteram a estrutura de enzimas antioxidantes, ocasionando uma diminuição mais acentuada na viabilidade das sementes (GRAHAM, 2008).

No entanto, ressalta-se que ocorreu um ataque acentuado de fungos nas sementes submetidas ao armazenamento. Tal ocorrência, provavelmente deveu-se à exposição das sementes à temperatura de 30°, ocasionando um aquecimento das mesmas e, conseqüentemente, danos na germinação e desenvolvimento de microrganismos, resultando em baixas percentagens de germinação e baixos índices de vigor (Figura 12).

Alguns dos fatores anteriormente apontados como possíveis causadores da degradação das sementes, merecem atenção especial e podem ter sido os responsáveis pela perda do poder germinativo das sementes de *P. marginatum*. As oscilações nos teores de umidade podem ter iniciado o processo de deterioração e favorecer a colonização de fungos. A ocorrência de fungos nas sementes durante o experimento foi observada (mas não mensurada), o que pode ter afetado o crescimento das plântulas (Figura 12).

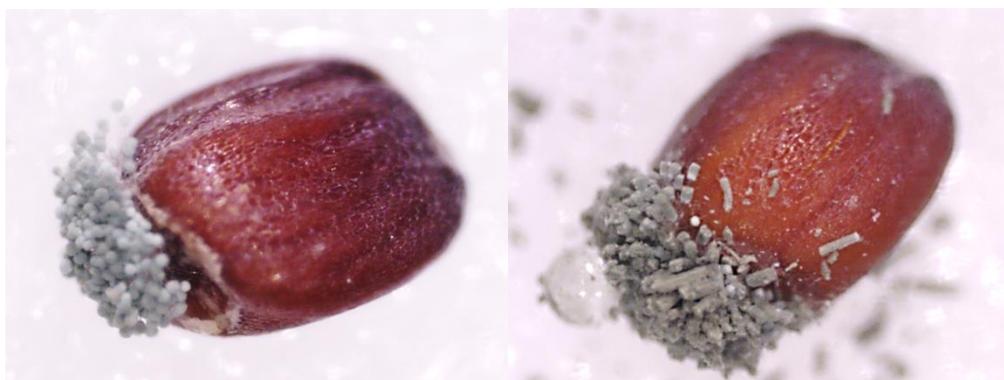


Figura 12. Presença de fungos em sementes de *Piper marginatum* durante o teste de germinação. Fonte: Jonathan Diniz, 2015.

Dessa forma, verifica-se que, a viabilidade das sementes não depende apenas da permeabilidade da embalagem e dos ambientes de armazenamento, mas também da associação de eventos genéticos e bioquímicos relacionados aos processos vitais da semente de cada espécie (MARCOS FILHO, 2005).

Outro aspecto a ser considerado na manutenção da qualidade fisiológica das sementes é a temperatura que afeta diretamente a velocidade das reações químicas, acelerando a respiração das sementes e o desenvolvimento de microrganismos, que quando é reduzida favorece a conservação das sementes (MARCOS FILHO, 2005). Pelos resultados obtidos de germinação nos diferentes ambientes de armazenamento, verificou-se um decréscimo na manutenção da qualidade fisiológica das sementes, porque mesmo em ambiente galpão e laboratório, com mudanças de temperatura e umidade relativa variável (Figura 6 e 7) que comprometem a qualidade das sementes, elas se mantiveram viáveis durante 12 meses

5.1.4. Índice de Velocidade de Germinação - IVG

O IVG foi variável e dependente da condição de armazenamento e do tipo de recipiente utilizado. O armazenamento em câmara fria tanto utilizando recipiente de vidro quanto de papel, bem como o armazenamento em galpão com uso de recipiente de papel apresentou comportamento quadrático e decrescente à medida que se aumenta o período de armazenamento, aonde o IVG chega próximo a zero aos 12 meses de armazenamento (Figura 13).

Também foi observada interação significativa entre o tempo de armazenamento e as embalagens para o índice de velocidade de germinação

(Figura 13), com o valor inicial para o IVG de 0,52 para todas as condições de ambiente x recipiente.

Desdobrando-se o efeito de embalagem dentro de cada tempo de armazenamento, observou-se que a partir de três meses de armazenamento foi possível detectar diferenças significativas entre os tipos de recipientes, onde a embalagem de vidro foi estatisticamente superior às demais, como pode ser observado pelo maior IVG (0,75).

A partir dos três meses houve decréscimo no IVG das sementes acondicionadas em saco de papel e de vidro nos ambientes de armazenamento. Santos e Paula (2007), avaliando o IVG de sementes de *Sebastiania commersoniana*, armazenadas em diferentes embalagens, ambientes e períodos de armazenamento, verificaram que a embalagem de vidro proporcionou melhor resultado do que a embalagem de plástico a partir de 389 dias após o armazenamento.

Pela Figura 13, observa-se que houve redução do IVG com o decorrer do armazenamento quando se utilizou a embalagem de papel, o que também ocorreu para a embalagem de vidro, embora neste caso, a redução tenha sido a partir dos 6 meses de armazenamento. Quando se utilizou a embalagem de vidro a redução do IVG foi bem menos acentuada do que nas embalagens de papel declinando ligeiramente até os 12 meses.

Abud et al. (2012) observaram que para as sementes de xique-xique armazenadas em câmara fria comportamento quadrático quando armazenadas em embalagens sacos de papel multifoliado e vidros, enquanto que para sacos plásticos o IVG oscilou em torno de 7,4, durante todo o período de

armazenamento. E que as três embalagens testadas nestas condições a velocidade de germinação foi elevada até o final do experimento, com índices superiores a 7,0. Constataram ainda que a câmara fria é o ambiente mais adequado para o armazenamento durante um período de seis meses, favorecendo a manutenção da qualidade fisiológica das sementes.

Para Marcos-Filho (2005) a baixa velocidade de germinação é um dos indicativos de menor potencial fisiológico, sendo uma das manifestações mais evidentes do processo de deterioração.

De acordo com Vieira e Carvalho (1994), a deterioração da semente evidencia-se, primeiramente, pela redução da velocidade de germinação. Resultados obtidos por Piña-Rodrigues e Jesus (1992), mostraram que em condições de laboratório, a viabilidade de sementes de cedro-rosa (*Cedrela angustifolia* S. et. Moc.) foi mantida por apenas 75 dias, em embalagem permeável (saco de papel). Já quando as sementes foram armazenadas em câmara fria, possibilitou a conservação da viabilidade por um período de três anos, embora com valores inferiores (23%) à germinação inicial (71%), independentemente do tipo de embalagem utilizada.

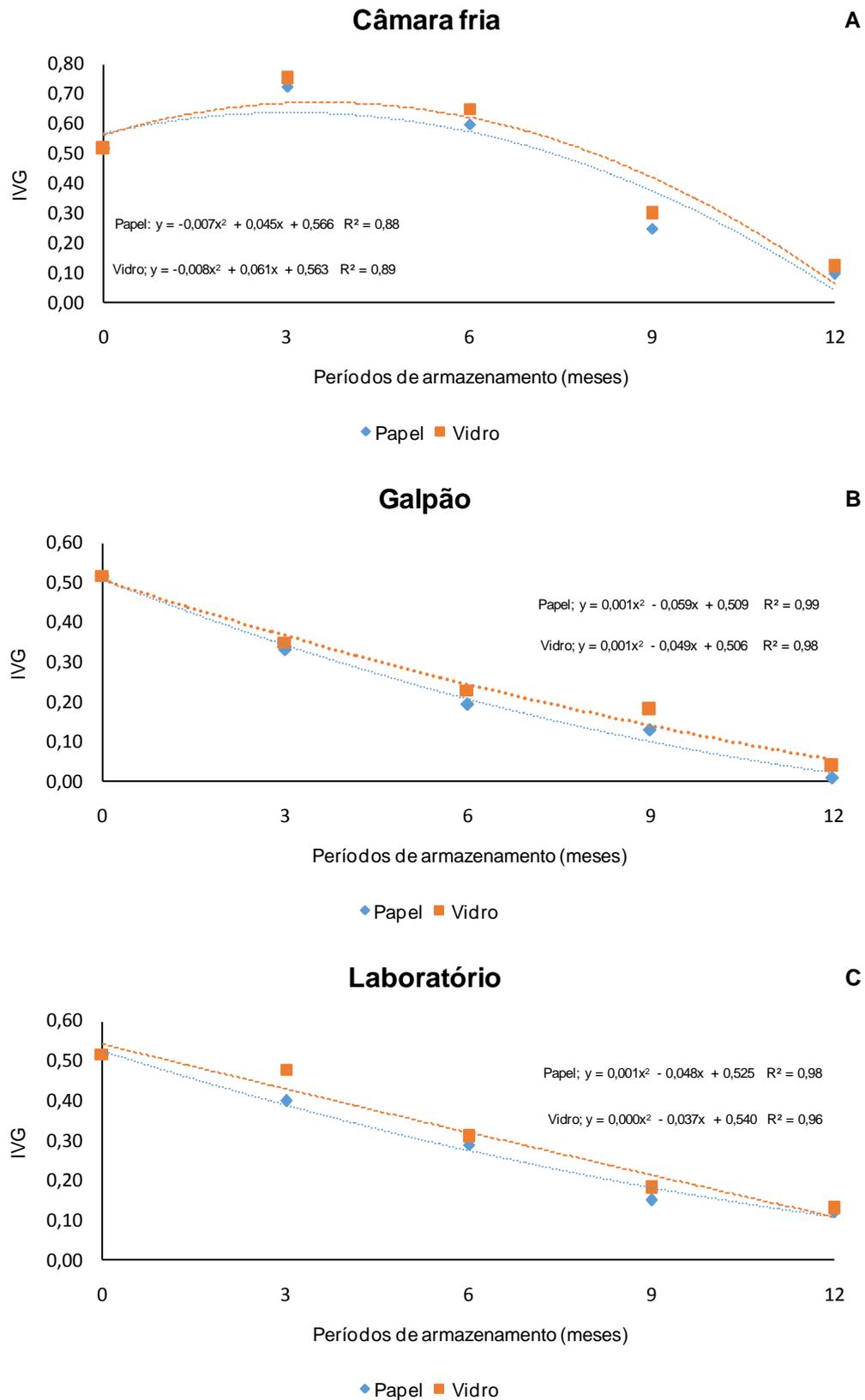


Figura 13. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de *Piper marginatum* armazenadas em: A - Câmara fria; B – Galpão; C - Laboratório, acondicionadas em embalagem de papel Kraft e vidro, em função do período de armazenamento. Manaus-AM, 2015.

5.1.5. Teste de emergência

O percentual de emergência das plântulas de *P. marginatum* (Figura 14) foi bastante variável de acordo com as condições de armazenamento. A variável se ajustou ao comportamento quadrático com forte decréscimo a partir dos três meses de armazenamento, e chegando ao percentual zero de emergência antes de doze meses. O acondicionamento em recipiente de vidro e armazenamento em câmara fria fez com que as sementes de *P. marginatum* apresentasse um comportamento quadrático com maior percentual de emergência aos 3 meses de armazenamento.

A resposta do ambiente esteve condicionada à embalagem utilizada, logo que o acondicionamento realizado em embalagem de vidro em câmara fria detectou-se incremento na porcentagem de plântulas emergidas até três meses de armazenamento (35%). Quando o armazenamento se prolongou além desse tempo, a taxa de emergência foi reduzida a 6,5% aos doze meses de armazenamento, nessas mesmas condições de armazenamento e embalagem.

As sementes armazenadas em embalagens de papel sob os ambientes galpão e laboratório, tiveram a taxa de emergência inicialmente em torno de 17%, havendo acréscimo respectivamente de 21 e 29% aos três meses de armazenamento (Figura 14). Entretanto, o armazenamento em embalagem papel, independentemente do ambiente (Câmara fria, galpão e laboratório), comprometeu completamente a porcentagem de emergência das plântulas, promovendo decréscimos significativos e constantes ao longo do período do armazenamento. Embora essa queda tenha ocorrido independentemente do ambiente, ela foi mais severa quando as sementes foram armazenadas em galpão e papel em laboratório. As sementes submetidas a essa condição não

permitiram a emergência das plântulas a partir dos nove meses de armazenamento.

A manutenção dos altos teores de umidade final nas sementes de *P. marginatum* (Figuras 8 e 9) pode ter favorecido a deterioração destas, comprometendo, dessa forma, a capacidade germinativa das sementes armazenadas em embalagem de papel (Figura 14). Lopes et al. (2002) também observaram que sementes acondicionadas em embalagem impermeável (papel) mantiveram sua umidade durante todo o período de armazenamento, independentemente do ambiente de armazenamento.

Também merece destacar que esse teste foi realizado em condições de viveiro e diferentemente do teste de germinação, as condições não eram controladas, ou seja, a cada três meses de avaliação as condições de campo eram diferenciadas, estando dessa forma as sementes submetidas às variações em função das embalagens, ambientes de armazenamento e também às condições climáticas por ocasião do plantio em bandejas em condições de viveiro.

Desses resultados, observa-se que a embalagem foi mais importante para o vigor (% de emergência) do que o ambiente de armazenamento, pois a embalagem de vidro para o acondicionamento das sementes em condição de câmara fria promoveu incrementos na porcentagem de emergência a valores próximos de 35% (Figura 14).

Segundo Hilhorst et al. (2001) o vigor é uma propriedade fisiológica determinada pelo genótipo e modificada pelo ambiente, que governa sua capacidade de dar rapidamente origem a uma plântula no solo, bem como

melhorar sua capacidade de resistir a uma série de fatores ambientais. A influência do vigor da semente pode persistir durante a vida da planta e pode ser afetada durante o período e condições subótimas de armazenamento das sementes.

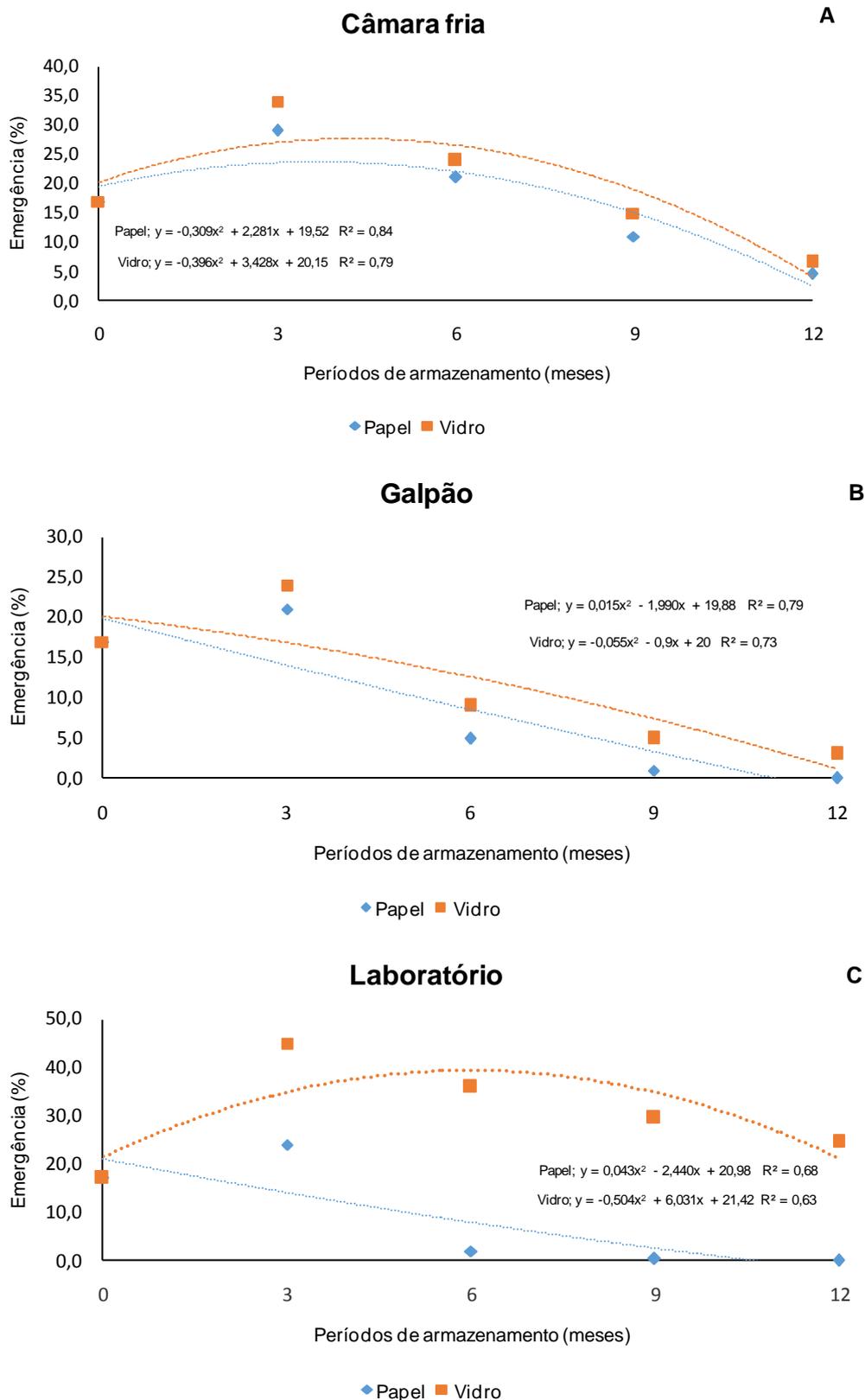


Figura 14. Porcentagem de emergência de sementes de *Piper marginatum* armazenadas em: A - Câmara fria; B – Galpão; C - Laboratório, acondicionadas em embalagem de papel Kraft e vidro, em função do período de armazenamento. Manaus-AM, 2015.

5.1.6. Índice de velocidade de emergência - IVE

De forma geral, os maiores IVE foram observados aos três meses de armazenamento, exceto para o recipiente de papel nas condições de armazenamento em galpão e laboratório, que ficaram abaixo do IVE obtido no tempo zero (Figura 15).

A condição de interação entre o ambiente de laboratório e o recipiente de vidro teve seus resultados de IVE ajustados ao modelo quadrático de regressão, alcançando um valor aproximado de 0,35 aos três meses de armazenamento. Da mesma forma, a condição de ambiente de galpão com sementes armazenadas em recipiente de vidro, tiveram valores máximos de IVE próximos a 0,44; porém isto aconteceu aos três meses de armazenamento e seus resultados foram mais bem ajustados ao comportamento quadrático de regressão.

O vigor representado pelo IVE (Figura 15) sofreu influência do ambiente de armazenamento câmara fria, e variou ao longo do período em função do tipo de embalagem utilizado. Quando as sementes foram acondicionadas em embalagem de vidro e papel, observaram-se incrementos no IVE até três meses (0,26 e 0,20), detectando-se redução nos valores a partir daí até o final do armazenamento, quando o IVE atingiu valores de 0,01.

Delouche e Baskin (1973) destacam a redução na velocidade de germinação de emergência como um dos eventos iniciais do processo de deterioração, ocorrendo logo após a desorganização das membranas celulares e a redução das atividades de biossíntese.

A redução da exponencial do número de plântulas emergidas por dia (IVE) constatada já a partir do terceiro mês de armazenamento sob condição de ambiente de câmara fria - papel (Figura 15 A), galpão e laboratório confirmam tal afirmação. Para o ambiente câmara fria e recipiente vidro esta redução só é observada a partir do sexto mês de armazenamento.

A velocidade de formação de plântulas é um parâmetro importante na avaliação de sementes, visto que maior velocidade indica maior vigor e, assim, diminui o tempo de exposição aos patógenos, responsáveis pela deterioração das sementes (BAHRY et al., 2006).

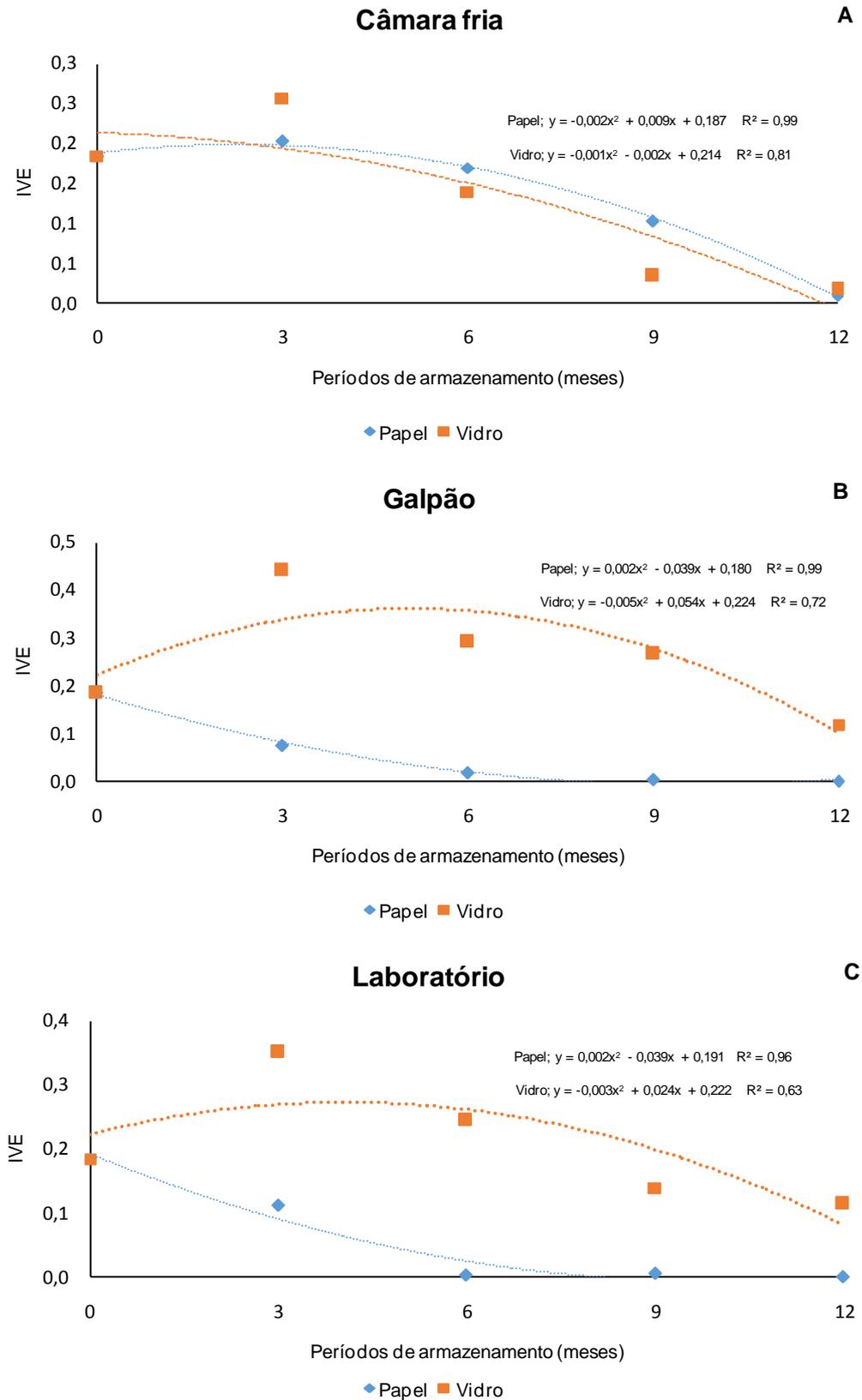


Figura 15. Índice de velocidade de emergência - IVE de sementes de *Piper marginatum* armazenadas em: A - Câmara fria; B – Galpão; C - Laboratório, acondicionadas em embalagem de papel Kraft e vidro, em função do período de armazenamento. Manaus-AM, 2015.

5.1.7. Matéria seca da parte aérea de plântulas

Novamente as sementes de *Piper marginatum* acondicionadas nos ambientes estudados atingiram a mesma tendência de comportamento e valores semelhantes quando analisadas por meio do teste de massa seca de plântulas (Figura 16).

O comportamento observado para a matéria seca de plantas ajustou-se ao comportamento de regressão quadrática para as interações entre tipo de recipiente e o ambiente de armazenameto. Contudo, à medida que ocorre um maior período de armazenamento, as plântulas reduzem a produção de matéria seca, e essa tendência apresenta-se mais intensa nas condições de armazenamento em recipiente de papel e ambientes de laboratório e galpão, as quais não há produção de massa seca no período de 12 meses de armazenamento (Figura 16 B e C).

Isso pode ocorrer devido às mudanças fisiológicas da semente como a redução do teor de água da semente ou o gasto energético para seu equilíbrio biológico, o que reduziria energia de reserva que seria empregada para a formação da nova plântula.

Para Nakagawa (1999), a transferência da massa seca dos tecidos de reserva das sementes vigorosas para o eixo embrionário, durante o processo germinativo, origina plântulas com maior massa, em decorrência do maior acúmulo de matéria

Santos e Paula (2007) verificaram em trabalho com sementes de *Sebastiania commersoniana* que não houve grande diferença entre os tratamentos quanto à massa seca de plântulas até 289 dias após o

armazenamento. E aos 389 dias após o armazenamento as sementes armazenadas sobre bancada de laboratório, apresentaram menores valores de massa seca de plântulas em relação às armazenadas em câmara fria.

Marcos Filho (1999b), relatou que o vigor de sementes tem efeito direto na habilidade da planta em acumular matéria seca, mas essa influência tende a reduzir à medida que os estádios se sucedem e o desempenho das plantas torna-se mais dependente das relações genótipo e ambiente, não sendo esperada influência na produtividade final, quando não há diminuição severa do estande de plantas.

Apesar das condições de armazenamento ser variáveis e de comportamento complexo em relação ao período de armazenamento, pode-se observar que a condição de armazenamento em recipiente de vidro e ambiente de câmara fria manteve-se sempre entre os melhores valores para cada variável no período de três meses de armazenamento. Logo, devido a tais resultados podemos afirmar que a condição de armazenamento em câmara fria e o uso de recipiente de vidro com armazenamento por um período máximo de três meses, pode ser considerada a condição mais adequada de armazenamento de sementes de *P. marginatum* nas condições climatológicas em que se desenvolveu o presente estudo.

A massa seca de plântulas de *Piper marginatum* foi afetada pelo tempo de armazenamento, sofrendo influência do ambiente e do tipo de embalagem. Até os três meses, observou-se acúmulo de massa seca, porém esta foi reduzida ao final do período de armazenamento (doze meses). Esses resultados concordam com os obtidos por Nakagawa (1994), em que durante a germinação, as sementes vigorosas proporcionam maior transferência de

massa seca de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário, originando plântulas com maior peso, em razão do maior acúmulo de matéria.

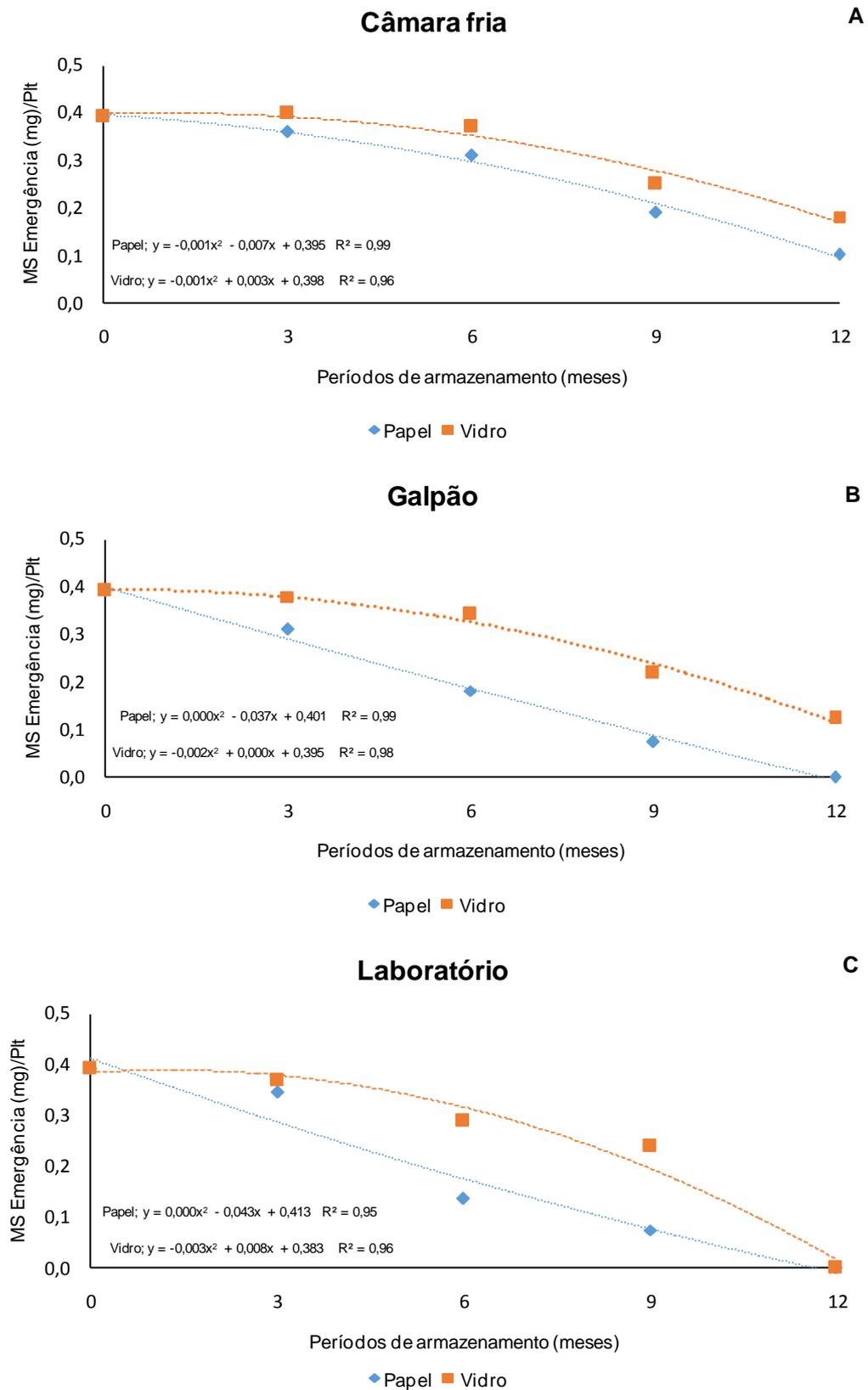


Figura 16. Matéria seca da parte aérea – Emergência, de sementes de *Piper marginatum* armazenadas em: A - Câmara fria; B – Galpão; C - Laboratório, acondicionadas em embalagem de papel Kraft e vidro, em função do período de armazenamento. Manaus-AM, 2015.

5.2. *Piper tuberculatum*

5.2.1. Condições climáticas

Durante o período experimental houve pouca variação da temperatura média nos ambientes externos de armazenamento (Galpão e Laboratório). Esta variação ocorreu entre 25 e 28°C no ambiente galpão e 26,6 a 29°C no ambiente laboratório, sendo que as maiores temperaturas registradas foram entre os meses de setembro a novembro de 2014 (Figura 17).

A umidade relativa dos ambientes de avaliação externos variou em sentido contrário à temperatura, com tal fenômeno de forma esperada. Houve uma variação de 80 a 95% de umidade no ambiente de galpão; e, no ambiente de laboratório esta variação ocorreu entre 60 e 70% de umidade relativa (Figura 18). Observa-se que os maiores índices de umidade ocorreram nos meses iniciais do experimento (maio e junho de 2014) e os menores índices de umidade ocorreram no mês de setembro de 2014.

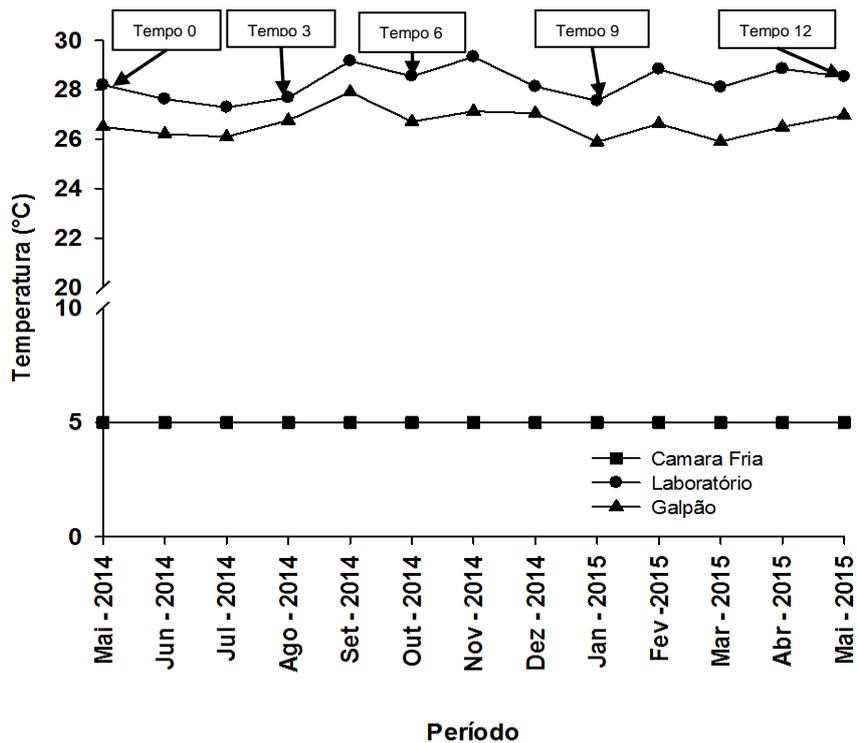


Figura 17. Médias mensais da temperatura média obtidas nos ambientes de armazenamento (Câmara fria, Galpão e Laboratório) de sementes de *Piper tuberculatum* durante período de armazenamento. Manaus-AM, 2015

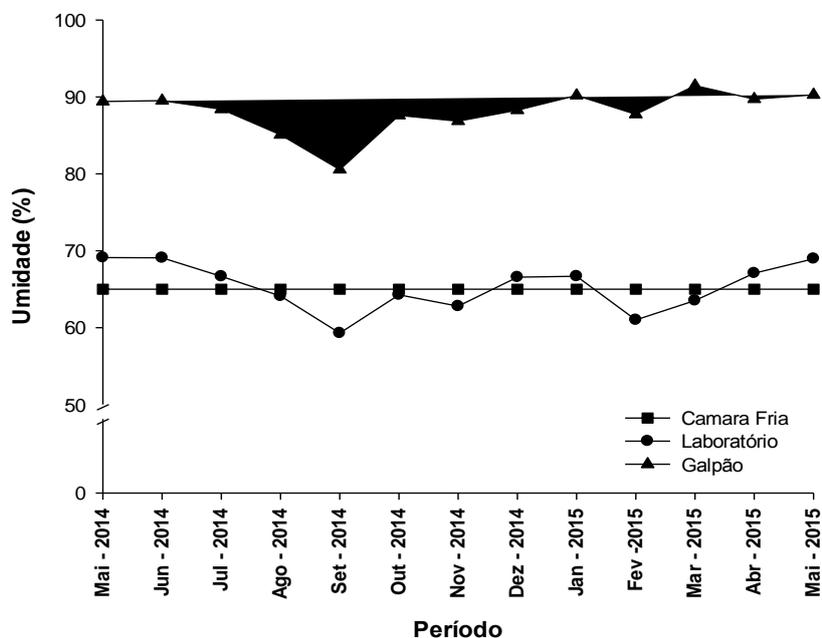


Figura 18. Médias mensais da umidade relativa do ar obtidas nos ambientes de armazenamento (Câmara fria, Galpão e Laboratório) de sementes de *Piper tuberculatum* durante período de armazenamento. Manaus-AM, 2015.

5.2.2. Teor de Umidade

De acordo com a análise de variância, a interação tripla (ambiente x embalagem x período) foi significativa para a variável teor de umidade. Antes do acondicionamento, as sementes de *Piper tuberculatum* apresentavam teor de umidade de 10,2%.

No ambiente de câmara fria (Figura 19 A), o comportamento das sementes foi diferente nas embalagens estudadas. Na embalagem de papel, os valores ajustaram-se ao quadrático, houve acréscimo no teor de umidade, atingindo percentual de 13,6%, no final do armazenamento, e que na embalagem de vidro, com comportamento cúbico, houve acréscimo atingindo a 13,95%. No ambiente de galpão, nas embalagens de vidro e papel, a umidade das sementes que era de 10% aumentou no decorrer do período experimental para 12,5% e 17%, respectivamente (Figura 19 B).

Quanto às sementes acondicionadas em embalagem de papel no laboratório, houve acréscimo no teor de água, a partir 10% do início do armazenamento. As sementes atingiram 12,85% de umidade no final do período de armazenamento. As sementes acondicionadas em vidro também sofreram acréscimo de umidade durante o período de armazenamento, alcançando no final 13,80% de umidade. Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), este fenômeno ocorre devido à respiração das sementes, que liberam água de constituição, aumentando a umidade relativa do ar no interior da embalagem hermética. A semente vai procurar, então, ajustar-se à nova umidade relativa do ar, e adquire, conseqüentemente, um teor de água mais alto do que o inicial. Isso por sua vez, acelera a respiração, resultando em nova

modificação da umidade relativa do ar da embalagem e, conseqüentemente, novo equilíbrio higroscópico da semente.

Para Marcos Filho (2005), o teor de água da semente tem relação direta com a umidade relativa do ar, havendo permanente troca de água por diferença de potenciais hídricos, até que seja atingido o equilíbrio higroscópico. Assim, de acordo com Davide e Silva (2008), o conhecimento dos limites tolerados de perda de água auxilia na manutenção da qualidade fisiológica das sementes e no correto armazenamento.

Silva (2007) armazenando sementes de cubiu (*Solanum sessiliflorum*) obteve resultados semelhantes ao deste trabalho, onde a embalagem impermeável manteve o grau de umidade das sementes constante. O conhecimento do grau de umidade das sementes é essencial para se determinar as condições adequadas para o armazenamento, que dependem da umidade relativa, a qual é influenciada pela temperatura do ambiente e pelo tipo de embalagem (WARHM, 1996).

Pimentel et al. (1999) trabalhando com sementes de *P. hispidinervum*, indicam que se secas sobre folhas de papel em pleno sol por dois dias, alcançam a umidade de 14% e que as mesmas podem ficar estocadas em temperatura de 7 a 15 °C em recipiente de vidro, a fim de manter a viabilidade por cinco meses. Um teor de umidade maior ou menor pode reduzir a germinação a menos de 80%.

As sementes de *P. tuberculatum* foram secas em ambiente de laboratório e armazenadas em galpão, laboratório e câmara fria, onde as sementes tiveram umidade entre 10 e 14% durante o período armazenado (Figura19).

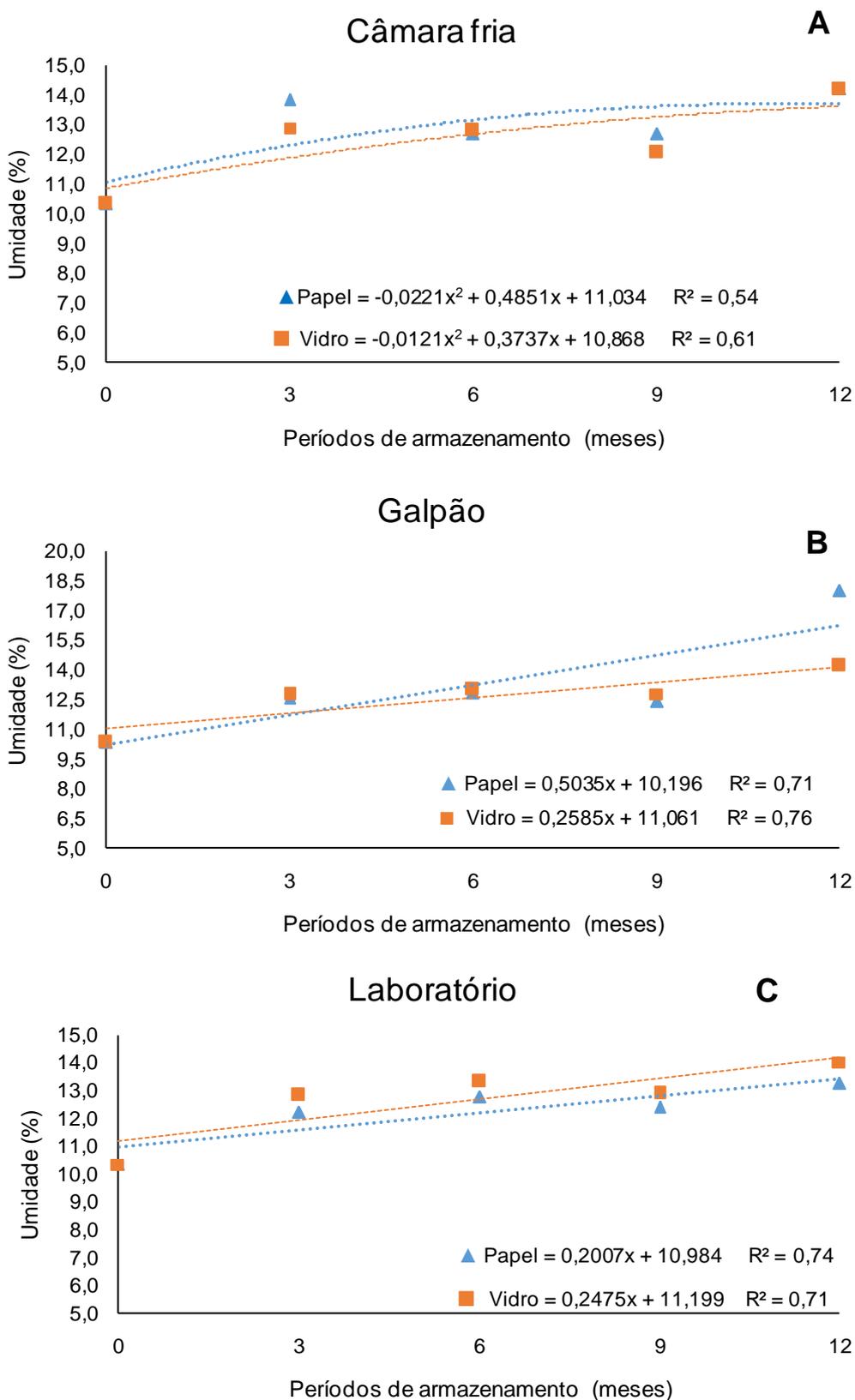


Figura 19. Teor de umidade (%) de sementes de *Piper tuberculatum* armazenadas em: A - Câmara fria; B – Galpão; C - Laboratório, acondicionadas em embalagem de papel Kraft e vidro, em função do período de armazenamento. Manaus-AM, 2015

5.2.3. Teste de Germinação

A germinação apresentou interação significativa ($P > 0,05$) entre os ambientes, embalagens e os períodos de armazenamento (interação tripla), ocorrendo redução na porcentagem de germinação ao longo do período, com pequena queda aos 12 meses de armazenamento para todos os ambientes (Figura 20). Entre os ambientes avaliados a câmara fria seguido de laboratório e galpão obtiveram os melhores resultados na variável germinação. Nas embalagens, o vidro obteve melhor desempenho ao final do armazenamento, com germinação 14% menor em relação ao tempo zero, no ambiente câmara fria. No ambiente laboratório as sementes da embalagem vidro obtiveram uma redução de 64% ao final de 12 meses de armazenamento. A maior redução ocorreu no ambiente galpão com a embalagem de papel em torno de 80% menor que o período inicial.

Abud et al. (2012), verificaram que a câmara fria é mais adequada ao armazenamento de sementes de xique-xique quando comparada ao ambiente natural. Para embalagem impermeável, vidro, observou-se que logo no segundo mês de armazenamento já houve redução na germinação das sementes, porém essa diminuição não foi tão acentuada, sendo ao final do experimento obtido o valor de 89%.

Andrade et al. (2005), em estudo semelhante avaliando os efeitos das condições de armazenamento sobre a germinação de pitaya vermelha (*Hylocereus undatus*), verificaram que as condições de câmara fria são ideais para a conservação das sementes quando comparadas as de ambiente natural e câmara seca.

A deterioração das sementes altera significativamente os processos bioquímicos e fisiológicos das sementes, aumentando a degradação dos compostos de reserva, reduzindo a porcentagem de germinação das sementes estocadas em condições inadequadas a sua conservação, pois durante o processo de deterioração ocorre a produção de espécies reativas de oxigênio, que alteram a estrutura de enzimas antioxidantes, ocasionando uma diminuição mais acentuada na viabilidade das sementes (GRAHAM, 2008). Na Figura 21 estão apresentadas as fases da germinação da semente de *P. tuberculatum*.

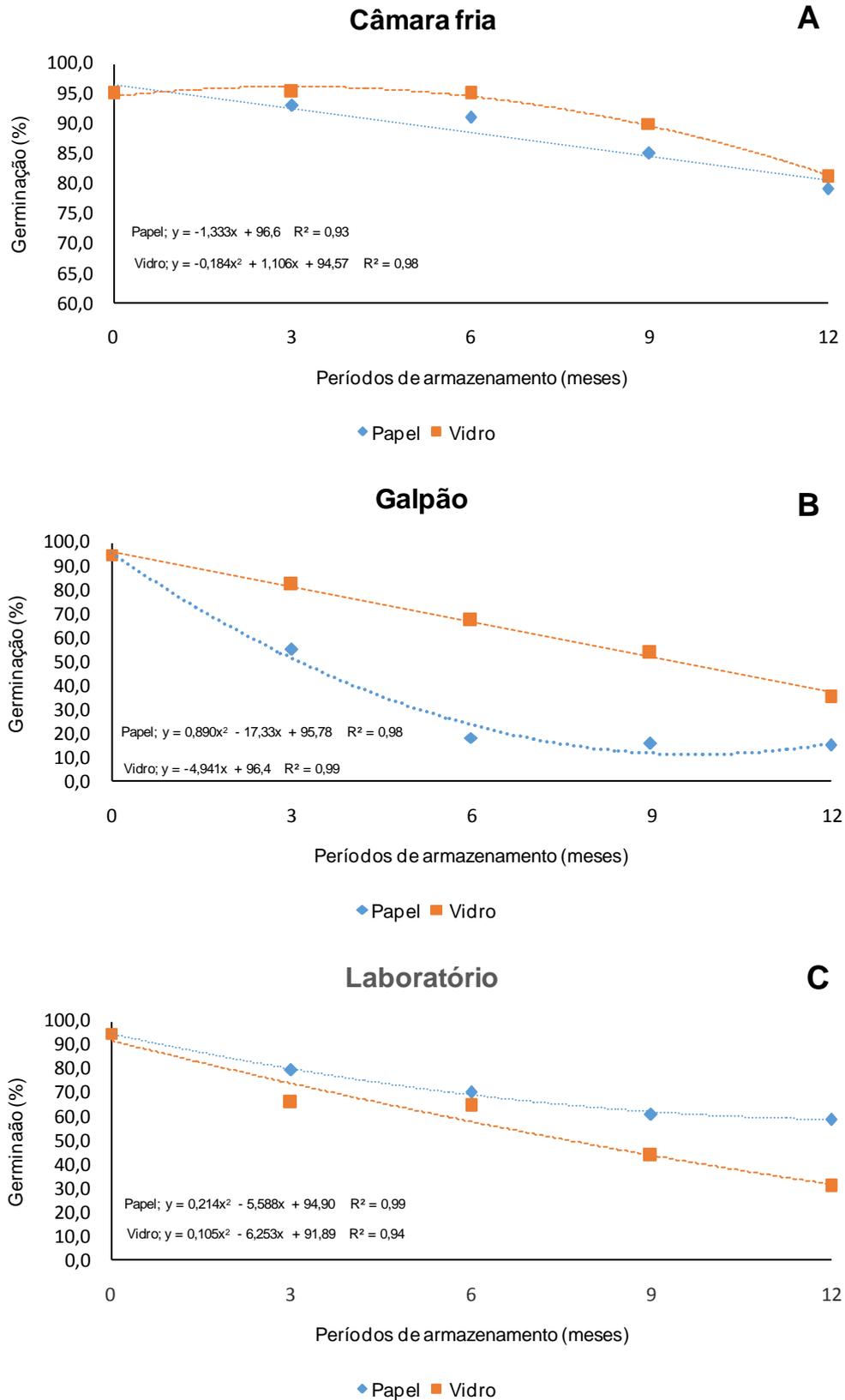


Figura 20. Germinação de sementes de *Piper tuberculatum* armazenadas em: A - Câmara fria; B – Galpão; C - Laboratório, acondicionadas em embalagem de papel Kraft e vidro, em função do período de armazenamento. Manaus-AM, 2015.

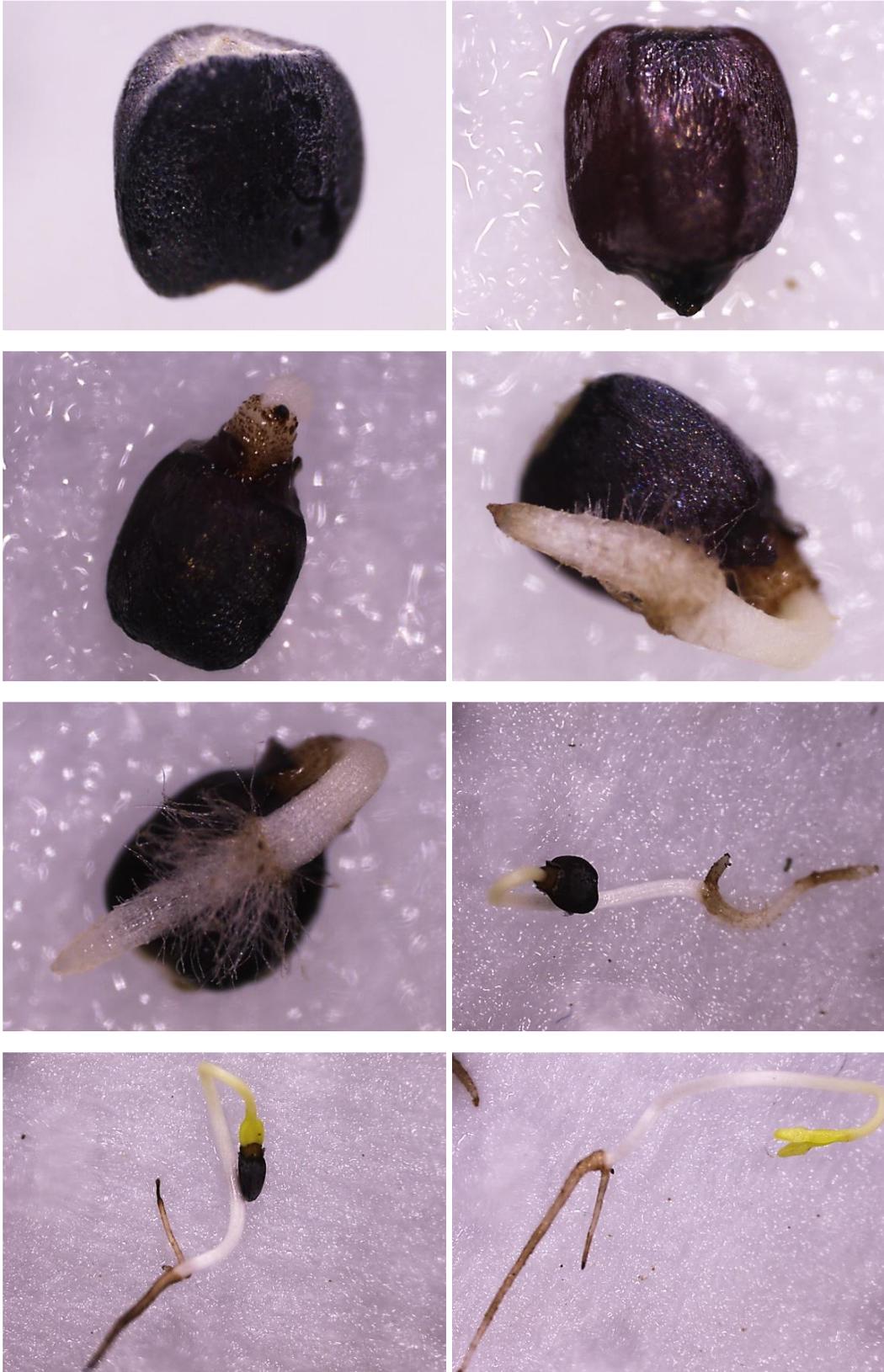


Figura 21. Aspectos da germinação da semente de *Piper tuberculatum*: da ruptura do tegumento até a formação da plântula normal. Foto: Jonathan Diniz, 2015.

5.2.4. Índice de Velocidade de Germinação - IVG

O índice de velocidade de germinação (IVG) contabiliza a quantidade de sementes germinadas por unidade de tempo (MAGUIRE, 1962; NAKAGAWA, 1999). Ao comparar o IVG das sementes de *Piper tuberculatum* nas diferentes condições de armazenamento verificou-se que houve diferença estatística, sendo que em todas as condições e períodos de armazenamento as sementes apresentaram IVG menor em relação às sementes recém-colhidas, ou seja, foram influenciados pelo tempo de armazenamento, ocorrendo redução nos valores, com o aumento do tempo de armazenamento, nos diferentes tipos de embalagem de acondicionamento (Figura 22).

Na regressão, a função quadrática foi a que melhor explicou a distribuição das médias, dos ambientes e embalagens, com exceção a embalagem de vidro em que no ambiente galpão tendo a função linear que melhor explicou as médias estimadas em relação às médias observadas nas contagens (Figura 22).

Com as sementes acondicionadas em vidro houve redução no vigor ao longo do armazenamento. No decorrer desse tempo, as sementes mantidas na câmara fria e acondicionadas na embalagem de vidro apresentaram-se mais vigorosas, em relação àquelas acondicionadas na mesma embalagem e armazenadas tanto em galpão quanto no laboratório (Figura 22 A e B).

Em condições de galpão e laboratório (Figura 22 B e C), constatou-se efeito quadrático em ambas as embalagens. Nesses ambientes, também se observou comportamento semelhante das sementes acondicionadas nas duas embalagens, com perda de vigor aos 3 meses de armazenamento.

O IVG é um indicador importante para inferir sobre a capacidade das sementes em produzir plântulas normais o mais rápido possível, desde que sejam fornecidas as condições ideais para germinação das mesmas. A germinação rápida das sementes originando plântulas normais num curto espaço de tempo é o resultado das condições ideais fornecidas para a germinação das mesmas, agregado ao vigor da semente, definido durante a fase de cultivo e culminando na maturidade fisiológica (MARCOS FILHO, 2005).

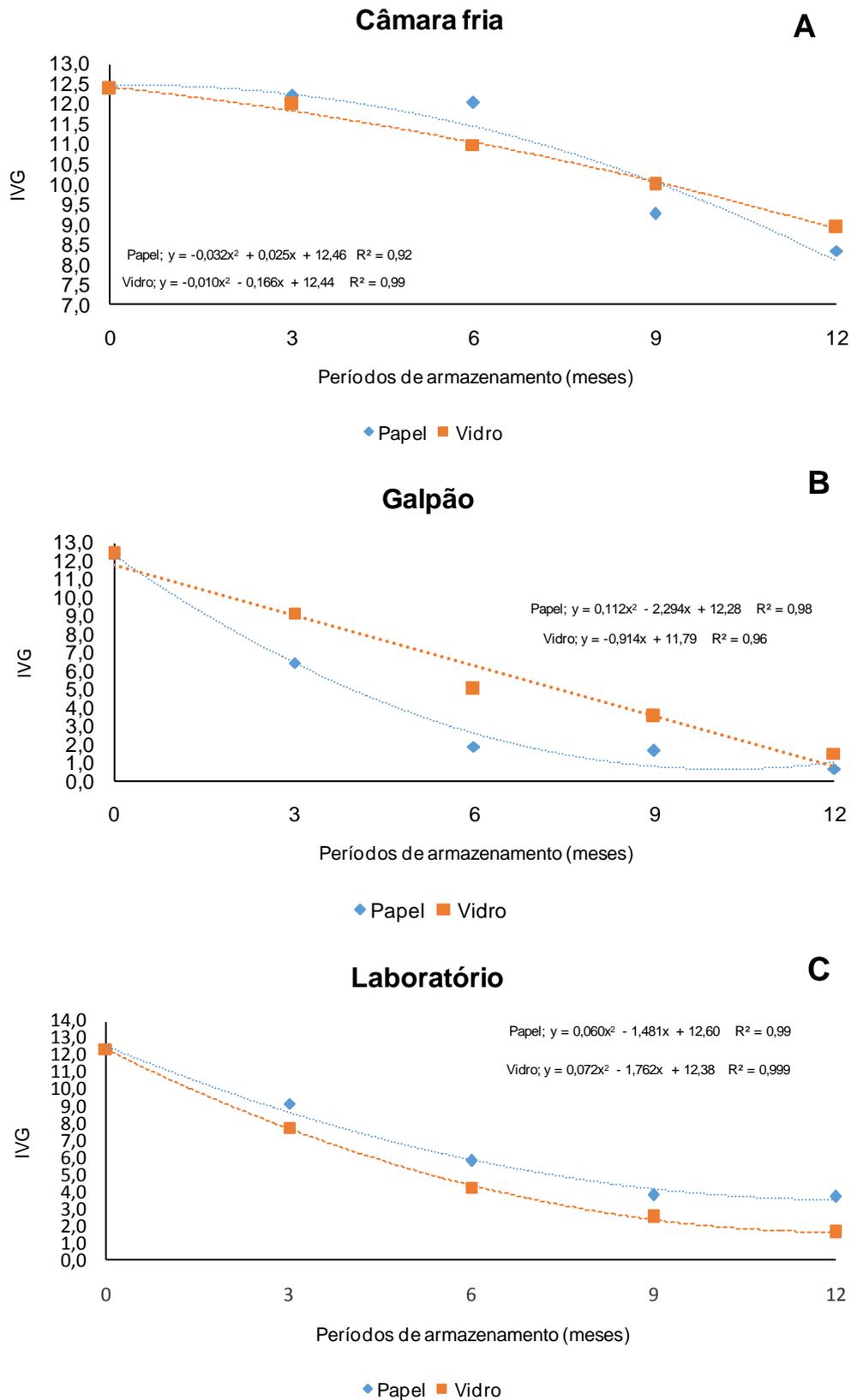


Figura 22. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de *Piper tuberculatum* armazenadas em: A - Câmara fria; B – Galpão; C - Laboratório, acondicionadas em embalagem de papel Kraft e vidro, em função do período de armazenamento. Manaus-AM, 2015.

5.2.5. Teste de emergência

Os dados referentes ao teste de emergência de sementes (Figuras 23), revelaram que houve interação significativa entre os períodos e as condições de armazenamento.

A emergência em campo (Figura 23) foi influenciada pelas embalagens de acondicionamento, sendo que a embalagem vidro proporcionou maior percentagem de emergência em relação à embalagem de papel. O aumento no tempo de armazenamento proporcionou queda acentuada na emergência.

Como mencionado anteriormente, o aumento do tempo de armazenamento e as condições de armazenamento das sementes, com o uso de embalagens que permitem ganho no grau de umidade, em função das condições ambientais favoráveis, têm influência direta no aumento da deterioração das sementes, refletindo na queda do seu vigor.

O armazenamento das sementes em câmara fria, independente da embalagem, obteve uma redução na emergência durante o período de armazenamento. Os ambientes galpão e laboratório mostraram desempenho semelhante na avaliação de plantas emergidas, iniciando com 92% de emergência e ao final do experimento sem emergência.

A manutenção dos altos teores de umidade final nas sementes de *P. tuberculatum* (Figura 19) pode ter favorecido a deterioração destas, comprometendo, dessa forma, a capacidade germinativa das sementes armazenadas em embalagem de papel (Figura 23). Lopes et al. (2002) também observaram que sementes acondicionadas em embalagem impermeável

(papel) mantiveram sua umidade durante todo o período de armazenamento, independentemente do ambiente de armazenamento.

Também merece destacar que esse teste foi realizado em condições de viveiro e diferentemente do teste de germinação, as condições não eram controladas, ou seja, a cada três meses de avaliação as condições de campo eram diferenciadas, estando dessa forma as sementes submetidas às variações em função das embalagens, ambientes de armazenamento e também às condições climáticas por ocasião do plantio em bandejas em condições de viveiro.

Desses resultados, observa-se que a embalagem foi mais importante para o vigor (% de emergência) do que o ambiente de armazenamento, pois a embalagem de vidro para o acondicionamento das sementes em condição de câmara fria promoveu incrementos na porcentagem de emergência a valores próximos de 90% (Figura 23).

Segundo Hilhorst et al. (2001) o vigor é uma propriedade fisiológica determinada pelo genótipo e modificada pelo ambiente, que governa sua capacidade de dar rapidamente origem a uma plântula no solo, bem como melhorar sua capacidade de resistir a uma série de fatores ambientais. A influência do vigor da semente pode persistir durante a vida da planta e pode ser afetada durante o período e condições subótimas de armazenamento das sementes.

Para Marcos Filho (2005), a redução da porcentagem e velocidade de emergência de plântulas é uma das consequências da interação do potencial fisiológico das sementes com as condições do ambiente. Quando estas são

desfavoráveis, o lote apresenta potencial fisiológico elevado, as sementes podem germinar, no entanto, quando há declínio do vigor, uma proporção cada vez mais elevada de sementes não é capaz de tolerar ao estresse.

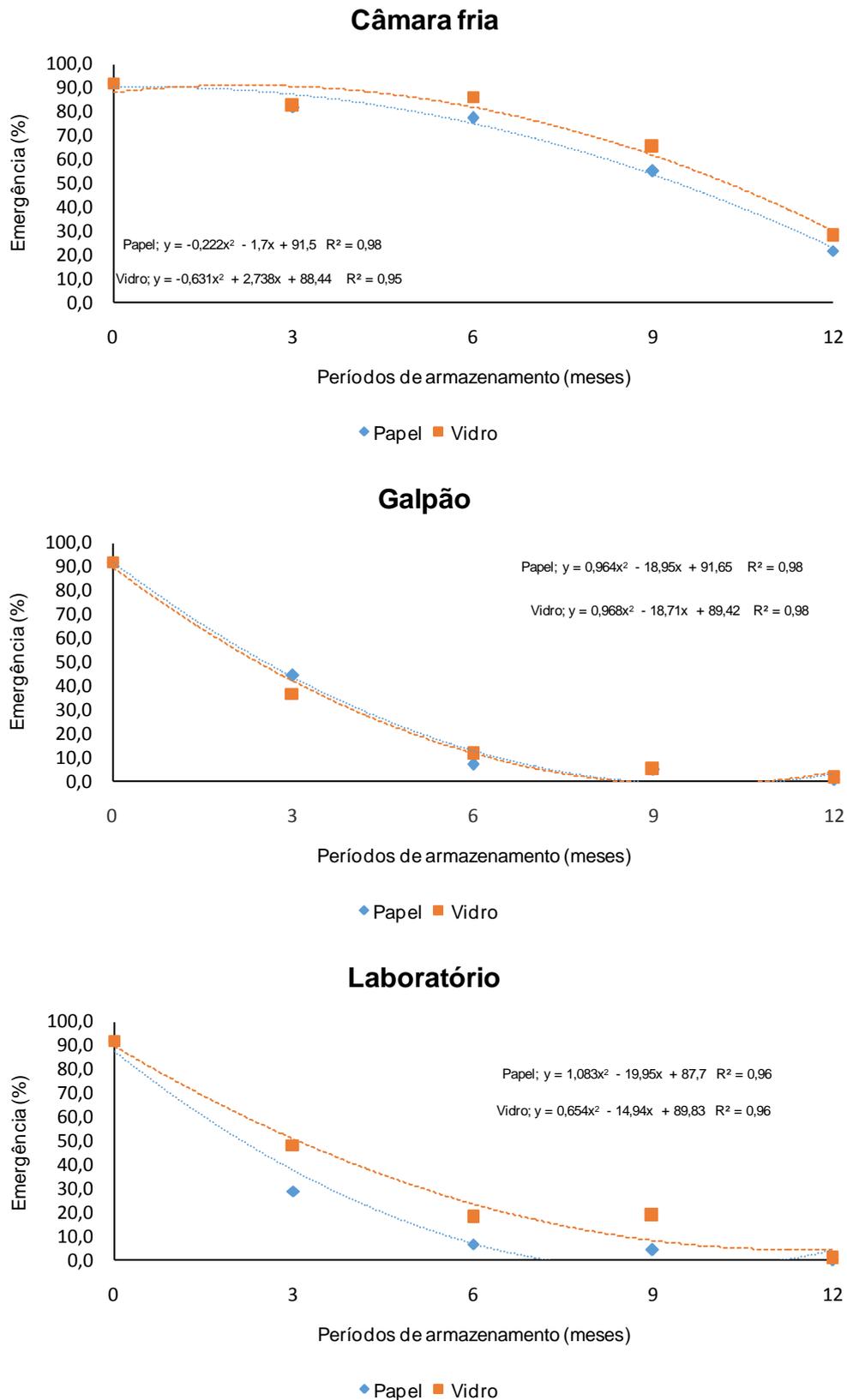


Figura 23. Emergência de sementes de *Piper tuberculatum* armazenadas em: A - Câmara fria; B – Galpão; C - Laboratório, acondicionadas em embalagem de papel Kraft e vidro, em função do período de armazenamento. Manaus-AM, 2015.

5.2.6. Índice de Velocidade de Emergência - IVE

Na avaliação do índice de velocidade de emergência (IVE) (Figura 24), as sementes armazenadas em Câmara fria apresentaram os maiores valores, explicados por comportamento quadrático. No ambiente galpão, os valores foram significativamente inferiores, chegando próximos de zero a partir do 6º mês de armazenamento, com tendência quadrática. Para o índice de velocidade de emergência, quando as sementes foram armazenadas em ambiente de laboratório tiveram comportamento e valores muito semelhantes, sendo observada a menor redução ao longo dos 12 meses de avaliação.

A velocidade de formação de plântulas é um parâmetro importante na avaliação de sementes, visto que maior velocidade indica maior vigor e, assim, diminui o tempo de exposição aos patógenos, responsáveis pela deterioração das sementes (BAHRY et al., 2006).

Também merece destacar que esse teste foi realizado em condições de viveiro e diferentemente do teste de germinação, as condições não eram controladas, ou seja, a cada três meses de avaliação as condições de campo eram diferentes, estando dessa forma as sementes submetidas às variações em função das embalagens, ambientes de armazenamento e também das condições climáticas por ocasião do plantio em bandejas em condições de viveiro.

Delouche e Baskin (1973) destacam a redução na velocidade de germinação como um dos eventos iniciais do processo de deterioração, ocorrendo logo após a desorganização das membranas celulares e a redução das atividades de biossíntese. Desta forma, a redução da exponencial do

número de plântulas emergidas por dia (IVE) constatado já a partir do terceiro mês de armazenamento sob condição dos ambientes em estudo (Figura 24), confirmam tal afirmação. Somente o ambiente câmara fria chegou ao final dos 12 meses com IVE de aproximadamente 1,7. A velocidade de formação de plântulas é um parâmetro importante na avaliação de sementes, visto que maior velocidade indica maior vigor e, assim, diminui o tempo de exposição aos patógenos, responsáveis pela deterioração das sementes (BAHRY et al., 2006).

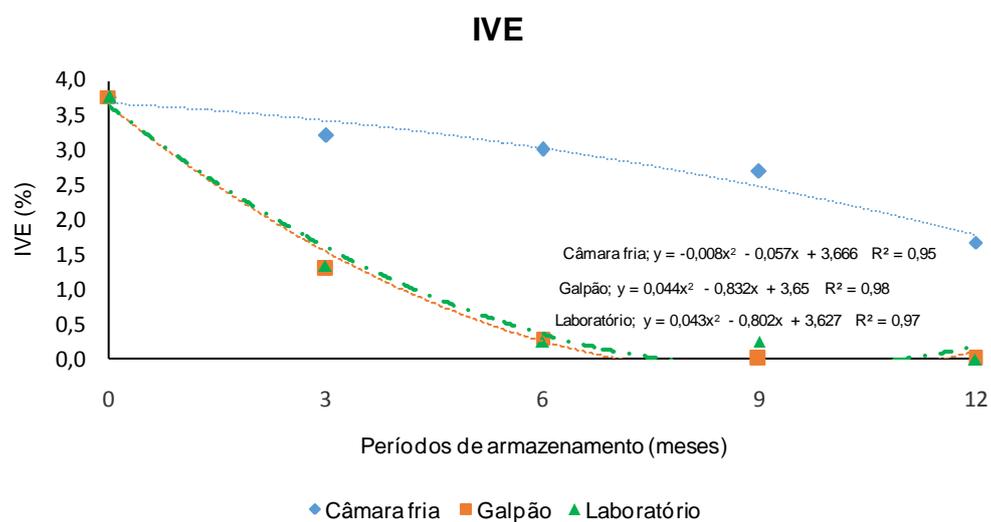


Figura 24. Índice de velocidade de emergência - IVE de sementes de *Piper tuberculatum*, armazenadas em ambientes de Câmara fria, Galpão e Laboratório, em função do período de armazenamento. Manaus - AM, 2015.

5.2.7. Massa seca da parte área de plântulas

As sementes de *Piper tuberculatum* acondicionadas nos ambientes de câmara fria e laboratório atingiram a mesma tendência de comportamento e valores semelhantes quando analisadas por meio do teste de massa seca de plântulas (Figura 25). Constatou-se que os dados referentes às sementes armazenadas em câmara fria e galpão se adequaram ao modelo quadrático de regressão, apresentando redução na massa seca ao longo do armazenamento. Dessa forma, observa-se um aumento gradativo do vigor para as sementes em câmara fria ao longo da estocagem e leve decréscimo ao final do período.

Este fato, provavelmente, esteja relacionado com os diferentes estádios de maturação das sementes, tendo em vista que estas, ao atingirem a maturidade em tempos diferenciados, poderão paulatinamente germinar e desenvolverem as plântulas ao longo do tempo, nos diferentes períodos do armazenamento.

Também, cabe destacar que, no ambiente de galpão, as sementes tiveram comportamento contrário ao dos demais ambientes, decrescendo a partir do sexto mês e um leve acréscimo no final do período de armazenamento. Possivelmente, diferenças de maturação das sementes acondicionadas nestes ambientes, ao longo do armazenamento poderão induzi-las a expressarem a germinação e, por conseguinte o vigor das plântulas de forma diferenciada ao longo do tempo.

Da mesma forma, ao avaliar-se o vigor das sementes através das massas seca das plântulas, observou-se que as plântulas mais vigorosas foram

provenientes de sementes armazenadas em ambientes de Câmara fria e Laboratório a partir do sexto mês de armazenamento (Figura 25).

Os dados de massa seca de plântulas originadas de sementes acondicionadas em diferentes embalagens (papel Kraft e vidro) e armazenadas em ambientes (Câmara fria, galpão e laboratório), não se ajustaram aos modelos de regressão, indicando que essa característica não sofreu influência das embalagens utilizadas para o armazenamento das sementes.

De acordo com Nakagawa (1999), a classificação do vigor das plântulas ou a avaliação do crescimento das mesmas valendo-se do teste de germinação, através da massa de matéria seca, podem ser empregados visando a caracterização e determinação do vigor de lotes de sementes. As sementes mais vigorosas produzem potencialmente plântulas mais vigorosas (massa seca).

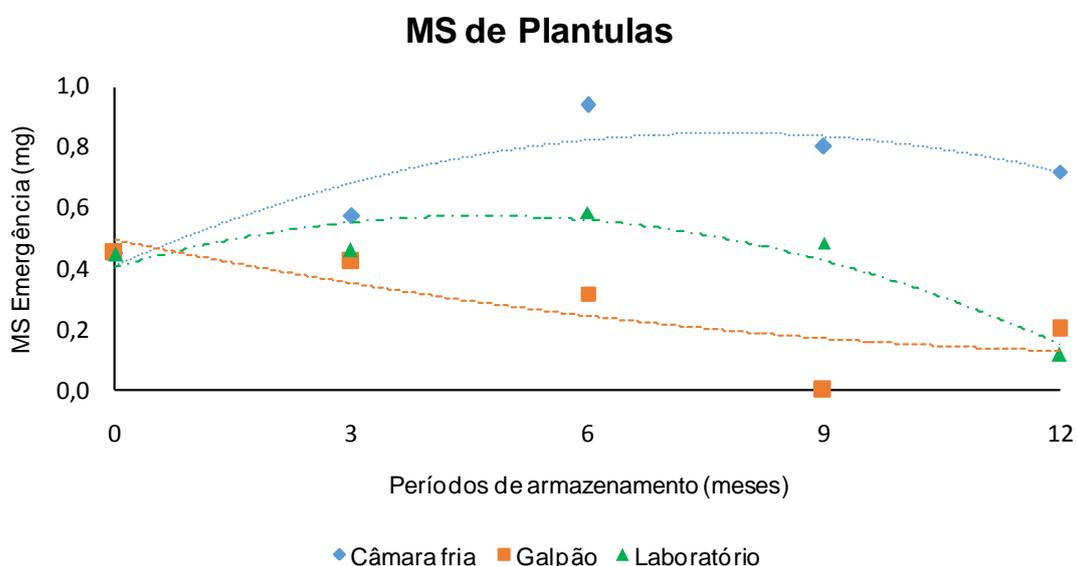


Figura 25. Matéria seca da parte aérea de plântulas de emergência de sementes de *Piper tuberculatum*, armazenadas em ambiente (Câmara fria; Galpão; Laboratório) em função do período de armazenamento. Manaus-AM, 2015.

6. CONCLUSÕES

O tempo de armazenamento reduz o vigor das sementes de *Piper marginatum* e *Piper tuberculatum*.

Recomenda-se recipiente de vidro para o armazenamento de sementes de *P. marginatum* e *P. tuberculatum*, por seu vigor ser mantido por um período maior de tempo em comparação com o recipiente de papel.

O ambiente de câmara fria é recomendado para o armazenamento de sementes de *P. marginatum* e *P. tuberculatum*, por manter o vigor das sementes por um maior período de tempo de armazenamento.

7. REFERÊNCIAS

ABUD, H. F., PEREIRA, D. DE S., GONÇALVES, N. R., PEREIRA, M. DE S. E BEZERRA, A. M. E. Armazenamento de sementes de xique-xique. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3, 473–479 2012.

ALVES, H. S. **Novos flavonóides monoterpênicos e outros constituintes químicos isolados de espécies *Piper* (Piperaceae)**. 2008, 325 f.. Tese de Doutorado, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 2008.

AMÉRICO, F. K. A; BARBOSA, J.C.R.C.M; CURI, C. C. S.; NEGREIROS, J. R. S.; CARREGARO, J. B.; JOSE, S. C. B. R. Estudo de parâmetros para realização de teste de germinação de sementes em duas espécies do gênero *Piper*: *Piper hispidinervum* C.DC. e *Piper aduncum*. *Ensaio e Ciência (Campo Grande. Impresso)*, v. 15, p. 33-45, 2011.

ANDRADE, R. A.; OLIVEIRA, I. V. M.; MARTINS, A. B. G. Influência da condição e período de armazenamento na germinação de sementes de Pitaya vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 168-170, 2005.

ANDRADE, R. V.; AUZZA, S. A. Z.; ANDREOLI, C.; NETTO, D. A. M.; OLIVEIRA, A. C. Qualidade fisiológica das sementes de milho híbrido simples HS 200 em relação ao tamanho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, 25 (3): 576 – 582, 2001.

ARAÚJO-JÚNIOR, J. X.; CHAVES, M. C. O.; CUNHA, E. V. L.; GRAY, A. I. Cepharanone-B from *Piper tuberculatum*. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 27, p. 325-327, 1999.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS– AOSA. **Seed vigour testing handbook**. East Lansing, p. 88 (Contribution, 32). 2002.

AUTRAN, E. S.; NEVES, I. A.; SILVA, C. S. B.; SANTOS, G. K. N.; CÂMARA, C. A. G.; D.M.A.F. NAVARRO, D. M. A. F. Chemical composition, oviposition deterrent and larvicidal activities against *Aedes aegypti* of essential oils from *Piper marginatum* Jacq. (Piperaceae). **Bioresource Technology**, v. 100, p. 2284–2288, 2009.

AZEREDO, G.A.; BRUNO, R.L.A.; LOPES, K.P.; SILVA, A.; DINIZ, E.; LIMA, A.A. Conservação de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) em função do beneficiamento, embalagem e ambiente de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, n.1, p.37-44, 2005.

AZEVEDO, M. R. Q. A.; GOUVEIA, J. P. G.; TROVÃO, D. M. M.; QUEIROGA, V. P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.519-524, 2003.

BAHRY, C.A.; MUNIZ, M.F.B.; FRANZIN, S.M. **Importância da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milho para a implantação de pastagens**. Santa Maria: CCR/UFSM, 2006. 4p. (Informe Técnico).

BENEDITO, C. P. **Armazenamento e viabilidade de sementes de catanduva (*Piptadenia moniliformis* Benth)**. 63 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia),

Área de concentração em Agricultura Tropical, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2010.

BERGO, C.L.; SILVA, R.C.; OHLSON, O.C.; BIASI, L.A.; PANOBIANCO, M. Luz e temperatura na germinação de sementes de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) e pimenta-de-macaco (*Piper aduncum*). **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3 p.170-176, 2010.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, p. 445, 1994.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M.; HOLMES, P. **The encyclopedia of seeds: science, technology and uses**. Technology and uses. CABI, Wallingford, Oxon, UK, p.138- 142, 2006.

BONNER, F. T. **Seed biology**. In: Woody-Plant seed manual. (s.l.): USDA Forest Service's/Reforestation, Nurseries, e Genetics Resources, 2001.

BONNER, F.T. Storage of hardwood seeds. **Forest Genetics Resources Information**, n.7, p.10-17, 1978.

BORBA FILHO, A. B.; ANDRADE PEREZ, S. C. J. G. A. Armazenamento de sementes de ipê-branco e ipê-roxo em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 259-269, 2009.

BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PINÃ- RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília: ABRATES, p. 83-135, 1993.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. Centro de Divulgação Universitária - Estudos e Ensaios. Biblioteca de Divulgação e Cultura. Publicação nº 2, ser. 1ª., p. 523, 1953.

BRANCALION, P. H. S.; NOVENBRE, A. D. L. C.; RODRIGUES, R. R.; CHAMMA, H. M. C. P. Efeito da luz e de diferentes temperaturas na germinação de sementes de *Heliocarpus popayanensis* L. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.2, p.225-232, 2008.

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

CABRAL, E. L.; DILOSA C. A.; SIMABUKURO, E. A. Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. E Hook. f. ex. S. Moore. **Acta Botânica**, Brasília, 17(4), p. 609-617, 2003.

CAPELARO, A. L. **Efeito da herança genética na longevidade de sementes de híbridos de milho**. 2014. 70f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, 2014.

CAPELLARO, C., L. BAUDET, S. PESKE e G. ZIMMER. Qualidade de sementes de feijão armazenadas em embalagens plásticas resistentes a trocas de umidade. **Revista Brasileira de Sementes**, 15 (2): 233-239. 1993

CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, p.30. 1994.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

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

- CASTRO, M. J. P. **Potencial inseticida de extratos de *Piper tuberculatum* Jacq. (Piperaceae) sobre a fase larval de *Spodoptera frugiperda* (J. e Smith)**. 2007, 46 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, 2007.
- CHAVES, M. C. O.; OLIVEIRA, A. H.; SANTOS, B. V. O. Aristolactams from *Piper marginatum* Jacq (Piperaceae). **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 34, p. 75-77, 2006.
- CISNEIROS, R. A.; MATOS, V. P.; LEMOS, M. A.; REIS, O. V.; QUEIROZ, R. M. Qualidade fisiológica de sementes de araçazeiro durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p. 513-518, 2003.
- CONSTANTIN, M. B.; SARTORELLI, P.; LIMBERGER, R.; HENRIQUES, A. T.; STEPPE, M.; FERREIRA, M. J. P.; OHARA, M.T.; EMERENCIANO, V. P.; KATO, M.J. Essential oils from *Piper cernuum* and *Piper regnellii*: antimicrobial activities and analysis by GC/MS and ¹³C-NMR. **Planta Medica**, v.67, p. 771-773. 2001.
- COPELAND, L. O. **Principles of seed science and technology**. Minnesota: Burgess, p. 369, 1976.
- CORRÊA, P. M. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Imprensa Nacional, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Vol I, pp. 350, Rio de Janeiro, 1984.
- COSTA, C. J. Armazenamento e conservação de sementes de espécies do Cerrado. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados (**Documentos; 265**) 30 p., 2009.

DAHLGREN, R. M. T. A revised system of classification of the angiosperms. **Bot. J. Linn. Soc.** V 80, nº 2, p: 91–124, 1980.

DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. Sementes florestais. In: **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: UFLA, p. 11-82. 2008.

DEGAN, P.; AGUIAR, I. B.; SABER, R.; PERECIN, D.; PINTO, L. R. Influência de método de secagem de sementes de ipê branco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 3, p. 492-496, 2001.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, v. 1, n. 2, p. 427-452, 1973.

ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. **Journal of Experimental Botany**, Cambridge, v. 41, n. 230, p. 1167-1174, Sept. 1990.

FACUNDO, V. A.; POLLLI, A. R.; RODRIGUES, R. V.; MILITÃO, J. S. L. T.; STABELLI, R. G.; CARDOSO, C. T. Constituintes químicos fixos e voláteis dos talos e frutos de *Piper tuberculatum* Jacq. e das raízes de *P. hispidum* H. B. K. **Acta Amazônica**, v. 38, n. 4, p. 733 – 742, 2008.

FERREIRA, R. A.; OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, D.; OLIVEIRA, A. F.; GERMAQUE, R. C. R. Qualidade fisiológica de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. envelhecidas artificialmente. **Revista de Ciência Agrícola**, Maceió, v. 35, n. 1, p. 82-86, 2004.

FIGLIOLIA, M. B. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de algumas essências florestais. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, São Paulo, v.39, p.25-42, 1984.

FIGUEIREDO, R. A.; SAZIMA, M. Pollination biology of Piperaceae species in Southeastern Brazil. **Annals of Botany**, v. 85, p.455 ± 460, 2000.

FIGUEIREDO, S.M. **Qualidade fisiológica de sementes de mamona em função da embalagem, condições e períodos de armazenamento**. 2006. 61f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2006.

FLORIANO, E. P. **Armazenamento de sementes florestais**. 1º ed. Caderno Didático: ANORGS. Santa Rosa, p. 10, 2004.

FONSECA, S. C. L.; FREIRE, H. B. Sementes recalcitrantes: problemas na pós-colheita. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, p.297-303, 2003.

FONTES, B. P. D.; DAVIDE, L. C.; DAVIDE, C. Fisiologia e citogenética de sementes envelhecidas de *Araucaria angustifolia*. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v.25, n.2, p.346-355, 2001.

FOUNGBE, S.; TILLEQUIN, F.; PARIS, M.; JACQUEMIN, H.; PARIS, R-R. Sur une Pipéracée de Guyane, le *Piper marginatum* Jacq. **Annales Pharmaceutiques Françaises**, v. 34, n. 9-10, p. 339-343, 1976.

GENTIL, D.F. de O.; FERREIRA, S.A. do N. Morfologia da plântula em desenvolvimento de *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Arecaceae). **Acta Amazônica**, Manaus, v.35, n.3, p.337-342, jul./set. 2005

GUIMARÃES, E. F.; CARVALHO-SILVA, M. Uma nova espécie e novos nomes em *Piper* seção *Ottonia* (Piperaceae) para o Sudeste do Brasil. **Hoehnea**, v. 36, n. 3, p. 431-435, 2009.

GUIMARÃES, E. F.; GIORDANO, L. C. S. Piperaceae do Nordeste brasileiro I: estado do Ceará. **Rodriguesia**, v. 55, n. 84, p. 21-46, 2004.

GUIMARÃES, E. F.; MONTEIRO, D. Piperaceae na reserva biológica de Poço das Antas, Silvia Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguesia**. V. 57. Nº 3. p. 567-587.2006.

GUIMARÃES, E.F.; SAAVEDRA, M.M.; COSTA, C.G. Frutos e sementes em *Schultesia* Mart. e *Xestaea* Griseb. (Gentianaceae). **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v.21, n.2, p.309-323, abr./jun. 2007.

HONG, T. D.; ELLIS, R. H. Chapter 3: Storage. **In: Tropical tree seed manual**. [s.l]: USDA Forest Service's, Reforestation, Nurseries, e Genetics Resources, 2003.

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. **A protocol to determine seed storage behavior** Rome: IPGRI, 62 p. (Technical Bulletin, 1) 1996.

ISELY, D. Vigor tests. **Proceedings of the association of official seed analysts**, v. 47: 177-182, 1957.

ISTA - **International rules for seed testing**. Basseldorf, Switzerland, International Seed Testing Association, p. 303, 2006.

JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. Companhia Editorial Nacional. São Paulo - SP. p. 306-313. 1984.

KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745 p.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p. 218, 1999.

LOPES, J. C.; CAPUCHO, M. T.; MARTINS FILHO, S.; REPOSSI, P. A. Influência de temperatura, substrato e luz na germinação de sementes de beralha. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 27, nº 2, p.18-24, 2005.

LOPES, K. P. *et al.* Comportamento de sementes de *Inga* sp. durante o armazenamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17. 2002, Belém. **Anais...**Fortaleza: SBF, 2002. CD ROM.

LORENZI, H. E.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum. p.512, 2002.

MACEDO, E. C.; GROTH, D.; SOAVE, J. Influência da embalagem e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 1, p. 67-75, 1998.

MACHADO, C. F.; OLIVEIRA, J. A.; DAVIDE, A. C.; GUIMARÃES, R. M. Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson). *Revista Cerne*, Piracicaba, SP, v. 8, n. 2, p. 17-25, 2002.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination and in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v.2, n.1, p.176-77, 1962.

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

MATOS, V. P.; FERREIRA, E. G. B. S.; FERREIRA, R. L. C.; SENA, L. H. M.; SALES, A. G. F. A. Efeito do tipo de embalagem e do ambiente de armazenamento sobre a germinação e o vigor das sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 32, n.4, p. 617-625, 2008.

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. New York: Pergamon Press, p. 270, 1989.

MEDEIROS, A, C, S.; EIRA, M. T. S. Comportamento fisiológico, secagem e armazenamento de sementes florestais nativas. Embrapa: (**Documentos, ISSN 1517-5278**), 13 p., 2006.

MEDEIROS, A. C. de S. **Armazenamento de sementes de espécies florestais nativas**. Documentos 66. Brasília: Embrapa, 2001

MENDES, M. L.; SOBRINHO, S. P.; DA LUZ, P. B.; BARELLI, A. A.; NEVES, L. G. Influência do substrato e do nível de umidade sobre a germinação de sementes de pau-de-balsa. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 4, 2010.

MENDONÇA, G. A. F.; AZEVEDO, S. C.; GUIMARAES, S.C. FIGUEIREDO E ALBUQUERQUE, M. C. Teste de vigor em sementes de algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Sementes**. Pelotas, v.30, n.3, 2008.

MOBOT (2013). **Angiosperm phylogeny website**. Disponível em: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. Acesso: 14/09/2014.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D., CARVALHO, N. M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.49-85, 1994.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C. *et al.* **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: ABRATES, p.2-15 1999.

NAKAMURA, C.V.; SANTOS, A. O.; VENDRAMETTO, M. C.; LUIZE, P. S.; DIAS-FILHO, B. P.; CORTEZ, D. A. G.; UEDA-NAKAMURA, T. Atividade antileishmania do extrato hidroalcoólico e de frações obtidas de folhas de *Piper regnellii* (Miq.) C. DC. var. *pallescens* (C. DC.) Yunck. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, p. 61-66. 2006.

NELLIST, M.E.; HUGUES, M. Physical and biological processes in the drying of seed. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 1, n.3, p.613-643, 1973.

NÚÑEZ MELÉNDEZ, E. **Plantas medicinales de Puerto Rico: folklore y fundamentos científicos.** 1º ed. (EDUPR) – Rio Pedras, Editorial de la Universidad de Puerto Rico, p. 498, 1982.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P.; PINTO, K. M. S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, 359-357, 2006.

PARMAR, V. S.; JAIN, S. C.; BISHT, K. S.; JAIN, R.; TANEJA, P.; JHA, A.; TYAGI, O. D.; PRASAD, A. K.; WENGEL, J.; OLSEN, C. E.; BOLL, P. M. Phytochemistry of the genus *Piper*. **Phytochemistry**, v. 46, n. 4, p. 591-673, 1997.

PEREIRA, L. A.; RAULLYAN, B. L. S; GUIMARÃES, E. F.; ALMEIDA, M. Z.; MONTEIRO, E. D. C.; Plantas medicinais de uma comunidade quilombola na

Amazônia Oriental: aspectos utilitários de espécies das famílias Piperaceae e Solanaceae. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n. 2, p. 1385-1388, 2007.

PESSINI, G. L.; ALBIERO, A. L. M.; MOURÃO, K. S. M., NAKAMURA, C. V.; DIAS-FILHO, B.P.; CORTEZ, D. A. Análise farmacognóstica de *Piper regnellii* (Miq.) C. DC. var. *pallescens* (C. DC.) Yunck: Aspectos botânicos e enfoque físico-químico preliminar. **Acta Farmaceutica Bonaerense**, 22: 209-216. 2003.

PILATI, R.; SOUZA, L.A. de. Morfoanatomia da plântula de *Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg. (Ulmaceae). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v.28, n.1, p.1-6, jan./mar. 2006.

PIMENTEL, F., ROCHA, W., & CABRAL, W. Colheita, beneficiamento e armazenamento de sementes de pimenta longa (*Piper hispidinervium*). **Embrapa Instruções Técnicas**, 20, 14–15. 1999.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; JESUS, R. M. Comportamento das sementes de cedro-rosa (*Cedrela angustifolia* S. et. Moc) durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.14, n.1, p.31-36, 1992.

PIO CORRÊA, M. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Imprensa Nacional. Rio de Janeiro. v.1,3,5. 1984.

POLLOCK, B.M.; ROOS, E.E. Seed and seedling vigor. In: KOZLOWSKI, T.T. **Seed Biology**. Chapter 6, v.1, p.313-387, 1972.

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

REIGADA, J. B.; TCACENCO, C. M.; ANDRADE, L. H.; KATO, M. J.; PORTO, A. L. M.; LAGO, J. H. G. Chemical constituents from *Piper marginatum* Jacq.

(Piperaceae) - Antifungal activities and kinetic resolution of (RS)-marginatumol by *Candida antarctica* lipase (Novozym 435). **Tetrahedron Asymmetry**, v. 18, p. 1054–1058, 2007.

RIVERA, A. A. C. **Qualidade fisiológica de sementes de milho doce sob diferentes condições de armazenamento**. 177 f. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Lavras, 2011.

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 4, p. 499-514, 1973.

RUSCHEL, D. **O gênero *Piper* (Piperaceae) no Rio Grande do Sul**. 2004, 84 f.. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

SANTOS, D. L.; SUGAHARA, V. Y.; TAKAKI, M. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich, *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl. e *Tabebuia roseo-alba* (Ridl) Sand – Bignoniaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 87-92, 2005.

SANTOS, I. R. I. Criopreservação de germoplasma vegetal. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v. 20, p. 60-65, 2001.

SANTOS, M. R. A.; SILVA, A. G.; LIMA, R. A.; LIMA, D. K. S.; SALLET, L. A. P.; TEIXEIRA, C. A. D.; POLLI, A. R.; FACUNDO, V. A. Atividade inseticida do extrato das folhas de *Piper hispidum* (Piperaceae) sobre a broca-do-café (*Hypothenemus hampei*). **Revista Brasileira de Botânica**, v.33, n.2, p.319-324, 2010.

SANTOS, P. R. D.; MOREIRA, D. L.; GUIMARÃES, E. F.; KAPLAN, M. A. C. Essential oil analysis of 10 Piperaceae species from the Brazilian Atlantic Forest. **Phytochemistry** 58: 547-551. 2001.

SANTOS, S.R.G.; PAULA, R.C. Qualidade fisiológica de sementes de *Sesbatinia commersoniana* (Baill.) Smith e Downs (branquilha - Euphorbiaceae) durante o armazenamento. **Scientia Forestalis**, n.74, p.87-94, 2007.

SCOTT, I. M.; JENSEN, H. R.; PHILOGENE, B. J. R.; ARNASON, J. T. A review of Piper spp. (Piperaceae) phytochemistry, insecticidal activity and mode of action. **Phytochem Rev.**, v. 7, p. 65–75, 2008.

SILVA, A. da; FIGLIOLIA, M. B.; AGUIAR, I. B. e PERECIN, D. Liofilização e armazenamento de sementes de ipê-rosa (*Tabebuia heterophylla* (D.C. Cabdolle) Britton) - Bignoniaceae. **Revista Brasileira de Sementes** v. 23, n 1: 252-259. 2001

SILVA, D. P. Armazenamento de sementes de cubiu (*Solanum sessiliflorum*): influência da embalagem, do grau de umidade e da temperatura. 2007. 38f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM, 2007.

SOUSA, E. P. S. **Bioatividade do óleo essencial de *Piper tuberculatum* (Jacq.) sobre o percevejo-vermelho-do-caupi *Crinocerus sanctus* (Fabr.) (Hemiptera: Coreidae)**. 2011, 62 f.. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.

TAKAHASHI, L. S. A. T.; SOUZA, J. R. P.; YOSHIDA, A. E.; ROCHA, J. N. Condições de armazenamento e tempo de embebição na germinação de

sementes de erva-doce (*Pimpinella anisum* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.11, n.1, p.1-6, 2009.

TAKAKI, M. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.13, n.1, p.103-107, 2001.

TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. **Embalagens das sementes**. In: Manual das sementes, tecnologia da produção. São Paulo: Agronômica Ceres, cap. 14, p.187-193. 1977.

TOLEDO, M. Z.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J.; ALVES, E. Efeitos do ambiente de armazenamento na qualidade de sementes de sorgo-sudão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p.44-52, 2007.

TONIN, G. A.; PEREZ, S. C. J. G. A. Qualidade fisiológica de sementes de *Ocotea porosa* (Nees et Martius ex. Nees) após diferentes condições de armazenamento e semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 2, p. 26-33, 2006.

TORRES, S. B. Qualidade de sementes de melancia armazenadas em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 2, p. 163 -168, 2005.

VIANNA, W.O.; AKISUE, G. Caracterização morfológica de *Piper aduncum* L. **Lecta**, Bragança Paulista, v.15, n.1-2, p.11-62, 1997.

VIEIRA, A. H.; MARTINS, E. P.; PEQUENO, P. L.; LOCATELLI, M.; SOUZA, M. G. Técnicas de produção de sementes florestais. EMBRAPA-CPAF (**Documentos, 205**) Rondônia, p. 2-4, 2001.

VIEIRA, A. R.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; PEREIRA, C. E.; CARVALHO, F. E. Armazenamento de sementes de cafeeiro: ambientes e métodos de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 76-82, 2007.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. 164 p.

WARHM, E.J.A. Comparison of packing materials for seed with particular reference to humid environments. **Seed Science and Technology**, v.14, n.1, p.191-211, 1996.

WOLTZ, J., D. TEKRONY Y, D. EGLI. Corn seed germination and vigor following freezing during seed development. **Crop Science**, v. 46, p.1526-1535. 2006.

YANPING. Y.; RONGQI, G.; QINGQUAN, S.; SHENGFU, L. Vigour of welsh onion seeds in relation to storage temperature and seed moisture content. **Seed Science and Technology**, v.28, n.3, p. 817-823. 2000.