



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

DETERMINAÇÃO DA VIABILIDADE E DO VIGOR EM SEMENTES DE SERINGUEIRA

AUGUSTO PEDROSO DE OLIVEIRA

**Orientador:
Prof. Dr. Jácomo Divino Borges
Co-orientador:
Dr. Ailton Vitor Pereira**

AUGUSTO PEDROSO DE OLIVEIRA

**DETERMINAÇÃO DA VIABILIDADE E DO VIGOR EM
SEMENTES DE SERINGUEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção vegetal.

Orientador:

Prof. Dr. Jácomo Divino Borges

Co-orientador:

Dr. Ailton Vitor Pereira

Goiânia, GO - Brasil

2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
GPT/BC/UFG

O482d Oliveira, Augusto Pedroso.
Determinação da viabilidade e do vigor em sementes de
seringueira [manuscrito] / Augusto Pedroso de Oliveira. – 2012.
vii, 61 f. : tabs.

Orientador: Prof. Dr. Jácomo Divino Borges; Coorientador:
Dr. Ailton Vitor Pereira.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás,
Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, 2012.

Bibliografia.

Inclui lista de tabelas.

Anexo.

1. Armazenamento de sementes.
2. *Hevea brasiliensis*.
3. Seringueira – Cultura. I. Título.

CDU: 631.53.02

Termo de Ciência e de Autorização para Disponibilizar as Teses e Dissertações Eletrônicas (TEDE) na Biblioteca Digital da UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás–UFG a disponibilizar gratuitamente através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD/UFG, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☒ Dissertação ☐ Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Autor(a):	AUGUSTO PEDROSO DE OLIVEIRA		
CPF:	015.446.741-39	E-mail:	augusto@heveacerrado.com.br
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? ☒ Sim ☐ Não			
Vínculo Empregatício do(a) Autor(a):	autônomo		
Agência de fomento:	Coordenação de aperfeiçoamento de pessoas de nível superior	Sigla:	CAPES
País:	BRASIL	UF:	GO
CNPJ:	00889834/0001-08		
Título:	DETERMINAÇÃO DA VIABILIDADE E DO VIGOR EM SEMENTES DE SERINGUEIRA		
Palavras-chave: Armazenamento de sementes, germinação, <i>Hevea brasiliensis</i> , produção de mudas, sementes recalcitrantes, teste tetrazólio.			
Título em outra língua:	DETERMINE THE VIABILITY AND VIGOR IN RUBBER TREE SEEDS.		
Palavras-chave em outra língua: Seed storage, germination, <i>Hevea brasiliensis</i> , seedling production, recalcitrant seed, tetrazolium test.			
Área de concentração:	Produção Vegetal		
Data defesa:	15/06/2012		
Programa de Pós-Graduação:	Agronomia		
Orientador(a):	JACOMO DIVINO BORGES		
CPF:	039.073.501-97	E-mail:	jacomo.borges@gmail.com
Co-orientador(a):	AILTON VITOR PEREIRA		
CPF:	238.107.266-72	E-mail:	ailtonvpereira@yahoo.com
Co-orientador(a):			
CPF:		E-mail:	

3. Informações de acesso ao documento:

Liberação para disponibilização:¹ ☒ total ☐ parcial

Em caso de disponibilização parcial, assinale as permissões:

☐ Capítulos. Especifique: _____

☐ Outras restrições: _____

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF não-criptográfico da tese ou dissertação.

O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Data: 24/09/2012.

Assinatura do(a) autor(a)

¹ Em caso de restrição, esta poderá ser mantida por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Todo resumo e metadados ficarão sempre disponibilizados.

A Semente

AUGUSTO PEDROSO DE OLIVEIRA

TÍTULO: "Determinação da viabilidade e do vigor em sementes de seringueira".

Dissertação DEFENDIDA em 15 de junho de 2012, e APROVADA pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

Nilton V. P.
Dr. Aílton Vitor Pereira
Embrapa
Transferência de Tecnologia

Elainy Botelho Carvalho Pereira
Prof.^a Dr.^a Elainy Botelho Carvalho Pereira
Emater - GO

Eli Regina Barboza de Souza
Prof.^a Dr.^a Eli Regina Barboza de Souza
EA/UFG

Jácomo Divino Borges
Prof. Dr. Jácomo Divino Borges
Presidente/Orientador – EA/UFG

Goiânia - Goiás
Brasil

A Semente

*Nos quadros vivos da roça,
A semente pequenina,
É página aberta aos homens,
Mostrando lição divina.*

*É minúscula e somente,
À luz de grande atenção,
Pode ser reconhecida,
No campo de plantação.*

*Quanto pesa? Quase nada:
Coisa muito inferior,
Calcada aos pés, sem cuidado,
Nas lutas do lavrador.*

*No entanto, grãozinho humilde,
Que pouca gente repara,
Tem tarefas e caminhos,
Lições de beleza rara.*

*Humilde, pequena e pobre,
Abandonada ao monturo,
A semente é a garantia,
Do edifício do futuro.*

*Coisa mínima lançada,
Ao vasto lençol do chão,
Vai ser árvore, celeiro,
Remédio, alimentação.*

*Mas é justo ponderar,
Ao senso da criatura,
Que a espécie de produção,
Responde à sementeira.*

*Laranjeira dá laranja,
Macieira dá maçã,
Planta rude do espinheiro,
É mais espinho amanhã.*

*As sementes ignoradas,
Da roça desconhecida,
São iguais às bagatelas,
Do quadro de nossa vida.*

*Uma palavra, um conselho,
Um gesto, uma vibração,
Vão crescer e produzir
Conforme nossa intenção.*

*Francisco Cândido Xavier
ditado pelo Espírito Casimiro Cunha*

AGRADECIMENTOS

A Deus, infinita fonte de amor e bondade, que inspira nossas vidas, dá sentido à nossa caminhada, chance ao erro, colo à tristeza e direção aos nossos passos.

A minha esposa Daniela Caroline de Faria, para quem as palavras sempre se empobrecem ao tentar descrever algo que transcende as explicações, que mostra o amor sempre como o melhor caminho, que faz com que eu queira ser o melhor que há em mim, que entende minhas palavras e lê com respeito meu silêncio, que traduz na simplicidade do sorriso a grandeza da vida e faz com que o infinito seja a menor medida para este amor.

A minha irmã Marina Pedroso de Oliveira e aos meus pais Antônio Luiz de Oliveira e Maria Tereza Pedroso de Oliveira que muito além de erros e acertos doaram a mim a chance da dádiva da vida na Terra, único meio pelo qual evoluímos em nossa jornada.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo suporte financeiro que permitiu que eu me dedicasse de forma exclusiva a este trabalho, que muito me engrandece como profissional.

Ao Dr. Ailton Vitor Pereira e Professor Dr. Jácomo Divino Borges pelo apoio e orientação.

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	10
1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 IMPORTÂNCIA DA SERINGUEIRA E CENÁRIOS MUNDIAL E NACIONAL	14
2.2 ASPECTOS BOTÂNICOS DA SERINGUEIRA	15
2.3 COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO DAS SEMENTES	18
2.4 SEMENTES DE SERINGUEIRA	26
2.5 VIABILIDADE DE SEMENTES DE SERINGUEIRA	29
2.6 FUNGOS EM SEMENTES DE SERINGUEIRA	30
2.7 EMBALAGEM E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES	32
2.8 PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE SEMENTES DE SERINGUEIRA ...	37
2.9 TESTES DE VIABILIDADE E VIGOR DE SEMENTES	38
3 MATERIAL E MÉTODOS	40
3.1 ORIGEM DAS SEMENTES	40
3.2 ÉPOCA E LOCAL	40
3.3 EMBALAGEM E ARMAZENAMENTO DAS SEMENTES	40
3.4 AMOSTRAGEM DAS SEMENTES PARA ANÁLISES	41
3.5 DETERMINAÇÃO DO GRAU DE UMIDADE	41
3.6 TESTE DE TETRAZÓLIO	41
3.7 TESTE DE EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS EM AREIA	41
3.8 TESTE VISUAL	42
3.9 ANÁLISE PARA IDENTIFICAÇÃO DE FUNGOS	42
3.10 PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1 GRAU DE UMIDADE DAS SEMENTES	43
4.2 TESTES DE VIABILIDADE DAS SEMENTES	43
4.2.1 Teste de emergência de plântulas em areia	43

4.2.2	Teste de tetrazólio	45
4.2.3	Teste visual	47
4.3	ANÁLISE DE CORRELAÇÃO LINEAR	48
5	CONCLUSÕES	49
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
7	REFERÊNCIAS	51
	ANEXO	60

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Resumo da análise de variância para os resultados dos testes de viabilidade em areia (TA), visual (TV) e tetrazolio (TZ) realizados nas sementes de seringueira em função do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento. 44
- Tabela 2.** Valores médios (%) do teste de emergência de plântulas em areia (TA) realizado nas sementes de seringueira em função do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento 44
- Tabela 3.** Valores médios (%) de viabilidade pelo teste de tetrazólio (TZ) realizado nas sementes de seringueira em função do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento 46
- Tabela 4.** Valores médios (%) de viabilidade pelo teste visual (TV) realizado nas sementes de seringueira em função do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento 47

RESUMO

OLIVEIRA, A. P. **Determinação da viabilidade e do vigor em sementes de seringueira.** 2012. 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012¹.

A produção de mudas de seringueira (*Hevea brasiliensis*) em viveiro, é limitada pelo curto período de produção, queda e coleta das sementes, que possuem uma rápida perda do seu poder germinativo e nenhuma garantia da sua viabilidade. Isto obriga o viveirista a adquirir uma quantidade de sementes maior do que aquela realmente necessária. Com a aprovação de normas para o padrão de qualidade de semente, se estabeleceram parâmetros mínimos de 70% de viabilidade sendo sugerido para tal confirmação o teste de tetrazólio, segundo as Regras para Análise de Sementes (RAS) e, ou, um teste prático feito a partir da análise visual da cor do endosperma da semente nomeado no presente trabalho de “teste visual”. Apesar do teste de tetrazólio ser embasado cientificamente, sua realização é inviabilizada por diversos motivos de ordem financeira e temporal. Sendo assim, o teste visual aponta como uma alternativa de baixo custo, alta confiabilidade e resultado imediato, já que ambos os testes são considerados confiáveis, mas apenas o teste de tetrazólio é reconhecido. Nesta pesquisa objetivou-se verificar a credibilidade do “teste visual” legitimando ou não seu uso no campo. As sementes de seringueira foram coletadas no município de Goianésia, estado de Goiás. O campo de sementes é constituído de seringal adulto, formado com o clone GT1. As sementes foram homogeneizadas e armazenadas em duas condições: sacos de polipropileno trançado e sacos plásticos transparentes com espessura mínima de 0,02 mm, microperfurados na parte superior. Em cada saco, nos dois tratamentos, foram colocados dez quilogramas de sementes e estes foram armazenados em condições naturais de temperatura e umidade ($25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$). Foi retirado aleatoriamente um saco de sementes de seringueira de cada tipo de armazenamento, no tempo zero e aos quatorze dias de armazenamento dos lotes de sementes coletados. Foram realizados os testes: visual, de germinação em areia e de tetrazólio, além da determinação do grau de umidade. Os testes visual e de tetrazólio foram altamente correlatos. O teste visual apresentou a melhor forma de análise das sementes, por sua significativa correlação no geral com o teste de tetrazólio, além da simplicidade em sua execução e resultado instantâneo, o que confere ao viveirista uma boa projeção do lote de sementes a serem adquiridas para a produção de mudas de seringueiras.

Palavras-chave: armazenamento de sementes, germinação, *Hevea brasiliensis*, produção de mudas, semente recalcitrante, teste tetrazólio.

¹Orientador: Prof. Dr. Jácomo Divino Borges. EA-UFG.
Co-orientador: Dr. Ailton Vitor Pereira. EMBRAPA-EN/Gyn.

ABSTRACT

OLIVEIRA, A. P. **Determine the viability and vigor in rubber tree seeds.** 2012. 61 f. Dissertation (Master in Agronomy: Crops) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012¹.

To produce rubber tree (*Hevea brasiliensis*) seedlings in nursery, the collection is limited by the short fall of seeds, which have a rapid loss of their germinal power and no guarantee their viability. This forces the nurseryman to acquire a much larger seeds than really necessary. With the adoption of standards for the quality of seed, the minimum parameters established 70% viability being suggested for such confirmation the tetrazolium test, according Rules for Seed Analysis (RSA) and/or a practical test done from the visual analysis of the seed endosperm color named in this work of "visual test". Despite tetrazolium test be scientifically based, its realization is made improbable by many financial and temporal reasons. Thus, the visual test points as a low-cost alternative, high reliability and immediate result, since both tests are considered trusted, but only the test tetrazolium test is recognized. The subject proposed to verify the credibility of the "visual test" legitimizing or not its use in the field. The field is composed of rubber seed, formed with the adult clone GT1. The seeds were homogenised and stored on two conditions: braided polypropylene bags and transparent plastic bags with minimum thickness of 0.02 mm microdrill at top. In each bag, in three treatments were placed ten kilograms of seed and these were stored in natural conditions of temperature and humidity ($25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$). Was pulled randomly a bag of seeds of rubber tree of each storage type, to zero and fourteen days of storing lots. The tests: visual, sprouting in sand and tetrazolium, besides the determination of the degree of moisture. Tetrazolium and visual tests were highly correlated, and the visual test results before had as the best way to analyze the seeds, for its significant correlation in General with the tetrazolium test, and simplicity in its execution and instant result, which gives good lot projection nurseryman to be acquired by him.

Key words: Seed storage, germination, *Hevea brasiliensis*, seedling production, recalcitrant seed, tetrazolium test.

¹Adviser: Prof. Dr. Jácomo Divino Borges. EA-UFG
Co-adviser: Dr. Ailton Vitor Pereira. EMBRAPA-EN/Gyn

1 INTRODUÇÃO

Apesar de estar na Amazônia o berço da seringueira [*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.)] e de ter concentrado toda produção de borracha natural do mundo, no início do século XX, atualmente o Brasil contribui somente com cerca de 1% desta produção. Passou do sistema de sua exploração extrativista para o sistema de exploração comercial e concentra cerca de 60% de sua produção no estado de São Paulo. Em nível mundial, com os plantios comerciais dos ingleses em suas colônias, o pólo de produção de borracha se deslocou rapidamente para o sudeste asiático, sendo Malásia, Indonésia e Tailândia os maiores produtores atualmente (Gameiro & Gameiro, 2007).

A utilização da borracha natural se destaca como matéria prima em diversos setores essenciais, como transporte, saúde, eletrodoméstico, eletrônicos, calçados, mineração, siderurgia e construção civil, somando-se ao fato de que a heveicultura é considerada uma cultura sustentável, que gera renda e emprego com baixos impactos ambientais, e ser um cultivo adequado à realidade de grandes e pequenos produtores (Pereira & Pereira, 2001).

Com uma tendência de demanda maior que a oferta de matéria prima, tanto em âmbito nacional quanto internacional, é cada vez mais crescente a necessidade por borracha natural. Apesar dos plantios nacionais terem crescido 145% no período de 1970 a 2006, o Brasil produziu apenas 39% (129 mil toneladas) de sua demanda interna, possuindo um déficit de 147 mil toneladas no ano de 2006; déficit que só seria suprido com uma expansão da área cultivada em cerca de 50 mil hectares por ano (Rossmann, 2007).

Seria necessário produzir e plantar 25 milhões de mudas de seringueiras por ano no Brasil, para nosso País atingir a auto-suficiência neste produto. Esta meta de crescimento possui um ponto de estrangulamento, uma vez que as mudas, tradicionalmente produzidas, não possuem um controle de qualidade satisfatório, fato pelo qual o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) aprovou a Instrução Normativa nº 29, que determina normas e padrões para a identidade e qualidade de sementes e de mudas de seringueira (BRASIL, 2009a).

A semente de seringueira é coletada em seringais cultivados com a finalidade principal de produzir borracha, tornando-se um subproduto da atividade; seu baixo rendimento e custo oneroso de coleta fazem com que o proprietário não tenha um controle de qualidade de sementes (Wetzel et al., 1992).

O trabalho de coleta de sementes de seringueira possui um baixo rendimento pela soma de alguns fatores, principalmente: a) a deiscência abrupta dos frutos que ocorre de forma irregular durante um mês (Moraes & Oliveira, 1978); b) a baixa produtividade de sementes (em torno de 300 a 500 kg ha⁻¹ ano⁻¹) (Gonçalves et al., 2001); c) por serem recalcitrantes, a coleta das sementes deve ocorrer diariamente, pois dada a perda da umidade, sua viabilidade é comprometida rapidamente (Pereira & Pereira, 2001). Além disso, a coleta é realizada apenas manualmente, o que obriga o coletador a percorrer extensas áreas, com um rendimento de 30 kg pessoa⁻¹ dia⁻¹ (Benesi et al., 1999).

Até há pouco tempo, para produzir mudas de seringueira em viveiro, o viveirista, em suas atividades, ficava limitado pelo curto período de liberação das sementes pelas plantas matrizes, que possuem uma rápida perda do seu poder germinativo e nenhuma garantia da sua viabilidade. Isto obrigava o viveirista a adquirir uma quantidade de sementes maior que aquela que seria realmente necessária.

Com a aprovação de normas para o padrão de qualidade de sementes, se estabeleceram parâmetros mínimos de 70% de viabilidade das sementes. Para a determinação desta viabilidade, a Instrução Normativa nº 29, de 5 de agosto de 2009, do MAPA, (BRASIL, 2009a) sugere realizar o teste de tetrazólio, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009b); além de um teste prático realizado a partir da análise visual da cor do endosperma da semente. Por não possuir um nome registrado, no presente trabalho, este teste prático será denominado “teste visual”.

O teste de tetrazólio é embasado cientificamente, mas sua realização é inviabilizada, principalmente, pela incompatibilidade do tempo necessário à realização do teste com a rápida deterioração da semente, além de elevar o custo que a semente já possui em decorrência da mão de obra de coleta. Sendo assim, o teste visual aponta como uma alternativa de baixo custo, alta confiabilidade e resultado imediato, já que ambos os testes são considerados confiáveis, mas apenas o teste de tetrazólio é reconhecido pela RAS (Regras de Análise de Sementes) (BRASIL, 2009b). Isso faz com que os testes se contrastem por falta de subsídio científico do teste visual, embora largamente sugerido por Pereira (2007), Silva et al. (2005), Pereira & Pereira (2001), Gonçalves et al. (2001),

Benesi et al. (1999) e Centurion & Centurion (1996); além do reconhecimento da própria normativa para sua consolidação.

Entendendo que para a consolidação do teste visual é necessária uma análise de ordem científica que comprove sua fidedignidade, nesta pesquisa se propõe a realização de estudos comparativos entre o teste de tetrazólio e o teste visual, objetivando verificar sua credibilidade, pois mesmo sendo o teste visual amplamente recomendado, admite-se que há uma carência de investigação científica para sua aceitação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IMPORTÂNCIA DA SERINGUEIRA E CENÁRIOS MUNDIAL E NACIONAL

De acordo com Gameiro & Gameiro (2007), a indústria de artefatos de borracha natural fabrica produtos para diversos setores, dentre eles, a) hospitalar/farmacêutico: cateteres, luvas cirúrgicas, tubos, preservativos, próteses; b) brinquedos: balões, máscaras, bonecos; c) vestuário: tecidos emborrachados, meias, elásticos; d) calçados: solados, adesivos; e) construção civil: pisos e revestimentos de borracha, placas, vedantes; f) maquinário agrícola e industrial; revestimentos internos de cilindros, artigos prensados e peças em geral, e g) auto-peças: câmaras de ar, batedores, coxins, guarnições, retentores, “camel back” (para recauchutagem), correias transportadoras etc. Mais de 50 mil artigos são fabricados, ou constituídos, a partir do uso da borracha.

A seringueira é a maior fonte de borracha natural atual existente no mercado global, e possui características como elasticidade, plasticidade, resistência ao desgaste, propriedades isolantes de eletricidade, e impermeabilidade para líquidos e gases, o que tem induzido o processo de industrialização das economias a uma procura cada vez maior pela borracha (Rossmann, 2007).

No sudeste asiático, de acordo com Rosado et al. (2007), estão os principais produtores de borracha, destacando-se a Tailândia, que produziu, em 2005, 3,0 milhões de toneladas (33,1%); a Indonésia, com 2,1 milhões de toneladas (23,3%), seguidos por Malásia e Índia.

A Ásia, maior fornecedora de borracha natural para o mundo, passa a ser também, a maior consumidora. O excedente de produção de borracha natural asiática tende a se reduzir, abrindo espaço para outras regiões produzirem sua própria borracha natural, como a África e a América Latina (Gameiro & Gameiro, 2007).

A demanda mundial de borracha natural é crescente, segundo Rosado et al. (2007). Em 1990 era de 5,1 milhões de toneladas, tendo passado para quase 9,6 milhões de toneladas no ano de 2006. O Brasil representou 712 mil toneladas consumidas, o equivalente a

3,3%, ocupando a sexta posição dentre os maiores consumidores. A China responde por, praticamente, 25% do consumo total, seguida pelos Estados Unidos da América (EUA), Japão, Índia e Alemanha. No Brasil, prevê-se que em 2020 o país passará das 700 mil toneladas, consumidas em 2007, para 1,2 milhão de toneladas. A indústria pneumática deverá ser a principal responsável por esse consumo.

O ritmo de crescimento da demanda por borrachas no Brasil (6,06% ao ano) é mais acelerado do que o mundial (4,16% ao ano). Por outro lado, quando se considera o ritmo de crescimento da produção da borracha natural no Brasil (4,18% ao ano) este é menor em relação ao mundial (6,03% ao ano), observado no período de 2001 a 2007 (Rossmann, 2007).

O Brasil contribui com 1% da produção mundial, para um consumo de 3%, necessitando importar essa diferença. A produção mundial de 2004 foi de 8,4 milhões de toneladas e a participação do Brasil foi de 100 mil toneladas. Na produção nacional, verificou-se um crescimento de 122% comparativo com o ano de 1994, porém insuficiente para diminuir a importação já que o consumo também aumentou (Gameiro & Gameiro, 2007).

Entre 1992 e 2002, conforme Cortez (2006), as importações de borracha natural corresponderam a 64% do total consumido pelo país. O Brasil se encontra, atualmente, diante de um grande desafio no setor – atender a demanda futura do mercado doméstico, projetada em mais de um milhão de toneladas em 2030. Em 2005, a produção nacional foi de 100 mil toneladas e atendeu apenas 1/3 do consumo, sendo gastos US\$ 269,2 milhões para importar 203,9 mil toneladas do elastômero.

2.2 ASPECTOS BOTÂNICOS DA SERINGUEIRA

A seringueira é uma árvore originária da Amazônia, pertencente à família Euphorbiaceae que compreende um grande número de plantas lactógenas, árvores ou arbustos das regiões tropicais, tais como *Ricinus* (mamona) e *Manihot* (mandioca). Esta família se caracteriza, do ponto de vista botânico, por possuir flores unissexuadas e os carpelos soldados formando um ovário de três lojas contendo um óvulo, ou dois óvulos. Quando maduro, o ovário produz frutos secos e deiscentes (Gonçalves et al., 2001).

De acordo com Smith & Payne (1977), as categorias de hierarquia taxonômica de seringueira são as seguintes: Divisão: Magnoliophyta; classe: Magnoliopsida; subclasse: Rosidae; ordem: Euphorbiales; família: Euphorbiaceae; subfamília: Euphorbioideae.

As espécies descobertas foram ordenadas por Albuquerque (1978), e hoje se conhecem onze espécies deste gênero: *Hevea guianensis* Aubl., *H. benthamiana* Muell. Arg., *H. paludosa* Ule, *H. spruceana* (Benth) Muell. Arg., *H. pauciflora* (Spruce ex Benth.) Muell. Arg., *H. nitida* Mart. ex Muell. Arg., *H. camporum* Ducke, *H. rigidifolia* (Spr. Ex Benth.) Muell. Arg., *H. microphylla* Ule, *H. camargoana* Pires e *H. brasiliensis* (Willd. Ex A. Juss.) Muell. Arg. que se destaca por apresentar maior capacidade produtiva e variabilidade genética para resistência a doenças.

O gênero *Hevea* é representado por árvores (ou arbustos) de folhas compostas, trifoliadas, longo-pecioladas, pilosas ou glabras semi-coriáceas, coriáceas ou membranáceas, folíolos oblongo-lanceolados a ovalados, gênero de árvores monóicas, com flores masculinas e femininas na mesma inflorescência, monoclâmídeas; cálice com cinco sépalas; disco presente internamente ao cálice ou ausente; andróforo trifido no ápice, com um ou dois verticilo(s) de cinco anteras bitecas, com tecas uniloculares, de pólen tricolpado. Ovário tricarpelar, trilocular, de lóculos uniovulados; óvulos pendentes de placenta central, anátropos; estigma trilobulado e sésil. Fruto de cápsula tricoca, com deiscência septicida, loculicida, violenta ou não; sementes sem carúncula, de ovalada a arredondada, com testa brilhante e manchada; endosperma amplo e oleaginoso; cotilédones plano-foliados; radícula para cima. O gênero está situado na região Amazônica, caracterizada por mata pluviotropical, sendo que algumas espécies, colonizam melhor determinadas áreas ecológicas (Moraes & Oliveira, 1978).

Segundo Moraes & Oliveira (1978). As espécies de *Hevea* são plantas heliófitas e, por essa razão, comumente não são vistos indivíduos pequenos nas matas, parecendo que a primeira fase de crescimento, após a germinação, tem maior sucesso nas clareiras naturais que ocorrem por causa de vendavais, tempestades ou pela queda de árvores grandes

Na mata fluvial da terra firme, embora em geral ao longo das margens de pequenos riachos, de acordo com Moraes & Oliveira (1978), vivem *H. guianensis*, *H. pauciflora* e *H. rigidifolia*. *H. brasiliensis* aparece nas mesmas condições em determinadas regiões. Em terras altas, *H. camporum*. Nas várzeas, que anualmente são invadidas durante alguns meses pela enchente dos grandes rios e lagos, encontra-se *H. brasiliensis* em pontos relativamente altos. *Hevea benthamiana*, em lugares mais ou inundáveis, e *H. spruceana*, nos lugares mais baixos.

Hevea brasiliensis habita os afluentes meridionais do rio Amazonas, desce o rio Xingú até o rio Ucayali, daí até os afluentes do rio Paraguai, ocupando as terras altas entre os rios Xingú e Madeira, indo até o Mato Grosso. Aparece no estuário amazônico e

no curso inferior dos seus afluentes e mais no rio Araguari, no Macapá. Além da Amazônia brasileira, aparece também no nordeste boliviano, no rio Ucayali, no Peru e no trapézio colombiano (Moraes & Oliveira, 1978).

O fruto é uma cápsula tricoca (com três mericarpos), lenhosa, algo subglobosa, depressa nos septos, de maneira que, em corte transversal, se apresenta trilobada. O pericarpo é lenhoso, e por isso se deforma na secagem, tendo deiscência violenta, capaz de lançar as sementes e as valvas a grandes distâncias. O epicarpo é constituído de uma película fina que se destaca, em parte (com a idade), o mesocarpo e o endocarpo não são nitidamente diferenciados. Unicamente em *H. microphylla*, o pericarpo é delgado, membranáceo, razão pela qual a deiscência, nesta espécie, não é violenta (Pires et al., 2002).

Há uma semente para cada lóculo do fruto, pendente da placenta central, com a rafe pouco diferenciada, localizada do lado interno. As sementes têm formas bastante variadas, desde globosas, mais ou menos piramidal-ovaladas (*H. microphylla*) até alongadas (*H. spruceana*). A testa é crustácea, com a superfície externa brilhante e muito distinta devido às manchas e salpicados, cujo padrão de desenho guarda certa uniformidade diferencial entre espécies e mesmo entre variedades e clones da mesma espécie. O endosperma é grosso, oleoso, tendo no seu interior os dois cotilédones plano-foliáceos, dispostos no sentido do plano que passa pela coluna placentar. A parte interna é mais ou menos solta dentro da testa, e entre os cotilédones há um espaço vazio, o qual se apresenta cheio de uma substância nutritiva, líquida quando a semente, muito nova, ainda está em formação. A radícula é súpera, isto é, o embrião fica invertido. A rafe, do lado interno, é bem visível antes de a semente completar seu desenvolvimento (Moraes & Oliveira, 1978).

A área de distribuição do gênero abrange uma região muito extensa, cerca de seis milhões de quilômetros quadrados, sendo mais da metade do território brasileiro, tendo como extremos, na América do Sul, aproximadamente, 6° Norte, 15° Sul, 46° Leste e 77° Oeste, limites extremos também da floresta amazônica (Pires et al., 2002).

Segundo Pires et al. (2002), todas as espécies do gênero *Hevea* são lenhosas, arbóreas, em geral árvores medianas até grandes, da floresta alta, com exceção de *H. camporum*, que é uma arvoreta ou arbusto de campo, e *H. nitida* var. *toxicodendroides*, que é uma arvoreta das caatingas (campinas) quartzíticas da Colômbia, no rio Apaporis.

Os solos preferidos de *Hevea* são os úmidos, podendo algumas viver nas terras firmes altas (*H. guianensis*, *H. brasiliensis*), mas, mesmo nestes lugares, as árvores

frequentemente estão localizadas nas várzeas que acompanham os cursos d'água (Moraes & Oliveira, 1978).

A particularidade das seringueiras apresentarem frutos muito leves, capazes de flutuação, de acordo com Pires et al. (2002), está relacionada com o mecanismo de dispersão pela água. A própria deiscência explosiva de quase todos os frutos faz parte dos mecanismos de dispersão e, como as seringueiras preferem os solos encharcados, a dispersão das sementes, em parte, é feita pela água.

2.3 COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO DAS SEMENTES

A maioria das sementes das espermatófitas, chamadas ortodoxas, podem ser armazenadas por longos períodos, sob condições de baixa umidade e baixa temperatura, uma vez que sofrem processo de dessecação durante os estágios finais de desenvolvimento (Roberts, 1972a). O desenvolvimento fisiológico das sementes ortodoxas pode ser dividido em três fases, sendo a terceira correspondente à desidratação que, resultando na redução gradual do metabolismo, torna o embrião metabolicamente inativo ou quiescente (Kermode et al., 1989).

A longevidade das sementes é definida como o período em que a semente se mantém viva, isto é, capaz de germinar quando colocada em condições favoráveis, quando não houver dormência (Toledo & Marcos Filho, 1977). Para Carvalho & Nakagawa (2000), o verdadeiro período de longevidade das sementes de uma espécie qualquer é praticamente impossível de se determinar, e isso só seria viável ao colocá-las em condições ideais de armazenamento, o que é difícil, na prática. É possível, porém, determinar a viabilidade, que é o efetivo período de vida da semente dentro de determinada condição ambiental.

A viabilidade das sementes resulta de vários fatores: características genéticas da espécie ou cultivar; vigor das plantas progenitoras; condições climáticas predominantes durante a maturação das sementes; grau de dano mecânico e condições ambientais de armazenamento (Carvalho & Nakagawa, 2000). Para Toledo & Marcos Filho (1977), este último fator é o mais importante. Dentro dele, a temperatura e os teores de umidade e de oxigênio durante o armazenamento são os principais fatores que determinam a longevidade (Roberts, 1972c).

É de se supor que uma planta enfraquecida pela ação de qualquer fator ambiental (normalmente deficiência nutricional) venha a produzir sementes de período de viabilidade mais curto (Carvalho & Nakagawa, 2000).

Para Carvalho & Nakagawa (2000), ao final da acumulação de matéria seca, a semente se desidrata rapidamente, para, de certo ponto em diante, entrar em equilíbrio com a umidade relativa do ar. Se, nestas fases ocorrem muitas chuvas, a desidratação será lenta, mantendo-se o alto teor de água por um período de tempo excessivo, o que leva as sementes a uma rápida deterioração. A situação é agravada se coincidir com condições de altas temperaturas. Essas sementes, obviamente, terão seu potencial de armazenamento reduzido.

A deterioração é um processo complexo e progressivo que envolve mudanças de natureza metabólica, citológica, genética e fisiológica (Roberts, 1972b; Abdul-Baki & Anderson, 1972). A sequência de eventos que compõem o processo de deterioração é, segundo Heydecker (1972) e Smith & Berjak (1995): degradação de membranas celulares com consequente perda de controle da permeabilidade; redução dos mecanismos produtores de energia de respiração e dos biossintéticos; redução da velocidade de germinação e do crescimento da plântula; redução do potencial de armazenamento; redução da uniformidade do crescimento numa população de plantas, aumento da suscetibilidade ao estresse ambiental (inclusive a microrganismos); redução do estande; aumento da porcentagem de plântulas morfollogicamente anormais, e, finalmente, perda de poder germinativo, o que, segundo Abdul-Baki & Anderson (1972), é um dos critérios mais amplamente aceitos para avaliar a deterioração das sementes. A perda da viabilidade leva a falhas na germinação, mesmo em condições favoráveis e na ausência da dormência, e é uma mudança degenerativa irreversível, considerada como a morte da semente (Roberts, 1972a).

De acordo com Roberts (1972c), as sementes ortodoxas sofrem um processo de secagem durante sua maturação dentro do fruto e são liberadas pela planta matriz ou colhidas com 20%, ou menos, de água. Posteriormente, podem sofrer uma secagem artificial até 2% a 5% de umidade, aumentando, dessa forma, o período de viabilidade.

Na produção dessas sementes, similarmente ao que ocorre no seu habitat (Stubsgaard, 1990), a fase de desidratação natural deve coincidir com a estação seca do clima e, ou, com a suspensão da irrigação, minimizando os prejuízos à qualidade das sementes (Toledo & Marcos Filho, 1977). Essa fase pode ser interpretada como uma adaptação estratégica das sementes para torná-las aptas e sobreviverem após o armazenamento, além

de garantir melhor disseminação das espécies e prover-lhes tolerância às severas condições ambientais (Guimarães, 2000).

Segundo Harrington (1972), com comportamento antagonista ao da semente ortodoxa, existe um grupo de espécies para as quais não se aplica a regra geral de redução da temperatura e umidade no armazenamento das sementes, e cujo período de viabilidade é bem mais curto, e as classificou como sementes de curta longevidade, enquanto que Toledo & Marcos Filho (1977) as denominaram de microbióticas. Estas sementes não sofrem secagem natural na planta matriz e são liberadas com elevado teor de umidade. Se esta umidade for reduzida abaixo de um nível crítico (geralmente alto), durante o armazenamento, ocorrerá a morte (King & Roberts, 1979). Mesmo quando a umidade for mantida em nível adequado durante o armazenamento, sua longevidade é relativamente curta, e varia, de acordo com a espécie, de apenas algumas semanas até alguns meses (King & Roberts, 1980a). Como este grupo não se enquadra na regra geral de armazenamento que se aplica às sementes ortodoxas, estas foram denominadas por Roberts (1973) como recalcitrantes. Roberts (1973), Hong & Ellis (1996) e Roberts & King (1980) denominaram ainda que este grupo não tolera desidratação das sementes após a abscisão a graus de umidade entre 15% e 20%, o que leva a perda de sua viabilidade.

A sua viabilidade é dependente de alta umidade, sendo que sementes de muitas dessas espécies morrem quando sua umidade cai abaixo de um certo nível crítico (Chin, 1978). Este nível crítico varia muito entre espécies, cultivares e mesmo entre lotes de sementes (King & Roberts, 1980a; Chin, 1978).

A perda de água em sementes recalcitrantes desencadeia alguns processos de deterioração, como a desnaturação de proteínas, alterações na atividade das enzimas peroxidases e danos no sistema de membranas, resultando na completa perda de sua viabilidade (Nautiyal & Purohit, 1985).

Durante o desenvolvimento, as sementes recalcitrantes não apresentam a fase de desidratação (Farrant et al., 1988), ou seja, no ponto de maturidade fisiológica ocorre um declínio do teor de água das sementes, sendo, entretanto, não significativo quando comparado à fase de desidratação, propriamente dita, das sementes ortodoxas (Kikuti, 2000).

De acordo com Neves (1994), as sementes ortodoxas retêm sua tolerância ao dessecação no armazenamento e durante os estágios iniciais da embebição, e da germinação até o início da divisão celular. Até este estágio somente uma pequena vacuolação ocorre. As sementes que são novamente desidratadas durante estas fases iniciais da

germinação apresentam perda de definição de mitocôndrias e plastídios e decréscimo de polissomas, mudanças que ocorrem da mesma forma durante a fase de secagem da maturação das sementes dentro da planta matriz. Neste estágio, a reidratação das sementes resulta em uma retomada normal da germinação. Entretanto, uma vez que as sementes ortodoxas tenham iniciado a fase de divisão celular e a formação de vacúolos, elas se tornam intolerantes à desidratação. É possível que esta redução da tolerância à perda de água esteja correlacionada com a vacuolação, pois a maioria dos tecidos tolerantes à desidratação, incluindo os do embrião das sementes ortodoxas, possui vacúolos muito pequenos.

Ao contrario, as sementes recalcitrantes, quando liberadas pela planta matriz, não tem nenhuma inibição para germinar, e possuem água suficiente para isso, iniciando-se a fase do aumento da atividade celular. Berjak et al. (1984) sugerem que esta fase de aumento de atividade seja uma resposta ao tempo, e não ao teor de umidade, e que ela ocorre a despeito da desidratação. Nesta fase, para que a germinação prossiga, é necessário um suprimento adicional de água, e o ponto em que esta necessidade corre para coincidir com o início da divisão celular e a formação de vacúolos (Farrant et al., 1988).

À medida que a germinação prossegue além deste estágio, as sementes tornam-se sensíveis ao dessecamento, e a quantidade tolerada de perda de água diminui até que, por fim, este teor se torna limitante e a viabilidade é perdida. Em razão desta sensibilidade crescente, a velocidade com que as sementes perdem água pode afetar sua viabilidade; se a secagem for rápida e efetuada antes que se tenham iniciados os processos relativos à germinação, as sementes podem tolerar uma perda maior de água e sobreviver com menores teores de umidade. Sementes secas mais demoradamente atingem um estágio mais avançado no processo germinativo, e por isso suportam menos a desidratação, perdendo a viabilidade mesmo com teor de água mais elevado (Farrant et al., 1986).

Foi observado por Farrant et al. (1988) que existem diferenças entre as espécies recalcitrantes no que se refere à tolerância à perda de água e às baixas temperaturas durante o armazenamento. Afirmam que parece existir uma escala contínua que faz a divisão em altamente, moderadamente, e pouco recalcitrantes. O enquadramento da espécie em uma destas categorias deve-se, em parte, à sua região de origem. As pouco recalcitrantes podem suportar maior perda de água antes que percam a viabilidade. As mudanças bioquímicas que ocorrem na germinação desse tipo de sementes são muito lentas, e por isso a semente permanece viável por períodos relativamente longos, desde que não esteja desidratada a níveis extremos. Estas espécies possuem uma distribuição tropical ou temperada, onde as

condições ambientais não são sempre favoráveis para o desenvolvimento das plântulas. Conseguem tolerar temperaturas relativamente baixas, embora nunca zero ou abaixo de zero, devido ao alto teor de água. As espécies medianamente recalcitrantes são originárias dos trópicos, conservam-se por várias semanas se o teor de água for mantido alto, e germinam um pouco mais rapidamente que a categoria anterior. Nas sementes altamente recalcitrantes, a germinação começa imediatamente após a liberação pela planta matriz, e é muito rápida. A perda de água tolerada é muito pequena, bem como o período que suportam no armazenamento. São espécies de floresta tropical ou ambientes aquáticos, com umidade alta durante o ano todo.

Segundo Roberts & King (1980), as sementes recalcitrantes são produzidas por plantas que crescem em ambientes aquáticos, onde não se espera que ocorra secagem natural das sementes, assim como por plantas perenes que adotaram na sua evolução uma estratégia de reprodução na qual as sementes, geralmente de tamanho grande, são liberadas a intervalos regulares em ambientes relativamente úmidos e a sobrevivência da espécie ao longo do tempo depende mais do hábito de crescimento perene da planta adulta do que do período de vida das unidades de propagação.

Em seu habitat, essas sementes são disseminadas com graus elevados de umidade, em meios úmidos ou durante a estação chuvosa (Roberts & King, 1980), reduzindo a possibilidade de dessecação ou de germinação das sementes na estação seca (Stubsgaard, 1990). Em igapós amazônicos, por exemplo, sementes de *Myrciaria dubia* são disseminadas, durante a estação chuvosa, no interior dos frutos suculentos (Fonseca & Freire, 2003).

Conforme Kageyama & Viana (1989), existe relação entre as características tecnológicas (germinação, dormência e armazenamento) das sementes de espécies tropicais e os mecanismos de regeneração natural de florestas, que ocorre através da sucessão de espécies. As espécies são divididas de acordo com a época em que ocorrem na regeneração, em pioneiras, oportunistas de clareiras, tolerantes de sombra e reprodutivas à sombra. Sementes das espécies pioneiras possuem alta longevidade e podem permanecer no solo sob o dossel da floresta até que uma clareira grande possibilite a germinação. As espécies do grupo das oportunistas ou de clareiras pequenas, correspondentes à seringueira, apresentam sementes com curta longevidade, são muitas vezes aladas e necessitam de períodos secos para sua dispersão; germinam à sombra, mas precisam de clareiras para o posterior desenvolvimento. O grupo das espécies tolerantes germina, cresce e se desenvolve à sombra, necessitando da luz direta apenas na fase reprodutiva; suas sementes, quando não possuem dormência, germinam

quase imediatamente, ao redor da planta matriz, e apresentam, quase invariavelmente, sementes de curta longevidade.

Condições climáticas predominantes durante a maturação das sementes exercem uma influência muito grande sobre seu período de viabilidade, principalmente em decorrência do regime hídrico (Carvalho & Nakagawa, 2000).

De acordo com Aguiar et al. (1993), no campo, durante a maturação, as deficiências minerais e hídricas do solo e as incidências de pragas e doenças podem impedir as sementes de atingirem a qualidade máxima disponível no potencial genético e, por conseguinte, acelerar a deterioração no armazenamento.

Como verificado por Cícero et al. (1986), em sementes de seringueira, a colheita destas deve ser realizada no ponto de sua maturidade fisiológica, ou o mais próximo, pois sua elevada atividade metabólica, após a deiscência ou queda dos frutos, pode desencadear o processo germinativo ou favorecer a sua deterioração; aliado a isso, a ocorrência de precipitações pluviais intensas pode acentuar significativamente os danos à qualidade. Sua curta longevidade restringe o prazo de utilização das sementes, sendo necessário realizar a semeadura logo após sua extração dos frutos, ou tentar conservá-los sob condições adequadas de temperatura, embalagem e, principalmente, de teor de água; em sementes com teores de água acima de 10% a 13%, a incidência de micro-organismos pode comprometer sua viabilidade (Harrington, 1972). A ocorrência de fungos constitui um dos principais fatores prejudiciais à conservação das sementes recalcitrantes, geralmente armazenadas úmidas sob temperaturas acima de 0 °C (Goldbach, 1979).

O atraso na colheita pode, ainda, possibilitar a contaminação das sementes por microrganismos, contribuindo para a redução do potencial de seu armazenamento (Barrueto et al., 1986; Cícero et al., 1986). Portanto, a redução do período compreendido entre a deiscência ou queda dos frutos e o início do armazenamento, além de ser fundamental para a manutenção da qualidade das sementes, se faz necessária para minimizar perdas quantitativas (Fonseca & Freire, 2003).

A velocidade do processo de deterioração pode ser controlada em função da longevidade, da qualidade inicial das sementes e das condições do ambiente; como a longevidade é uma característica genética inerente à espécie, somente a qualidade inicial das sementes e as condições do ambiente de armazenamento podem ser manipuladas (Toledo & Marcos Filho, 1977; Popinigis, 1985; Carvalho & Nakagawa, 2000).

Durante o armazenamento, a temperatura é um dos fatores ambientais que influencia a longevidade da semente (Bass, 1979). Sementes com elevados teores de água, ortodoxas ou recalcitrantes, são suscetíveis a danos causados por temperaturas negativas, devido à formação de cristais de gelo nos tecidos, provocando a perda da viabilidade. A principal consequência disso é a ruptura mecânica, tanto da estrutura citoplasmática quanto da membrana celular, pela expansão da água congelada, resultando na desagregação celular (Fujikawa, 1980). Por outro lado, dentro dos limites, a redução da temperatura influencia todas as atividades metabólicas das sementes, melhorando as condições de armazenamento e, conseqüentemente, a conservação da sua qualidade (Popinigis, 1985).

Certamente, a conservação de sementes recalcitrantes por longos períodos não é alcançada com processos similares aos utilizados para as sementes ortodoxas, mormente a secagem. Sem a possibilidade de secagem para a maioria das sementes recalcitrantes, os pesquisadores brasileiros têm mantido elevado o teor de água das sementes através do seu acondicionamento em embalagens herméticas, sob baixas temperaturas (Cicero et al., 1986). Contudo, esse armazenamento frequentemente conduz à deterioração das sementes, tanto pelo seu próprio metabolismo, como pelo crescimento de microorganismos, favorecido pela umidade (Fonseca & Freire, 2003).

Avaliando sementes de andiroba, Ferraz & Sampaio (1996) testaram procedimentos simples e de ampla aplicação que permitem o armazenamento de sementes recalcitrantes de essências florestais cuja produção de mudas é limitada pela oferta de sementes. Foram testados métodos de armazenamento em sacos plásticos, em diferentes condições ambientais e em água corrente, observando-se o teor de água no início e após os tratamentos. Observaram que o armazenamento de sementes na sombra e o das sementes enterradas no solo não obtiveram sucesso, respectivamente, devido à destruição da embalagem por insetos, o que causou a perda da viabilidade das sementes por desidratação, e à destruição dos sacos pela fauna do solo, o que favoreceu a embebição e, conseqüentemente, a germinação das sementes. Além disso, as sementes de andiroba não suportaram o armazenamento em água corrente, nem em condições de temperaturas baixas ($6^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}$). O armazenamento, durante sete meses, manteve a viabilidade das sementes em sacos plásticos selados somente quando realizado em ambiente com ar condicionado ($25^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}$ e 45% a 60% UR).

Dentre as espécies recalcitrantes de importância econômica, na maioria são frutíferas tropicais perenes e florestais de clima tropical ou temperado, e podem ser citadas a mangueira (*Mangifera indica* L.) (Simão, 1959 e Chacko & Singh, 1971), o abacateiro (*Persea*

americana Mill.) (Aroeira, 1962; Neves, 1991), a nêspera (*Eryobotrya japonica* Lindl.) (Zink & Ojima, 1965), o mangostão (*Garcinia mangostana* L.) (Winters & Rodriguez-Colon, 1953), a macadâmia (*Macadamia ternifolia* F. Muell.) (Hamilton, 1957 e Ojima et al., 1976), o cacau (*Theobroma cacao* L.) (Zink & Rochelle, 1964), a seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) (Cardoso et al., 1966; Cicero et al., 1986), o ipê (*Tabebuia* sp.) (Kageyama & Marquez, 1981), o ingá (*Inga edulis* Mart.) (Bacchi, 1961), o pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.) (Prange, 1964; Bianchetti & Ramos, 1981), o bôrdó (*Acer* spp.), o carvalho (*Quercus* spp.), a nogueira (*Juglans* sp.), a aveleira (*Corylus* sp.) (Bonner, 1978), o cedro (*Cedrela odorata* L.), a castanheira (*Castanea* spp.) e a faia (*Fagus* spp.) (Wang, 1975).

As sementes recalcitrantes apresentam maiores dificuldades no armazenamento quando comparadas com as sementes ortodoxas. Isto se deve à sua alta suscetibilidade à perda de água, o que faz com que seja necessário o armazenamento com alto grau de umidade. Esta umidade interna favorece o ataque de microrganismos e a germinação durante o armazenamento (King & Roberts, 1979). O uso de baixas temperaturas, que poderiam inibir estes dois últimos problemas, fica também limitado, pois as sementes recalcitrantes sofrem danos por temperaturas próximas ou abaixo de zero. Algumas espécies mais suscetíveis são danificadas mesmo com temperaturas um pouco abaixo da temperatura ambiente (10 °C - 15 °C), como as sementes de cacau (King & Roberts, 1982).

Diferentes métodos de armazenamento de sementes recalcitrantes têm sido estudados. Em geral, os que têm apresentado os melhores resultados são os que levam em consideração os fatores limitantes, evitando a perda de água, realizando tratamento preventivo contra microrganismos, evitando a germinação durante o armazenamento e mantendo um suprimento adequado de oxigênio (King & Roberts, 1980b). Esses mesmos autores realizaram um levantamento bibliográfico sobre testes de conservação de sementes de cerca de setenta espécies recalcitrantes, tendo constatado que os métodos mais empregados foram: sacos de polietileno, recipientes selados, carvão, areia e turfa. São citados também o armazenamento em água, pó de serra, latas, frascos de vidro e esfagno.

Na maioria das espécies vegetais de importância econômica, a viabilidade e o vigor das sementes podem ser conservados pela redução do seu teor de água e da temperatura do ambiente. Porém, das 6.721 espécies consideradas, 7% possuem sementes que, além de serem sensíveis à dessecação, não toleram armazenamento sob baixas temperaturas, dificultando sua conservação por períodos prolongados; apresentam importância industrial (seringueira,

cacaueiro), florestal (araucária, andiroba, ingá) e frutíferas (abacateiro, jaqueira, mangueira) (Hong & Ellis, 1996).

2.4 SEMENTES DE SERINGUEIRA

As sementes da seringueira são recalcitrantes e, portanto, a coleta deve ser realizada no menor prazo possível após a sua queda, sendo ideal a coleta diária, ou em intervalos não superiores a uma semana. Após coletadas, devem ser imediatamente semeadas ou devidamente acondicionadas para transporte e armazenamento (Centurion & Centurion, 1996).

Árvores adultas de *H. brasiliensis* florescem uma vez ao ano na Amazônia, normalmente em meados de abril-junho. Na Malásia, o florescimento se dá duas vezes ao ano, entre março e abril e entre agosto e setembro, sendo mais pronunciado durante a primeira estação (Paranjothy, 1980). No Vietnã e no Camboja, segundo Bouychou (1969), a senescência ocorre em fevereiro-março.

Em seringais de cultivo, a senescência começa quando a seringueira muda seu hábito de crescimento, e isso ocorre, geralmente, a partir do terceiro e do quarto ano após o plantio. Embora ocorram variações em função do clone, da densidade de plantio, do material genético e outros, existem enxertos que florescem com um a dois anos, assim como outros após sete anos (Bouychou, 1969).

Logo após a senescência foliar anual, as inflorescências monóicas aparecem nas extremidades dos ramos. Elas consistem de eixo pubescentes, sobre os quais as flores são distribuídas na forma de rácemo (Gonçalves et al., 1997). As pequenas flores são de dois tipos, masculinas e femininas, situadas nas extremidades dos eixos secundários. A proporção de flores masculinas para femininas é, em geral, 1:60, ou seja, uma flor feminina para 60 flores masculinas (Bouychou, 1969), variando entre os diferentes clones (George, 1967).

As flores de seringueira não apresentam pétalas e sim um perianto com cinco lóbulos. As masculinas são menores, mais pontiagudas que as femininas, se distinguem pela presença de um disco intumescido em sua base, de onde parte o involúcro floral. Nas condições do planalto paulista, o florescimento dura um período de duas semanas. As flores masculinas, em geral, abrem mais cedo que as femininas, e a antese geralmente ocorre

na segunda metade da manhã, completando-se ao meio dia, razão pela qual a polinização controlada deve ser efetuada na parte da manhã (Gonçalves et al., 1997).

Uma gema floral produz, em média, uma dezena de ráceros, cada um com seis flores femininas. A floração ocorre no começo do ciclo vegetativo da seringueira, iniciando um pouco antes ou depois do lançamento das novas folhas, e se estende, geralmente, por todo período de reenfolhamento (Brasil, 1971).

É possível identificar a árvore ou o clone mãe que deu origem as sementes pelos matizes do dorso e pelo seu formato, visto que o tegumento é tecido maternal e seu formato é determinado pela pressão externa da cápsula durante o seu desenvolvimento (Gonçalves et al., 2001).

Cerca de cinco meses após o florescimento, conforme Gonçalves et al. (2001), ocorre a deiscência explosiva dos frutos amadurecidos, espalhando as sementes no solo. Nos seringais paulistas, a época de queda de sementes é mais intensa nos meses de janeiro e fevereiro, porém, no Brasil, apresenta pequenas variações de uma região para outra. O período compreendido entre o início e o fim da queda das sementes é de um a dois meses e existe sempre uma alternância de alta e baixa produção de um ano para outro.

As sementes de seringueira apresentam um período de viabilidade muito curto, principalmente quando ficam expostas às condições ambientais sem qualquer proteção. Desta forma, a coleta deve ser realizada no menor prazo possível após a queda das sementes. Para que as sementes de seringueira apresentem alto poder germinativo, é necessário que seu grau de umidade seja mantido acima de 30% a 35%, uma vez que em níveis inferiores a estes o seu poder germinativo decresce rapidamente. Mesmo que o semeio seja realizado rapidamente após a queda, a taxa de germinação raramente ultrapassa 80%. De modo geral, a germinação ocorre de quinze a vinte dias após o semeio. Baixas temperaturas e ventos frios noturnos ocasionam atrasos na germinação. Sementes que germinam após a terceira semana devem ser descartadas, pois apresentam baixo vigor (Alvarenga & Carmo, 2008).

Segundo Dijkman (1951), as sementes perdem sua viabilidade rapidamente e, se armazenadas sem proteção, a germinação torna-se, dentro de um mês, menor, em 45%. Sementes recentemente obtidas podem perder 50% de sua umidade em três dias, considerando que a porcentagem de germinação está aproximadamente correlacionada com a perda de umidade (Edgard, 1958). Husin et al. (1981), Chin et al. (1981) e Barrueto et al. (1986) observaram que a melhor germinação de sementes de seringueira foi obtida pela colheita

de frutos por um curto período de tempo antes da deiscência, quando a perda da umidade natural da semente foi mínima.

Brilho e peso são características de boa semente e a descoloração do endosperma indica sua baixa qualidade (Gonçalves et al., 2001).

A semente de seringueira, ao contrário de outras espécies vegetais, necessita de alta umidade para a manutenção da viabilidade do embrião durante o armazenamento. Na prática, verifica-se que sementes coletadas adequadamente apresentam taxas de germinação entre 60% e 80% quando postas a germinar imediatamente após a queda. Quanto maior o tempo decorrido entre a queda e a semeadura, menor será essa taxa (Benesi et al., 1999).

Segundo Bastos (1986) e Vieira et al. (1989), um dos problemas da implantação da cultura da seringueira é a dificuldade de obtenção de sementes para a produção de mudas, em quantidade e qualidade desejáveis. Sabe-se que a produção de sementes tem variado, de um ano para outro, quantitativa e qualitativamente, e nota-se que sua produção em nenhum destes dois parâmetros ocorre de maneira desejável (Cícero et al., 1987). Também no Brasil, as sementes de seringueira (*Hevea* spp.) apresentam sérios problemas de qualidade e não são submetidas a qualquer tipo de beneficiamento.

Embora a propagação vegetativa seja um processo amplamente utilizado na formação das mudas de muitas espécies, faz-se necessário o uso de sementes para a formação dos porta- enxertos (Chin, 1980).

Como a maioria das sementes oleaginosas, também as de seringueira têm poder germinativo muito limitado. De maneira geral, germinam dentro de quinze a vinte dias. Associando-se esse fator o fato de que a taxa de germinação nem sempre vai além de 80%, é evidente que toda semente caída deve ser posta a germinar tão logo quanto possível (Gonçalves et al., 2001).

Para Gonçalves et al. (2001), antes que inicie a queda das sementes de seringueira, o solo deve estar limpo de plantas daninhas para que as sementes não fiquem escondidas e alguma semente velha seja coletada juntamente com as novas.

Em plantações de seringueiras constituídas de blocos monoclonais, a maior parte das sementes cai dentro de um intervalo de dois a três meses. Como as sementes perdem a viabilidade rapidamente, especialmente quando expostas, ao sol e, ou, à seca, requerem, desta forma, que sejam coletadas em pelo menos dois ou três dias, ou ainda diariamente durante o período de queda máxima, considerando que a viabilidade das

sementes declina drasticamente após dois dias de exposição ao sol, passando de 97% para 9% de germinação (Ang, 1980).

No estado de São Paulo, segundo Cícero et al. (1987), a coleta de sementes de seringueira se inicia em fevereiro e se prolonga até os meses de março e abril; os meses subsequentes se caracterizam por apresentarem um período relativamente seco e frio, inadequado para a instalação de viveiros. Desta forma, seria importante o armazenamento das sementes até os meses de setembro e outubro, quando as condições climáticas são favoráveis.

2.5 VIABILIDADE DE SEMENTES DE SERINGUEIRA

A rápida perecibilidade das sementes de seringueira tem-se constituído em um dos principais problemas na implantação de seringais, pois reduz o período de instalação de viveiros para uma estreita faixa de plantio correspondente à época de semente (janeiro a março) além de concorrer para a perda anual de centenas de toneladas de sementes (Pereira, 1978).

A perda da capacidade germinativa, de acordo com Pereira (1978), é influenciada por fatores intrínsecos e extrínsecos. Aos primeiros pertence o patrimônio genético, processo de degeneração nuclear das células do embrião e acúmulo de produtos metabólicos tóxicos. Entre os fatores extrínsecos encontram-se a temperatura, a umidade relativa, o oxigênio, e a ação de fungos e bactérias.

A perda total do poder de germinação da semente, segundo Chin et al. (1981), é devida à perda de umidade, alta temperatura ou temperatura muito baixa, com nível crítico de 15% a 20% de umidade, sendo que mesmo quando armazenadas sob condições favoráveis, seu tempo de vida é relativamente curto e, apenas ocasionalmente, excede a poucos meses (Chin, 1978; Bewley & Black, 1994).

Foi constatado por Pereira (1980) que sementes de seringueira com graus de umidade abaixo de 30% tinham o poder germinativo reduzido drasticamente durante o armazenamento e que a perda contínua de umidade as inviabilizou quando foram atingidos valores inferiores a 12% de umidade.

Possivelmente, a baixa viabilidade das sementes também se deve a alterações climáticas ocorridas durante a maturação, atraso na colheita ou a condições inadequadas

durante o seu transporte (Paula et al., 1998). Outro fator importante a ser considerado é a qualidade inicial do material; desta forma, lotes com alta qualidade apresentam boa conservação por períodos maiores, uma vez que resistem melhor as condições de armazenamento, ao passo que aqueles de menor qualidade estão num estágio mais avançado de deterioração, e por melhor que sejam as condições de armazenamento, apresentarão um decréscimo acentuado no vigor e na germinação (Cícero et al., 1986).

Em relação à porcentagem de germinação, Dijkman (1951) determinou que a germinação de sementes da seringueira armazenadas sem qualquer proteção contra a dessecação, cai pelo menos 45% após um mês e é praticamente nula aos cinquenta dias de armazenamento. Similarmente, Benesi et al. (1999), afirmam que sementes colhidas e deixadas ao ar livre perdem 50% do poder germinativo depois de trinta dias. Aos cinquenta dias, a germinação cai para 10%, chegando a ser nula em alguns casos.

Foi observado por Carmo et al. (1985) que as sementes de seringueira colhidas e deixadas ao ar livre, apresentavam redução de 50% do poder germinativo depois de 30 dias e perdiam o restante da viabilidade nos dias seguintes, chegando a ser nula em alguns casos. Silva et al. (2005) observaram que misturas de sementes dos clones IAN873, IAN717 e FX3864 coletadas sobre o solo após doze dias de deiscência, com teor de umidade entre 25% e 20%, apresentavam viabilidade quase nula.

2.6 FUNGOS EM SEMENTES DE SERINGUEIRA

A presença de fungos em sementes de seringueira tem sido relatada por diferentes autores (Urban et al., 1982; Cícero et al., 1987). Alguns fungos de campo, como os dos gêneros *Rhizopus*, *Alternaria*, *Mucor*, *Cladosporium* e *Nigrospora*, e de armazenamento, pertencentes aos gêneros *Penicillium* e *Aspergillus*, têm sido observados em associação com sementes recalcitrantes armazenadas. No entanto, as pesquisas não conseguiram aferir com exatidão os efeitos da incidência desses fungos sobre a qualidade fisiológica das sementes (Gomide et al., 1994).

Não tem sido realizado o controle de qualidade sanitária das sementes de seringueira, nem efetuada a desinfestação prévia ou o tratamento de sementes antes da

semeadura, o que contribui para a perda do seu poder germinativo (Silveira & Furtado, 1997).

Além da temperatura, umidade e velocidade de desidratação, os microrganismos também são apontados como responsáveis pela perda de germinação das sementes, e entre os fungos patogênicos à seringueira foram encontrados os seguintes: *Botryodiplodia theobromae*, *Phomopsis* sp., *Phyllosticta* sp., *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium* sp., *Phytophthora* spp. e *Alternaria* spp. (Silveira & Furtado, 1997; Batista Filho et al., 2011).

Pesquisas realizadas por Harman (1972), Harman & Nash (1972) e Harman (1973) evidenciaram que a ação fúngica de redução da germinação das sementes se faz, essencialmente, devido à ação de uma ou mais toxinas. Urban et al. (1982) avaliaram amostras de sementes de seringueira provenientes dos estados do Pará e da Bahia e, dentre outros fungos patogênicos à seringueira, foram identificados *Botryodiplodia* sp., *Fusarium* sp., *Cephalosporium* spp., *Colletotrichum gloeosporioides*, *Dothiorella gregaria*, *Heptaster* sp., *Phomopsis heveae*, *Phyllosticta heveae* e *Phytophthora* sp. Cícero et al (1986), em suas pesquisas, encontraram *Aspergillus* spp., *Rhizopus* sp., *Penicillium* sp., *Macrophomina* sp., *Botryodiplodia* sp. e *Chaetomium* sp. em sementes de seringueira coletadas no estado de São Paulo.

Nas plântulas de seringueira, a morte pode ocorrer após a germinação das sementes na sementeira ou após o transplante destas para o viveiro ou para os sacos plásticos. As plântulas podem ser atacadas no sistema radicular ou na haste, à altura do colo, provocando seu murchamento ou seca. Entre os fungos que ocorrem em plântulas, como agentes causais de doenças, são citados *Rhizoctonia solani*, *Pythium*, *Phytophthora* e *Botryodiplodia theobromae* (Silveira & Furtado, 1997).

Em relação à armazenagem de sementes, de acordo com Christensen (1974), os fungos de armazenamento compreendem várias espécies do gênero *Aspergillus* e *Penicillium* tais como: *Aspergillus restrictus*, *A. glaucus*, *A. candidus*, *A. ochraceus*, *A. flavus*, *A. halophilicus*, *A. amstelodami*, *A. repens*, *A. ruber*, *Penicillium* sp., e outros. De acordo com Neergaard (1977), a específica composição da flora fúngica no armazém é altamente dependente do conteúdo da água da semente, que, mesmo sofrendo pequenas variações, determina modificações substanciais naquela flora, tanto quantitativa como qualitativamente.

A contaminação das sementes com fungos de armazenamento é, portanto, um fator que, interagindo com outros do ambiente, pode acelerar consideravelmente o processo de sua deterioração de semente durante o armazenamento. Trata-se de um grande problema para o armazenamento de sementes recalcitrantes, as quais precisam ser mantidas com alto teor de água, que é condição favorável ao desenvolvimento desses fungos. Para evitar isso, há a necessidade da realização de tratamento com fungicida, após proceder-se a secagem parcial das sementes, seguindo-se de armazenamento em temperatura mais baixa que a espécie tolerar (Carvalho & Nakagawa, 2000).

Uma alternativa para diminuir a incidência de microrganismos em sementes recalcitrantes seria a redução da temperatura do ambiente de armazenamento, porém, essa não é uma prática adequada para a maioria dessas sementes (King & Roberts, 1979).

Outra opção seria a aplicação de fungicidas, pois, de acordo com Figueiredo (1986), as sementes de cacauero tratadas conservaram-se mais adequadamente, durante períodos prolongados, do que as não tratadas. Algumas espécies, entretanto, podem apresentar maior sensibilidade à fitotoxicidade de fungicidas, como observado em sementes de seringueiras tratadas com Benlate, Captan e Thiran (Cícero et al., 1986; Garcia & Vieira, 1994).

2.7 ARMAZENAMENTO E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES

As sementes da seringueira, sendo recalcitrantes, têm por característica a perda rápida de sua viabilidade. Desta forma, após coletadas devem ser imediatamente semeadas ou devidamente acondicionadas para transporte e armazenamento. Ainda assim, de acordo com Chin (1978) e Bewley & Black (1994), mesmo quando armazenadas sob condições favoráveis, seu tempo de vida é relativamente curto.

Certamente, a conservação de sementes recalcitrantes por longos períodos não é alcançada com processos similares aos utilizados para as sementes ortodoxas, mormente a secagem. Sem a possibilidade de secagem para a maioria das sementes recalcitrantes, os pesquisadores tem estudado diferentes formas, variando a embalagem, a temperatura e fungicidas para melhor conservação e armazenamento das sementes (Cícero et al., 1986).

A qualidade fisiológica da semente, no início do processo de armazenamento, é um fator preponderante para que se consiga manter a sua viabilidade em nível desejado e por um período mais prolongado (Barrueto et al., 1986).

A germinação de sementes de seringueira pode cair para menos de 45% em um mês, e mesmo perder quase toda a viabilidade em 50 dias após a queda do fruto (Dijkman, 1951; Pereira; 1980; Berjak, 1989). De acordo com Gonçalves et al. (2001), sementes recém-colhidas podem ser mantidas à sombra com pouca perda de viabilidade por sete dias.

As embalagens utilizadas no armazenamento exercem importante papel na manutenção do vigor inicial das sementes. Como a conservação das sementes recalcitrantes depende da manutenção do seu teor de água em níveis elevados e constantes, a escolha da embalagem está relacionada, principalmente, à umidade relativa do ar sob as quais as sementes ficarão armazenadas (Carneiro, 1987).

Em saco de algodão, através de experimento de armazenamento, com avaliação a cada sete dias, constatou-se que a umidade (endosperma, cotilédone, embrião) e vigor são, respectivamente, inicial (40,67% e 87%), sete dias (35,76% e 59%), quatorze dias (27,82% e 46,5%), 21 dias (23,33% e 26,5%), vinte e oito dias (22,49% e 14,5%) (Serciloto et al., 1997a). Por outro lado, as avaliações aos 56 dias mostraram que o teor de umidade das sementes não reduziu quando armazenadas em sacos plásticos (Serciloto et al., 1997b).

Segundo Rubber (1966), se misturada a um volume igual de serragem envelhecida com 10% de umidade em sacos de polietileno perfurado, a viabilidade da semente pode ser mantida por dois meses.

Na Indonésia, Pa & Koen (1963) constataram que sementes armazenadas em embalagem plástica com pequenos orifícios, mesmo à temperatura ambiente (27° C), apresentaram, aos 98 dias de armazenamento, uma percentagem de germinação de quase 100%.

Avaliando sementes de seringueira, Pereira (1980) testou dois tipos de embalagens (sacos plásticos e sacos de papel multifoliados com capacidade para 2 kg, totalmente cheios e meio cheios), sendo o armazenamento condicionado à temperatura ambiente ($\pm 27^{\circ}$ C) e à temperatura de câmara fria ($\pm 10^{\circ}$ C); verificou que os melhores resultados foram obtidos para as sementes armazenadas em sacos plásticos meio cheios à temperatura ambiente, mantendo alta percentagem de germinação (64%) até 135 dias de armazenamento, contra o inicial de 52%. Cícero et al. (1986) observou germinação de 61% com 180 dias de armazenamento, sob condições similares.

Pesquisa conduzida por Pereira et al. (1980), no Centro Nacional de Pesquisa da Seringueira, mostrou a viabilidade de conservação do poder germinativo das sementes de seringueira em 60% a 70%, até aos três meses após a coleta, sem o uso de qualquer

fungicida quando acondicionadas em sacos de plástico e estocadas em tapiri coberto e tapado lateralmente com palha. Esses resultados indicam a possibilidade do uso de sementes de seringueira de melhor qualidade, pois o diferencial de germinação para sementes acondicionadas em sacos de plástico pode atingir valores superiores a 40%, em relação ao acondicionamento em sacos de aniagem aos 30 dias após a coleta. Armazenamento semelhante foi recomendado por Gonçalves et al. (2001): em sacos plásticos com orifícios na parte superior, mantidos em local sombreado e ventilado, tendo constatado que houve germinação satisfatória das sementes até 180 dias de armazenamento.

O uso de sacos de polietileno com 0,1 mm de espessura é sugerido por Bonner (1978), para permitir troca gasosa suficiente entre as sementes e o ambiente externo, minimizando a perda de água das sementes, com resultados satisfatórios no armazenamento de sementes de abacateiro e de seringueira.

Testando alguns tipos de embalagens e dois ambientes para a conservação de sementes de seringueira, Cardoso et al. (1966) verificaram que os melhores resultados foram obtidos no tratamento em que as sementes foram acondicionadas em vidros semi-fechados, com renovação constante de ar e a baixa temperatura (5 °C a 10 °C). Nessa pesquisa, os melhores resultados foram obtidos evitando o acúmulo de ar nos recipientes utilizados para a conservação das sementes.

No armazenamento de sementes úmidas, o suprimento de oxigênio é essencial à respiração que produzirá energia metabólica necessária à ativação e sustentação de mecanismos de reparo e de substituição celular, tendo como consequência a ampliação do período de conservação (King & Roberts, 1979). Paralelamente, deve-se evitar o acúmulo de gás carbônico, por ser prejudicial à qualidade fisiológica das sementes (Toledo & Marcos Filho, 1977).

De acordo com Chin & Roberts (1980) e Rocha et al. (1990), nas sementes armazenadas sob baixas temperaturas ocorre redução de taxa respiratória, diminuição do metabolismo, menor incidência de microrganismos, redução da taxa de degradação celular e impedimento da germinação prematura. Para Beng (1976), apesar de sua origem tropical, as sementes de seringueira são melhor armazenadas em temperaturas mais baixas, que em experimentos conduzidos no “Prang Besar Research Station”, verificou que as sementes misturadas com serragem úmida, acondicionadas em sacos de polietileno finamente perfurados e armazenados em ambientes com temperatura de 7 °C a 10 °C apresentaram boa conservação por períodos superiores a quatro meses, muito embora aos cinco meses, as plântulas provenientes

dessas sementes tivessem vigor reduzido. Entretanto, Pereira (1980) e Cícero et al. (1986), utilizando sacos de polietileno e temperatura ambiente de $\pm 27^{\circ}\text{C}$, obtiveram 64% e 61 % de germinação de sementes de seringueira após 135 e 180 dias de armazenamento, respectivamente.

Foram verificadas, por Paula et al. (1998), alterações nos teores de aminoácidos, de açúcares redutores e na peroxidação de lipídios durante o armazenamento de sementes de seringueira e estabeleceram a possível relação entre as alterações observadas e a perda de viabilidade, em sementes de seringueira acondicionadas em sacos de polietileno fechados e armazenadas sob temperatura de 5°C e 20°C . Os resultados revelaram a ocorrência de peroxidação de lipídios nas duas condições de armazenamento, sendo mais acentuada a partir de 45 dias. Já os teores de aminoácidos tiveram um aumento até 45 dias de armazenamento, a 5°C , e a partir daí, uma redução. As sementes mantidas a 20°C tiveram ligeira flutuação nos teores de aminoácidos, com redução ao final do período de armazenamento. Os resultados mostraram também diminuição dos açúcares redutores nas duas condições de armazenamento. As sementes apresentavam antes do armazenamento, 71% de germinação e um teor médio de água de 27%. As sementes armazenadas a 20°C apresentaram queda acentuada na germinação, aos 15 dias, e apenas 10% mostraram-se em condições para germinar, aos 30 dias. Nesse caso, a incidência de fungos era quase completa, o que, provavelmente, contribuiu para a perda de sua viabilidade. No entanto, as sementes armazenadas a 5°C mantiveram-se com 47% de germinação até 90 dias de armazenamento. Nessa época podia-se verificar pequena incidência de fungos. Ficou evidenciado que, nesse caso, a temperatura mais baixa mostrou-se melhor na conservação da viabilidade das sementes.

Segundo Chin et al. (1981), o armazenamento de sementes em temperatura em média de 22°C e 28°C , mostrou pouca ou nenhuma perda de viabilidade, porém quando armazenadas em temperatura a -5°C ou 45°C perdem completamente a viabilidade.

Dentre os métodos alternativos para prevenir a ocorrência de germinação no armazenamento, o inibidor artificial de germinação polietileno glicol (PEG) foi o mais promissor, segundo King & Roberts (1979). Nesse sentido, Sakhibun (1981) observou que sementes de seringueira tratadas com 25% de PEG 1500 e conservadas em temperatura ambiente, foram viáveis por seis meses e mantiveram 25% de germinação. Norman & Chin (1989) observaram que a temperatura ambiente de 27°C foi a melhor para a conservação de sementes de seringueira em condições úmidas. As sementes dessa espécie tratadas com

10% de PEG 1500 podem ser armazenadas por um período de doze meses em temperatura ambiente.

Quando há necessidade de se armazenar sementes de seringueira, tem sido estudado o seu tratamento com fungicida, pois vários fungos patogênicos já foram constatados em sementes dessa espécie, segundo Urban et al. (1982), pois as mesmas são acondicionadas em sacos plásticos e com teor de umidade acima de 30-35%.

De acordo com Chin (1995), as sementes de seringueira, após processadas e limpas, devem ser colocadas em solução a 0,3% de Benlate (benomyl), drenadas, superficialmente secas até atingirem o teor de 20% de água, e, a seguir, armazenadas a $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, em sacos de plástico perfurados.

Sementes recém colhidas com poder germinativo inicial de 85%, tratadas com benlate (benomyl) a 0,1% ou Captan a 0,2%, após secagem completa, colocadas em sacos de plástico com capacidade de 35 kg, se mantêm viáveis por até um ano e sete meses, apresentando poder germinativo de 30% (Pereira, 1980).

Por outro lado, Cícero et al. (1986), verificaram que o tratamento de sementes de seringueira com os fungicidas Benlate (benomyl) e Captan não foi uma prática adequada, tendo observado redução na germinação, utilizando-se os mesmos produtos e as mesmas doses sugeridos por Pereira (1980), e o efeito mais fitotóxico foi verificado com o Benlate. Efeitos fitotóxicos do Benlate foram observados, também, sobre a germinação e o vigor (índice de velocidade de emergência) imediatamente após o tratamento, desaparecendo com o armazenamento (Bergamaschi et al., 1991). Garcia & Vieira (1994) encontraram os maiores valores de germinação e inexistência de diferença estatística para as sementes tratadas com Captan comparativamente com as sementes do tratamento testemunha, tendo verificado que o armazenamento de sementes dessa espécie pode ser feito por cinco meses, sem tratamento com fungicida.

O tratamento de sementes de seringueira com Benlate (Benomyl), recomendado por Pereira (1980), também não mostrou eficiência para a manutenção da viabilidade das sementes no experimento realizado por Garcia & Vieira (1994), onde os melhores resultados foram obtidos em sementes sem tratamento, embora o tratamento com Captan não tenha apresentado fitotoxicidade. O índice de velocidade de emergência foi reduzido à medida que se prolongou o armazenamento e foi superior para as sementes sem tratamento fungicida e para aquelas tratadas com Captan. O tratamento com o fungicida Benlate mostrou-se fitotóxico, afetando tanto a germinação como o vigor das mesmas.

A qualidade fisiológica de sementes de seringueira tratadas com Benomyl (0,1%), e armazenadas em sacos de polietileno transparente, por períodos de zero a cinco meses, sob condições ambientais de laboratório, foi avaliada por Vieira et al. (1995), que constataram que o tratamento fungicida utilizado não exerceu efeito significativo na preservação das sementes. A germinação, o índice de velocidade de emergência e o comprimento da parte aérea das plântulas reduziram-se com o prolongamento do período de armazenamento.

Em experimento com sementes de seringueira tratadas e não tratadas com os fungicidas Tecto 600 (65g/100 kg sementes) e Captan (135g/100 kg sementes), acondicionadas em embalagens impermeáveis e armazenadas em dois ambientes (câmara fria a 10 °C e condição ambiente $\pm$ 23 °C), por um período de 210 dias, Bonome et al. (2009) observaram que a melhor condição para a conservação das sementes de seringueira foi a temperatura ambiente sem tratamento fungicida. O tratamento fungicida tem efeito fitotóxico sobre as sementes e à temperatura de 10 °C também é prejudicial ao armazenamento das sementes, causando danos mais severos à qualidade fisiológica do que o tratamento fungicida. A associação do tratamento fungicida com a baixa temperatura de armazenamento foi potencialmente mais danosa à preservação das sementes do que esses fatores utilizados isoladamente.

2.8 PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE SEMENTES DE SERINGUEIRA

O processo usual de produção de sementes de seringueira consiste em coletá-las após a queda embaixo das árvores e acondicioná-las em sacos de aniagem até obter uma quantidade suficiente que possibilite a venda por uma importância que justifique o trabalho de coleta (Pereira et al., 1980). A perda rápida do poder germinativo restringe a época de início de formação do viveiro ao período de queda das sementes (Benesi et al., 1999). Consequentemente, além de inviabilizar a instalação de viveiros sob condições climáticas favoráveis à germinação e ao desenvolvimento das mudas, essa limitação pode concentrar a oferta de mudas em determinadas épocas do ano ou, ainda, torná-las disponíveis em épocas inadequadas para o plantio (Fonseca & Freire, 2003).

Para Pereira (1978), o ideal seria estabelecer sementeira a partir de sementes com alto poder germinativo, o que infelizmente não acontece e reflete sobre os custos de

implantação do seringal, pois exige a aquisição de uma quantidade de sementes quatro vezes superior ao número de mudas a serem produzidas, acarretando aumento de custo de transporte, maior despesa com aquisição de sementes, maior área de sementeira, pouco aproveitamento na germinação, sem considerar, em alguns casos, a perda total de lotes de sementes.

As chuvas intensas nos primeiros meses de 2011 impactaram, de forma diferente, os viveiros de mudas de seringueira. Algumas fazendas que comercializam sementes de seringueira produziram cerca de 25% do seu volume médio de sementes. Em alguns viveiros, as chuvas causaram atraso na repicagem dos cavaleiros e geraram perdas de até 40% (Borracha Natural Brasileira, 2011).

2.9 TESTES DE VIABILIDADE E VIGOR DE SEMENTES

A real capacidade germinativa das sementes de seringueira não pode ser medida senão pelo teste de germinação em condições favoráveis. Entretanto, o tempo necessário à realização do teste dificulta sua aplicação por ocasião da comercialização, quando se torna necessária a verificação de sua viabilidade em decorrência do caráter recalcitrante da mesma (Cid, 1986; Sakhibun et al., 1981).

Os procedimentos de caráter indireto que têm sido recomendados para a avaliação da viabilidade de sementes da seringueira são baseados na metodologia que considera a cor da amêndoa (Dijkman, 1951), correspondente ao chamado “teste visual” e ao teste de tetrazólio (Wetzel et al., 1992; Sakhibun et al., 1981).

Em relação à cor da amêndoa, a prática tem demonstrado não existirem dúvidas sobre as altas porcentagens de germinação (90% a 100%) quando esta é branca, mas, no caso de ser amarela, as respostas de germinação têm sido variáveis. No uso do tetrazólio, a dificuldade prática reside no fato de ser um teste que exige condições de laboratório e familiarização com o aspecto da coloração (Cid, 1986).

O teste chamado visual é prático para a verificação da sua viabilidade, pois consiste em coletar 100 sementes ao acaso e, mediante uma faca ou canivete bem afiado, fazer um corte no meio da semente, para analisar a coloração do endosperma. Endosperma branco e leitoso significa semente viável, e endosperma amarelado, ressecado ou com outros danos representa semente inviável (morte do embrião) (Pereira, 2007; Silva et al.,

2005; Pereira & Pereira, 2001; Gonçalves et al., 2001; Benesi et al., 1999; Centurion & Centurion, 1996).

O teste de tetrazólio baseia-se na atividade das enzimas desidrogenases as quais catalizam as reações durante a glicólise e o ciclo de Krebs. Estas enzimas, particularmente a desidrogenase do ácido málico, reduzem o sal de tetrazólio (2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio) nos tecidos vivos. Quando a semente é imersa na solução de tetrazólio, esta é difundida através dos tecidos, ocorrendo, nas células vivas, a reação de redução que resulta na formação de um composto vermelho, não-difusível, conhecido por formazan (Carvalho & Vieira, 1994).

Um outro procedimento considerado rápido e simples foi realizado em experimento por Cid (1986), em que valores de correlação indicaram uma alta correlação entre umidade e germinação da semente.

Com base no teste de condutividade elétrica, Paula et al. (1997) afirmam que as sementes armazenadas a 20 °C, quando comparadas àquelas armazenadas a 5 °C, tiveram suas membranas alteradas de forma mais acentuada, visto que a esta temperatura, a partir de quinze dias, ocorreu um aumento acentuado da condutividade elétrica. A 5 °C a variação na condutividade elétrica não foi significativa, evidenciando que essas sementes tiveram suas membranas preservadas por mais tempo. Nesse caso, a condutividade mostrou-se negativamente correlacionada à germinação, podendo ser usada como indicadora da qualidade das sementes.

Com a finalidade de se verificar a possibilidade da utilização da mesa gravitacional no beneficiamento de sementes recalcitrantes, Cícero et al. (1987) conduziram sua pesquisa na Escola Superior de Agricultura da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), em Piracicaba, SP. Verificaram que a presença de sementes de baixo peso específico deve contribuir para o pior desempenho das mesmas em termos de germinação e vigor. A mesa gravitacional promoveu a separação do lote em duas classes de peso, entretanto, essa diferença não foi suficiente para acusar desempenhos diferentes quanto à germinação e vigor das sementes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ORIGEM DAS SEMENTES

Foram utilizadas sementes do clone GT 1, coletadas no mês de fevereiro de 2011, num seringal com cerca de 20 anos de idade, localizado no município de Goianésia-GO, localizado a 15°04'43" de latitude (S) e 48°53'34" de longitude (W), a 601 m de altitude.

3.2 ÉPOCA E LOCAL

O experimento foi conduzido no período de fevereiro a abril de 2011, no Laboratório de Sementes da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, em Goiânia - GO, situada a 760 m de altitude, 16°28'00" de latitude (S) e 49°17'00" de longitude (W).

3.3 EMBALAGEM E ARMAZENAMENTO DAS SEMENTES

Inicialmente, as sementes foram abanadas em peneira para eliminar impurezas (terra e cisco), homogeneizadas e divididas em partes iguais, as quais foram submetidas a dois tipos de embalagem: saco de polipropileno trançado (ráfia) e saco plástico transparente microperfurado na parte superior, com espessura de 0,02 mm e capacidade para 10 kg de sementes. O uso do saco plástico está previsto na instrução normativa nº 29 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2009a) visando manter a umidade e a qualidade das sementes por um período de no máximo 30 dias que se estende desde a coleta até a comercialização e semeadura das mesmas, garantindo uma viabilidade de no mínimo 70% no momento da comercialização. Após a embalagem, as sementes foram armazenadas por 14 dias em condições naturais, à temperatura de 25 °C ± 5 °C.

3.4 AMOSTRAGEM DAS SEMENTES PARA ANÁLISES

Após a limpeza, homogeneização e divisão do lote de sementes, foram retiradas amostras para determinação inicial do grau de umidade e realização dos testes de viabilidade, sendo a amostragem repetida ao final de 14 dias de armazenamento nos dois tipos de embalagem, incluindo amostras para identificação de fungos associados às sementes.

3.5 DETERMINAÇÃO DO GRAU DE UMIDADE

A umidade das sementes foi determinada pela secagem em estufa a $105 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 24 horas (Brasil, 2009b), utilizando duas repetições de 50 sementes, sendo expressos em porcentagem com base no peso úmido das sementes.

3.6 TESTE DE TETRAZÓLIO

Para o teste de tetrazólio (TZ) foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, conforme as Regras para Análise de Sementes – RAS (Brasil, 2009b). O método foi desenvolvido por Wetzel et al. (1992) e consiste na retirada do tegumento com auxílio de um martelo, embebição das sementes em papel toalha umedecido por 18h, imersão em solução de tetrazólio na concentração 0,5% por um período de duas horas em estufa a 40°C e avaliação da viabilidade conforme o seguinte critério de interpretação: sementes viáveis – 1) completamente coloridas, com a cor não excessivamente intensa; 2, 3, 4, 5) sementes com pequenas áreas não coloridas nos cotilédones e 6) sementes com até 1/3 dos cotilédones colorido próximo à região do eixo hipocótilo-radícula; e sementes não viáveis – 7) sementes com a extremidade da radícula não colorida; 8) sementes com mais do que a parte extrema da radícula não colorida; 9) sementes com eixo hipocótilo-radícula parcialmente colorido; 10) sementes com área não colorida nos cotilédones prolongando-se até a região do eixo hipocótilo-radícula; 11) sementes com coloração anormalmente escura e 12) sementes completamente não coloridas (Anexo 1).

3.7 TESTE DE EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS EM AREIA

O teste de emergência de plântulas em areia (PA) foi aplicado em quatro repetições de 50 sementes, em bandejas de plástico de 50 células, mantidas a céu aberto,

com irrigação diária por microaspersão. A avaliação ocorreu até os sessenta dias após a semeadura, determinando a porcentagem de plântulas emergidas.

3.8 TESTE VISUAL

O teste visual (TV) foi realizado em quatro repetições de cinquenta sementes, adotando o seguinte procedimento para avaliação da viabilidade de sementes: remoção o tegumento, corte a semente ao meio com lâmina de aço inoxidável e observação no interior da amêndoa das seguintes características: a) endosperma branco - semente viável; b) endosperma oleoso - semente em deterioração; e c) endosperma amarelo - semente não-viável (Brasil, 2009a).

3.9 ANÁLISE PARA IDENTIFICAÇÃO DE FUNGOS

Amostras de sementes visualmente contaminadas, presentes no interior dos sacos de plástico ao final de 14 dias de armazenamento, foram retiradas e analisadas no Laboratório de Fitopatologia da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, da Universidade Federal de Goiás, para identificação dos fungos.

3.10 PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO

Os resultados dos testes de viabilidade das sementes foram submetidos à análise de variância, adotando o delineamento estatístico inteiramente ao acaso com quatro repetições, de modo a determinar os efeitos dos fatores tipo de embalagem e tempo de armazenamento e da sua interação. Nos casos em que houve efeito significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Também foi realizada a análise de correlação linear entre os resultados dos testes de viabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 GRAU DE UMIDADE DAS SEMENTES

O grau de umidade inicial das sementes foi de 25%, sendo próximo ao valor de 27% encontrado por Paula et al. (1997). Entretanto, segundo Pereira (1980) e Alvarenga & Carmo (2008), o grau de umidade ideal das sementes de seringueira é acima de 30%.

A embalagem porosa de saco de polipropileno trançado (ráfia) não manteve a umidade das sementes que baixou rapidamente de 25% para 17,5% em apenas 14 dias de armazenamento, enquanto a embalagem de saco plástico mostrou-se eficiente na manutenção da umidade das sementes durante o armazenamento. Esses resultados estão de acordo com aqueles observados por Pereira (1980) em que o grau de umidade das sementes foi mantido por 180 dias de armazenamento.

4.2 TESTES DE VIABILIDADE DAS SEMENTES

O resumo das análises de variância dos resultados dos testes de viabilidade das sementes é mostrado na Tabela 1, constatando-se efeitos significativos do tempo de armazenamento nos resultados dos três testes de viabilidade das sementes (TA, TV e TZ), bem como do tipo de embalagem e da interação entre este fator e o tempo de armazenamento nos resultados dos testes TA e TZ. O efeito significativo do tempo de armazenamento sobre a viabilidade das sementes de seringueira já era esperado por se tratar de sementes recalcitrantes (Pereira, 1980; Cícero et al., 1986) e mostrou-se uma estratégia viável para gerar lotes de sementes com diferenças de qualidade.

4.2.1 Teste de emergência de plântulas em areia

Os resultados do teste de emergência de plântulas de seringueira em areia em função do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento são mostrados na Tabela 2 e indicam um efeito acentuado de ambos os fatores na viabilidade das sementes. O declínio da viabilidade das sementes embaladas em sacos de ráfia (de 61% para 27%) já era

esperado por serem porosos e não manterem a umidade das sementes de seringueira que são recalcitrantes e não podem sofrer secagem. Porém, o declínio da viabilidade foi mais acentuado nas sementes embaladas em saco de plástico (de 61% para 8%). Embora o saco plástico tenha cumprido a sua finalidade de manter a umidade das sementes, não foi eficiente na conservação da qualidade das mesmas, provavelmente, porque já apresentavam grau de umidade inicial abaixo de 30% (Pereira, 1980; Alvarenga & Carmo, 2008) e viabilidade inicial abaixo do padrão mínimo (70%) estabelecido na Instrução Normativa nº 29 do MAPA (Brasil, 2009a). Esses resultados estão de acordo com aqueles encontrados por Beng (1976), Pereira (1980), Cícero et al. (1986) e Paula et al. (1997) que verificaram que sementes de seringueira com graus de umidade abaixo de 30% tinham o poder germinativo reduzido drasticamente durante o armazenamento.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para os resultados dos testes de viabilidade em areia (TA), visual (TV) e tetrazolio (TZ) realizados nas sementes de seringueira (*Hevea brasiliensis*) em função do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento.

Causa de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado médio do resíduo e níveis de significância		
		TA	TV	TZ
Embalagem (E)	1	90,250 *	25,000	105,062 **
Tempo (T)	1	1.892,250 **	1.024,000 **	770,062 **
Interação ExT	1	90,250 *	25,000	105,062 **
Resíduo	12	18,416	12,000	9,229
Total	15			
CV (%)		21,867	19,245	16,819

Tabela 2. Valores médios (%) do teste de emergência de plântulas em areia (TA) realizado nas sementes de seringueira (*Hevea brasiliensis*) em função do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento.

Tempo de armazenamento (dias)	Embalagem	
	Plástico (%)	Ráfia (%)
0	61,0 Aa	61,0 Aa
14	8,0 Bb	27,0 Ab

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A baixa qualidade inicial das sementes observada neste trabalho pode ser atribuída, provavelmente, à ocorrência de chuvas intensas após a maturação fisiológica das sementes, retardando a deiscência dos frutos e propiciando a degradação das reservas das sementes no seu interior, fato relatado no trabalho conduzido por Cícero et al. (1986), em que as condições climáticas foram bastante desfavoráveis por ocasião da maturação e deiscência dos frutos. A baixa qualidade das sementes produzidas nos seringais da região em estudo naquele ano também foi relatada por diversos viveiristas que tiveram redução na produção de mudas.

Além da baixa qualidade inicial das sementes, a alta umidade das mesmas no interior dos sacos plásticos favoreceu a proliferação de fungos, contribuindo para a deterioração da semente, fato também observado por Paula et al. (1997) e Bonome et al. (2009). As amostras de sementes analisadas no Laboratório de Fitopatologia da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, da Universidade Federal de Goiás, comprovaram a presença dos fungos *Penicillium* spp., *Aspergillus* sp., *Phomopsis* sp., *Colletotrichum* sp. e *Fusarium* sp., também observados por Cícero et al. (1986), Gomide et al. (1994), Silveira & Furtado (1997) e Batista Filho et al. (2011).

4.2.2 Teste de tetrazólio

Os resultados do teste de tetrazólio em função do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento são apresentados na Tabela 3 e indicam um efeito acentuado de ambos os fatores na viabilidade das sementes. Após 14 dias de armazenamento em condição natural, houve declínio significativo da qualidade das sementes em ambas as embalagens (saco de plástico e rafia), de modo semelhante ao verificado pelo teste real de emergência de plântulas em areia. Porém, o teste de tetrazólio mostrou valores iniciais mais baixos de viabilidade e um declínio mais acentuado da qualidade das sementes embaladas em sacos de rafia do que nos sacos de plástico.

Os menores valores iniciais de viabilidade indicam um maior rigor do teste e podem ser decorrentes dos critérios adotados na avaliação visual detalhada do teste de tetrazólio em relação ao teste de emergência de plântulas em areia, uma vez que no teste de emergência existe a possibilidade germinação de sementes com baixo vigor que seriam descartadas pelo teste de tetrazólio.

Durante o manuseio para a realização dos cortes, o embrião da semente revelou-se muito sensível, resultando em manchas coloridas no teste de tetrazólio, característico de danos mecânicos. Assim como observado por Wetzet et al. (1992), em algumas sementes apresentavam embriões mais rígidos que o normal e aparentemente sadios, mas não coloriam durante o teste de tetrazólio.

Tabela 3. Valores médios (%) de viabilidade pelo teste de tetrazólio (TZ) realizado nas sementes de seringueira (*Hevea brasiliensis*) em função do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento.

Tempo de armazenamento (dias)	Embalagem	
	Plástico (%)	Ráfia (%)
0	50,0 Aa	50,0 Aa
14	32,5 Ab	12,0 Bb

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Divergências entre os resultados de emergência de plântulas e do teste de tetrazólio também podem ocorrer porque este último determina apenas a viabilidade da semente no momento do teste, enquanto a germinação e a emergência dependem também de fatores externos além da viabilidade da própria semente, como ambiente propício no período entre a semeadura e a emergência das plântulas, com condições adequadas de temperatura, umidade e aeração do substrato e ausência de contaminação externa das sementes e do substrato com microrganismos maléficos.

A presença de microrganismos nas sementes embaladas em sacos de plástico prejudicou sua viabilidade final, fato ocorrido também no trabalho desenvolvido por Wetzet et al. (1992) que encontraram valores maiores de viabilidade das sementes pelo teste de tetrazólio em relação ao teste de emergência. Por outro lado, nas sementes armazenadas no saco de ráfia houve o inverso, os testes de avaliação visual simples e tetrazólio subestimaram a emergência das plântulas, o que pode ter ocorrido por certa dificuldade na avaliação do teste visual em sementes em deterioração, em nível intermediário entre branco-leitosas e amarelo-oleosas.

4.2.3 Teste visual

Os resultados do teste visual mostram o efeito significativo apenas do tempo de armazenamento na viabilidade das sementes (Tabela 4), constatando-se um declínio igualmente acentuado da qualidade das sementes em ambas as embalagens (saco de plástico e rafia) após 14 dias de armazenamento em condição natural. Os resultados são muito semelhantes aos observados no teste de tetrazólio, por serem ambos os testes dependentes de critérios de avaliação visual e da condição interna e momentânea das sementes.

Assim como no teste de tetrazólio, os valores iniciais de viabilidade das sementes foram menores que aqueles observados no teste de emergência de plântulas em areia, mostrando-se um teste também rigoroso e sujeito às mesmas divergências já discutidas entre o teste de tetrazólio e de emergência de plântulas.

Tabela 4. Valores médios (%) de viabilidade pelo teste visual (TV) realizado nas sementes de seringueira (*Hevea brasiliensis*) em função do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento.

Tempo de armazenamento (dias)	Embalagem	
	Plástico (%)	Ráfia (%)
0	52,0 Aa	52,0 Aa
14	25,0 Ab	15,0 Ab

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Durante as avaliações, o teste visual foi muito mais rápido e simples do que o teste de tetrazólio, mostrando-se igualmente rigoroso e confiável na determinação da viabilidade das sementes, tendo ambos uma boa relação com o teste real de emergência de plântulas em areia. Na avaliação visual, foi relativamente fácil identificar: as sementes com cotilédones túrgidos, leitosos, de coloração branca, ocupando todo o espaço dentro do tegumento, com embriões perfeitos sem espaço vazio entre os cotilédones; e as sementes com cotilédones de coloração amarela, aspecto oleoso e volume reduzido pela perda de umidade e, ou, respiração das sementes, gerando espaço vazio entre os cotilédones.

4.3 ANÁLISE DE CORRELAÇÃO LINEAR

A análise revelou elevada correlação positiva e altamente significativa entre os resultados dos diferentes testes de avaliação da viabilidade das sementes (teste de emergência de plântulas em areia = TA, teste visual = TV e teste de tetrazólio = TZ) constatando coeficientes de 73% para TA x TV, 67% para TA x TZ e 86,6% para TV x TZ. Esses resultados indicam a confiabilidade e a possibilidade de utilização desses testes para determinação da viabilidade das sementes de seringueira.

Dentre os testes, a emergência de plântulas em areia retrata a real viabilidade das sementes, mas demora pelo menos trinta dias para gerar o resultado desejado, é um teste mais caro e menos aplicável para emissão de laudo de qualidade das sementes recalcitrantes da seringueira que perdem muito rapidamente a sua viabilidade.

O teste visual, por sua simplicidade e boa correlação positiva com a emergência de plântulas em areia e com o teste de tetrazólio, constitui-se numa boa alternativa de teste muito rápido e sem custo para imediata comprovação da viabilidade das sementes no momento da comercialização pelos produtores e consumidores ou pós-venda mediante solicitação aos laboratórios oficiais de análise de sementes.

O teste de tetrazólio é um teste rápido de avaliação visual mais detalhada da qualidade, viabilidade e vigor das sementes, que também apresenta boa correlação positiva com a emergência de plântulas em areia e com o teste visual simples, porém, de aplicação e interpretação mais difíceis, requerendo laboratórios especializados e pessoal treinado para a sua execução, além do alto custo e maior tempo de execução (dois dias) que somado ao tempo de remessa ao laboratório e emissão do laudo de qualidade, pode chegar a quatro ou cinco dias, e após esse prazo a qualidade das sementes pode não ser mais a mesma do laudo emitido.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesta pesquisa permitem concluir que:

- Os testes de emergência de plântulas em areia, tetrazólio e visual apresentam correlação positiva e altamente significativa entre si e podem ser empregados isoladamente ou em conjunto para a determinação da viabilidade das sementes de seringueira.
- O teste visual mostrou-se eficaz na avaliação da viabilidade de sementes de seringueira, sendo de simples execução, seguro, de resultado instantâneo, sem custo, permitindo a apreciação de sua qualidade por parte do comprador.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa evidencia que é de grande importância a realização de testes para a determinação da viabilidade propagativa das sementes de seringueira. Este dado influi diretamente, e de maneira expressiva, em fatores essenciais relacionados à comercialização de sementes de seringueira para a produção de mudas, garantindo a viabilidade mínima de 70%, conforme preceitua a Instrução Normativa nº 29/2009.

É sabido que o teste mais seguro recomendado é o teste de emergência em areia, invalidado neste caso pela condição recalcitrante da semente de seringueira, que não se mantém em condições viáveis ao longo do período de realização do teste de emergência em areia, perdendo drasticamente, em curto espaço de tempo, sua viabilidade. Este comportamento induz a necessidade da escolha de outra opção de método.

O teste de tetrazólio se mostrou válido em sua leitura, mas questões relacionadas ao período de tempo necessário entre a coleta, transporte, realização do teste e obtenção de seus resultados dificultam a escolha deste como sendo o teste ideal.

O teste visual então se apresenta diante dos resultados obtidos como a melhor forma de análise das sementes de seringueira, por sua significativa correlação no geral com o teste de tetrazólio, além da simplicidade em sua execução e resultado instantâneo, o que confere ao viveirista uma boa projeção do lote de sementes a ser adquirido.

O teste visual, por possuir como condição uma análise visual, foi de fácil aplicação quando a semente se apresentava em seus extremos; ou ótima condição ou já em estado muito característico de deterioração. Algumas sementes em estado intermediário dificultam a exatidão na observação, já que não se enquadram completamente em nenhuma das duas condições citadas. Este fato não invalida sua aplicação com possível sucesso pois, apesar da aplicação do contraste, o teste de tetrazólio também demonstrou essa dificuldade, que pode ser comprovada no teste de emergência.

Estudos a serem realizados posteriormente são desejáveis e se mostram interessantes para o aperfeiçoamento na análise de sementes recalcitrantes, para melhor desempenho, tanto do teste tetrazólio quanto do teste denominado visual, na presente pesquisa.

7 REFERÊNCIAS

- ABDUL-BAKI, A. A.; ANDERSON, J. D. Physiological and biochemical deterioration of seeds. In: KOZLOWSKI, T.T. (Ed.). **Seed biology**. New York: Academic Press, 1972. cap. 8, p. 283-309.
- AGUIAR, I. B.; PINA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993, 350 p.
- ALBUQUERQUE, J. M. Segmento de botânica. In: ALBUQUERQUE, J. M. (Ed.). **Curso de especialização em heveicultura**. 3 ed. Belém: FCAP, 1978. cap. 1, p. 1-8.
- ALVARENGA, A. P.; DO CARMO, C. A. F. S. Implantação e condução do seringal. In: ALVARENGA, A. P.; DO CARMO, C. A. F. S. (Org.) **Seringueira**. Viçosa: EPAMIG, 2008. cap. 8, p. 312-341
- ANG, B. B. **Hevea seed production**. Kuala Lumpur: RRIM, 1980. 6p.
- AROEIRA, J. S. Dormência e conservação de sementes de algumas plantas frutíferas. **Experientiae**, Viçosa, v. 2, n. 3, p. 541-609, 1962.
- BACCHI, O. Estudos sobre a conservação de sementes; IX – Ingá. **Bragantia**, Campinas, v. 20, n. 35, p. 805-814, 1961.
- BARRUETO, L. P.; PEREIRA, J. P. & NEVES, M. A. Influência da maturação fisiológica e do período entre a coleta e o início do armazenamento, sobre a viabilidade da semente de seringueira (*Hevea spp.*). **Turrialba**, San Jose, v.6, n.1, p. 65-75. 1986.
- BASS, L. N. Physiological and other aspects of seed preservation. In: RUBENSTEIN, I.; PHILLIPS, R. L.; GREEN, C. E.; GENGENBACH, B. G. **The plant seed: development, preservation and germination**. New York: Academic Press, 1979. p. 145-170.
- BASTOS, J. R. C. A. G. **Estudo da produção, período de coleta e poder germinativo das sementes de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) na região de Jaboticabal, SP**. 1986. 54 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, 1986.
- BATISTA FILHO, A.; RAGA, A.; BUENO, C. J.; FURTADO, E. L.; ALMEIDA, J. E. M.; MINEIRO, J. L. C.; LEITE, L. G.; SANTOS, R. S. **Doenças e pragas em seringueira**. Boletim técnico, n. 25. São Paulo: Instituto biológico, 2011. 81 p.
- BENESI, J. F. C.; FURTADO, E. L.; BRIOSCHI, A.P.; BELLINTANI NETO, A.M.; ORTALANI, A. A.; BACCHIEGA, A. N.; MARTINS, A. L. M.; P, S. A.; OLIVEIRA FILHO, N. L.; GONÇALVES, P. S.; ARRUDA, S. T. **A cultura da seringueira para o estado de São Paulo**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral-CATI, 1999. 99 p.

- BENG, A. B. Problems of rubber seed storage. In: CHIN, H. F.; ENOCH, I. C.; RAJA HARUN, R. M. (Eds.). **Seed Technology in the Tropics**, Malaysia: University Pertanian Malaysia, 1976. 117-122.
- BERGAMASCHI, M. C. M.; VIEIRA, R. D.; MINOHARA, L.; CARVALHO, N. M. Tratamento químico e armazenamento de sementes de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 3, Jaboticabal. **Resumos ...** Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1991. p. 16.
- BERJAK, P. Storage of seeds of *Hevea brasiliensis*. **Journal Natural Rubber Research**, v. 4, n. 3, p. 195-203, 1989.
- BERJAK, P.; DINI, M.; PAMMENTER, N. W. Possible mechanisms underlying the differing dehydration responses in recalcitrant and orthodox seeds: desiccation – associated with subcellular changes in propagules of *Avicennia marina*. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 12, n. 2, p. 365-384, 1984.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BIANCHETTI, A.; RAMOS, A. Efeito da temperatura de secagem sobre o poder germinativo de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 2, p. 27-56, 1981.
- BONNER, F. T. Storage of hardwood seeds. **Forest Genetic Resources Information**, Rome, n. 7, p. 10-17, 1978.
- BONOME, L. T. S.; OLIVEIRA, L. E. M.; GRACIANO, M. H. P.; MATTOS, J. O. S.; MESQUITA, A. C. Influência do tratamento fungicida e da temperatura sobre a qualidade fisiológica de sementes de seringueira durante o armazenamento. **Agrarian**, Lavras, v. 2, n. 5, p. 97-112, jul./set. 2009.
- BORRACHA NATURAL BRASILEIRA. **Viveiros esperam maior demanda por mudas, mas oferta pode ser menor**. Piracicaba: Natural Comunicação, 2011. Disponível em: <http://www.borrachanatural.agr.br/cms/index.php?option=com_content&task=view&id=9563&Itemid=10>. Acesso em: 25 mai. 2011.
- BOUYCHOU, J. G. La biologie de l'*Hevea*. **Revue Général du Caoutchoucs et des Plastiques**, Paris, v. 40, p. 933-1001, 1969
- BRASIL, MAPA: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 29**, 05 de agosto de 2009a.
- BRASIL, MAPA: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA. 2009b. 398 p.
- BRASIL. Superintendência da Borracha. Plano Nacional da Borracha. **O gênero Hevea: descrição das espécies e distribuição geográfica. Anexo IV**. Rio de Janeiro: SUDHEVEA, 1971. 54 p.
- CARDOSO, M.; ZINK, E.; BACCHI, O. Estudo sobre a conservação de sementes de seringueira. **Bragantia**, Campinas, v. 25, p. 35-40, 1966.
- CARMO, C. A. F. de S.; GOMES, R. Formação de mudas e instalação de seringal. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 21, 18-25 p, 1985.

- CARNEIRO, J. G. A. **Armazenamento de sementes florestais**. Curitiba: FUPEF, 1987. 35 p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.
- CARVALHO, N. M.; VIEIRA, R. D. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: UNESP, 1994. 164 p.
- CENTURION, M. A. P. C.; CENTURION, J. F. **Seringueira**. Jaboticabal: UNESP, 1996. 57 p.
- CHACKO, E. K.; SINGH, R. N. Studies on the longevity of papaya, phalsa, guava and mango seeds. **Proceeding of International Seed Testing Association**, Vollebekk, v. 36, n.1, p. 147-158, 1971.
- CHEE, K. H.; HOLLIDAY, H. **South American leaf blight of rubber**. Kuala Lumpur: Malaysian Rubber Research Development Board, 1986. 50 p.
- CHIN, H.F. Production and storage of recalcitrant seeds in the tropics. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.83, p. 17-21, 1978.
- CHIN, H.F. Seed production and processing. In: CHIN, H.F. & ROBERTS, E. H. (Ed.). **Recalcitrant crop seeds**. Kuala Lumpur: Tropical Press, 1980. p. 11-33.
- CHIN, H. F. Storage of recalcitrant seeds. In: Basra, A. S. (Ed.). **Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications**. New York: Food Products Press, 1995. 209-322 p.
- CHIN, H. F.; AZIZ, M.; ANG, B.B. & HAMZAH, S. The effect of moisture and temperature on the ultrastructure and viability of seeds of *Hevea brasiliensis*. **Seed Science & Tecnology**, Zurich, n.9, p. 411-422, 1981.
- CHIN, H. F.; ROBERTS, E. H. **Recalcitrant crop seeds**. Kuala Lumpur: Tropical Press, 1980. 152 p.
- CHRISTENSEN, C. M. Microflora and seed deterioration. In: Roberts, E. H. (Ed.). **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall, 1974. 59-93 p.
- CICERO, S. M.; MARCOS FILHO, J.; TOLEDO, F. F. Efeitos do tratamento fungicida e de três ambientes de armazenamento sobre a conservação de sementes de seringueira. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v.43, n.2, p. 763-787, 1986.
- CICERO, S. M.; TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J.; MENTEN, J. O. M. Uso da mesa gravitacional e tratamento fungicida em sementes de seringueira. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n. 1, p. 53-62, 1987.
- CID, L. P. B. Bases para uma nova metodologia de avaliação de viabilidade das sementes de seringueira (*Hevea spp.*). **Pesquisa em Andamento - EMBRAPA**, Manaus, n. 38. Abr./1986.
- CORTEZ, J. V. Heveicultura brasileira. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE A HEVEICULTURA PAULISTA, 5., 2006, São José do Rio Preto. **Anais...** São José do Rio Preto: APABOR, 2006. 1 CD-ROM.
- DEAN, W. **A luta pela borracha no Brasil**. São Paulo: Ed. Nobel, 1989. 297 p.

- DIJKMAN, M. J. **Hevea thirty years of research in Far East**. Coral Gables: University of Miami, 1951. 329 p.
- EDGARD, A. T. **Manual of rubber planting (Malaya) Kuala Lumpur**. Kuala Lumpur: Incorporated Society of Planters, 1958. 147 p.
- FARRANT, J. M.; PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. The increasing desiccation sensitivity of recalcitrant *Avicennia marina* seeds with storage time. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 67, n.2, p. 291-298, 1986.
- FARRANT, J. M.; PAMMENTER, N.W.; BERJAK, P. Recalcitrance: a current assessment. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.16, p. 155-166, 1988.
- FERRAZ, I. D. K.; SAMPAIO, P. T. B. Métodos simples de armazenamento das sementes de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl. e *Carapa procera* D.C. Meliaceae.). **Acta Amazonica**, Manaus, v.26, n.3, p.137-144, 1996.
- FIGUEIREDO, S. F. L. Conservação da viabilidade da semente de cacau. IV. Efeito de fungicidas e peletização. **Theobroma**, Ilhéus, v. 16, n. 4, p. 173-188, 1986.
- FONSECA, S. C. L.; FREIRE, H. B. Sementes recalcitrantes: problemas na pós colheita. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 297-303. 2003.
- FUJIKAWA, S. Freeze-fracture and etching studies on membrane damage on human erythrocytes caused by formation of intracellular ice. **Cryobiology**, Espanha, v.17, p.351-362, 1980.
- FURTADO, E. L.; TRINDADE, D. R. Doenças da seringueira. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; FILHO, A. B.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia**. 2. ed. São Paulo: Ceres, 2005. v. 2, cap. 63, p. 559-568.
- GAMEIRO, A. H.; GAMEIRO, M. B. P. Perspectivas para o mercado internacional de borracha natural. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HEVEICULTURA, 1., 2007, Guarapari. **Anais...** Guarapari: INCAPER, 2007. 1 CD-ROM.
- GARCIA, A.; VIEIRA, R. D. Germinação, armazenamento e tratamento fungicida de sementes de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 16, n. 2, p. 128-133, 1994.
- GASPAROTTO, L.; SANTOS, A. F.; PEREIRA, J. C. R.; FERREIRA, F. A. **Doenças da seringueira no Brasil**. Brasília: Embrapa, 1997. 168 p.
- GEORGE, P. J. Observations on the floral biology and fruit set in *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. **Rubber Board Bulletin**, Kottayam, v. 9, p. 18-27, 1967.
- GOLDBACH, H. Imbibed storage of *Melicoccus bijugatus* and *Eugenia brasiliensis* (E. dombeyi) using abscisic acid as a germination inhibitor. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.7, n.3, p. 404-406, 1979.
- GOMIDE, C. C. C.; FONSECA, C. E. L.; NASSER, L. C. B.; CHARCHAR, M. J. D.; FARIAS NETO, A. L. Identificação e controle de fungos associados às sementes armazenadas de cagaita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 6, p. 885-890, 1994.

GONÇALVES, P. S.; BATAGLIA, O. C.; ORTOLANI, A. A.; FONSECA, F. S. **Manual de heveicultura para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001. 78p.

GONÇALVES, P. S.; ORTOLANI, A. A.; CARDOSO, M. **Melhoramento genético da seringueira: uma revisão**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1997. 55 p.

GUIMARÃES, R. M. **Tolerância à dessecação e condicionamento fisiológico em sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2000. 180f. Tese (doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, 2000.

HAMILTON, R. A. A study of germination and storage life of macadamia seed. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, v. 70, p. 209-217, 1957.

HARMAN, G. E. Deterioration of stored pea seed by *Aspergillus ruber*: Partial purification and characterization of a toxin to peas. **Phytopathology**, v. 63, p. 46-49, 1973.

HARMAN, G. E. Deterioration of stored pea seeds by *Aspergillus ruber*: extraction and properties of a toxin. **Phytopathology**, v. 62, p. 206-214, 1972.

HARMAN, G. E.; NASH, G. Deterioration of stored pea seed by *Aspergillus ruber*: evidence for involvement of a toxin. **Phytopathology**, v. 62, p. 209-212, 1972.

HARRINGTON, J.F. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T.T. **Seed biology: insects, seed collection, storage, testing and certification**. New York: Academic Press, 1972. v.3, cap. 3, p. 145-245.

HEYDECKER, W. Vigor. In: ROBERTS, E.H. (Ed.) **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall, 1972. p. 209-252.

HILTON, R. N. South American leaf blight: a review of the literature relating to its depredations in South American, its threat to the far East, and methods available for its control. **Journal Rubber Research Institute of Malaya**, Kuala Lumpur, v. 14, p. 287-354. 1955.

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

HUSIN, S. bin. M.; CHIN, H. N.; HOR, Y. L. Fruit and seed development in *Hevea* (clone RRIM 600) in Malaysia. **Journal Rubber Research Institute of Malaysia**, Kuala Lumpur, v.29, p. 101-109, 1981.

KAGEYAMA, P. Y.; MÁRQUEZ, F. C. M. Comportamento das sementes de espécies de curta longevidade armazenadas com diferentes teores de umidade inicial (gênero *Tabebuia*). Piracicaba, 1981. 4 p. (IPEF. Circular Técnica, 126).

KAGEYAMA, P. Y.; VIANA, V. M. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2., 1979, Atibaia. **Anais...** São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente/Instituto Florestal, 1989. p. 197-215.

KERMODE, A. R.; OISHI, M. Y.; BEWLEY, J. D. Regulatory roles for desiccation and abscisic acid in seed development: a comparison of the evidence from whole seeds and isolated embryos. In: STANWOOD, P. C.; McDONALD, M. B. **Seed moisture**. Madison: CSSA, 1989. p. 23-50.

- KIKUTI, A. L. P. **Aplicação de antioxidantes em sementes de cafeeiro visando à preservação da qualidade**. 2000. 72f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, 2000.
- KING, M. W.; ROBERTS, E. H. **The storage of recalcitrant seeds: achievements and possible approaches**. Rome: IBPGR, 1979. 96p.
- KING, M. W.; ROBERTS, E. H. Maintenance of recalcitrant seeds in storage. In: CHIN, H. F.; ROBERTS, E. H. (Ed.) **Recalcitrant crop seeds**. Kuala Lumpur: Tropical Press, 1980 a. cap.4, p.53-99.
- KING, M. W.; ROBERTS, E. H. A strategy for future research into the storage of recalcitrant seeds. In: CHIN, H. F.; ROBERTS, E. H. (Ed.) **Recalcitrant crop seeds**. Kuala Lumpur: Tropical Press, 1980b. cap. 5, p. 90-110.
- KING, M. W.; ROBERTS, E. H. The imbibed storage of cocoa (*Theobroma cacao*) seeds. **Seeds Science and Technology**, Zurich, v. 10, n.3, p. 535-540, 1982
- MORAES, V. H. F; OLIVEIRA, C. J. R. **Curso de especialização em heveicultura**. BELEM: SUDHEVEA. 1978. 56 p.
- NAUTIYAL, A. R.; PUROHIT, A. N. Seed viability in sal. II. Physiological and biochemical aspects of ageing in seeds of *Shorea robusta*. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.13, p.69-76. 1985.
- NEERGAARD, P. **Seed pathology**. London: Maximillan Press, 1977. 839 p.
- NEVES, C. S. V. J. **Avaliação de métodos para conservação de sementes de abacateiro (*Persea sp.*)**. 1991. 81 f. Dissertação (mestrado) - ESALQ/USP, Piracicaba,1991.
- NEVES, C. S. V. J. Sementes recalcitrantes: revisão de literatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 9, p. 1459-1467, set. 1994.
- NORMAN, M. N.; CHIN, H. F. Effects of temperature on storage of *Hevea* seeds treated with polyethylene glycol 600. **Malaysian Applied Biology**, Bangi, v. 18, n. 2. p. 15-30, 1989.
- OJIMA, M.; DALL'ORTO, F. A. C.; RIGITANO, O. Germinação de sementes de noqueira macadâmia. Campinas: Instituto Agrônômico, 1976. 16 p. Boletim Técnico, 33.
- PA, O. T.; KOEN, L. I. Results on storage test with seeds of *Hevea brasiliensis*. **Research Institute Estate Crops Bogor**, Indonesia, v. 36, p. 3-35, 1963.
- PARANJOTHY, K. Physiological aspects of wintering fower induction and fruit-set in *Hevea*. In: RRIM. **Hevea breeding course**. Kuala Lumpur: RRIM, 1980. p. 1-17.
- PAULA, N. F.; BORGES, E. E. L.; BORGES, R. C. G.; PAULA, R. C. Alterações fisiológicas em sementes de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Jaboticabal, v. 19, n. 2, p. 326-333. 1997.
- PAULA, N. F.; BORGES, E. E. L.; BORGES, R. C. G.; PAULA, R. C. Avaliações bioquímicas e fisiológicas em sementes de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) **Revista Brasileira de Sementes**, Jaboticabal, v. 20, n. 2, p. 1-10. 1998.

- PEREIRA, A. V.; PEREIRA, E. B. C. **Cultura da seringueira no cerrado**. Planaltina: Embrapa, 2001. 59 p.
- PEREIRA, J. P. Conservação da viabilidade do poder germinativo de sementes de seringueira. EMBRAPA, Comunicado Técnico, n. 3. p. 5. Jun/1978. Sudhevea.
- PEREIRA, J. P. Conservação da viabilidade do poder germinativo da semente de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 15, n. 2, p. 237-244, 1980.
- PEREIRA, J. P. Formação de mudas e instalação de seringais. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 237, p. 49-58, mar./abr. 2007.
- PEREIRA, J. P.; PEREIRA, A. V.; CONCEIÇÃO, H. E. O.; CELESTINO FILHO, P.; TRINDADE, D. R. Efeito do acondicionamento sobre a germinação de sementes de seringueira (*Hevea spp.*). Comunicado técnico: EMBRAPA, Manaus, n. 11, fev. 1980. 3 p.
- PINHEIRO, E.; PINHEIRO, F. S. V. Heveicultura em área de escape. In: ALVARENGA, A. P.; DO CARMO, C. A. F. S. (Org.) **Seringueira**. Viçosa: EPAMIG, 2008. Cap. 4, p. 83-126.
- PIRES, M. J.; SECCO, R. S.; GOMES, J. I. **Taxonomia e fitogeografia das seringueiras (*Hevea spp.*)**. Belém: EMBRAPA, 2002, 103 p.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2 ed. Brasília: ABEAS.1985. 289 p.
- PRANGE, P. W. Estudo de conservação do poder germinativo das sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. **Anuário Brasileiro de Economia Florestal**, Rio de Janeiro, v. 16, p. 43-48, 1964.
- RANDS, R. D. **South American leaf disease of rubber**. Washington D.C: USDA, 1924. 19 p.
- ROBERTS, E. H. Cytological, genetical, and metabolic changes associated with loss of viability. In: ROBERTS, E. H. **Viability of seeds**. London: Chapman & Hall, 1972a. p. 253-306.
- ROBERTS, E. H. Introduction. In: ROBERTS, E. H. **Viability of seeds**. London: Chapman & Hall, 1972b. p. 1-13.
- ROBERTS, E. H. Storage environment and the control of viability. In: ROBERTS, E.H. **Viability of seeds**. London: Chapman & Hall, 1972c. p. 14-58.
- ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.1, p. 499-514, 1973.
- ROBERTS, E. H. & KING, M. W. The characteristics of recalcitrant seeds. In: CHIN, H.F. & ROBERTS, E.H. (Ed) **Recalcitrant crop seeds**. Kuala Lumpur: Tropical press, 1980. p. 1-5.
- ROCHA, H. M. Problemas de enfermidade nos seringais da Bahia. In: SEMINÁRIO NACIONAL DA SERINGUEIRA, 1., 1972, Cuiabá, MT. **Anais...** Rio de Janeiro: SUDHEVEA, 1972. p. 99-108.
- ROCHA, V. S. R.; OLIVEIRA, A. B.; SEDYIAMA, T. **A qualidade da semente de soja**. Viçosa: UFV, 1990. 76 p.

- ROCQUE, C. **Grande enciclopédia da Amazônia**. v. 1. Belém: Ed. AMEL/AMAZONIA, 1967. 304 p.
- ROSADO, P. L.; ALVARENGA, A. P.; PIRES, M. M.; SANTOS, D. F. Agronegócio da borracha natural. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 237, p. 12-22, 2007.
- ROSSMANN, H. Panorama nacional da heveicultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HEVEICULTURA, 1., 2007, Guarapari. **Anais...** Guarapari: INCAPER, 2007. 1 CD-ROM.
- RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYA. Seed storage. **Planters' Bulletin of the Rubber Research Institute of Malaya**, Kuala Lumpur, v. 133, p. 220-225, 1966.
- SAKHIBUN, M. H. **Storage and viability of *Hevea* seeds**. 1981. 122 f. Dissertação (mestrado em Agronomia) – University Putra Malaysia, Selangor, 1981.
- SAKHIBUN, M. H.; CHIN, H. F. & HOR, Y. L. Viability test on *Hevea* seed by the tetrazolium method. **Journal of The Rubber Research Institute of Malaysia**, v. 29, n. 1, p. 44-51, 1981.
- SECCO, R. S. A botânica da seringueira. In: ALVARENGA, A. P.; DO CARMO, C. A. F. S. (Org.) **Seringueira**. Viçosa: EPAMIG, 2008. cap. 1, p. 3-23.
- SENAR. **Sangrador de seringueira**: sangria em seringueira. São Paulo: FAESP, 2005. 53 p.
- SERCILOTO, C. M. ; OLIVEIRA, L. E. M. ; MICHELOTO, M. D. ; PEREIRA, A. V. ; COSTA NETO, A. P. ; GUERRA NETO, E. G. Manutenção do poder germinativo de sementes de seringueira (*Hevea brasiliensis* Müell. arg.) nas condições de Lavras-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 6., 1997, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 1997a. p. 539-539.
- SERCILOTO, C. M.; OLIVEIRA, L. E. M.; MICHELOTO, M. D.; PEREIRA, A. V.; GUERRA NETO, E. G.; COSTA NETO, A. P. Sistemas de armazenamento de sementes de seringueira (*Hevea brasiliensis* Müell. arg.) visando a manutenção do poder germinativo. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA ESAL, 1997, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 1997b.
- SILVA, D.; SANTOS, A. M.; MENDES, M. C.; SILVA, M. L. **Diretrizes técnicas para a cultura da seringueira no Estado de Mato Grosso**. Cuiabá: EMPAER - Empresa Mato-Grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural. 2005. 64 p.
- SILVEIRA, A. P.; FURTADO, E. L. **Doenças da seringueira no Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto Biológico, 1997. 30 p.
- SIMÃO, S. Estudo do poder germinativo da semente de manga. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 16, p. 289-297, 1959.
- SMITH, J., PAYNE, J. **Vascular plant families**. Califonia: Mad River Press inc. 1977. 320 p.
- SMITH, M.T. & BERJAK, P. Deteriorative changes associated with the loss of viability of storage desiccation – tolerant and desiccation-sensitive seeds. In: KIMOJEL, Y. & GOLILI, G. (Eds). **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker Inc., 1995. p. 701-746.
- STUBSGAARD, F. **Seed moisture**. Humlebaek: DFSC, 1990. 30 p.

TOLEDO, F.F.; MARCOS FILHO, J. **Manual de sementes**: tecnologia da produção. São Paulo: Agronomica Ceres, 1977. 224 p.

URBEN, A. F.; WETZEL, M. M. V. S.; CÍCERO, S. M. Ocorrência de fungos em sementes de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 11, p. 1633-1637. 1982.

VIEIRA, R. D.; ANTONIO, R. L.; AGUIAR, I. B. de; MALHEIROS, B. B. Época de coleta de qualidade de sementes de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n. 7, p. 851-856, 1989.

VIEIRA, R. D.; BERGAMASCHI, M. C. M.; MINOHARA, L. Qualidade fisiológica de sementes de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.), tratadas com benlate durante o armazenamento. **Science agric.** Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 151-157, jan./abr. 1995.

WANG, B. S. P. Tree seed and pollen storage for genetic conservation, possibilities and limitations. In: FAO. **The methodology of conservation of forest genetic resources**. Rome: FAO/UNEP, 1975. p. 93-103.

WATSON, G. A. Climat and soil In: WEBSTER, C. C.; BAULKWILL, W. J. **Rubber**. New York: Longman Scientific & technical, 1989, cap. 4, p. 125-164.

WETZEL, M. M. V. S.; CÍCERO, S. M.; FERREIRA, B. C S. Aplicação do teste de tetrazólio em sementes de seringueira. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 83-88, 1992.

WINTERS, H. F.; RODRIGUEZ-COLON, F. Storage of macadamia seeds. **Proceedings of American Society of Horticultural Science**, St. Joseph, v. 61, p. 304-306, 1953.

ZINK, E.; OJIMA, M. Influência das condições de armazenamento no poder germinativo das sementes de nêspira. **Bragantia**, Campinas, v. 24, p. 9-12, 1965.

ZINK, E.; ROCHELLE, L. A. Estudos sobre a conservação de sementes, XI – Cacau. **Bragantia**, Campinas, v. 23, n. 11, p. 111-116, 1964.

ANEXO

Anexo 1. Aspectos das sementes de seringueira (*Hevea brasiliensis*) após o teste de tetrazólio.

