

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia
Tropical e Recursos Naturais - PIPG BTRN



ESTUDOS TECNOLÓGICOS PARA AUXILIAR NA ANÁLISE DAS
SEMENTES DE *Enterolobium schomburgkii* Benth.

MICHELE BRAULE PINTO RAMOS

Manaus - AM
2003

73321



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM

BIBLIOTECA DO INPA

VEDADO EMPRÉSTIMO

ESTUDOS TECNOLÓGICOS PARA AUXILIAR NA ANÁLISE DAS SEMENTES DE
ENTEROLOBIUM SCHOMBURGKII BENTH.

Michele Braule Pinto Ramos

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, na área de concentração em Ciências de Florestas Tropicais.

T
634.973321
R175e

Manaus - Amazonas
2003



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM

BIBLIOTECA DO INPA

ESTUDOS TECNOLÓGICOS PARA AUXILIAR NA ANÁLISE DAS SEMENTES DE
ENTEROLOBIUM SCHOMBURGKII BENTH.

Michele Braule Pinto Ramos

Orientadora: Dra. Isolde Dorothea Kossmann Ferraz

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, na área de concentração em Ciências de Florestas Tropicais.

Fontes financiadoras: ABC-MCT-INPA/JICA (nº3091064E1)
PNOPG/CNPq (nº550727/2001-9)

Manaus - Amazonas
2003

Ramos, Michele Braule Pinto

Estudos tecnológicos para auxiliar na análise das sementes de *Enterolobium schomburgkii* Benth. / Michele Braule Pinto Ramos – Manaus, 2003.

93 p.: il.

Dissertação de Mestrado – INPA/UFAM

1. Estudos fenológicos
2. Morfologia da germinação
3. Teor de água
4. Temperatura de germinação
5. Fotoblastismo
6. Quebra de dormência
7. Comportamento no armazenamento
8. Dessecamento
9. Vigor

CDD 19 ed.
634.9562

Sinopse:

Foram determinadas as características fenológicas da espécie *Enterolobium schomburgkii* Benth., morfológicas das suas sementes e plântulas, e os requerimentos para a germinação, armazenamento e avaliação do vigor de sementes, visando seu manuseio, comercialização e fiscalização.

Palavras-chave: Orelha-de-macaco; batibatra; Mimosaceae; temperatura de germinação; semente ortodoxa; armazenamento; plântula; teor de água; dessecamento; teste de frio; morfologia da germinação.

OFEREÇO

Aos meus pais, Graça e Evandro Ramos, a quem tanto amo e devo.

DEDICO

Aos meus pais, Graça e Evandro Ramos, aos meus irmãos Danielle, Andrews e Evandro Júnior (Dinho) (*in memoriam*), e ao meu namorado Arlem Oliveira, por todo amor, compreensão e força a mim dedicados ao longo da minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Deus e a minha família, pelo carinho e motivação que me dedicaram, mas em especial por sua paciência e compreensão em todos os momentos da minha vida.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, especialmente à Coordenação de Silvicultura Tropical-CPST e ao Projeto Jacaranda, e à Universidade Federal do Amazonas-UFAM, pelo apoio logístico e financeiro.

À pesquisadora Dra. Isolde Dorothea Kossmann Ferraz, pela oportunidade, confiança e orientação durante este trabalho.

À pesquisadora M.Sc. Vania Palmeira Varela, pela inestimável contribuição, incentivo, apoio e principalmente pela amizade em todos os momentos.

Aos pesquisadores Dr. Manuel Lima, Dr. Sidney Ferreira, Dra. Mirian Eira, Dr. Antônio Medeiros e Dr. Joaquim dos Santos, pela valorosa contribuição e orientação.

À amiga Maria Auxiliadora Sales, pela ajuda e companheirismo durante todas as etapas, mas principalmente pela grande amizade que muito contribuiu para o desenvolvimento do trabalho.

Aos amigos do INPA, Lúcio Batalha, Gelsomina Galati, André D'Oran, José Maria da Paz (Zezão), Sr. Manuel, Sr. Raimundo (Índio), Valdecira, Luzinete, José Alcione, Jackeline Nóbrega, Fátima Melo, Sheylla Fontes, Lia Mesquita, Márcia Castro, Tércia Neves e Ângela Alves, pelo companheirismo e ajuda durante toda a execução do trabalho.

A todos os professores do Curso de Ciências de Florestas Tropicais-CFT, que contribuíram com seus ensinamentos, à amiga Ana Clycia pelo apoio e dedicação, e aos amigos do curso, Neila, Marilane, Fábio, Liliane, Cláudia, Denize, Marciléia, Marcelo, Euler, Sumaia e Andréa, pelo companheirismo e amizade.

E a todos que, de alguma forma, contribuíram, mesmo com um pequeno gesto, para a concretização desta etapa da minha formação.

Agradeço por tudo.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. <i>Objetivo geral</i>	4
2.2. <i>Objetivos específicos</i>	4
3. REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1. <i>Características gerais da espécie Enterolobium schomburgkii Benth.</i>	5
3.1.1. <i>Sinonímias</i>	5
3.1.2. <i>Nomes comuns</i>	5
3.1.3. <i>Distribuição geográfica e habitat</i>	6
3.1.4. <i>Descrição botânica</i>	7
3.1.5. <i>Fenologia</i>	10
3.1.6. <i>Dispersão e predação dos frutos e sementes</i>	10
3.1.7. <i>Utilidades da espécie</i>	10
3.1.8. <i>Características tecnológicas da madeira e usos</i>	11
3.2. <i>Determinação do teor de água das sementes</i>	12
3.3. <i>Germinação das sementes</i>	12
3.4. <i>Armazenamento das sementes</i>	16
3.5. <i>Dessecamento das sementes</i>	17
3.6. <i>Teste de vigor das sementes</i>	18
4. MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1. <i>Localização da área de coleta</i>	20
4.2. <i>Coleta dos frutos e extração das sementes</i>	21
4.3. <i>Determinações fenológicas</i>	21
4.4. <i>Caracterização dos frutos e sementes</i>	22
4.5. <i>Caracterização morfológica de plântulas normais</i>	23
4.6. <i>Definição da quantidade mínima de sementes para a determinação do teor de água</i>	23
4.7. <i>Determinação dos padrões de germinação</i>	24
4.7.1. <i>Determinação da germinação das sementes recém coletadas</i>	24

4.7.2. Determinação da influência da temperatura sobre a germinação	26
4.7.3. Determinação da influência da luz sobre a germinação	26
4.7.4. Determinação da influência da alternância de temperatura sobre a quebra de dormência de sementes intactas	27
4.8. Determinação da longevidade das sementes no armazenamento a diferentes temperaturas	28
4.9. Determinação da influência do dessecamento sobre a germinabilidade das sementes	28
4.10. Determinação da tolerância das sementes ao resfriamento	29
4.11. Teste de vigor das sementes de <i>E. schomburgkii</i>	30
4.11.1. Determinação do período necessário para o teste de frio a 5°C	30
4.11.2. Determinação do tempo para o ponto culminante de germinação	31
4.11.3. Determinação do método de avaliação do vigor das sementes de <i>E. schomburgkii</i>	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1. Aspectos fenológicos preliminares	33
5.2. Características dos frutos e sementes	37
5.3. Morfologia de plântulas normais	41
5.4. Quantidade mínima de sementes para a determinação do teor de água	44
5.5. Características de germinação	45
5.5.1. Germinação das sementes recém coletadas	45
5.5.2. Influência da temperatura sobre a germinação após superação da impermeabilidade do tegumento	47
5.5.3. Influência da luz sobre a germinação após superação da impermeabilidade do tegumento	50
5.5.4. Influência da alternância de temperatura sobre a quebra de dormência de sementes intactas	51
5.6. Longevidade no armazenamento a diferentes temperaturas	52
5.7. Influência do dessecamento sobre a germinabilidade das sementes	59
5.8. Tolerância das sementes ao resfriamento	61
5.9. Vigor das sementes de <i>E. schomburgkii</i>	63
5.9.1. Teste de frio a 5°C	63
5.9.2. Ponto culminante de germinação	66
5.9.3. Comparação entre vários métodos de vigor	67
6. CONCLUSÕES	69
7. SUGESTÕES PARA FUTUROS ESTUDOS	71
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXOS	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados fenológicos das matrizes de <i>E. schomburgkii</i> (orelha-de-macaco), comparados aos dados compilados do material botânico do Estado do Amazonas depositado no herbário do INPA. n = 20 espécimes	36
Tabela 2 – Morfometria dos frutos recém coletados de <i>E. schomburgkii</i> , em 15.09.2002, no Campus I do INPA, em Manaus/AM (n = 30)	37
Tabela 3 – Comparação da morfometria das sementes de <i>E. schomburgkii</i> de quatro anos de coleta (sementes em equilíbrio com $25\pm 4^{\circ}\text{C}$ e 60-70% de UR; n = 100)	38
Tabela 4 – Peso de mil sementes e número de sementes por quilograma para as sementes de <i>E. schomburgkii</i> , comparando diferentes coletas	40
Tabela 5 – Determinação do teor de água de sementes de <i>E. schomburgkii</i> , comparando diferentes tamanhos de amostragem (sementes coletadas em 15.09.2000, 1 mês após extração dos frutos)	45
Tabela 6 – Germinação das sementes de quatro anos de coleta de <i>E. schomburgkii</i> , comparando a emergência da raiz primária e formação de plântula normal a 30°C	46
Tabela 7 – Germinação na luz e no escuro das sementes de <i>E. schomburgkii</i> de três anos de coleta. Critério: Emissão da raiz primária	51
Tabela 8 – Germinação 2 meses após a semeadura de sementes intactas de <i>E. schomburgkii</i> submetidas a temperaturas alternadas, comparando quatro coletas	52
Tabela 9 – Teor de água das sementes de <i>E. schomburgkii</i> de três anos de coleta, submetidas a diferentes temperaturas e períodos de armazenamento	53
Tabela 10 – Influência do dessecamento sobre a emissão de raiz primária e formação de plântula normal de sementes de <i>E. schomburgkii</i> dos anos de coleta de 1999 e 2000	59
Tabela 11 – Comparação entre diversos testes para a avaliação do vigor de sementes de <i>E. schomburgkii</i> , observando-se sementes coletadas em diferentes anos	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa da distribuição geográfica da espécie <i>E. schomburgkii</i> – orelha-de-macaco (Fonte: Mesquita, 1990)	6
Figura 2 – Indivíduo adulto de <i>E. schomburgkii</i> (a) e detalhe da casca (b) – Campus do INPA	7
Figura 3 – Folha de <i>E. schomburgkii</i> (a), disposição dos folíolos e detalhamento do nectário extrafloral (b) e folíolulos (c)	8
Figura 4 – Flor de <i>E. schomburgkii</i>	8
Figura 5 – Frutos (a) e semente (b) de <i>E. schomburgkii</i>	9
Figura 6 – Embrião (a) e eixo embrionário diferenciado (b) de <i>E. schomburgkii</i> (Fonte: Mesquita, 1990)	9
Figura 7 – Chapa de madeira beneficiada de <i>E. schomburgkii</i>	11
Figura 8 – Croqui do Campus I do INPA, adaptado de Ferreira & Ramos (1993), com a localização das matrizes na área de coleta	20
Figura 9 – Esquema de medição dos frutos de <i>E. schomburgkii</i> . Cl: comprimento do legume; Ll: largura do legume; Ct: comprimento total; Lt: largura total	22
Figura 10 – Época de frutificação das matrizes de <i>E. schomburgkii</i> na sede do INPA (Manaus) em comparação com os dados de precipitação média mensal (a) e de temperatura média mensal (b) fornecidos pelo INPE (2003)	34
Figura 11 – Frequência de floração e frutificação de <i>E. schomburgkii</i> ao longo do ano, no Estado do Amazonas. Dados fenológicos baseados nas coletas depositadas no Herbário do INPA e nas observações deste estudo, conforme Tabela 1	35
Figura 12 – Fase inicial de germinação das sementes de <i>E. schomburgkii</i> : a. emissão da raiz primária; b. visualização do crescimento do hipocótilo	41
Figura 13 – Desenvolvimento das plântulas normais de <i>E. schomburgkii</i> . a. crescimento do primeiro eófilo; b. “plântula normal” – estágio de desenvolvimento utilizado como critério de germinação; c. estágio mais avançado da plântula normal, mostrando a abertura dos eófilos	42
Figura 14 – Plântula normal de <i>E. schomburgkii</i> em estágio avançado (a) e muda após 18 meses da semeadura (b)	43
Figura 15 – Plântulas anormais observadas na germinação em laboratório	44
Figura 16 – Influência da temperatura sobre a porcentagem de germinação e o tempo médio de germinação das sementes de <i>E. schomburgkii</i> de quatro anos de coleta	49

Figura 17 – Germinação das sementes de <i>E. schomburgkii</i> de três anos de coleta após armazenamento sob diferentes temperaturas constantes. Critério: Emissão da raiz primária ...	54
Figura 18 – Tempo médio para a emissão da raiz primária das sementes de <i>E. schomburgkii</i> de três anos de coleta após armazenamento sob diferentes temperaturas constantes	55
Figura 19 – Germinação das sementes de <i>E. schomburgkii</i> de três anos de coleta após armazenamento sob diferentes temperaturas constantes. Critério: Formação de plântula normal	57
Figura 20 – Tempo médio para a formação de plântula normal das sementes de <i>E. schomburgkii</i> de três anos de coleta após armazenamento sob diferentes temperaturas constantes	58
Figura 21 – Sobrevivência ao resfriamento entre 5 e 15°C das sementes de <i>E. schomburgkii</i> embebidas, mantidas em vermiculita úmida, observando-se três anos de coleta. Temperatura de germinação: 30°C. Critério: Emissão da raiz primária	62
Figura 22 – Sobrevivência ao resfriamento a 15°C das sementes de <i>E. schomburgkii</i> embebidas, mantidas em vermiculita úmida, observando-se três anos de coleta. Temperatura de germinação: 30°C. Critério: Emissão da raiz primária	63
Figura 23 – Comparação da sobrevivência das sementes de <i>E. schomburgkii</i> embebidas, mantidas sobre papel de filtro úmido (linha contínua) ou em vermiculita úmida (linha pontilhada), após teste de frio a 5°C, observando-se sementes de três anos de coleta armazenadas por diferentes períodos. Temperatura para germinação: 30°C. Critério: Emissão da raiz primária	65
Figura 24 - Perda de germinação das sementes de <i>E. schomburgkii</i> após 24 horas de teste de frio a 5°C, observando-se sementes de diferentes anos de coleta e diferentes tempos de armazenamento	65
Figura 25 – Ponto culminante de germinação a 30°C das sementes de <i>E. schomburgkii</i> , comparando quatro anos de coleta. Critério: Formação de plântula normal	66

Estudos tecnológicos para auxiliar na análise das sementes de *Enterolobium schomburgkii* Benth.

RESUMO – A árvore *Enterolobium schomburgkii* Benth. da família botânica Mimosaceae, é localmente conhecida como faveira-orelha-de-macaco. As características de sua madeira mostram propriedades equivalentes às de espécies mais nobres da região. A madeira é conhecida fora do Brasil como batibatra. A árvore é heliófila, se associa a bactérias *Rhizobium* sp. e pode, portanto, ser plantada em solos pobres. Apesar desta vantagem silvicultural e seu potencial econômico, quase não existem plantações de *E. schomburgkii* na região amazônica. Uma das razões pode ser a falta de informações sobre a sua propagação. O presente estudo fornece conhecimentos básicos para o manuseio da semente e avaliação da qualidade visando uma possível comercialização das sementes de *E. schomburgkii* no futuro. A germinação é epígea e fanerocotiledonar. Sob condições ideais de temperatura, o desenvolvimento de uma plântula normal pode ser avaliado aos 14 dias após a semeadura. Os frutos indeiscentes são dispersos na estação seca, no estado do Amazonas, e podem ser coletados durante o mês de setembro. O teor de água de sementes recém dispersas variou entre 10,5 e 13,5%. Comparando quatro anos de produção, o peso de 1000 sementes estava entre 49 e 59g. Utilizando-se um mínimo de 60 sementes por repetição, a diferença entre os teores de água ficou abaixo de 2%, portanto dentro dos padrões aceitos pelas Regras para Análise de Sementes. Temperaturas alternadas (12:12h) de 35:15°C e 30:20°C, não tiveram influência sobre a quebra da dormência tegumentar das sementes. Após quebra da dormência tegumentar por desponte, o processo germinativo não foi inibido no escuro, caracterizando um comportamento indiferente à luz. Estudos de germinação num gradiente de temperatura entre 5 e 40°C, indicaram que a temperatura ótima para a emissão da raiz primária e desenvolvimento de uma plântula normal foi de 30°C. Devido à impermeabilidade do tegumento, a velocidade de germinação foi dependente do método utilizado para a quebra de dormência. O teste de frio, mantendo as sementes sob condições úmidas durante 7 dias a 5°C, revelou-se um método eficiente para detectar diferenças na qualidade entre anos de coleta e diferentes tempos de armazenamento. O armazenamento hermeticamente fechado entre -18°C a +20°C durante 9 meses não reduziu a germinação, assim como um dessecamento das sementes até 3,5 - 4,0% de teor de água. Assim, as sementes mostraram um comportamento ortodoxo no armazenamento. Um congelamento das sementes (-18°C) durante 24 horas, foi suficiente para combater o inseto. As sementes de *E. schomburgkii* mostraram-se de fácil manuseio e armazenamento. Dentro de um curto período de tempo, é possível avaliar a qualidade de sementes de *E. schomburgkii*.

Palavras-chave: Faveira-orelha-de-macaco; batibatra; Mimosaceae; temperatura de germinação; semente ortodoxa; armazenamento; plântula; teor de água; dessecamento; teste de frio; morfologia da germinação.

Tecnological Studies for to help in the analysis of *Enterolobium schomburgkii* Benth. seeds.

ABSTRACT – The tree *Enterolobium schomburgkii* Benth. of the botanic family Mimosaceae, is locally known as faveira-orelha-de-macaco. Its wood characteristics are well documented and show to have equivalent properties to the most noble timber species of the region. The timber is known outside of Brasil as batibatra. The tree is light demanding and has association with *Rhizobium* sp., and may therefore be planted on poor soils. Besides this silvicultural advantage and economic potential, there are hardly any plantations of *E. schomburgkii* in the Amazon region. One of the reasons may be the lack of information for its propagation. The present study provides the basic knowledge for seed handling and quality tests for *E. schomburgkii* seeds, in view of a possible commercialisation of the seeds in the future. The germination is epigeal and phanero-cotyledon. Under ideal temperature conditions, the development of a “normal seedling” can be evaluated 14 days after sowing. The indehiscent fruits are dispersed in the dry season during, which is in the state of Amazonas during September. At maturity seed moisture was between 10,5% and 13,5%. Comparing 4 years of seed production the 1000 seed weight was between 49g and 59g. If seed availability is restricted, there might be a necessity to reduce the quantity of seeds below the limits recommended by Seed Testing Rules. Comparing various seed quantities, if a minimum of 60 seeds were used, the difference between repetitions was below 2%, thus within the acceptable range of Seed Testing Rules. Alternating temperatures (12h : 12h) between 35°C : 15°C and 30°C : 20°C, did not break the dormancy caused by water impermeable tegument. After mechanical scarification by clipping the germination was not inhibited under darkness, characterizing the seeds as indifferent to light. Studying germination in a temperature gradient between 5 and 40°C, the optimal temperature condition for radicle protrusion and for normal seedling development was 30 C. In view of the impermeable seed coat, germination velocity was primarily depending on the dormancy breaking treatment. Thus the use of germination velocity as a vigor test may be less recommended. The cold test, maintaining the seeds under moist conditions during 7 days at 5°C revealed to be an efficient method to detect differences in seed quality between years of collection and different times of storage. Hermetic seed storage between -18°C a +20°C during 9 months did not reduce geminability, as well as the desiccation of the seeds to 3,5 - 4,0% seed moisture. Thus the seeds seem to show orthodox behavior in storage. This seed characteristic was helpful to inhibit further proliferation of an insect, frequently observed in the seeds. Freezing of the seeds (-18°C) during 24 h was sufficient to kill the insect. The seeds of *E. schomburgkii* showed to be easy in their handling and storage. Seed quality testing is possible in a short period of time.

Keywords: Faveira-orelha-de-macaco; batibatra; Mimosaceae; germination temperature; orthodox seed; seed storage; seedling; seed moisture; desiccation; cold test; germination morphology.

1. INTRODUÇÃO

A exploração indiscriminada da floresta amazônica tem crescido continuamente, e constitui uma ameaça tanto para a biodiversidade, quanto para o próprio equilíbrio da biosfera. Assim, o reflorestamento de áreas já exploradas ou alteradas, pode diminuir a pressão sobre a floresta ainda intacta, contribuindo para a conservação do ecossistema.

Muitos estudos foram, e ainda vem sendo, realizados procurando estabelecer métodos de utilização racional da floresta, visando a sustentabilidade deste recurso. Na amazônia, existem muitas espécies de alto valor econômico, bem como espécies ainda pouco conhecidas, cujo valor pode contribuir para a melhoria de renda da população regional.

A espécie *Enterolobium schomburgkii* Benth. é natural da Amazônia e possui ampla distribuição geográfica na área tropical da América Central e ao norte da América do Sul (Mesquita, 1990). É uma espécie heliófila e uma das leguminosas que fazem associação com bactérias fixadoras de nitrogênio, portanto pode ser recomendada para áreas com solos pobres (Allen & Allen, 1981).

Quanto à madeira, a espécie *E. schomburgkii* tem grande potencial pois, segundo Gonzalez & Gonçalves (2001), a madeira de orelha-de-macaco recebe ótimo acabamento e apresenta excelente aparência. Além disso, é tecnologicamente equiparável a madeiras de espécies consideradas nobres. Em 2001, no mercado de Manaus, o metro cúbico da madeira de mogno (*Swietenia macrophylla*), cerejeira (*Amburana cearensis*), cedro (*Cedrela odorata*) e freijó (*Cordia goeldiana*), custava entre R\$ 600,00 e R\$ 1.200,00, enquanto o valor para *E. schomburgkii* variou, no mesmo período, entre R\$ 280,00 a R\$ 450,00 por m³. Portanto, *E. schomburgkii* pode substituir parcialmente espécies comumente mais exploradas, contribuindo com a conservação dos recursos florestais.

Apesar de sua madeira ser bem estudada, a utilização local ainda é baixa (Gonzalez & Gonçalves, 2001). O potencial de exportação da madeira já foi verificado pela Organização Internacional de Madeiras Tropicais (OIMT), que constatou também uma oferta reduzida no mercado externo (Chichignoud *et al.*, 1990).

No que diz respeito a utilização de *E. schomburgkii* em programas de reflorestamento, foi encontrado apenas um registro de plantio, sendo este no estado do Pará, na Mineração Rio do Norte em Porto Trombetas (Ferraz, 2000, comunicação pessoal). Uma das causas para a escassez de plantios desta espécie, pode ser a falta de informações sobre a sua propagação.

Na revisão bibliográfica, foram encontrados somente dois trabalhos ligados à propagação da espécie: Souza & Varela (1989) e Albuquerque (1993), estudando tratamentos de quebra de dormência das sementes e descrevendo o processo germinativo, respectivamente.

A revisão botânica do gênero *Enterolobium* foi elaborada por Mesquita (1990). Este estudo descreveu botanicamente 5 espécies para o gênero. Na floresta de terra-firme nas proximidades de Manaus, foi encontrada apenas a espécie *E. schomburgkii* (Ribeiro *et al.*, 1999).

Prioritariamente considera-se importante a definição de uma plântula normal, critério de germinação que deve ser adotado segundo as Regras para Análise de Sementes. Outro aspecto que deve ser definido, é a temperatura ótima de germinação. Esta, é aquela onde ocorre a maior porcentagem de germinação no menor espaço de tempo. Este conhecimento é fundamental para definir a temperatura na qual o teste de germinação, para avaliar a qualidade de sementes, deve ser executado. O conhecimento das exigências fotoblásticas para a germinação são necessárias para a padronização da metodologia dos testes de germinação em laboratório.

Para avaliar a qualidade das sementes, além do teste de germinação, existe uma série de testes de vigor que permitem a diferenciação entre coletas com igual porcentagem de germinação (Krzyzanowski *et al.*, 1999). A escolha do método de avaliação do vigor depende das características fisiológicas da semente, e também dos equipamentos disponíveis no laboratório. Em todo caso, é necessário que sejam definidos valores referenciais de vigor para cada espécie.

Uma vez que sementes florestais são normalmente mais escassas, não disponíveis em grandes quantidades, portanto mais valiosas, nem sempre é possível utilizar a quantidade de 5 a 10g de sementes para a determinação do teor de água, segundo as recomendações das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). Portanto, são necessárias informações mais específicas sobre a quantidade mínima de sementes a ser utilizada para a determinação do teor de água (ISTA, 1998).

A garantia de suprimento contínuo de sementes para a produção de mudas, e a conservação dos recursos genéticos em bancos de germoplasma, requer a utilização de técnicas adequadas de armazenamento. Para isso, é necessário classificar o comportamento fisiológico das sementes durante o armazenamento (Roberts, 1973; Ellis *et al.*, 1990), e testar

a tolerância das sementes ao dessecamento e resfriamento, para que a espécie possa ser avaliada dentro do gradiente entre sementes ortodoxas e recalcitrantes (Berjak & Pammenter, 2000).

Assim, este trabalho pretende contribuir com informações que permitam o manuseio adequado das sementes, e facilitem o processo de comercialização e fiscalização, como também que *E. schomburgkii* possa ser incluída nas Regras para Análise de Sementes.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Fornecer subsídios para o manejo adequado das sementes de *Enterolobium schomburgkii* Benth., uma espécie madeireira de terra-firme com centro de distribuição na Amazônia, visando a futura comercialização e fiscalização das sementes.

2.2. Objetivos específicos

- Obter dados preliminares sobre a fenologia de *Enterolobium schomburgkii* Benth. no estado do Amazonas;
- Descrever a morfologia externa dos frutos, sementes e plântulas de *Enterolobium schomburgkii* Benth.;
- Estabelecer a quantidade de sementes necessárias para a determinação do teor de água para a espécie, segundo as exigências das Regras para Análise de Sementes;
- Determinar as temperaturas cardeais de germinação (ótima, mínima e máxima) comparando sementes com diferentes tempos de armazenamento;
- Determinar a influência da luz sobre a germinação das sementes de *E. schomburgkii*;
- Testar temperaturas alternadas para a quebra de dormência das sementes de *E. schomburgkii*;
- Classificar as sementes de *E. schomburgkii* quanto a sua capacidade de armazenamento, em ortodoxas ou intermediárias;
- Determinar o vigor de sementes coletadas de diferentes matrizes e anos, com diferentes tempos de armazenamento.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Características gerais da espécie *Enterolobium schomburgkii* Benth.

Enterolobium schomburgkii Benth., pertence à família Mimosaceae e está inserida na ordem Leguminales.

3.1.1. Sinonímias

Enterolobium schomburgkii Benth. foi descrita por Bentham (1875) e, inicialmente, havia sido descrita como *Pithecellobium schomburgkii* Benth. (Bentham, 1844). Possui também como sinonímias as denominações *Feuilleea schomburgkii* (Benth.) Kuntze e *Mimosa wilsonii* Standley (Kuntze, 1891; Croat, 1978). Segundo Mesquita (1990), *E. schomburgkii* var *glaziovii* tem como sinonímia *E. glaziovii* (Benth.) Mesquita.

3.1.2. Nomes comuns

No Brasil, é conhecida como orelha-de-macaco, faveira orelha-de-macaco, faveira, paricá, paricarana, angelim-de-rosca, fava-de-rosca, sucupira-amarela, timbaúba, timbó-da-mata, timborana, faveira dura, orelha-de-negro (Mesquita, 1990; Ducke, 1939; Corrêa, 1926; Loureiro & Silva, 1968).

No Panamá, é conhecida vulgarmente como monkey's ear e nigger's ear (Woodson Junior & Schery, 1950) e na Venezuela e Guiana, como amusces-del-suelo, curarina-grande, suburutim, aratobana, acacia franc, bougou e bati batra (Mesquita, 1990). No Suriname, é conhecida como tamaren prokoni e no mercado externo, é conhecida como batibatra (Chichignoud *et al.*, 1990).

3.1.3. Distribuição geográfica e habitat

O gênero *Enterolobium* ocorre na região neotropical, desde a América Central até a América do Sul (Mesquita, 1990). *Enterolobium schomburgkii* Benth. é a espécie do gênero que possui a mais ampla distribuição geográfica. É encontrada do México até a Argentina, e tem como centro de distribuição a Amazônia (Bentham, 1876) (Figura 1).

No Brasil, é encontrada principalmente na região norte, especialmente nas bacias do Rio Negro e Solimões no estado do Amazonas. Ocorre também nos estados do Pará, Acre, Amapá, Maranhão, Mato Grosso e Piauí (Mesquita, 1990).

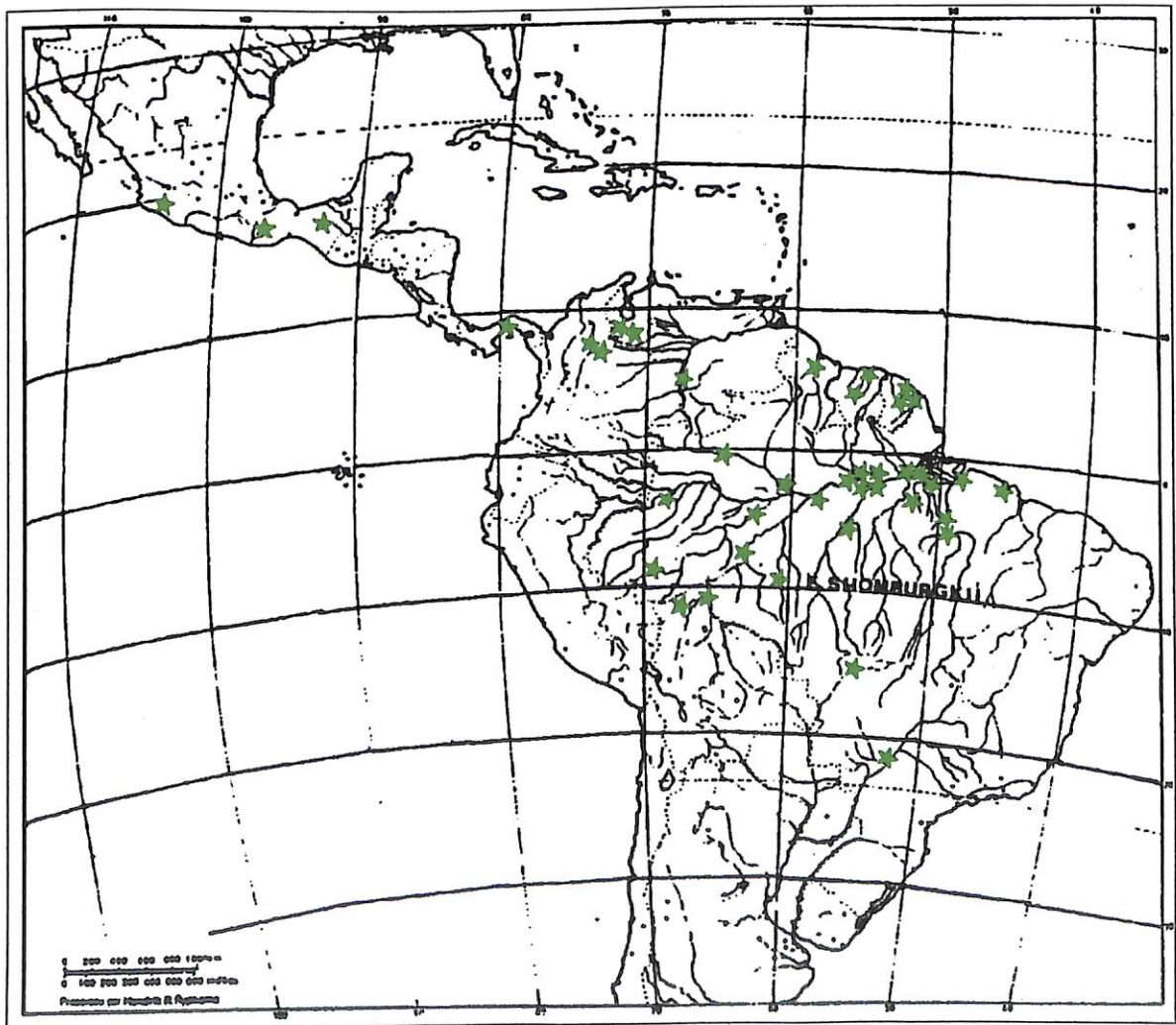


Figura 1 – Mapa da distribuição geográfica da espécie *E. schomburgkii* – orelha-de-macaco (Fonte: Mesquita, 1990)

Fora do Brasil, é encontrada com mais frequência no México, Panamá e Guatemala, sendo menos abundante na Colômbia, Guiana Francesa, Guiana, Peru e Venezuela (Woodson Junior & Schery, 1950; Mesquita, 1990).

O *habitat* preferencial da espécie, na América Central, Guiana, Venezuela e Colômbia, é a mata densa, nas proximidades dos rios. Na Amazônia brasileira, a espécie é encontrada nas matas pluviais de terra firme (Loureiro *et al.*, 1979). Sua ocorrência em capoeiras foi mencionada por Ducke (1939). Na Serra do Carajás, foi registrada, ainda, na mata de terra firme a 700 m de altitude (Mesquita, 1990).

3.1.4. Descrição botânica

E. schomburgkii Benth. é uma árvore com 10 a 50 m de altura e 12 a 80 cm de DAP, de casca marrom, e de copa aberta e esgalhada (Figura 2a,b). Suas folhas são compostas por folíolos opostos, assimétricos, reduzidos a lineares falcados, com ápice obtuso, com nervura principal atingindo o bordo, e em numerosos pares de pinas (40-80) (Figura 3a,b,c). Nectários extraflorais são encontrados no pecíolo das folhas ou entre os pares de pinas, de formas e tamanhos bastante variáveis (Mesquita, 1990).

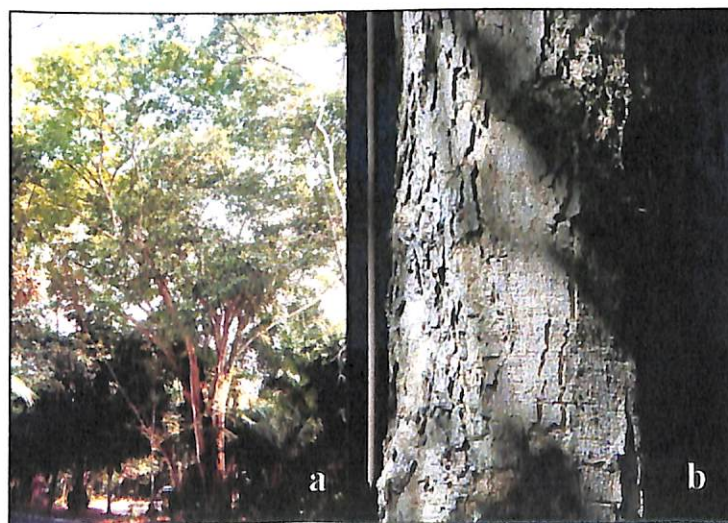


Figura 2 – Indivíduo adulto de *E. schomburgkii* (a) e detalhe da casca (b) – Campus do INPA.

A inflorescência é pedunculada e em glomérulos fasciculares com 20-45 flores, (Figura 4). A flor é branca, aromática, séssil e pedicelada (8 mm de diâmetro), bracteolada, bractéolas decíduas ou persistentes, lanceoladas, com comprimento de 1 a 2 mm (Mesquita, 1990).

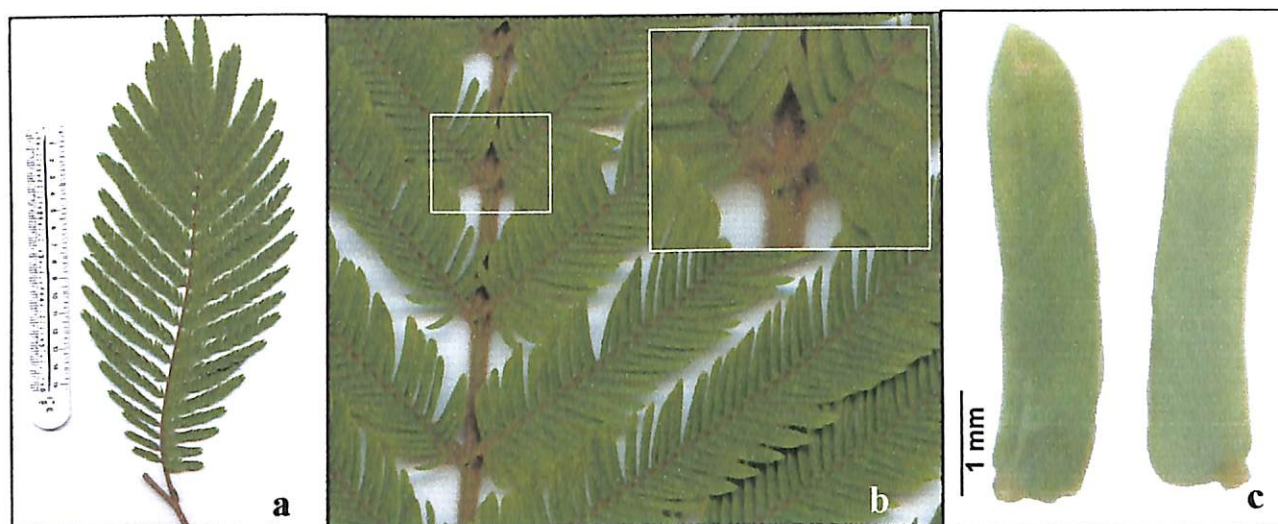


Figura 3 – Folha de *E. schomburgkii* (a), disposição dos folíolos e detalhamento do nectário extrafloral (b) e foliólulos (c).



Figura 4 – Flor de *E. schomburgkii*

O fruto é indeiscente, contorcido, de cor castanha a negra, sublenhoso, com 3-4 x 1-3 cm de diâmetro, epicarpo de superfície glabra, mesocarpo castanho, fibroso e endocarpo esbranquiçado (Figura 5a).

A semente é elíptica, de coloração amarelo-enzofre, com as dimensões de 0,7 x 0,4 cm (Mesquita, 1990) (Figura 5b). Possui dormência física causada por impermeabilidade do tegumento à água (Souza & Varela, 1989). Os cotilédones são planos, carnosos, com eixo embrionário reto. A plúmula é bem desenvolvida, multipartida, diferenciada em pinas (Mesquita, 1990) (Figura 6a,b).

A germinação de *E. schomburgkii* foi descrita por Albuquerque (1993), como sendo do tipo epígea, criptocotiledonar.

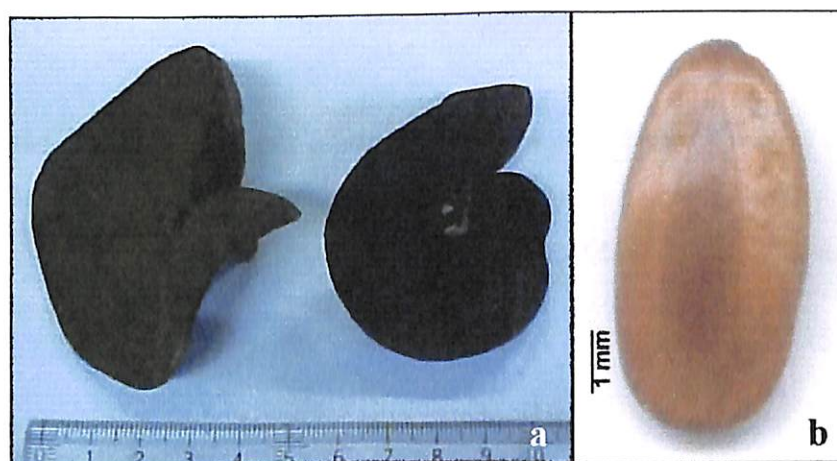


Figura 5 – Frutos (a) e semente (b) de *E. schomburgkii*

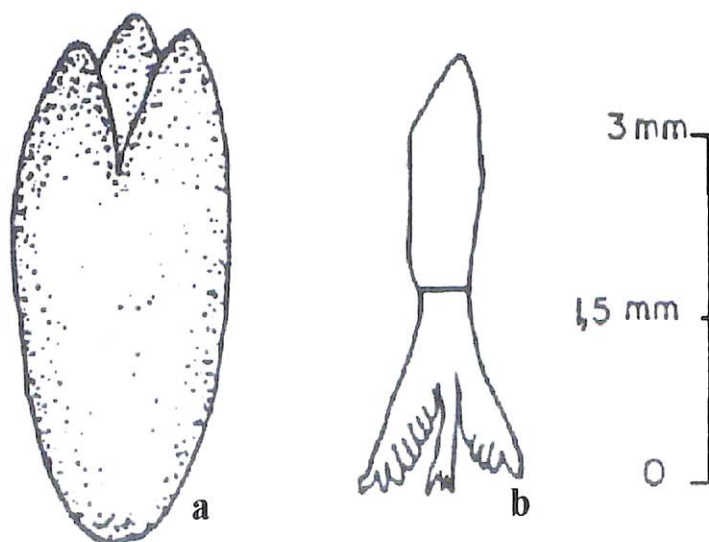


Figura 6 – Embrião (a) e eixo embrionário diferenciado (b) de *E. schomburgkii* (Fonte: Mesquita, 1990).

3.1.5. Fenologia

Segundo Mesquita (1990), *E. schomburgkii* floresce e frutifica de junho a dezembro no Brasil. Entretanto, sua fenologia é diferente em outros países. Croat (1978) observou que no Panamá esta espécie floresce na estação seca, entre fevereiro e abril, e seus frutos amadurecem entre abril e maio. Outro autor cita que na América Central, a floração e frutificação ocorre entre março e julho, podendo florescer em janeiro (Mesquita, 1990).

Na literatura existe grande carência de informações sobre a fenologia da grande maioria das espécies florestais da região. Portanto, também não foram encontrados na literatura, estudos fenológicos da espécie *E. schomburgkii* para a região de Manaus.

3.1.6. Dispersão e predação dos frutos e sementes

A dispersão das sementes por animais é a estratégia de propagação mais importante encontrada na floresta amazônica (Stiles, 1989). Os frutos de *E. schomburgkii* são procurados por primatas que se alimentam do mesocarpo e endocarpo fibroso, podendo ser estes animais o principal agente dispersor da espécie (Corrêa, 1926).

3.1.7. Utilidades da espécie

A espécie possui a capacidade de formar associações simbióticas com bactérias fixadoras de nitrogênio (Allen & Allen, 1981), como é observada para a maioria das leguminosas. Essa característica pode contribuir para a melhoria das condições químicas do solo, podendo elevar sua fertilidade. Por essa razão, *E. schomburgkii* tem grande potencial para ser utilizada no reflorestamento de áreas degradadas e no enriquecimento de florestas manejadas.

A casca da espécie é utilizada como chá para aliviar dores de estômago em alguns países, podendo possuir propriedades medicinais (Mesquita, 1990).

3.1.8. Características tecnológicas da madeira e usos

A madeira do *E. schomburgkii* apresenta cerne castanho claro, alburno creme, grã irregular, podendo ser revessa, textura grosseira, cheiro e gosto indistintos, sendo medianamente pesada, com 0,85-0,95 g/cm³ (Loureiro *et al.*, 1979).

Segundo Gonzalez & Gonçalves (2001), o parênquima axial é contrastado, aliforme losangular, com aletas curtas, podendo ser vasicêntrico, confluyente oblíquo. Os poros são visíveis a olho nu, solitários e geminados, com 2 a 4 poros por mm². As fibras são estreitas, com 11 a 25µm. As paredes são espessas, com comprimento de 800 a 1500µm. Os raios do topo do tronco são muito finos e numerosos, bem visíveis sob lente. No corte tangencial, são não estratificados, curtos e dispostos irregularmente, e no corte radial são contrastados. As camadas de crescimento são, às vezes, demarcadas por zonas fibrosas escuras.

Visando valorizar a madeira de *E. schomburgkii*, Gonzalez & Gonçalves (2001) fizeram uma comparação com a de cerejeira (*Amburana cearensis*) e freijó (*Cordia goeldiana*), espécies mais conhecidas e utilizadas na indústria madeireira. *E. schomburgkii* apresentou densidade, retrabilidade e resistência mecânica médias, resultando em móveis mais pesados do que cerejeira e freijó. Estes autores mencionam, ainda, que sua madeira é de fácil trabalhabilidade, apresenta bom acabamento e aparência considerada excelente, tendo assim um potencial mais efetivo do que o atualmente empregado.

Dessa forma, a madeira desta espécie é indicada para confecção de móveis, tacos, tábuas para assoalhos, batentes de portas, vigas, dormentes, marcenaria, molduras para embarcações e para a fabricação de papel (Le Cointe, 1947; Loureiro *et al.*, 1979; Gonzalez & Gonçalves, 2001) (Figura 7).

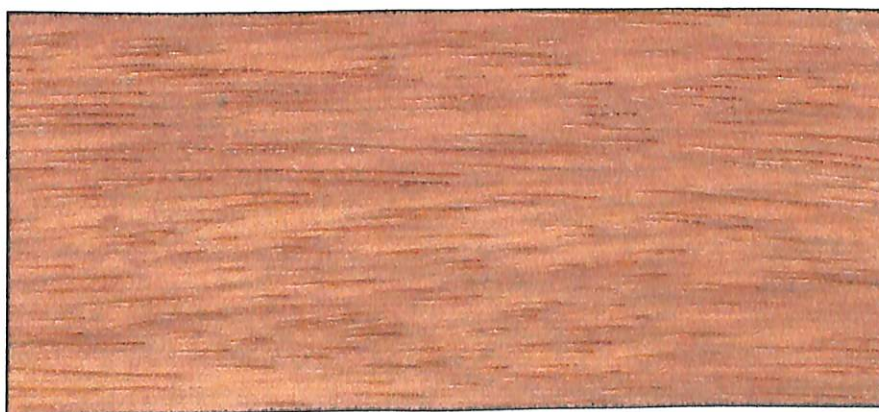


Figura 7 – Chapa de madeira beneficiada de *E. schomburgkii*.

3.2. Determinação do teor de água das sementes

A determinação do teor de água das sementes é importante durante várias etapas ao longo do seu manuseio, podendo auxiliar na previsão do seu comportamento no armazenamento e na definição da época de colheita através da determinação da sua maturidade fisiológica.

Existem várias maneiras de expressar o teor de água de sementes para uma amostra. Na tecnologia de sementes, é freqüente expressar o valor em porcentagem, com base no peso da matéria fresca (Brasil, 1992; ISTA, 1998).

As Regras para Análise de Sementes recomendam, para espécies não descritas, amostras com 5 a 10g de sementes, e diferença entre as repetições menor que 2,6% (Brasil, 1992). Entretanto, como as sementes florestais são geralmente muito valiosas, pois são escassas e não disponíveis em grande quantidade, se faz necessário identificar a quantidade mínima de sementes para a determinação do seu teor de água.

Nesse sentido, Krishnapillay & Marzalina (1993), recomendaram uma quantidade mínima de 30 sementes por repetição, com 99% de probabilidade e 1% de variação no teor de água obtido para cada repetição.

O Manual de Sementes para Espécies Florestais Tropicais e Subtropicais, por sua vez, considera esta dificuldade e recomenda uma metodologia através da qual o tamanho da amostra depende do peso unitário da semente (ISTA, 1998). Esta metodologia sugere, para sementes com peso menor ou igual a 0,167g como é o caso de *E. schomburgkii*, duas amostras de 30 sementes. Porém, estas recomendações basearam-se em apenas um estudo, com sementes de duas espécies de peso individual entre 0,2 a 1,1g, sendo necessários dados de mais espécies.

3.3. Germinação das sementes

A germinação é um fenômeno biológico definido fisiologicamente pela retomada do crescimento do embrião após uma parada com duração variável e subsequente rompimento

do tegumento pelo embrião, normalmente a raiz (Labouriau, 1983). Na área de tecnologia de sementes, na qual o objetivo geral é a produção de plantas, a germinação é definida quando a plântula apresenta as estruturas essenciais em perfeito estágio de desenvolvimento (Brasil, 1992), garantindo o seu estabelecimento no campo.

O processo de germinação é influenciado por um conjunto de condições ambientais. Os principais fatores que influenciam a germinação de sementes são a água, temperatura e oxigênio (Figueiredo & Popinigis, 1980; Mayer, 1986; Bewley & Black, 1994; Baskin & Baskin, 1998).

A água é o fator mais importante para desencadear o processo de germinação, pois contribui para que ocorram as trocas de gases respiratórios (CO_2 e O_2) e as translocações das substâncias dentro da semente. Assim, a embebição constitui uma etapa limitante de vários processos fisiológicos que ocorrem na semente (Labouriau, 1983).

A germinação se desenvolve em limites bem definidos de temperatura, que caracterizam sua distribuição geográfica e fornecem informações de grande interesse ecofisiológico (Labouriau, 1983). Os limites de temperatura do processo germinativo, ou pontos cardeais de germinação, são denominados como temperatura ótima, mínima e máxima de germinação. A temperatura ótima é aquela em que a maior germinação é alcançada no menor tempo, e a mínima e máxima são as temperaturas abaixo e acima das quais ela não ocorre (Mayer & Poljakoff-Mayer, 1989).

A temperatura afeta todas as reações bioquímicas envolvidas no processo germinativo. A germinação obedece, até certo ponto, ao quociente 10, segundo o qual a cada elevação de 10°C na temperatura do ambiente, a velocidade da reação biológica é aproximadamente duplicada ou triplicada. Por outro lado, quanto maior a temperatura, maior será a desnaturação das enzimas envolvidas no processo. Assim, levando-se em conta esses dois efeitos, observa-se uma faixa de temperatura na qual a germinação se desenvolve melhor (Sutcliffe, 1977), definida como temperatura ótima.

A temperatura ótima de germinação varia, geralmente, dentro da faixa de temperatura encontrada no local e na época ideal à emergência e estabelecimento das plântulas. Assim, a maioria das espécies tropicais apresenta temperatura ótima de germinação entre 20 e 30°C , máxima entre 35 e 40°C e mínima entre 10 a 20°C (Lang, 1965; Larcher, 1986; Marcos Filho, 1986). Além disso, a temperatura ótima para porcentagem de germinação é diferente da ótima para velocidade de germinação, sendo mais elevada para esta última (Carvalho & Nakagawa,

1988). De uma maneira geral, temperaturas abaixo da ótima reduzem a velocidade de germinação por baixarem as taxas metabólicas do processo (Labouriau, 1983), resultando em alteração da uniformidade de emergência, associada ao aumento do tempo de exposição ao ataque de patógenos (Popinigis, 1985). Por outro lado, temperaturas acima da ótima, aumentam a velocidade de germinação, embora somente as sementes mais vigorosas consigam germinar (Labouriau, 1983).

O oxigênio tem papel fundamental no metabolismo da semente em processo germinativo, pois é principalmente através da oxidação aeróbica de substâncias orgânicas presentes nas reservas da semente, que há a liberação de energia para todo o processo. Na primeira fase de absorção de água, o oxigênio não é fator limitante, mas passa a ser para a emissão da raiz primária (Pollock & Ross, 1972). De maneira geral, o consumo de oxigênio aumenta rapidamente após o início da embebição por estar ligado e depender da entrada de água na semente. A absorção de oxigênio é influenciada também pela temperatura do ambiente, irradiação e alterações na pressão de O₂ do ar (Labouriau, 1983).

As sementes de algumas espécies podem apresentar características de ordem física, química ou morfológica, que retardam sua germinação (Baskin & Baskin, 1998). Dentre estas, a dormência física causada por impermeabilidade do tegumento à água e gases tem sido observada em muitas leguminosas (Hong *et al.*, 1996). Alguns autores afirmam que esta característica pode ser desenvolvida durante a secagem que ocorre no final da maturação das sementes, ou após sua dispersão (Baskin & Baskin, 1998).

Souza & Varela (1989), compararam vários métodos de quebra de dormência em sementes de *E. schomburgkii*. Seus resultados confirmaram a impermeabilidade do tegumento das sementes desta espécie, e mostraram que o desponete ao lado oposto ao da emissão da raiz primária foi o melhor método de quebra de dormência, com germinação igual a 100%.

No ambiente natural, os mecanismos de quebra de dormência podem estar ligados à ação de microorganismos ou, como ocorre principalmente em espécies oportunistas, à alternância de temperatura observada em clareiras (Baskin & Baskin, 1998). Em algumas espécies das famílias Cistaceae, Malvaceae, Convolvulaceae, Papilionaceae e Mimosaceae, esta impermeabilidade tegumentar pode ser quebrada através do termoperíodo (Baskin & Baskin, 1998). Estes autores mencionam que a alternância de temperatura enfraquece as células da chalaza (Cistaceae e Malvaceae), próximo à micrópila (Convolvulaceae), no estrofilo (Papilionaceae e Mimosaceae), ou entre o hilo e a chalaza, causando o rompimento

da impermeabilidade do tegumento e, permitindo que as sementes possam embeber e germinar.

Flutuações de temperatura podem ser observadas em áreas abertas, como clareiras médias e grandes, e em áreas degradadas. Vazquez-Yanes & Orozco-Segovia (1982), mostraram que a amplitude de temperatura no centro de uma clareira grande foi de 15°C e na borda, de 5°C. Neste estudo, os autores encontraram a máxima germinação no centro da clareira para *Heliocarpus donnell-smithii* (Tiliaceae), espécie da floresta tropical do México. Estes resultados indicaram que a espécie possui um mecanismo para detectar clareiras, por possuir uma sensibilidade ao termoperiodismo para a germinação.

Além da dormência física, algumas espécies apresentam ainda, uma dormência mais complexa, combinando mais de uma característica que retarda a germinação (Bewley & Black, 1994; Baskin & Baskin, 1998). Neste sentido, a necessidade de luz para germinar é um fator que deve ser levado em consideração, visando a padronização de testes de germinação, bem como, fornecer informações que caracterizem o comportamento da espécie na dinâmica de sucessão da floresta.

Espécies cujas sementes possuem sensibilidade à luz na sua germinação são denominadas fotoblásticas (Evenari, 1965). O fotoblastismo pode ser positivo, quando a luz promove a germinação, ou negativo, quando a luz inibe a germinação. Existe, ainda, um terceiro grupo de sementes que germinam tanto na luz quanto no escuro, denominadas indiferentes.

Alguns estudos enfocando a influência da luz sobre a germinação de sementes, mostraram fotoblastismo positivo em espécies pioneiras ou de vegetação secundária, como *Cecropia* sp., *Miconia cinnamomifolia* e *Tibouchina fothergillae* (Holthuijzen & Boerboom, 1982; Pinto *et al.*, 1983; Queiroz, 1982).

Na literatura são escassos os trabalhos mencionando espécies indiferentes à luz durante a germinação. Quanto à espécie *E. schomburgkii*, não foram encontrados estudos relacionados à influência da luz sobre sua germinação e à quebra de dormência das sementes através da alternância de temperatura.

3.4. Armazenamento das sementes

A redução da viabilidade das sementes ao longo do tempo, após a dispersão, é um processo natural e inexorável. A velocidade com a qual este processo se desenvolve varia entre espécies, entre lotes de sementes da mesma espécie e entre sementes do mesmo lote (Popinigis, 1985). Durante o processo de deterioração, ocorrem alterações físicas, químicas e bioquímicas nas sementes que podem ser retardadas ou aceleradas conforme as condições de armazenamento em que estão submetidas.

O armazenamento adequado pode ser definido como o conjunto de operações através do qual a qualidade das sementes é preservada até o momento de sua utilização, minimizando o seu processo de deterioração e prolongando sua longevidade.

Para diminuir a velocidade do processo de deterioração das sementes, deve-se considerar os fatores que influenciam sua conservação, sendo os principais o teor de água das sementes e a temperatura de armazenamento. O armazenamento de sementes com alto teor de água resulta em danos provocados por mudanças no metabolismo celular, e a elevação da temperatura favorece o aumento da atividade enzimática, levando as sementes à morte (Figliolia *et al.*, 1988).

Para um armazenamento de longo prazo, torna-se necessária a redução do teor de água das sementes e o armazenamento a baixas temperaturas. Porém, a capacidade de sobreviver ao dessecamento e a baixas temperaturas varia de espécie para espécie, de acordo com suas características fisiológicas e sua composição química (Popinigis, 1985).

As sementes foram classificadas quanto ao seu comportamento no armazenamento em ortodoxas ou recalcitrantes, levando em consideração sua sensibilidade ao dessecamento e sua tolerância a baixas temperaturas (Roberts, 1973). As ortodoxas toleram dessecamento até 2-5% de teor de água e, quando secas, toleram temperaturas sub-zero por período superior a 12 meses, sem comprometer sua viabilidade. As sementes recalcitrantes não toleram dessecamento abaixo de 12-30% e nem temperaturas abaixo de 10°C.

Estudos indicaram que entre as sementes ortodoxas e as recalcitrantes havia um grupo, chamado intermediário. As sementes deste terceiro grupo, podem sofrer dessecamento até um teor de água entre 7 e 10% e não toleram temperaturas abaixo de zero por um tempo prolongado (Ellis *et al.*, 1990). Espécies de zonas tropicais e temperadas podem ser encontradas em todas as três categorias (Hong *et al.*, 1996).

Quanto ao grupo ecológico a que pertencem, as sementes ortodoxas estão mais relacionadas com espécies pioneiras e oportunistas (Swaine & Whitmore, 1988; Vásquez-Yanes & Orozco-Segovia, 1990; Ferraz, 1991). As características recalcitrantes são mais comumente encontradas em espécies típicas de florestas maduras (Reis, 1979; SUDAM, 1979; Garwood, 1989; Ferraz, 1991; Fernandes & Alencar, 1993; Corrêa, 1998).

Alguns estudos sugerem que existe um gradiente contínuo de espécies altamente sensíveis à desidratação (as recalcitrantes), até aquelas que suportam perda de água da maior parte originalmente presente na semente (as ortodoxas) (Berjak & Pammenter, 2000).

As espécies *Enterolobium contortisiliquum*, *E. cyclocarpum*, *E. saman* e *E. timbouva* foram classificadas para fins de armazenamento como ortodoxas (Hong *et al.*, 1996). Para a espécie *E. schomburgkii*, porém inexistem estudos que mencionem o comportamento de suas sementes no armazenamento.

3.5. Dessecamento das sementes

As sementes de espécies não vivíparas (que não germinam enquanto estão presas à planta mãe), podem passar por um dessecamento no final da sua maturação. Esse dessecamento atribui uma certa dormência à semente que pode ser superada em condições mais favoráveis para germinar (Labouriau, 1983). Algumas destas espécies, podem tolerar um dessecamento posterior à dispersão, sem que sua viabilidade seja afetada, como acontece em muitas leguminosas.

Sementes com teor de água em torno de 2-4% podem ser consideradas metabolicamente inativas, prolongando assim a longevidade. Além da redução do teor de água, a redução da temperatura também aumenta a longevidade no armazenamento (Roberts, 1973).

Quanto à temperatura, em muitas espécies, a redução de 25 para 20°C, aproximadamente dobra a longevidade das sementes e a redução de 5 para 0°C, aumenta 1,5 vezes sua longevidade (Labouriau, 1983).

As sementes de *E. schomburgkii* apresentaram, no estudo de Souza & Varela (1989), teor de água de 10,4%, e alta germinação. Estes resultados sugerem que suas sementes podem

suportar dessecação a níveis ainda mais baixos de teor de água, sem perder sua viabilidade. O nível de tolerância destas ao dessecação, porém, ainda não foi identificado.

3.6. Testes de vigor das sementes

A determinação do vigor objetiva detectar e avaliar diferenças significativas na qualidade fisiológica de diferentes lotes de sementes que apresentam germinação semelhante, complementando assim as informações fornecidas pelo teste de germinação (Krzyzanowski *et al.*, 1999). As sementes perdem sua viabilidade ao longo do tempo, porém, a velocidade da perda depende, além das condições de armazenamento, também da qualidade das sementes. Os testes de vigor podem identificar sementes mais indicadas para o armazenamento e, ainda, detectar a perda de vigor de um lote durante o armazenamento, antes que a germinabilidade seja afetada.

Para avaliar o vigor de sementes, existem testes físicos, como tamanho e peso unitário; testes fisiológicos, como classificação do vigor de plântulas, primeira contagem, velocidade de germinação e de emergência das plântulas; testes bioquímicos, como teste de respiração, tetrazólio e condutividade elétrica; e testes de resistência, como germinação em baixas temperaturas, envelhecimento acelerado e teste de frio (Krzyzanowski *et al.*, 1999).

O teste de frio é um teste de vigor que avalia a resistência da semente ao resfriamento. Esta resistência é uma característica fisiológica, determinada geneticamente, que se diferencia entre indivíduos, ecotipos, variedades e espécies (Sakai & Larcher, 1987). Os danos por baixas temperaturas, são causados, principalmente, por mudanças na fluidez das membranas. Essas mudanças podem influenciar indiretamente na atividade de enzimas ligadas às membranas, e/ou diretamente na diminuição da atividade de enzimas sensíveis a baixas temperaturas (Lambers *et al.*, 1998). Todos esses fatores podem causar o desequilíbrio do conjunto das atividades metabólicas envolvidas na germinação das sementes.

Ecologicamente, a variabilidade da resistência ao frio dentro de uma população, tem influência direta na sobrevivência das espécies e na sua distribuição geográfica. Esta variabilidade torna-se importante, principalmente quando se consideram as reduções

ocasionais e flutuações de temperatura que podem ocorrer ao longo do ano, ou entre os anos, devido às mudanças climáticas globais.

Quanto à condução do teste de frio, alguns trabalhos com espécies agrícolas, demonstraram que a temperatura e o substrato utilizado para o teste, varia de espécie para espécie (Loeffler *et al.*, 1985; Cícero & Vieira, 1994; Vieira *et al.*, 1991; Miguel & Cícero, 1999; Pereira, 1999; Carvalho *et al.*, 2000).

Krzyzanowski *et al.* (1991), recomendaram a utilização de uma mistura de terra e areia (1/3 + 2/3) para a condução do teste frio, porém alguns autores têm testado com sucesso a utilização de outros substratos. Loeffler *et al.* (1985), propuseram a utilização de papel para a condução do teste de frio. Cícero & Vieira (1994), sugeriram que a utilização de rolo de papel com fina camada de terra apresenta a vantagem de alcançar o mesmo resultado que para o substrato terra, além de ocupar menos espaço no germinador. Por outro lado, Pereira (1999) afirma que, com o substrato rolo de papel e terra, a avaliação da germinação é dificultada. Miguel & Cícero (1999) e Vieira *et al.* (1991), recomendaram a utilização de rolo de papel e fibra vegetal, para a condução de testes de frio.

Quanto à temperatura, vários autores recomendam 10°C para a condução do teste de frio (Loeffler *et al.*, 1985; Cícero & Vieira, 1994; Vieira *et al.*, 1991; Miguel & Cícero, 1999; Pereira, 1999). Porém, Carvalho *et al.* (2000), testaram com sucesso a temperatura de 4 e 7°C, no teste de frio com sementes de soja.

A primeira contagem de germinação, é outro teste de vigor para diferenciar lotes de vários anos de coleta e de diferentes tempos de armazenamento. Neste teste, as amostras que apresentam maior porcentagem de formação de plântulas normais, na primeira contagem, são consideradas mais vigorosas (Brasil, 1992).

Brown & Mayer (1986), mencionaram que a primeira contagem pode expressar melhor as diferenças de velocidade de germinação entre lotes, do que os índices de velocidade de germinação. Além disso, este teste é menos trabalhoso do que os de velocidade de germinação, podendo ser avaliado através do próprio teste de germinação (Brasil, 1992).

Para espécies florestais tropicais, porém, existem poucas informações sobre a aplicabilidade e condições ideais para a condução dos testes de vigor. Assim, não existem determinações para o teste de frio e para a primeira contagem de plântulas de *E. schomburgkii*.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização da área de coleta

Os frutos foram coletados de quatro árvores de *E. schomburgkii*, que ocorrem naturalmente na área do Campus I do INPA - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, localizada na Av. André Araújo, 2936, no bairro de Petrópolis, em Manaus-AM (coordenadas 03°08'S e 60°02'W) (Figura 8).

O solo da área de coleta é identificado como sendo latossolo amarelo, de textura argilosa. O clima da região de Manaus é do tipo "Afí" na classificação de Köppen, pertencendo ao grupo de clima tropical chuvoso, com precipitação anual de 2.325 mm e temperatura média de 26,6°C, com umidade relativa do ar variando de 84 a 90% ao longo do ano (INPE, 2003).

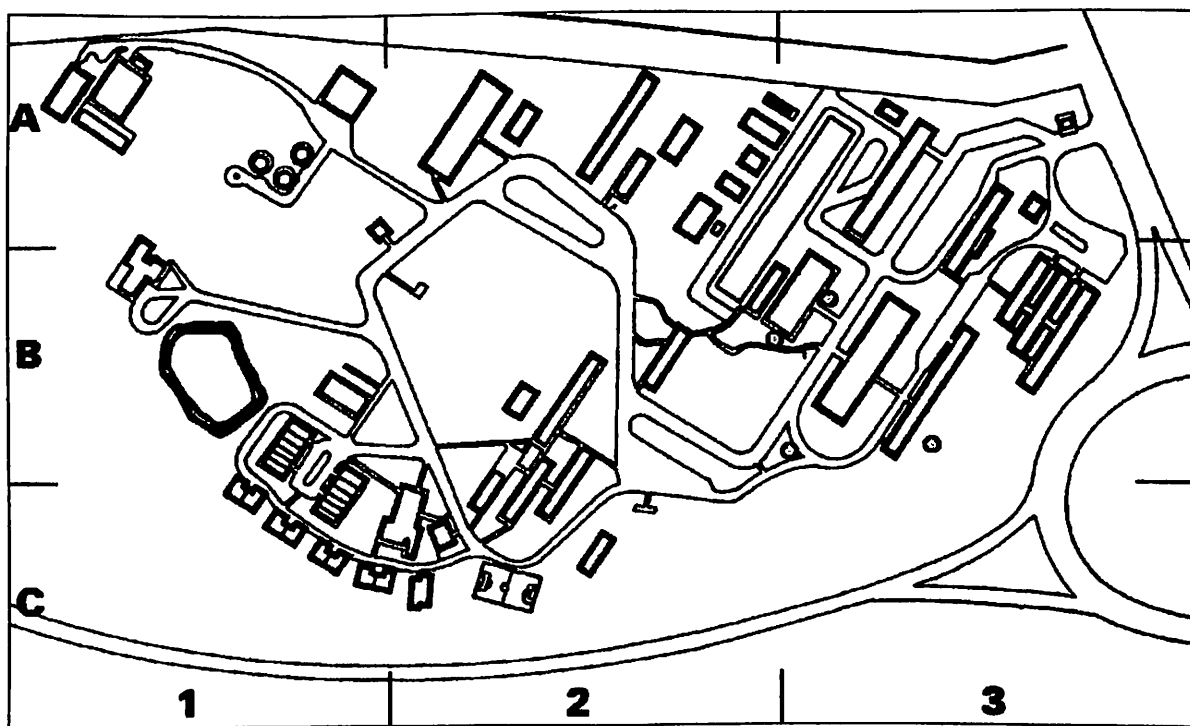


Figura 8 – Croqui do Campus I do INPA, adaptado de Ferreira & Ramos (1993), com a localização das matrizes na área de coleta.

4.2. Coleta dos frutos e extração das sementes

Os frutos de *Enterolobium schomburgkii* Benth. foram coletados embaixo das matrizes, logo após sua dispersão natural, no mês de setembro dos anos de 1999 (matriz A e B), 2000 (matriz C), 2001 (matriz A e D), e 2002 (matriz A).

Após a coleta, os frutos foram mantidos em sacos abertos, separados por matrizes com exceção da coleta de 1999, na qual as coletas foram misturadas. Em seguida, foram colocados dentro de sacos de tecido e, com auxílio de um bastão de madeira, as vagens foram quebradas, através de batidas, para a liberação das sementes. A separação das sementes dos restos de frutos foi realizada pela utilização de peneira de malha igual a 5 mm.

Os frutos e sementes coletados apresentaram infestação por insetos, que perfuraram o epicarpo dos frutos e o tegumento das sementes, depositando suas larvas próximo ao eixo embrionário. Após o desenvolvimento das larvas, o eixo embrionário estava completamente destruído. Assim, para minimizar os danos causados por esses insetos, as sementes foram colocadas dentro de vidros hermeticamente fechados, em congelador a -18°C por 24 horas. Após este tempo, os vidros foram retirados do congelador e permaneceram fechados até que atingissem temperatura ambiente.

4.3. Determinações fenológicas

A frutificação das matrizes das sementes utilizadas no presente estudo, foi observada *in situ* e registrada.

Além disso, foi realizado o levantamento das informações referentes à fenologia e ao habitat da espécie no Estado do Amazonas, baseando-se no material botânico depositado no herbário do INPA/AM. Foram levantadas nas fichas de coleta, a presença ou ausência de flores e/ou frutos nas espécimes; sua coloração e estágio de maturação; as características dendrométricas da árvore e seu habitat; local e data de coleta.

Os dados fenológicos observados foram confrontados com os disponíveis no herbário do INPA, e ambos foram confrontados com dados de precipitação e temperatura média mensal para a região de Manaus.

4.4. Caracterização dos frutos e sementes

Foram utilizados 30 frutos de *E. schomburgkii* fechados e sadios, recém coletados da matriz A, em setembro de 2002, para o estudo da morfologia externa e interna, e para a contagem do número de sementes por fruto. Para a caracterização dos lotes de sementes, foram realizados testes biométricos com 100 sementes de cada uma das 4 coletas utilizadas neste trabalho.

As medições foram realizadas com auxílio de uma fita métrica, para o comprimento do legume. Para as demais medições, utilizou-se um paquímetro digital de precisão 0,01 mm (Figura 9).

O peso fresco de frutos e sementes foi medido individualmente, utilizando-se balança com precisão de 0,001g.

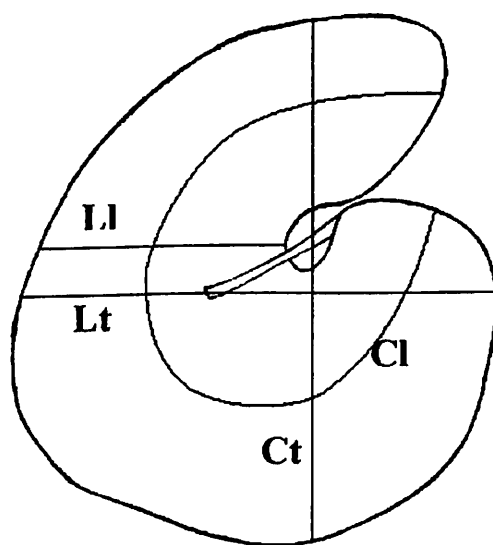


Figura 9 – Esquema de medição dos frutos de *E. schomburgkii*. Cl: comprimento do legume; Ll: largura do legume; Ct: comprimento total; Lt: largura total.

4.5. Caracterização morfológica de plântulas normais

Observou-se o processo germinativo de 30 sementes, desde a emissão da raiz primária até a abertura dos primeiros eófilos. A semeadura foi feita à temperatura constante de 30°C (± 2°C), sendo esta a temperatura ótima para a espécie, determinada após avaliação dos resultados de influência da temperatura sobre a germinação das sementes.

Foi observado o tempo necessário para a emissão da raiz primária, e formação da plântula; medidos a altura e o diâmetro do hipocótilo, comprimento da raiz, o comprimento, largura e espessura do cotilédone, com auxílio de paquímetro digital de precisão 0,01 mm; e observada a abertura dos eófilos, já diferenciados no embrião, e o desenvolvimento do meristema apical.

A terminologia empregada para a descrição do processo germinativo e dos caracteres morfológicos da plântula, foi baseada em Ducke (1965, 1969) e NG (1978).

4.6. Definição da quantidade mínima de sementes para a determinação do teor de água

A quantidade de sementes necessárias para a determinação do teor de água foi estabelecida, para esta espécie, por meio de um experimento utilizando-se sementes coletadas no ano de 2000, com 4 repetições de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 e 80 sementes, conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

Determinou-se o teor de água das amostras de sementes cortadas ao meio, em estufa a 105±3°C, tomando-se seu peso inicial e monitorando-se diariamente até que a amostra atingisse peso constante.

O teor de água (base úmida) foi calculado através da fórmula:

$$TA = \left[\frac{Pf - Ps}{Pf} \right] \times 100 \quad (\text{Brasil, 1992}),$$

onde, TA = teor de água da semente (%)

Pf = peso da semente fresca (g)

Ps = peso da semente seca (g).

Foi considerada como a quantidade suficiente de sementes para o teor de água, aquela que permitisse maior aproximação entre os resultados das repetições. Seguindo as recomendações das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), as diferenças entre as repetições devem ser inferiores a 2,6%.

4.7. Determinação dos padrões de germinação

4.7.1. Determinação da germinação das sementes recém coletadas

A germinabilidade inicial das sementes recém coletadas em 1999, 2000, 2001 e 2002, foi observada através de um teste de germinação a $25 \pm 0,2^\circ\text{C}$, em câmara da marca ^RFanem, com fotoperíodo de 12 horas e radiação PAR $10 \mu\text{mol. m}^{-1} \text{s}^{-1}$. Utilizou-se quatro repetições de 30 sementes, sobre papel de filtro umedecido, em caixas plásticas transparentes (tipo “gerbox”), com as dimensões de 11 x 11 x 3 cm.

Antes da instalação do experimento, as sementes foram submetidas a um desponte no lado oposto ao da emissão da raiz primária para superar a impermeabilidade do tegumento, conforme recomendações de Souza & Varela (1989).

Foram observados como critérios de germinação, a emissão da raiz primária ($\geq 2\text{mm}$) e a formação de uma plântula normal (Brasil, 1992). Os parâmetros avaliados foram a germinação final (%), os tempos inicial, médio e final de germinação (dias), e o tempo necessário para atingir 50% de germinação das sementes viáveis, segundo as fórmulas citadas por Santana & Ranal (2000):

► *Germinação final (%)*:

$$G (\%) = \left[\frac{N}{A} \right] \times 100, \text{ onde,}$$

N = número de sementes germinadas;

A = número total de sementes colocadas para germinar.

► *Tempos de germinação*:

• *Inicial (dias)*:

T_0 = tempo para a primeira germinação (dias).

• *Tempo médio de germinação (dias):*

$$t \text{ (dias)} = \frac{\sum n_i t_i}{\sum n_i}, \text{ onde,}$$

n_i = número de sementes germinadas por dia;
 t_i = tempo necessário para a germinação (dias).

• *Final (dias):*

T_0 = tempo para a última germinação (dias).

• *50% de germinação (dias):*

$T_{1/2}$ = tempo para que ocorra a germinação de metade das sementes viáveis (dias).

O delineamento estatístico empregado foi o inteiramente casualizado, comparando-se as 4 coletas (1999, 2000, 2001 e 2002), com 4 repetições de 30 sementes. Os resultados em porcentagem foram submetidos a um teste de normalidade e, conforme o caso, foram transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$ para a análise estatística. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Gomes, 1990).

Após as determinações, as sementes foram armazenadas em ambiente com ar-condicionado (a $25 \pm 4^\circ\text{C}$; 60-70% de Umidade Relativa). Devido à reforma nas instalações do ambiente de armazenamento, de novembro de 2001 em diante, as sementes de todas as coletas passaram a ser armazenadas em vidros hermeticamente fechados em câmaras de armazenamento a 15°C , onde permaneceram até a instalação dos demais experimentos.

4.7.2. Determinação da influência da temperatura sobre a germinação

Para a determinação da influência da temperatura sobre a germinação, foram utilizadas as sementes coletadas nos anos de 1999, 2000, 2001 e 2002, semeadas conforme descrito no item 4.7.1.

Os testes de germinação foram realizados nas temperaturas constantes de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40°C ($\pm 0,2$). Os parâmetros avaliados foram a germinação final (%) e o tempo médio de germinação (dias), descritos no item 4.7.1.

O delineamento estatístico empregado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 8 (4 coletas: 1999, 2000, 2001 e 2002, e 8 temperaturas: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40°C), com 4 repetições de 30 sementes.

4.7.3. Determinação da influência da luz sobre a germinação

Para definir a exigência de luz para que ocorra a germinação das sementes desta espécie, comparou-se a germinação na luz e no escuro, para as sementes coletadas em 1999, 2000 e 2001.

Antes da instalação do experimento, as sementes foram submetidas ao rompimento do tegumento para quebrar sua impermeabilidade, conforme descrito no item 4.7.1. As sementes de cada ano de coleta foram divididas em duas amostras (A e B). A amostra A foi semeada sob condições ideais de germinação, conforme item 4.7.1, e observada diariamente. A amostra B foi semeada nas mesmas condições, porém as caixas foram envolvidas com duas camadas de papel de alumínio para evitar a penetração de luz.

No momento em que a germinação das sementes que estavam sob condições de luz se estabilizou (cerca de 7 dias), as que estavam no escuro foram retiradas para avaliação. Nesta ocasião, foi observado se a quantidade de água nas caixas gerbox ainda era suficiente.

O critério de germinação observado foi a emissão da raiz primária ≥ 2 mm e o parâmetro avaliado foi a germinação final (%), conforme item 4.7.1. O delineamento empregado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2 (3 coletas: 1999, 2000 e

2001, e 2 condições de luminosidade: luz e escuro), com 4 repetições de 30 sementes. Os dados foram avaliados conforme o item 4.7.1.

4.7.4. Determinação da influência da alternância de temperatura sobre a quebra de dormência de sementes intactas

Para testar a influência de temperaturas alternadas sobre o rompimento da impermeabilidade do tegumento das sementes de *E. schomburgkii*, foram escolhidas temperaturas alternadas que poderiam ocorrer na região, 20:30°C, com intervalo de 10°C entre as mesmas, e 15:35°C, com intervalo de 20°C. Para ambos os termoperíodos, a temperatura média foi de 25°C, sendo esta escolhida como controle.

Assim, foi comparada a germinação nas temperaturas alternadas 15:35°C e 20:30°C, com a temperatura constante de 25°C. Nesta temperatura controle, foi comparada a germinação de sementes com e sem quebra da impermeabilidade do tegumento, perfazendo um total de quatro tratamentos.

As quatro condições de germinação descritas foram aplicadas em sementes coletadas em 1999, 2000, 2001 e 2002. O experimento foi instalado em janeiro de 2003, portanto foi possível avaliar ainda diferentes tempos de armazenamento para as coletas. Na ocasião, a coleta de 1999 tinha 3 anos e 4 meses de armazenamento, a coleta de 2000 tinha 2 anos e 4 meses, a de 2001 tinha 1 ano e 4 meses e a de 2002, 4 meses.

As sementes intactas das quatro coletas foram semeadas e avaliadas conforme descrito no item 4.7.1.

O delineamento empregado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 4 (4 coletas: 1999, 2000, 2001 e 2002, e 4 tratamentos de germinação: temperatura constante de 25°C, com e sem despolimento, e alternadas de 15-35°C e 20-30°C), com 4 repetições de 30 sementes.

4.8. Determinação da longevidade das sementes no armazenamento a diferentes temperaturas

Foram utilizadas no armazenamento sementes com o teor de água em equilíbrio com o ambiente de $25 \pm 4^\circ\text{C}$ e 60-70% de UR (que variou de 8,8 a 11% entre as coletas).

Para o armazenamento, as sementes foram colocadas em vidros hermeticamente fechados, nas temperaturas de -18 , $+5$, $+10$, $+15$ e $+20^\circ\text{C}$, e permaneceram nestas condições até o momento da semeadura.

Após os períodos de armazenamento de 1, 3, 6 e 9 meses, os vidros foram retirados das condições de armazenamento, e permaneceram fechados até que atingissem temperatura constante. Em seguida, as sementes foram retiradas dos vidros, submetidas ao desponte, e semeadas e avaliadas conforme descrito no item 4.7.1.

O teor de água das sementes foi determinado após cada período e para cada temperatura de armazenamento, segundo descrito no item 4.6.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial $3 \times 5 \times 4$ (3 coletas: 1999, 2000 e 2001, 5 temperaturas de armazenamento: -18 , 5, 10, 15 e 20°C , e 4 períodos de armazenamento: 1, 3, 6 e 9 meses), com 4 repetições de 30 sementes. Os resultados foram avaliados conforme item 4.7.1:

4.9. Determinação da influência do dessecamento sobre a germinabilidade das sementes

Para definir se a espécie apresenta característica de sementes ortodoxas, que toleram dessecamento até um nível entre 3 a 5% do seu teor de água, foi determinada a tolerância das sementes ao dessecamento.

As sementes foram colocadas inicialmente em sacos de filó, com malha de 2 mm, em dessecador contendo sílica gel. O peso dos lotes foi monitorado até que atingisse o peso desejado, com teor de água menor ou igual a 5%.

A estimativa do peso que as sementes deveriam atingir com 5% de teor de água, foi calculada através da seguinte fórmula:

$$Pd_{5\%} = \left[\frac{100 - TA_i}{100 - TA_d} \right] \times P_i \quad (\text{Hong \& Ellis, 1992}).$$

onde, $Pd_{5\%}$ é o peso desejado com 5% de teor de água (g), TA_i é o teor de água inicial (%), TA_d é o teor de água desejado (5%) e P_i é o peso inicial das sementes (g).

Após a secagem das sementes, o teor de água real e a porcentagem de germinação foram determinados, segundo descrito no item 4.7.1.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2 (2 coletas: 1999 e 2000, e 2 teores de água: inicial e 5%). A avaliação dos dados seguiu o item 4.7.1.

4.10. Determinação da tolerância das sementes ao resfriamento

Para definir a temperatura na qual o teste de frio deve ser conduzido, se faz necessário determinar o tempo e as temperaturas mais baixas nas quais as sementes permanecem viáveis, ou seja, quiescentes. As determinações e condução dos testes de frio, seguiram a metodologia descrita por Krzyzanowski *et al.* (1999) e Carvalho *et al.* (2000).

Foram testadas as temperaturas de 5, 7,5, 10, 12,5 e 15°C, para a determinação da temperatura mais baixa na qual as sementes toleram o resfriamento, após o rompimento do tegumento. As sementes coletadas em 1999, 2000 e 2001 foram submetidas ao resfriamento por 15, 30, 45 e 60 dias, após os quais foram transferidas para a temperatura ideal de germinação determinada no experimento de influência da temperatura na germinação.

Durante o resfriamento, as sementes foram acondicionadas em vermiculita umedecida com água destilada (1 g de vermiculita, para 2 g de água), e embaladas em sacos plásticos perfurados com agulha de 1 mm. O peso de cada repetição foi monitorado quinzenalmente e a água perdida, observada através da perda de peso, foi repostada com uma seringa contendo água destilada.

Após o período de resfriamento, as sementes foram retiradas destas condições e semeadas em condições ideais conforme descrito no item 4.7.1.

O critério de germinação observado foi a emissão da raiz primária. Quando houve germinação antes da transferência, os resultados foram somados ao da germinação após a transferência para as condições ideais.

O delineamento empregado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 5 x 4 (3 coletas: 1999, 2000 e 2001, 5 temperaturas: 5, 7,5, 10, 12,5 e 15°C, e 4 períodos de resfriamento: 15, 30, 45 e 60 dias), com 4 repetições de 30 sementes. E a avaliação dos dados foi realizada conforme o item 4.7.1.

4.11. Teste de vigor das sementes de *E. schomburgkii*

4.11.1. Determinação do período necessário para o teste de frio a 5°C

Para a determinação do vigor através do teste de frio, as sementes da coleta de 1999 e 2000 (com 15 e 3 meses de armazenamento, respectivamente), foram submetidas a um resfriamento a 5°C, utilizando-se papel de filtro como substrato (Carvalho *et al.*, 2000). Neste caso, os períodos de resfriamento foram de 0, 1, 3, 5 e 7 dias, após os quais as sementes foram transferidas para a temperatura ideal, para a determinação da sua germinação. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5 (2 coletas: 1999 e 2000, e 5 períodos de resfriamento: 0, 1, 3, 5 e 7 dias), com 4 repetições de 30 sementes.

Para detalhar as diferenças de vigor entre as coletas, foi realizado um segundo experimento a 5°C, incluindo também a coleta de 2001. Nesta ocasião, as sementes da coleta de 1999 tinham 29 meses, as de 2000, 17 meses, e as de 2001, 5 meses. Observou-se os períodos de 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias de resfriamento, após os quais as sementes foram transferidas para a temperatura ideal, para a determinação da sua germinação.

Neste segundo experimento, o teste de frio foi realizado em vermiculita úmida e a germinação foi determinada utilizando-se papel de filtro como substrato. O delineamento

experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 8 (3 coletas: 1999, 2000 e 2001, e 8 períodos de resfriamento: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias), com 4 repetições de 30 sementes.

O parâmetro avaliado foi a porcentagem de emissão de raiz primária, e os resultados dos dois experimentos foram analisados conforme descrito no item 4.7.1.

4.11.2. Determinação do tempo para o ponto culminante de germinação

Para a determinação da qualidade das sementes de diferentes coletas, determinou-se o tempo necessário para que sua germinação atingisse o ponto culminante a 30°C. Para a semeadura, foram utilizadas as mesmas condições descritas no item 4.7.1.

Foram utilizadas as sementes coletadas nos anos de 1999, 2000, 2001 e 2002, com 29, 17, 5 e 1 mês de armazenamento, respectivamente. A determinação do valor do ponto culminante de germinação baseou-se na metodologia descrita por Santana & Ranal (2000).

4.11.3. Determinação do método de avaliação do vigor das sementes de *E. schomburgkii*

Para a determinação do método mais adequado para a avaliação do vigor de lotes de sementes de *E. schomburgkii*, foram comparados os parâmetros de vigor observados durante a germinação padrão das sementes recém coletadas e através dos resultados do teste de frio.

Para a determinação da qualidade dos lotes de sementes coletadas em 1999, 2000, 2001 e 2002, foram utilizadas como parâmetros de vigor, as porcentagens finais de germinação, tempo médio, IVE, ponto culminante de germinação e tempo necessário para a primeira contagem, considerando a formação de plântulas na temperatura ideal (30°C); e a germinação final das sementes submetidas a 1, 3, 5 e 7 dias de resfriamento a 5°C, após embebição.

O Índice de Velocidade de Emergência (IVE), foi calculado através da fórmula:

$$IVE = \frac{\sum G_i}{N_i} \quad (\text{Maguire, 1962})$$

onde, G_i = nº de plântulas formadas no dia
 N_i = dia correspondente

Os resultados de todos os parâmetros foram analisados conforme descrito no item 4.7.1.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Aspectos fenológicos preliminares

A época de floração, de acordo com os dados coletados no herbário, acontece entre julho e setembro, meses que tem precipitação média mensal de 60 a 85 mm e temperaturas médias mensais entre 26,5 a 27,5°C (Tabela 1; INPE, 2003).

A época de frutificação das árvores do presente estudo, ocorreu no mês de setembro dos anos de 1999, 2000, 2001 e 2002. Esses dados estão de acordo com as observações feitas a partir dos espécimes depositados no herbário do INPA/AM e coincidem com a época mais seca e quente observada em Manaus (Figura 10). Neste mesmo período, foi registrado uma precipitação média mensal ainda baixa, 85 mm, e uma temperatura média mensal de 26,5°C, próxima a mais alta registrada ao longo do ano (Figura 11).

Os resultados da época de frutificação coincidem com os resultados encontrados para 14,8% das 27 espécies florestais de terra-firme da Amazônia Central estudadas por Alencar *et al.* (1979). Estes autores mencionaram que estas espécies frutificavam entre julho e dezembro, estação seca.

O período de floração e frutificação observado, está de acordo com o mencionado por Mesquita (1990), para o Brasil. A estação na qual a floração da espécie ocorreu também foi indicada por Croat (1978), no Panamá. Por outro lado, uma vez que a floração e frutificação ocorreram no mesmo período do ano, isto sugere que após a fecundação, os frutos podem demorar 1 ano para se desenvolver.

A dispersão dos frutos observada no presente estudo, ocorreu no mês de setembro, quando a precipitação começou a aumentar, de 85 mm para próximo de 130 mm. Este período de dispersão coincide com as observações de Croat (1978) e com os dados disponíveis no herbário do INPA.

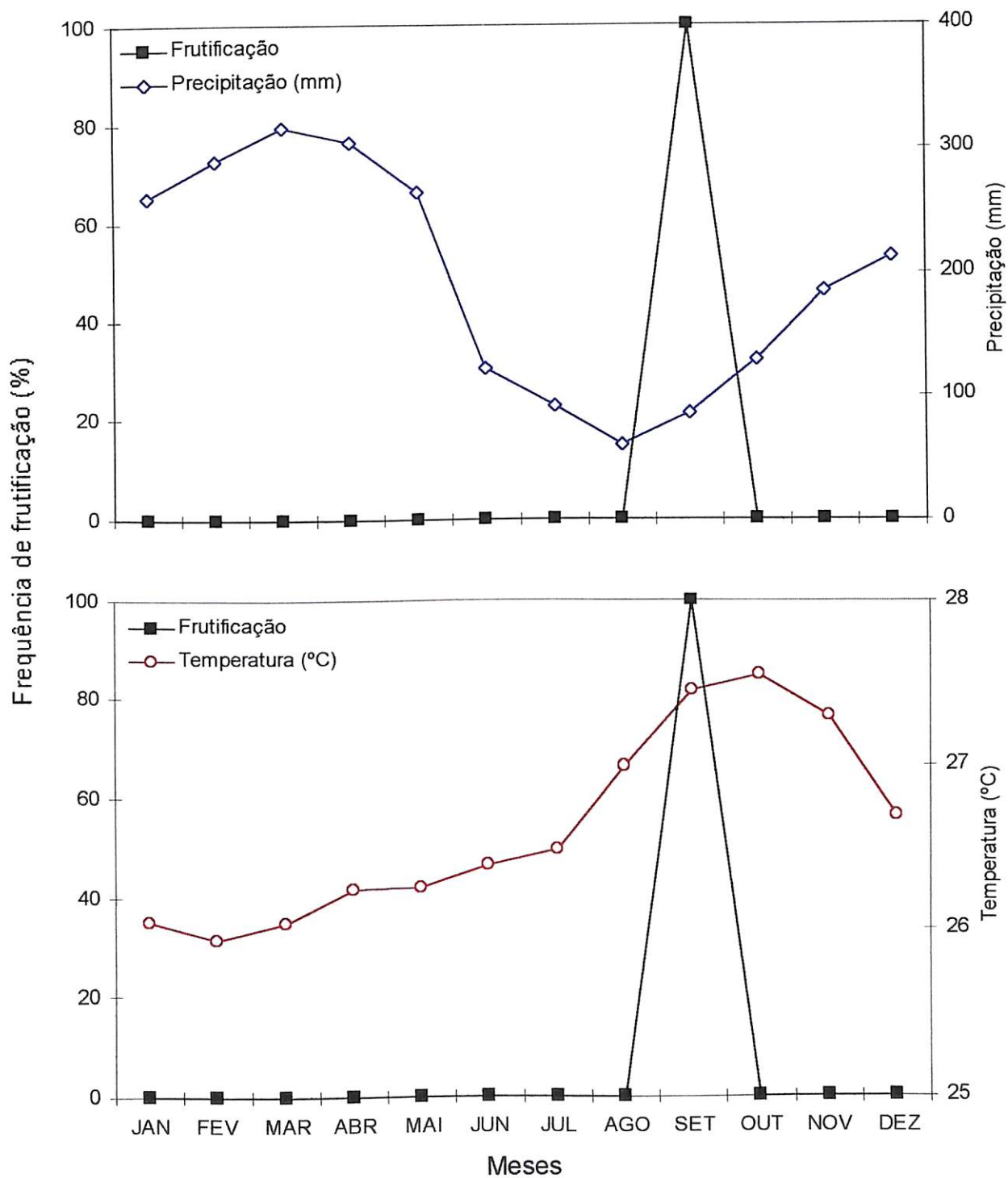


Figura 10 – Época de frutificação das matrizes de *E. schomburgkii* na sede do INPA (Manaus) em comparação com os dados de precipitação média mensal (a) e de temperatura média mensal (b) fornecidos pelo INPE (2003)

Croat (1978) indicou que o amadurecimento dos frutos desta espécie, ocorre logo após o período mais seco, demonstrando que a espécie necessita de uma secagem no final do seu ciclo de desenvolvimento e tem preferência para a dispersão logo no início de um período mais chuvoso. Essa característica pode contribuir para que a espécie adquira uma dormência no final da sua maturação, permitindo sua dispersão a longas distâncias e contribuindo para sua ampla distribuição geográfica.

A matriz A, utilizada no presente estudo, apresentou frutificação nos anos de 1999, 2001 e 2002. As demais matrizes apresentaram somente uma frutificação nos anos de observação. Portanto, a frutificação de *E. schomburgkii* variou entre anual e plurianual. Este comportamento discorda em parte com o relato de Schultz (1960), que afirmou que as leguminosas geralmente apresentam frutificação bianual.

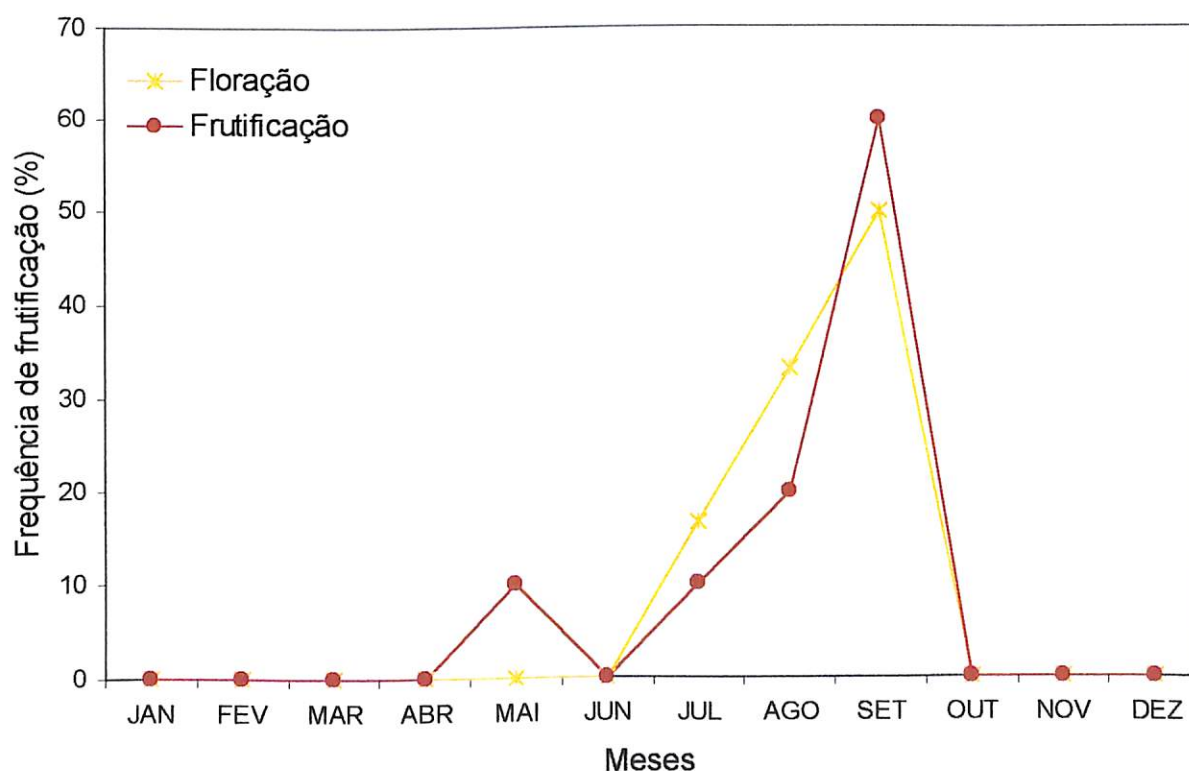


Figura 11 – Frequência de floração e frutificação de *E. schomburgkii* ao longo do ano, no Estado do Amazonas. Dados fenológicos baseados nas coletas depositadas no Herbário do INPA e nas observações deste estudo, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Dados fenológicos das matrizes de *E. schomburgkii* (orelha-de-macaco), comparados aos dados compilados do material botânico do Estado do Amazonas depositado no herbário do INPA. n = 20 espécimes.

Ano de coleta	Local	Meses														
		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ			
1955	Manaus, AM											*				
	Manaus, AM											▲				
1959	Manaus, AM												●	●		
1960	Manaus, AM													●		
1963	Reserva Ducke, AM												●			
1964	Reserva Ducke, AM												●			
1966	Reserva Ducke, AM													●		
	Reserva Ducke, AM												●			
1968	Guajará-Mirim, AM												*●			
1976	Reserva Ducke, AM												▲			
	Reserva Ducke, AM													▲		
	Rio Tefé, Tefé/AM														▲	
	Reserva Ducke, AM														*	
1977	EEST, AM															*
	INPA-Aleixo, Manaus/AM														*	
1997	EEST, AM												●	●		
1999	INPA-Aleixo, Manaus/AM														●*	
2000	INPA-Aleixo, Manaus/AM														●*	
2001	INPA-Aleixo, Manaus/AM														●*	
2002	INPA-Aleixo, Manaus/AM														●*	

*Frutificação observada no presente estudo: ▲ = material estéril; ● = flor; ● = fruto; as cores dos símbolos representam a cor do material coletado conforme descrito na ficha de coleta.

As observações apresentadas, comparadas com os registros do herbário e com a literatura disponível, sugerem que a espécie *E. schomburgkii* apresenta uma sazonalidade definida para a fenologia, porém mais estudos são necessários para comparar a fenologia da espécie na sua ampla área de distribuição natural, e verificar se o padrão indicado neste estudo pode ser confirmado.

5.2. Características dos frutos e sementes

O fruto de *E. schomburgkii* é uma vagem longa, recurvada em um dos lados, com um aspecto de espiral que pode ter inspirado seu nome popular, “orelha-de-macaco”. Esta forma irregular dificulta a medição do fruto, bem como a padronização das medições nos diversos estudos.

Os frutos de *E. schomburgkii* coletados da matriz A em setembro de 2002 apresentaram, em média, as dimensões de 17,9 e 6,2 cm de comprimento do legume e total (Cl e Ct), 3,2 e 5,9 cm de largura do legume e total (Ll e Lt), e 0,5 cm de espessura (Tabela 2). Esses dados concordam com os registrados por Mesquita (1990) quanto à largura do fruto, entre 3 a 4 cm. Porém, foram diferentes quanto à espessura, que havia sido registrada entre 1 a 3 cm. Os estudos de Mesquita (1990), porém, não indicam como as medidas foram tomadas. Portanto, as diferenças entre os resultados podem ser causadas pela diferença na metodologia utilizada, ou devido a uma maior variação no tamanho do fruto.

Tabela 2 – Morfometria dos frutos recém coletados de *E. schomburgkii*, em 15.09.2002, no Campus I do INPA, em Manaus/AM (n = 30)

	Comprimento (cm)		Largura (cm)		Espessura (cm)	Peso da matéria fresca (g)	Número de sementes por fruto
	Legume	Total	Legume	Total			
Média	17,9	6,2	3,2	5,9	0,5	10,4	19,2
Desvio padrão	2,54	0,63	0,22	0,27	0,09	2,35	4,29
Mínimo	12,6	4,4	2,8	4,7	0,3	5,9	10,0
Máximo	22,7	7,1	3,6	6,5	0,7	15,4	27,0

O peso da matéria seca de um fruto foi de 10,4 g, em média, e o número de sementes por fruto foi de 19,2g, em média. Para esses dados, não foram encontradas informações na literatura, não sendo possível uma comparação com outros trabalhos.

As sementes de *E. schomburgkii* apresentaram as dimensões de 7,96 x 3,78 x 2,57 mm de comprimento, largura e espessura, respectivamente (Tabela 3). Essas dimensões são similares às observadas por Mesquita (1990), que foram de 7 x 4 mm de comprimento por largura. Verificou-se que as sementes não apresentam exatamente o formato oval, sendo ligeiramente achatadas em uma das dimensões.

Tabela 3 – Comparação da morfometria das sementes de *E. schomburgkii* de quatro anos de coleta (sementes em equilíbrio com 25±4°C e 60-70% de UR; n = 100).

Resultados por ano de coleta	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Espessura (cm)	Peso da matéria fresca (g)	Peso da matéria seca (g)	Teor de água (%)
<i>1999</i>						
Média	7,65	3,71	2,72	0,053	0,049	8,0
Desvio padrão	0,62	0,53	0,20	0,010	0,009	2,1
Mínimo	5,15	2,57	2,19	0,033	0,032	3,0
Máximo	8,91	6,59	3,12	0,092	0,083	12,5
<i>2000</i>						
Média	8,41	4,23	2,39	0,059	0,056	5,7
Desvio padrão	0,50	0,38	0,16	0,006	0,006	3,3
Mínimo	6,93	3,01	2,05	0,045	0,043	1,5
Máximo	9,45	5,55	3,08	0,084	0,077	17,1
<i>2001</i>						
Média	7,59	3,60	2,60	0,047	0,044	7,9
Desvio padrão	0,41	0,34	0,16	0,006	0,006	1,9
Mínimo	6,10	2,62	2,15	0,033	0,031	4,3
Máximo	8,40	4,72	2,98	0,061	0,058	13,3
<i>2002</i>						
Média	8,20	4,18	2,57	0,055	0,050	8,5
Desvio padrão	0,58	0,55	2,07	0,007	0,007	3,2
Mínimo	4,50	3,38	1,94	0,035	0,033	2,2
Máximo	9,24	8,55	2,61	0,070	0,064	19,0
<i>Médias gerais</i>						
Média	7,96	3,78	2,57	0,054	0,050	7,5
Mínimo	4,50	2,57	1,94	0,033	0,031	1,5
Máximo	9,45	3,38	2,61	0,092	0,083	19,0

Com a comparação das sementes das quatro coletas, observou-se que o maior comprimento e largura foi apresentado pelas sementes da coleta de 2000, com 8,41 x 4,23 mm. As sementes desta coleta podem chegar a dimensões máximas de 9,45 x 5,55 mm e mínimas de 6,93 x 3,01 mm, de comprimento por largura. As sementes que apresentaram as menores dimensões médias de comprimento e largura, foram da coleta de 2001, com 7,59 x 3,60 mm.

Quanto à espessura, as sementes que apresentaram as maiores dimensões médias foram da coleta de 1999, com 2,72 mm, e as menores dimensões foram da coleta de 2000. Assim, quanto à morfologia externa, observa-se que as sementes da coleta de 2000 têm maior comprimento e largura, porém são mais achatadas, apresentando menor espessura quando comparadas às sementes das demais coletas. As medidas das sementes dos quatro anos de coleta, não apresentaram diferença significativa, fato este confirmado pelos valores de peso médio de uma semente.

O peso médio de uma semente, considerando a média geral das quatro coletas, foi de 0,054 g, variando de 0,033 a 0,092 g. As sementes da coleta de 2000 apresentaram os maiores pesos médios da matéria fresca e seca, 0,059 e 0,056 g, porém o menor teor de água, 5,7 %. Essa variação no teor de água, pode estar relacionada a condições anatômicas, físicas e químicas das sementes desta coleta.

As sementes que apresentaram os menores pesos médios foram da coleta de 2001, com 0,047 g de matéria fresca, e 0,044 g de matéria seca. O maior teor de água foi observado para as sementes da coleta de 2002, provavelmente por serem recém coletadas, e o menor teor de água foi registrado para as sementes da coleta de 2000.

A variação nas dimensões, pesos e teores de água, observada entre as sementes das quatro coletas pode ser de origem genética ou, mais provavelmente, devida a variações ambientais. O ano de 2000 foi atípico, apresentando alta precipitação e temperaturas mais baixas quando compara-se às médias registradas nos demais anos para a região (INPE, 2003), o que pode ter influenciado no desenvolvimento das sementes desta coleta.

As variações observadas nas dimensões, pesos e teores de água das sementes das quatro coletas, refletiram-se no peso de mil sementes, bem como no número de sementes por quilograma (Tabela 4). Verifica-se que o peso de mil sementes foi maior para a coleta de 2000, 58,4 g, como também foi observado através do peso fresco médio para cada semente

desta coleta. A coleta que apresentou o menor peso de mil sementes foi a de 2001, com 49,3g, cerca de 9 g menor do que o peso registrado para a coleta de 2000.

O número de sementes por quilograma foi maior para a coleta de 2001, com 20.279 sementes por quilograma, e menor para a coleta de 2000, com 17.109 sementes por quilograma.

Tabela 4 – Peso de mil sementes e número de sementes por quilograma para as sementes de *E. schomburgkii*, comparando diferentes coletas.

Ano de coleta	Peso de 1000 sementes (g)	Número de sementes por quilograma
1999	51,1	19.563,7
2000	58,5	17.109,0
2001	49,3	20.279,4
2002	50,2	19.965,2

5.3. Morfologia de plântulas normais

Durante o processo germinativo das sementes de *E. schomburgkii*, o hipocótilo cresceu logo após o intumescimento do eixo embrionário. Na fase inicial, os cotilédones permaneceram envoltos pelo tegumento, ainda sem função fotossintética (Figura 12a,b).

A emissão da raiz primária ocorreu 2 dias após a semeadura; o aparecimento do hipocótilo, após 3 dias; os cotilédones se liberaram do tegumento após 10 dias e se abriram devido ao crescimento dos eófilos, caracterizando uma germinação epígea fanerocotiledonar (Figura 13a). Verificou-se que os dois primeiros eófilos, já diferenciados no eixo embrionário, são opostos.

O tipo de germinação observado no presente estudo, não está de acordo com o mencionado por Albuquerque (1993), que descreveu a germinação da espécie como epígea criptocotiledonar. Uma vez que ocorre a liberação e abertura dos cotilédones durante o processo germinativo, portanto do tipo fanerocotiledonar, possivelmente a informação disponível na literatura estava equivocada.

Foi considerado neste trabalho, o estágio de uma plântula normal, quando o comprimento dos eófilos atingiram o mesmo comprimento dos cotilédones (Figura 13b); havendo o desenvolvimento inicial do terceiro eófilo após 14 dias (Figura 13c; Figura 14a).



Figura 12 – Fase inicial de germinação das sementes de *E. schomburgkii*: a. emissão da raiz primária; b. visualização do crescimento do hipocótilo.

As plântulas de *E. schomburgkii*, consideradas normais, apresentaram hipocótilo cilíndrico, despigmentado na região próxima da raiz e esverdeado até os cotilédones, com comprimento médio de 45 mm (mínimo de 40, e máximo de 50 mm), com diâmetro médio de 0,7 mm (mínimo de 0,6, e máximo de 0,9 mm), e com diâmetro do colo de 1,1 mm (mínimo de 0,9, e máximo de 1,3 mm); sistema radicular pivotante, com raiz principal de 16 mm de comprimento médio (mínimo de 11, e máximo de 21 mm), e com raízes secundárias finas; cotilédones verdes de 10 mm de comprimento médio (mínimo de 9, e máximo de 12 mm), 5 mm de largura média (mínimo de 4, e máximo de 5 mm) e 0,7 mm de espessura média (mínimo de 0,5, e máximo de 1,0 mm) (Figura 13b).

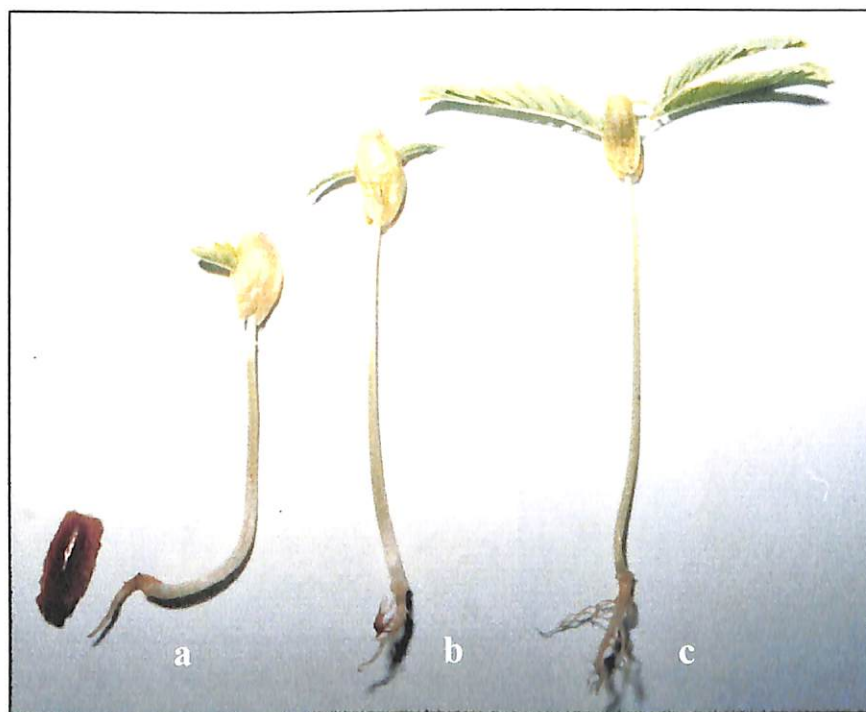


Figura 13 – Desenvolvimento das plântulas normais de *E. schomburgkii*. a. crescimento do primeiro eófilo; b. “plântula normal” – estágio de desenvolvimento utilizado como critério de germinação; c. estágio mais avançado da plântula normal, mostrando a abertura dos eófilos.

Após vários meses de observação, não foi constatada qualquer alteração das características morfológicas consideradas neste trabalho, para a determinação da plântula normal. Mudas de 63,1 cm de altura (mínimo de 45, e máximo de 97 cm) apresentaram

sistema radicular bem desenvolvido e ramificado; hipocótilo marrom; 7,6 folhas bipinadas (mínimo de 4, e máximo de 14 folhas); com 38,2 folíolos ou pinas (mínimo de 22, e máximo de 56 folíolos); e com 113,6 foliólulos (mínimo de 90, e máximo de 136 foliólulos), em cada pina. Os foliólulos apresentam a cor verde-escura, sendo assimétricos, pilosos, e de ápice agudo (Figura 14b).

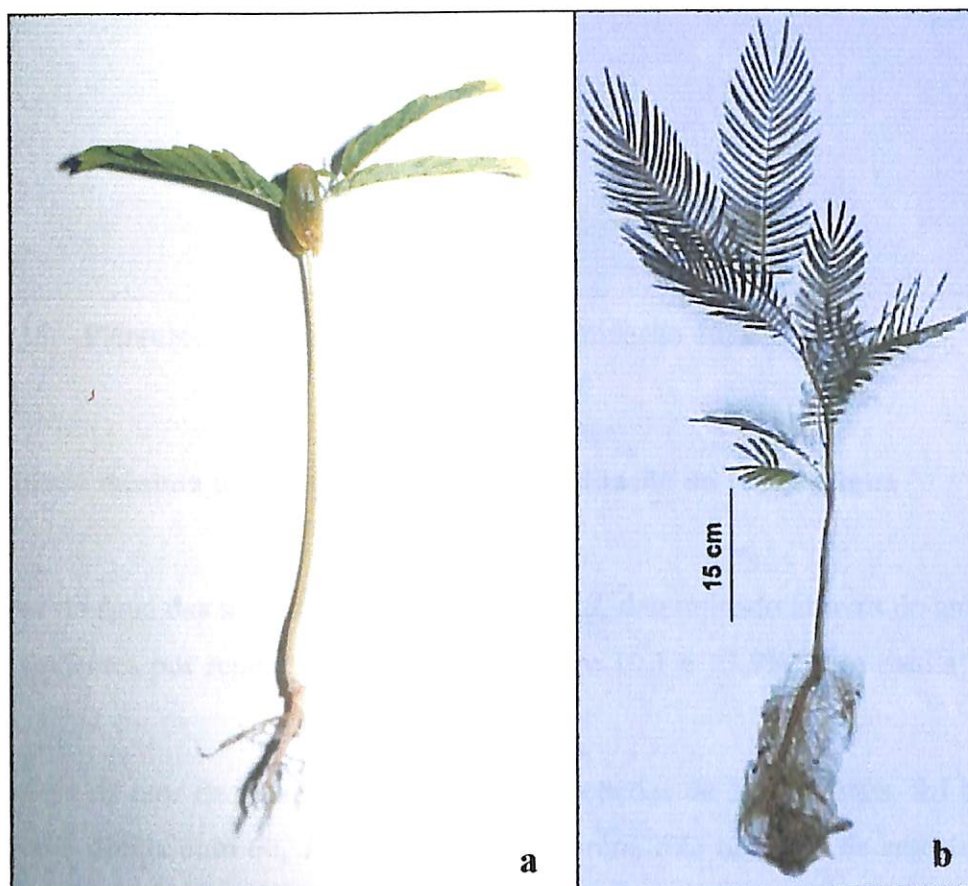


Figura 14 – Plântula normal de *E. schomburgkii* em estágio avançado (a) e muda após 18 meses da sementeira (b).

No laboratório, foram observadas algumas anormalidades durante o processo de formação de plântulas, como eófilos verde-claros que permaneceram com esta coloração mesmo após o encerramento do experimento; não crescimento dos eófilos; não desenvolvimento do hipocótilo e da raiz; e raízes contorcidas (Figura 15). Estas anormalidades foram observadas principalmente nas temperaturas mais baixas, abaixo de 15°C. Este fato pode estar relacionado a danos causados por baixas temperaturas.

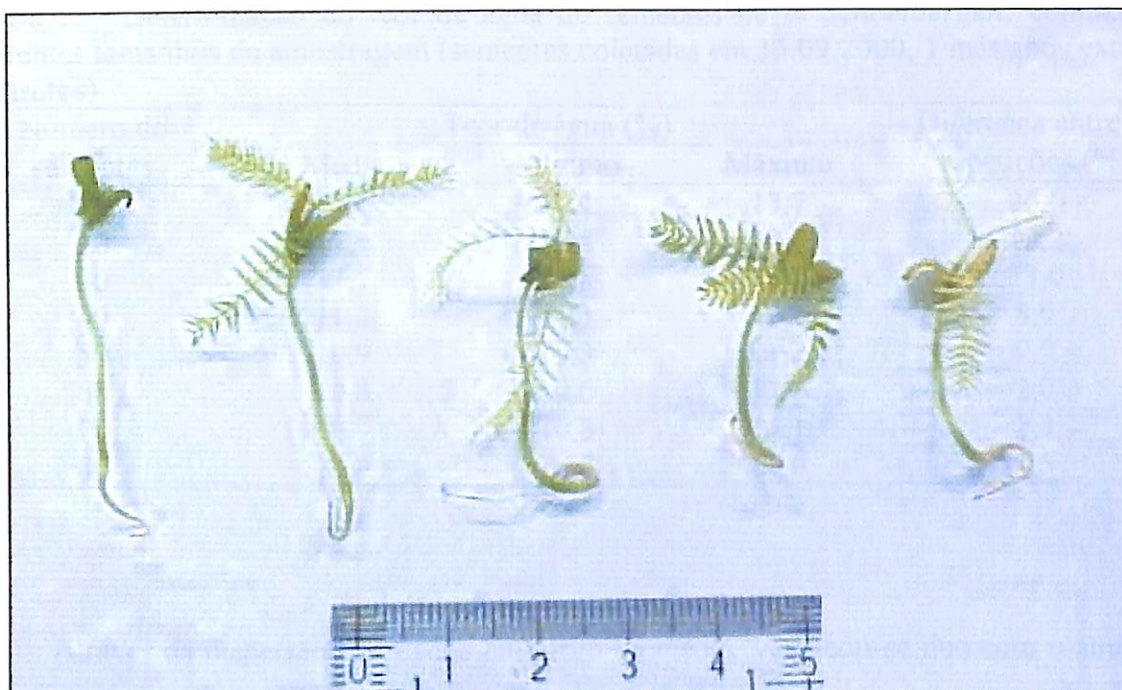


Figura 15 – Plântulas anormais observadas na germinação em laboratório

5.4. Quantidade mínima de sementes para a determinação do teor de água

O teor de água das sementes de *E. schomburgkii*, determinado através de amostragens de 10 a 80 sementes por repetição, apresentou-se entre 10,1 e 13,8%, com média de 10,9% (Tabela 5).

A média de teor de água encontrada, com repetições de 50 sementes, foi de 10,9%, portanto igual à obtida com 60, 70 e 80 sementes. Porém, este tamanho de amostragem (50 sementes), não pode ser recomendado, pois a variação entre as repetições é muito alta (9% de diferença entre as repetições).

Os valores de teor de água por repetição mostraram grande diferença entre si, para os tratamentos com 10, 20, 30, 40 e 50 sementes, entre 9 e 26%. A partir de 60 sementes por repetição, a diferença entre os valores de teor de água das amostras de sementes aproximou-se de zero, 2,0%, portanto dentro do limite recomendado pelas Regras para Análise de Sementes, de 2,6% (Brasil, 1992). Este valor foi similar ao encontrado para as repetições com 70 e 80 sementes, sendo entre 1,5 a 2,3%, e confirmaram a média de teor de água encontrada para esses tratamentos, entre 10,8 e 10,9%.

Tabela 5 – Determinação do teor de água de sementes de *E. schomburgkii*, comparando diferentes tamanhos de amostragem (sementes coletadas em 15.09.2000, 1 mês após extração dos frutos)

Número de sementes	Teor de água (%)			Diferença entre as repetições (%)
	Média	Mínimo	Máximo	
10	11,6	10,1	13,7	26,0
20	11,1	10,5	12,0	12,2
30	11,7	10,6	13,8	23,0
40	11,5	11,1	12,1	8,6
50	10,9	10,3	11,3	9,0
60	10,8	10,6	11,0	2,0
70	10,9	10,8	11,1	2,3
80	10,9	10,8	11,0	1,5

Através da dispersão dos dados em torno da média, verificou-se que com o aumento da quantidade de sementes por repetição, o valor do teor de água das amostras aproximaram-se mais da média. Assim, a partir de uma amostra de 60 sementes, a diferença entre as repetições foi menor ou igual a 2%. Portanto, recomenda-se no mínimo duas amostras de trabalho contendo cada uma, 60 sementes, com 2,0 a 3,2g de sementes para a determinação do teor de água.

5.5. Características de germinação

5.5.1. Germinação das sementes recém coletadas

As sementes recém coletadas de *E. schomburgkii* apresentaram, após desponte, alto percentual de germinação para a emissão da raiz primária, para todas as coletas testadas (Tabela 6). As porcentagens de emissão da raiz primária das coletas de 1999, 2000 e 2001 não apresentaram diferença estatística ao nível de 1% de probabilidade, e ficaram entre 98,4 e 100,0%.

Tabela 6 – Germinação das sementes de quatro anos de coleta de *E. schomburgkii*, comparando a emergência da raiz primária e formação de plântula normal a 30°C.

Critério de germinação e ano de coleta	Germinação Final (%)	Tempo de germinação (dias)			
		Médio	Inicial	Final	50%
<i>Raiz primária</i>					
1999	99 A	3,26 A	3,0 A	4,5 A	3,0 A
2000	100 A	2,38 B	2,0 B	3,3 A	2,0 C
2001	98 A	2,83 AB	1,8 B	4,5 A	2,8 AB
2002	92 B	2,33 B	2,0 B	3,3 A	2,3 BC
<i>Plântula normal</i>					
1999	99 A	10,00 A	7,3 A	13,3 A	10,0 A
2000	100 A	7,91 B	5,3 B	10,0 B	8,0 B
2001	86 B	11,33 A	6,3 AB	15,8 A	11,8 A
2002	73 B	7,90 B	6,8 A	9,3 B	7,8 B

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A comparação entre as altas porcentagens de germinação apresentadas, após desponte, por *E. schomburgkii*, e as apresentadas por outras espécies florestais, como *Maquira sclerophylla*, *Ceiba pentandra* e *Cariniana micrantha* (Imakawa, 1996; Miranda & Ferraz, 1999; Varela *et al.*, 1999), demonstra que esta espécie se destaca, principalmente por não ter sido submetida a qualquer tipo de melhoramento.

A porcentagem de formação de plântulas normais, por sua vez, se aproximou à encontrada para a emissão da raiz primária, entre 73,3 e 100,0%, para todas as coletas testadas.

Estudos comparando métodos de quebra de dormência para esta espécie, confirmam as observações feitas no presente trabalho, nos quais foram registrados 100% de germinação, tanto para a emissão da raiz primária, quanto para a formação de plântulas normais, de sementes submetidas ao desponte (Souza & Varela, 1989). Outro estudo, realizado com uma espécie do mesmo gênero, *E. contortisiliquum* (Vell.) Morong. (orelha-de-negro), mostrou resultados semelhantes para a emissão da raiz primária a 30°C (Lima *et al.*, 1997). Neste, as porcentagens de emissão da raiz primária observadas para a espécie, ficaram em torno de 100%.

O tempo médio de emissão da raiz primária de *E. schomburgkii* foi, para todas as coletas, entre 2,3 e 3,3 dias. Esta característica demonstra que o processo germinativo da espécie se desenvolve em curto período. O processo de formação de plântulas normais desenvolveu-se entre 7,9 e 11,3 dias, para todas as coletas.

Em muitas espécies florestais, os testes de germinação são muito demorados, como em *Ceiba pentandra* e *Maquira sclerophylla*, que necessitaram de 12 e 37 dias de tempo médio para a formação de plântula normal, respectivamente (Varela *et al.*, 1999). Uma vez que *E. schomburgkii* completou seu processo de germinação em tempo muito curto, a avaliação da qualidade de suas sementes poderia ser realizada sem dificuldade através deste método.

As diferenças na qualidade e no vigor entre lotes de sementes, é um fato conhecido (Baskin & Baskin, 1998; Guttermann, 2000). Estas, podem estar relacionadas aos fatores ambientais durante o processo de maturação das sementes, a variações intraespecíficas, dentre outros. Assim, a variação na germinabilidade e no período necessário para a germinação dos lotes de sementes (oriundos de diferentes anos de coleta e matrizes), demonstrou as diferenças de qualidade, ou seja, de vigor.

5.5.2. Influência da temperatura sobre a germinação após a superação da impermeabilidade do tegumento

O intervalo de temperatura considerado ótimo para a emissão da raiz primária, considerando todas as coletas, foi entre 15 e 40°C, com porcentagens de germinação variando de 90,2 a 95,4% (Figura 16). Estes resultados demonstram que a espécie apresenta alta porcentagem de germinação em ampla faixa de temperatura. Para a formação de plântula normal, este intervalo de temperatura ótima situou-se entre 25 a 35°C, resultando em médias entre 60 e 92,5%.

Para sementes de *Enterolobium contortisiliquum*, altas porcentagens de germinação foram observadas no mesmo intervalo de temperatura, 20 a 40°C, para a emissão raiz primária (Lima *et al.*, 1997).

A temperatura de 30°C apresentou resultados melhores, principalmente considerando a formação de plântula. As temperaturas de 25 e 35°C apresentaram resultados que podem ser consideradas intermediários, por terem se igualado também às menores médias.

A germinação observada para outras espécies florestais da Amazônia que ocorrem tanto em floresta primária quanto em secundária, mostraram respostas similares para a

temperatura ótima de germinação. Segundo esses estudos, a espécie *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. (sumaúma) apresentou valores superiores na temperatura de 30°C para a emissão da raiz primária, de 82,0%, e para a formação de plântulas normais, de 79,0% (Varela *et al.*, 1999).

Andrade & Pereira (1994), estudando sementes de uma espécie florestal tropical (cedro - *Cedrela odorata* L.), observaram porcentagens relativamente baixas de formação de plântulas normais a 30°C, entre 61,0 e 66,9%. Assim, os resultados encontrados para *E. schomburgkii* indicam sua maior tolerância a condições adversas de temperatura.

Foram observadas variações na temperatura ótima das quatro coletas, para a emissão da raiz primária. As sementes de *E. schomburgkii* apresentam tegumento impermeável e após o desponte, somente a pequena área cortada permite a absorção inicial da água. Portanto, pequenas diferenças do tamanho e ângulo do corte, além de pequenas diferenças na umidade das caixas podem ter afetado a embebição das sementes e, conseqüentemente, a velocidade do processo. Por outro lado, estas variações podem também ser causadas pela qualidade do lote, expressando diferença genética ou de tempo de armazenamento.

Alguns estudos demonstram que ocorre variação na germinabilidade das sementes provenientes de diferentes matrizes, anos de frutificação, posições dentro do fruto, bem como de frutos provenientes de diferentes posições na copa (Guterman, 2000). Outro estudo confirma que há variação nas respostas germinativas de acordo com o teor de água inicial das sementes (Calmé *et al.*, 1995).

Quanto à temperatura mínima de germinação de *E. schomburgkii*, observa-se que esta situa-se entre 10 a 15°C, tanto para a emissão da raiz primária quanto para a formação de plântula normal. Para a emissão da raiz primária, as médias diminuíram de 66,6% a 15°C, para 0% a 10°C, com exceção da coleta de 2002, que germinou a 10°C. Para a formação de plântula normal, as médias caíram de 58,4% a 15°C, para 0% a 10°C, com exceção da coleta de 2002, que não germinou a 15°C. A coleta de 2002, diferente das demais, apresentou temperatura mínima de germinação da raiz primária situada entre 5 a 10°C, e entre 15 a 20°C, para a formação de plântula normal. As diferenças observadas podem estar relacionadas à qualidade do lote, tornando necessária uma avaliação dos lotes quanto ao vigor. Porém, as semelhanças marcantes entre as coletas, permitem fixar como temperatura mínima de germinação para a emissão da raiz primária e formação de plântula normal, da espécie *E. schomburgkii*, entre 10 a 15°C.

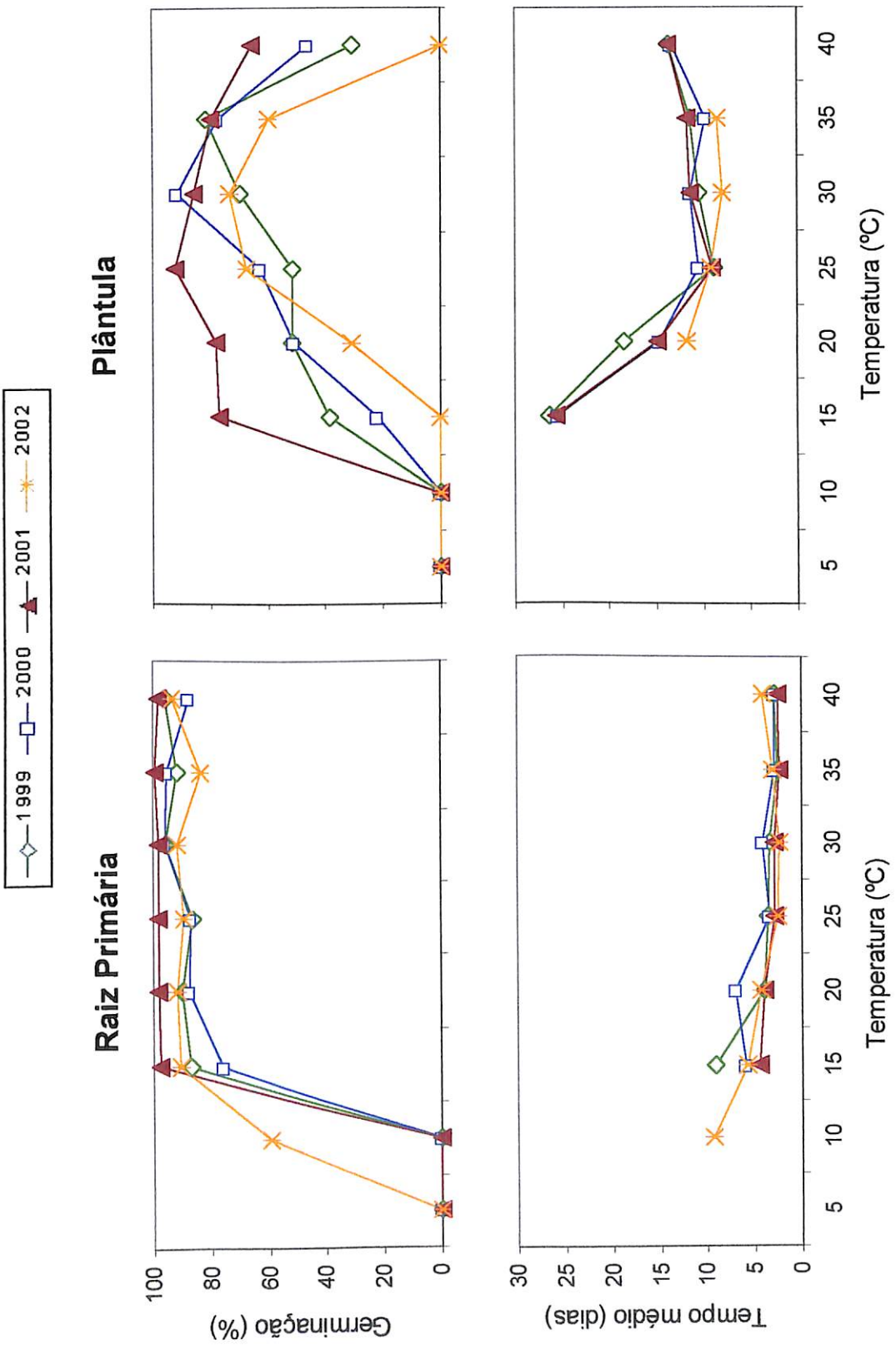


Figura 16 – Influência da temperatura sobre a porcentagem de germinação e o tempo médio de germinação das sementes de *E. schomburgkii* de quatro anos de coleta.

A espécie *E. contortisiliquum* mostrou resultado similar para a temperatura mínima de emissão da raiz primária, que foi de 10°C (Lima *et al.*, 1997). Estes resultados mostram que a espécie *E. schomburgkii*, assim como outras do mesmo gênero, são sensíveis a temperaturas menores ou iguais a 10°C, como ocorre para a maioria das espécies tropicais.

A temperatura máxima de germinação para a espécie, estava situada acima de 40°C, tanto para a emissão da raiz primária, quanto para a formação de plântula normal, com exceção da coleta de 2002, que estava entre 35 a 40°C para a formação de plântula. As médias gerais de emissão da raiz primária para todas as coletas foram de 93,8% a 40°C, e para a formação de plântulas foi de 10,3% a 40°C.

Os resultados de temperatura máxima de germinação para ambos os critérios de germinação, enquadram-se na faixa indicada por Lang (1965) e Larcher (1986) para as espécies tropicais, que mencionam que o limite máximo de temperatura é igual ou superior a 35°C.

Quanto à faixa de temperatura ótima de germinação para a emissão da raiz primária, considerando o tempo médio de germinação, situou-se entre 25 e 40°C, com tempos médios entre 2,2 a 4,7 dias, (Figura 16). Para a formação de plântula, a temperatura ótima situou-se entre 25 a 35°C, com tempos médios entre 7,6 e 13,9 dias.

Assim, comparando-se a porcentagem de germinação e o tempo médio de germinação, a temperatura ótima para a espécie foi de 30°C, como indicado para muitas espécies tropicais (Lang, 1965; Larcher, 1986; Marcos-Filho, 1986).

5.5.3. Influência da luz sobre a germinação após superação da impermeabilidade do tegumento

Os resultados de germinação foram estatisticamente iguais, tanto para as sementes mantidas sob luz quanto as mantidas no escuro, para todos os lotes de semente utilizados neste experimento (Tabela 7). Verifica-se, que a porcentagem de emissão da raiz primária para as sementes que permaneceram sob luz, variou de 95,8 a 98,4%, enquanto as mantidas sob escuro, apresentaram porcentagens entre 93,4 e 95,0%.

O comportamento indiferente à luz observado no início do processo germinativo das sementes desta espécie, demonstra que estas não necessitam de cuidados especiais para os testes de germinação. Esta característica, indica que as sementes desta espécie podem germinar tanto em clareiras quanto sob o dossel da floresta, podendo compor o banco de plântulas no solo da floresta, por período não conhecido.

Tabela 7 – Germinação na luz e no escuro das sementes de *E. schomburgkii* de três anos de coleta. Critério: Emissão da raiz primária.

Coletas	Germinação (%)	
	Luz	Escuro
1999	95,8 a	93,4 a
2000	95,8 a	94,2 a
2001a	98,4 a	94,2 a
2001d	96,7 a	95,0 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

Assim, a espécie *E. schomburgkii*, mesmo sendo uma espécie heliófila (FAO, 1971), não depende de luz no início de seu processo germinativo.

5.5.4. Influência da alternância de temperatura sobre a quebra de dormência de sementes intactas

Verificou-se que, 2 meses após a semeadura de sementes sem tratamento pré-germinativo, a germinação continuou quase nula em todos os tratamentos, com valores inferiores a 2,5% de emissão da raiz primária (Tabela 8). Por outro lado, após desponte, a testemunha atingiu, na temperatura constante de 25°C, germinação final entre 86,7 e 98,4%, após 3 a 11 dias.

A impermeabilidade das sementes de *Ochroma pyramidale* também não foi rompida com temperaturas alternadas de amplitude de variação igual a 10°C (Martins-Neto, 1994).

Tabela 8 – Germinação 2 meses após a semeadura de sementes intactas de *E. schomburgkii* submetidas a temperaturas alternadas, comparando quatro coletas

Ano de coleta	Germinação (%)				Médias
	25°C com desponte	25°C sem desponte	15-35°C sem desponte	20-30°C sem desponte	
1999	86,7	0,8	0,0	0,8	22,1 B
2000	86,7	0,0	0,8	0,0	21,9 B
2001	98,4	2,5	2,5	2,5	26,5 A
2002	89,2	0,8	0,8	2,5	23,3 B
Médias	90,3 a	1,0 b	1,0 b	1,5 b	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Outros estudos mais detalhados tornam-se necessários, incluindo a influência do dessecação combinado com temperaturas alternadas, para entender a superação da dormência das sementes de *E. schomburgkii* em ambiente natural.

Além das flutuações de temperatura, outros aspectos, como a ação de microrganismos e predadores, podem contribuir para a quebra da dormência tegumentar das sementes (Carvalho & Nakagawa, 1988). Estes aspectos, podem constituir, de forma isolada ou em conjunto com as temperaturas alternadas, o mecanismo de rompimento do tegumento das sementes desta espécie.

5.6. Longevidade no armazenamento a diferentes temperaturas

Após vários períodos de armazenamento em diferentes temperaturas, sementes das três coletas utilizadas não mostraram diferença estatística entre os teores de água (Tabela 9). O grau de umidade ficou entre 9,0 e 11,0%, sem variação entre os períodos de armazenamento estudados. Isto indica que os recipientes utilizados durante o armazenamento proporcionaram um ambiente hermeticamente fechado para a conservação das sementes.

Após 9 meses, as sementes de todas as temperaturas de armazenamento mantiveram sua germinação alta, entre 80 e 100% de emissão da raiz primária, não diferindo estatisticamente entre todas as temperaturas testadas (Figura 17). Estes resultados, indicam que a espécie não requer temperaturas especiais, dentro do período de 9 meses, para serem

conservadas. Por outro lado, foi observada certa variação entre os períodos de armazenamento.

Após três e seis meses, a porcentagem de emissão da raiz primária mostrou resultados estatisticamente inferiores aos resultados de 1 mês de armazenamento, com médias de 92,1 e 87,6%, respectivamente. Porém, após 9 meses de armazenamento a média de porcentagem se igualou a de 1 mês de armazenamento. Assim, não foi possível verificar qualquer tendência em relação ao período avaliado. Além disso, estes resultados sugerem que outros fatores, que não o período de armazenamento, podem ter influenciado nas diferenças significativas observadas, como ataque de fungos ou variações no suprimento de água durante a germinação das sementes.

Tabela 9 – Teor de água das sementes de *E. schomburgkii* de três anos de coleta, submetidas a diferentes temperaturas e períodos de armazenamento.

Temperatura de armazenamento (°C)	Teor de água (%)			
	1 mês	3 meses	6 meses	9 meses
<i>1999</i>				
-18	9,0 Aa	9,0 Aa	9,9 Aa	9,4 Aa
5	9,0 Aa	9,0 Aa	10,0 Aa	9,3 Aa
10	8,8 Aa	8,9 Aa	10,1 Aa	10,2 Aa
15	8,9 Aa	9,5 Aa	10,5 Aa	9,9 Aa
20	8,9 Aa	9,0 Aa	10,0 Aa	9,5 Aa
<i>2000</i>				
-18	10,0 Aa	10,2 Aa	11,1 Aa	9,9 Aa
5	10,0 Aa	10,0 Aa	11,3 Aa	10,5 Aa
10	10,1 Aa	10,2 Aa	11,3 Aa	10,4 Aa
15	10,0 Aa	10,2 Aa	11,8 Aa	10,6 Aa
20	10,0 Aa	10,1 Aa	11,3 Aa	10,4 Aa
<i>2001</i>				
-18	9,6 Ab	9,4 Ab	10,5 Aa	9,8 Cb
5	9,5 Ab	9,4 Ab	10,5 Aa	9,7 Cb
10	9,4 Ab	9,8 Ab	10,4 Aa	10,2 ABa
15	9,6 Ac	9,9 Ac	11,0 Aa	10,5 Ab
20	9,4 Ab	9,5 Ab	10,5 Aa	9,8 BCb

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Quanto ao tempo médio para a emissão da raiz primária, todas as coletas mantiveram valores sem diferenças estatísticas, entre 2,6 e 2,8 dias, após 9 meses de armazenamento (Figura 18).

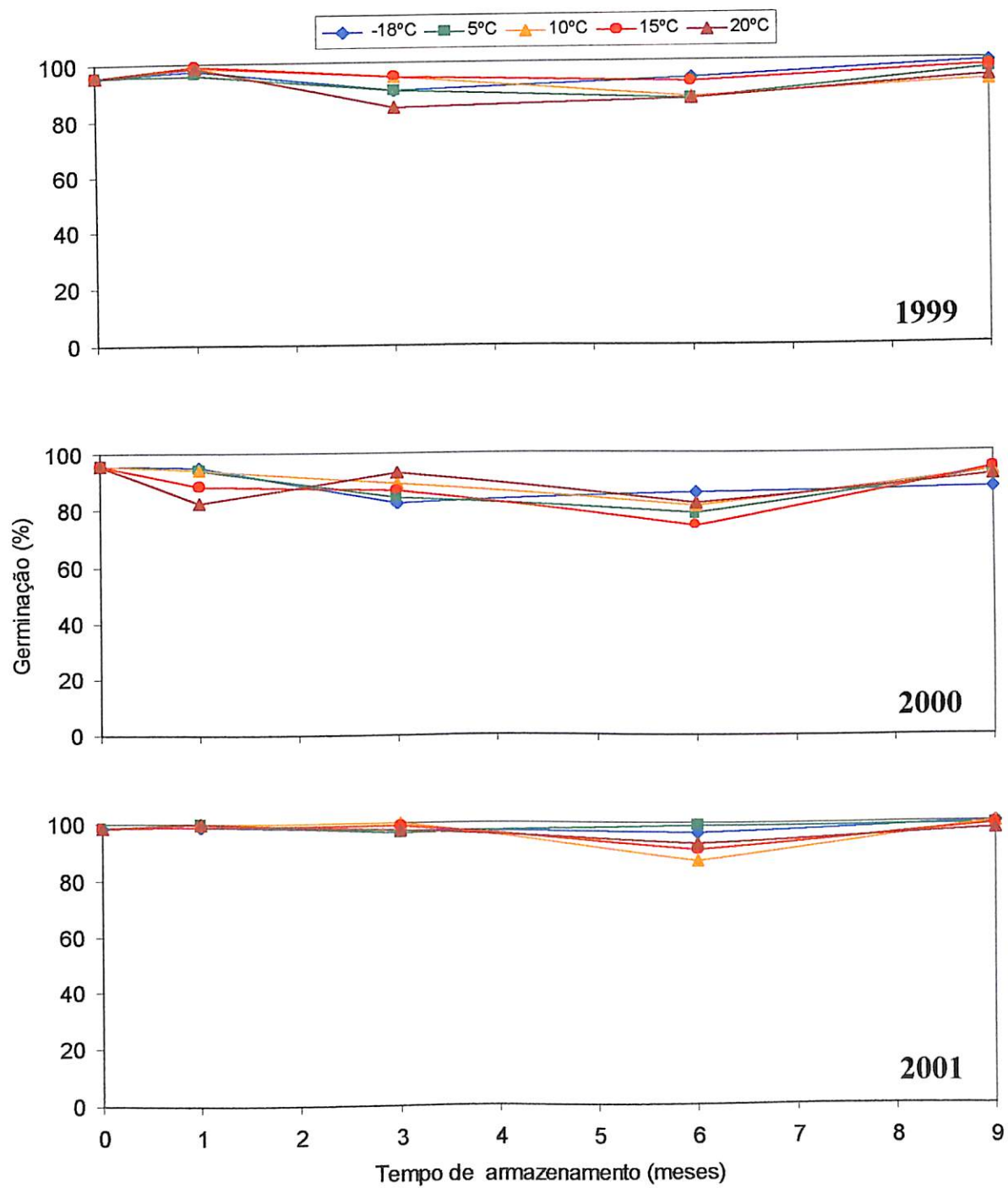


Figura 17 – Germinação das sementes de *E. schomburgkii* de três anos de coleta após armazenamento sob diferentes temperaturas constantes. Critério: Emissão da raiz primária.

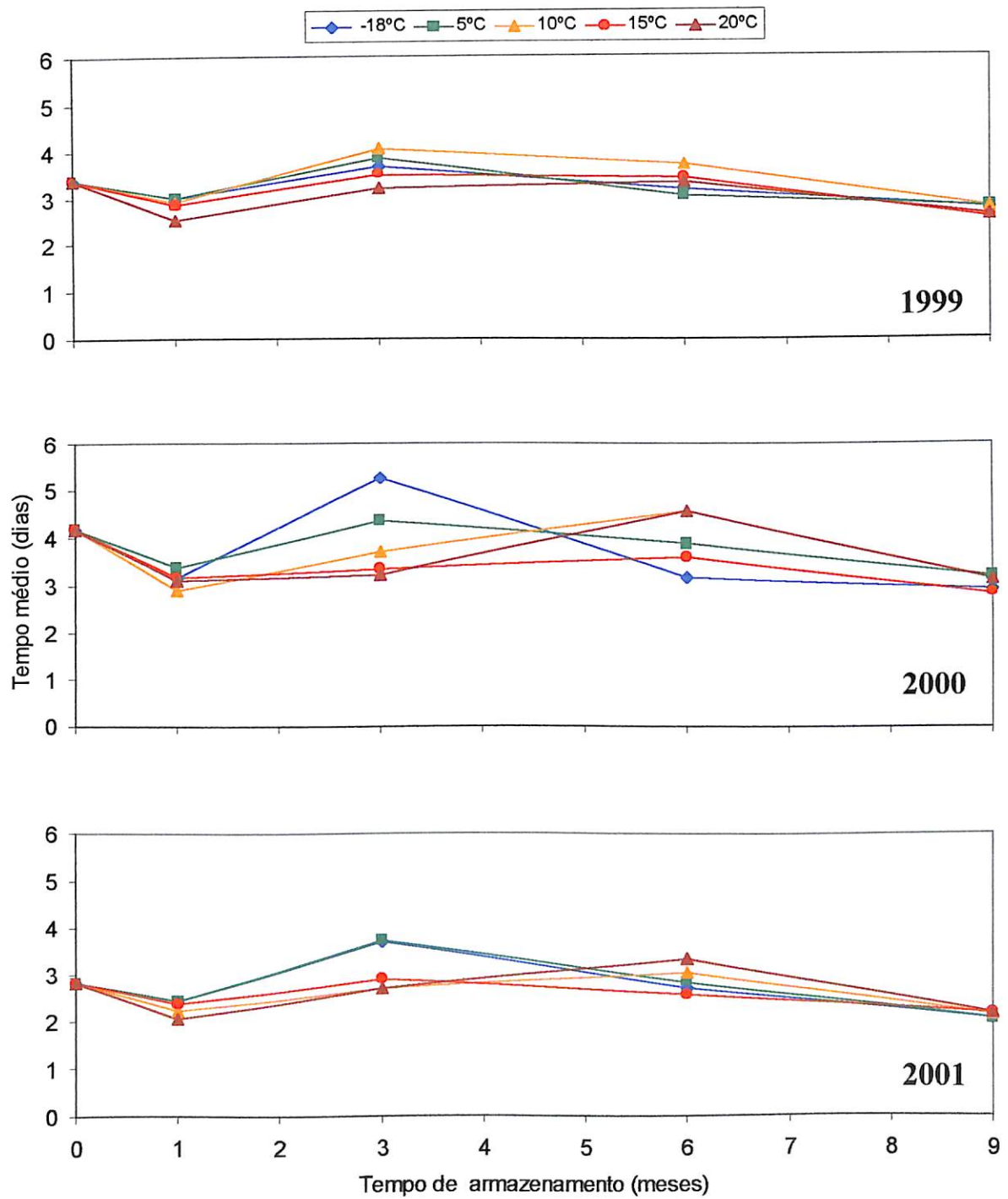


Figura 18 – Tempo médio para a emissão da raiz primária das sementes de *E. schomburgkii* de três anos de coleta após armazenamento sob diferentes temperaturas constantes.

No terceiro mês de armazenamento, o processo de germinação foi estatisticamente mais lento (3,6 dias em média), quando comparado com os outros períodos. Porém, essa variação pode ter sido influenciada por fatores metodológicos já descritos no item 5.5.2. Uma forma de aumentar a padronização das respostas germinativas, principalmente quanto ao tempo médio, seria adotar o procedimento de pré-embebição, em temperatura ambiente. Pode-se inferir, que o tempo médio para a emissão da raiz primária não foi influenciado após 9 meses de armazenamento.

As condições nas quais as sementes foram armazenadas não influenciaram a porcentagem e o tempo médio de germinação, para a formação de plântulas (Figura 19; Figura 20). Estes resultados, combinados aos de emissão da raiz primária, indicam um comportamento ortodoxo no armazenamento.

Após 9 meses de armazenamento, a porcentagem de formação de plântulas normais, manteve-se entre 63,3 e 96,7%, e o tempo médio, entre 7,2 e 9,3 dias, para todas as temperaturas e coletas avaliadas.

Observaram-se diferenças significativas em algumas interações, porém todas essas variações, principalmente para o tempo médio de germinação para a formação de plântula normal, não mostraram uma tendência que permitisse entender o comportamento das três coletas durante o armazenamento.

Os resultados encontrados no armazenamento das sementes em diversas temperaturas, mostraram que as sementes de *E. schomburgkii* podem ser armazenadas por 9 meses, tanto em temperaturas abaixo de zero (-18°C), quanto em temperaturas acima de zero (20°C), sem que sua germinabilidade seja afetada. Assim, esta espécie pode ser classificada com ortodoxa quanto ao armazenamento, como ocorre com outras espécies do mesmo gênero, *E. contortisiliquum*, *E. cyclocarpum*, *E. saman* e *E. timbouva* (Hong *et al.*, 1996).

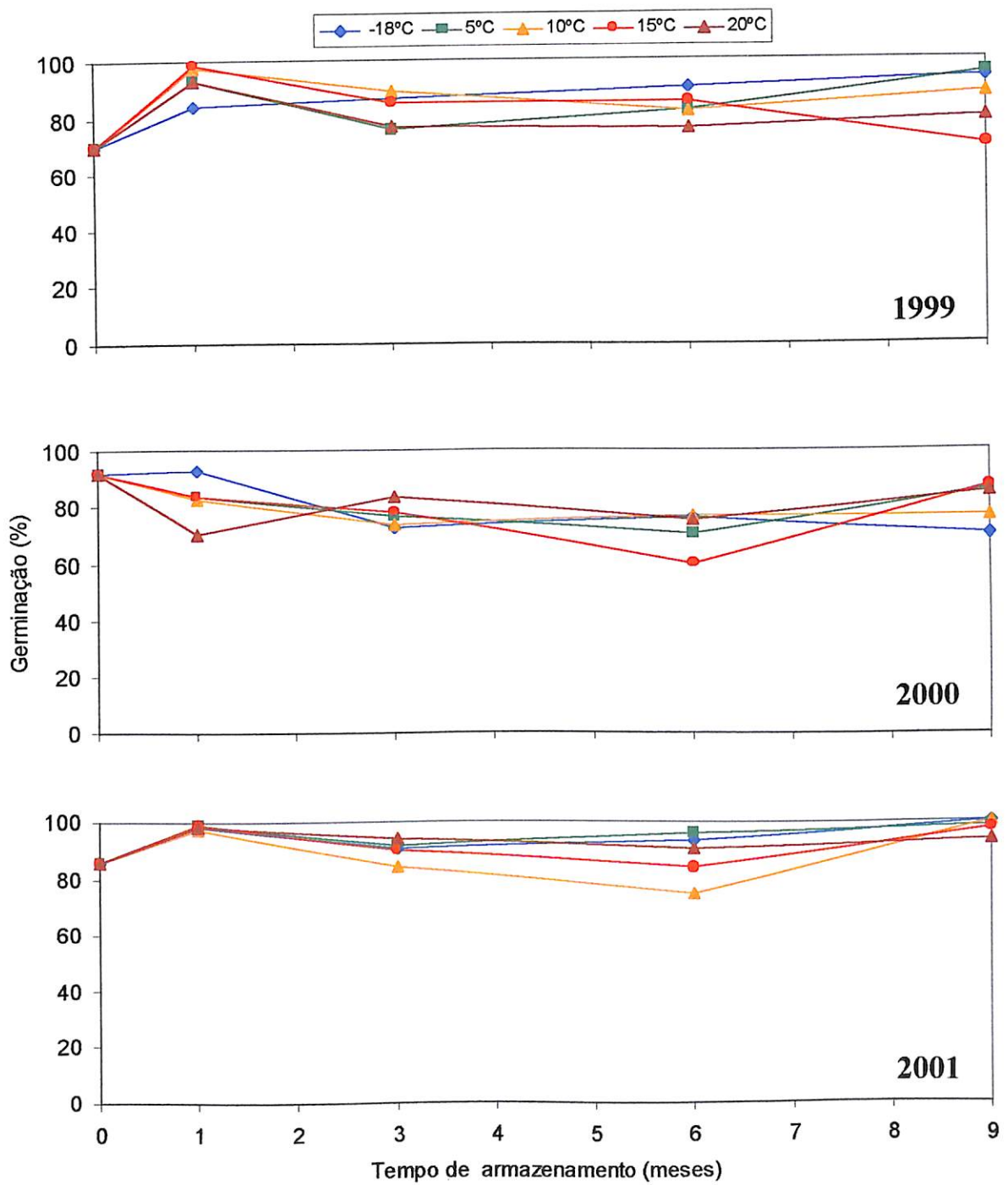


Figura 19 – Germinação das sementes de *E. schomburgkii* de três anos de coleta após armazenamento sob diferentes temperaturas constantes. Critério: Formação de plântula normal.

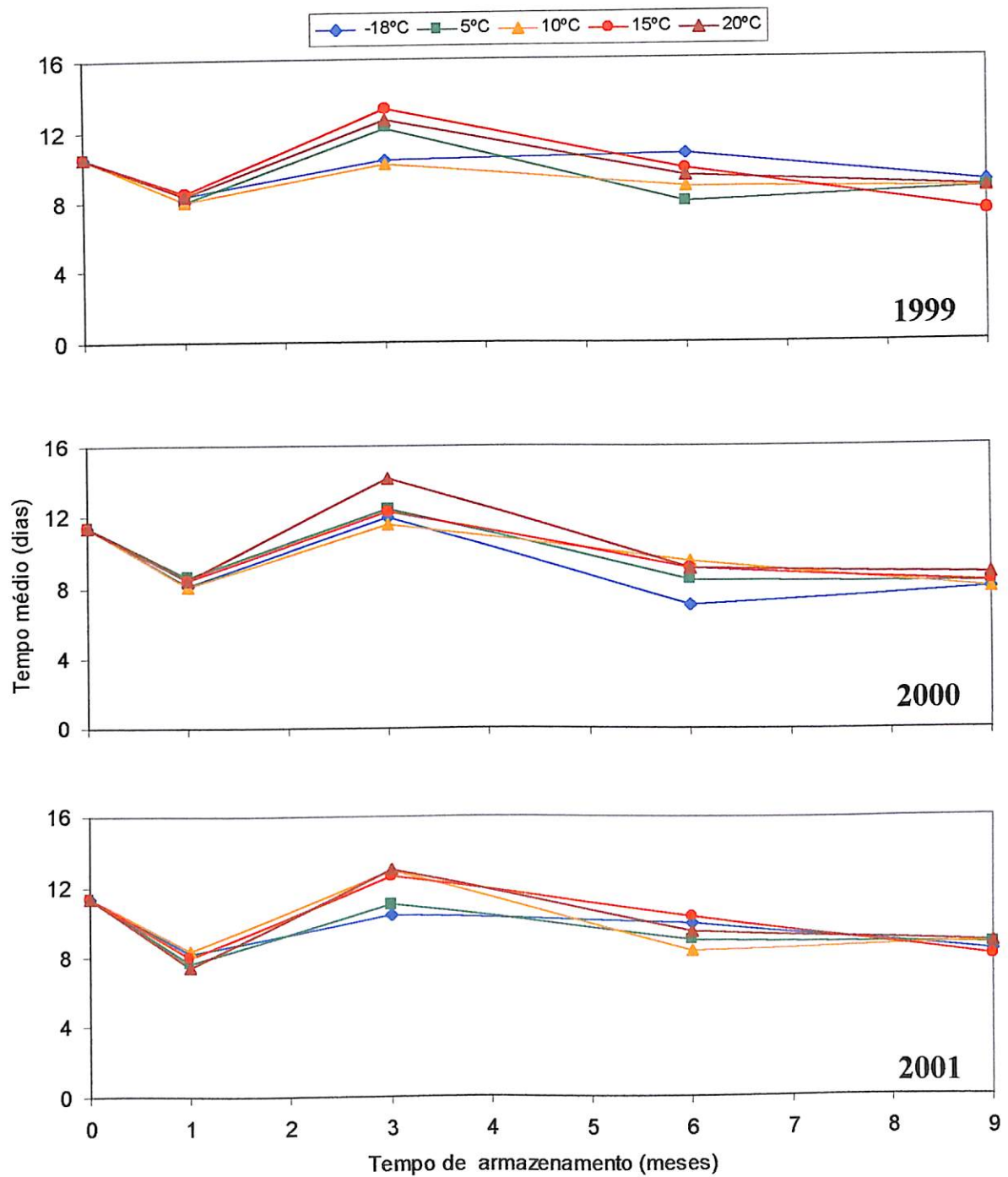


Figura 20 – Tempo médio para a formação de plântula normal das sementes de *E. schomburgkii* de três anos de coleta após armazenamento sob diferentes temperaturas constantes.

5.7. Influência do dessecamento sobre a germinabilidade das sementes

A tolerância das sementes ao ultra-dessecamento, com teor de água abaixo de 5%, é atribuída a espécies que possuem comportamento ortodoxo no armazenamento de suas sementes (Roberts, 1973). As leguminosas possuem, em sua maioria, comportamento ortodoxo no armazenamento (Hong *et al.*, 1996). Portanto, visando verificar a tolerância das sementes de *E. schomburgkii* ao ultra-dessecamento, as sementes com teor de água inicial entre 10,5 a 13,5%, foram submetidas ao dessecamento em ambiente fechado contendo sílica gel, durante 70 dias. Após este período, o teor de água das sementes foi reduzido para 3,5 a 4,0%.

Os resultados de germinação alcançados após o ultra-dessecamento das sementes de 1999 e 2000, foram de 99,2 e 100,0%, para a emissão da raiz primária. Portanto, iguais às porcentagens de germinação das sementes com teor de água entre 10,5 e 13,5% (Tabela 10). Isto significa que a porcentagem de emissão da raiz primária não foi afetada pelo ultra-dessecamento.

Tabela 10 – Influência do dessecamento sobre a emissão de raiz primária e formação de plântula normal de sementes de *E. schomburgkii* dos anos de coleta de 1999 e 2000.

Critérios de germinação e ano de coleta	Germinação (%)		Tempo médio (dias)	
	Sementes secas ¹	Sementes supra secas ²	Sementes secas	Sementes supra secas
<i>Raiz primária</i>				
1999	99,2 Aa	99,2 Aa	3,3 Aa	5,8 Aa
2000	100,0 Aa	100,0 Aa	2,4 Aa	3,7 Aa
<i>Plântula normal</i>				
1999	99,2 Aa	82,5 Ab	10,0 Aa	13,5 Aa
2000	100,0 Aa	55,8 Bb	7,9 Aa	11,5 Aa

¹ teor de água = 10,5-13,5%; ² teor de água = 3,5-4,0%; médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A porcentagem de formação de plântulas normais, por sua vez, foi afetada pelo dessecamento, apresentando resultados de 55,8 e 82,5% de germinação. No estudo realizado por Hong & Ellis (1992), os autores mencionam que a embebição rápida após o ultra-dessecamento, pode causar danos à semente. Assim, no presente estudo, as sementes de *E. schomburgkii* foram mantidas em ambiente com 100% de umidade relativa por 24 horas, antes do contato direto com o substrato úmido. Porém, este tempo de rehidratação parece não

ter sido suficiente devido, possivelmente, à impermeabilidade do tegumento e à pequena abertura obtida com o desponte.

Observou-se a ruptura da raiz primária para as sementes que foram submetidas ao dessecação, reduzindo significativamente a formação de plântulas. Esta ruptura, segundo observações morfológicas, ocorreu no eixo embrionário, no ponto de inserção dos cotilédones. Assim, esta região do embrião pode ser considerada como um ponto que não suporta as tensões exercidas durante o processo de embebição das sementes.

Observou-se que a porcentagem de formação de plântulas normais foi mais afetada para as sementes da coleta de 2000. Estes resultados indicam que diferenças de vigor entre lotes de sementes da mesma espécie, podem causar certa variação na sua resposta ao dessecação.

O tempo médio de germinação para a emissão da raiz primária, também foi afetado pelo dessecação, apresentando médias entre 3,7 e 5,8 dias, indicando que as sementes necessitam de maior tempo para a embebição após o dessecação.

O tempo médio de germinação para a formação de plântula normal foi de 7,9 e 10,0 dias para as sementes secas, e para as sementes ultra-secas, entre 11,5 e 13,5 dias. Apenas as médias gerais das coletas e dos tratamentos de secagem foram afetadas, porém o mesmo não foi observado para a interação entre estes dois fatores.

Devido à tolerância do meristema radicular das sementes de 1999 ao dessecação, e à tolerância parcial para a formação de plântulas normais, pode-se afirmar que a espécie *E. schomburgkii* tolera o dessecação, podendo, desse modo, confirmar sua classificação como ortodoxa no armazenamento.

Outras quatro espécies do mesmo gênero, *E. contortisiliquum*, *E. cyclocarpum*, *E. saman* e *E. timbouva*, foram mencionadas por Hong *et al.* (1996), como tendo um comportamento ortodoxo no armazenamento. Assim, *E. schomburgkii* é mais uma espécie do gênero *Enterolobium*, que apresenta este comportamento, citado como típico para espécies do grupo das leguminosas (Roberts, 1973).

5.8. Tolerância das sementes ao resfriamento

Com cada diminuição de 10°C, os processos metabólicos são retardados de 2 a 3 vezes (Sutcliffe, 1977). Portanto, abaixo de 20°C a velocidade do processo de germinação também é reduzida. Este fato pode ser observado através do tempo médio de germinação (Figura 21).

Com a redução da temperatura, as sementes de algumas espécies entram em estado de quiescência (Villiers, 1975). Neste estado, as sementes sobrevivem ao período de resfriamento, e retomam o crescimento assim que as condições de temperatura são adequadas.

Muitas espécies tropicais não toleram temperaturas abaixo de 10 a 15°C (Lang, 1965; Larcher, 1986). Porém, uma vez que *E. schomburgkii* apresenta uma ampla distribuição geográfica, do norte da América do Sul até a América Central, se fez necessário testar quais os limites de sobrevivência das sementes em estado quiescente.

Observando-se a influência do resfriamento em temperaturas abaixo de 10°C, sobre a germinação de sementes de três anos de coleta, verificou-se que a porcentagem de emissão da raiz primária foi reduzida de 100% para menos de 5%, após 14 dias (Figura 21).

A temperatura de 12,5°C, causou perda parcial da germinação após 14 dias de resfriamento, reduzindo de 100% para 12 a 87%. Observações subseqüentes para a temperatura de 12,5°C não foram possíveis, pois ocorreu falha no equipamento, impossibilitando a repetição do experimento.

Os resultados de germinação das sementes submetidas a 60 dias de resfriamento a 15°C, mostraram uma tendência de diminuição nos valores, com pequena variação entre as três coletas testadas (Figura 22). As médias de emissão da raiz primária mostraram uma redução de 100% para 62,5 a 87,5%.

Para verificar diferença de qualidade entre as coletas através do resfriamento a 15°C, seria necessário observar um tempo maior de resfriamento. Porém, neste caso, a duração do teste de vigor seria muito longa e pouco prática. Dessa forma, a redução da temperatura de resfriamento a ser aplicada, poderia contribuir para a redução do período requerido para o teste.

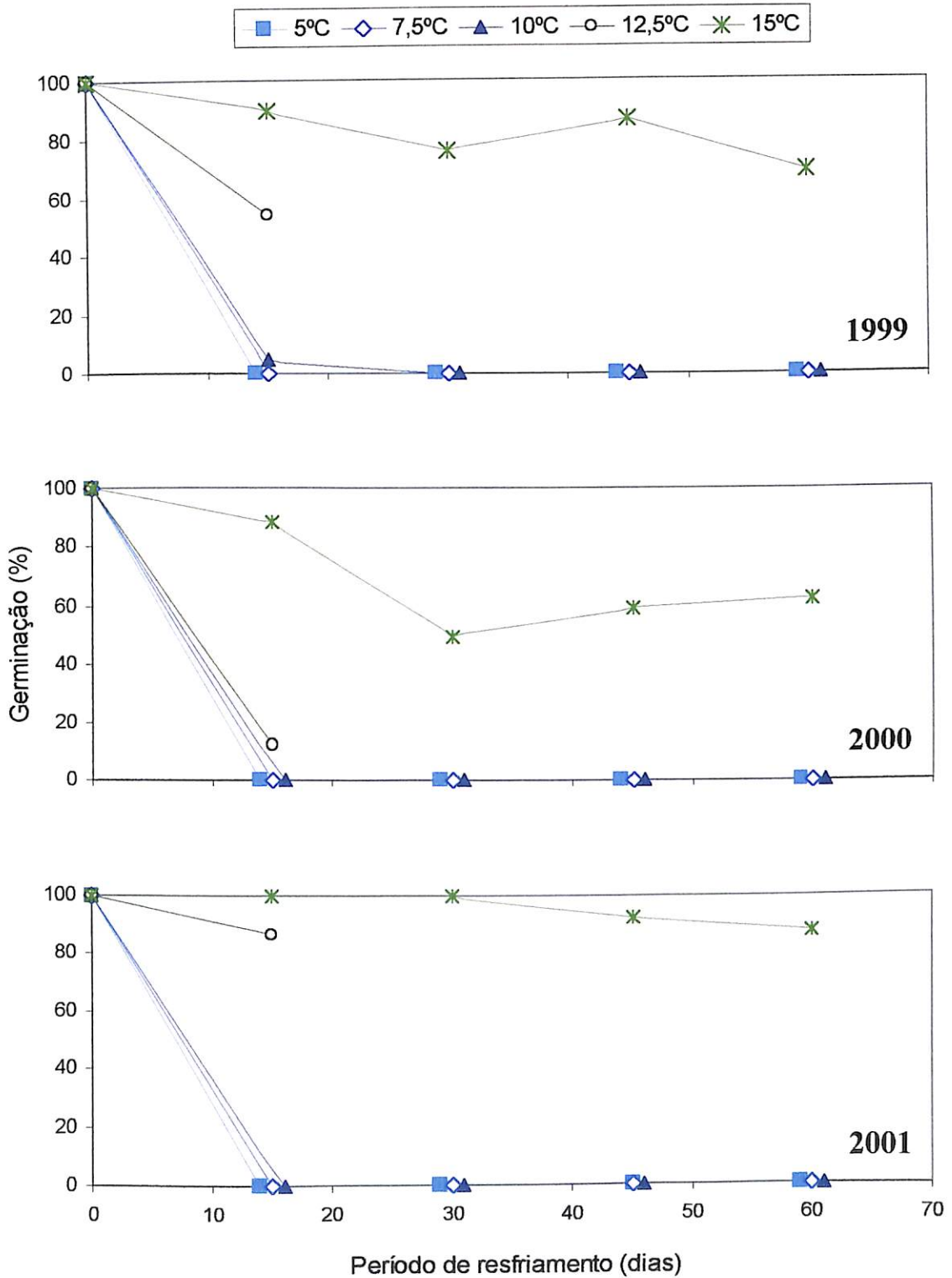


Figura 21 – Sobrevivência ao resfriamento entre 5 e 15°C das sementes de *E. schomburgkii* embebidas, mantidas em vermiculita úmida, observando-se três anos de coleta. Temperatura de germinação: 30°C. Critério: Emissão da raiz primária.

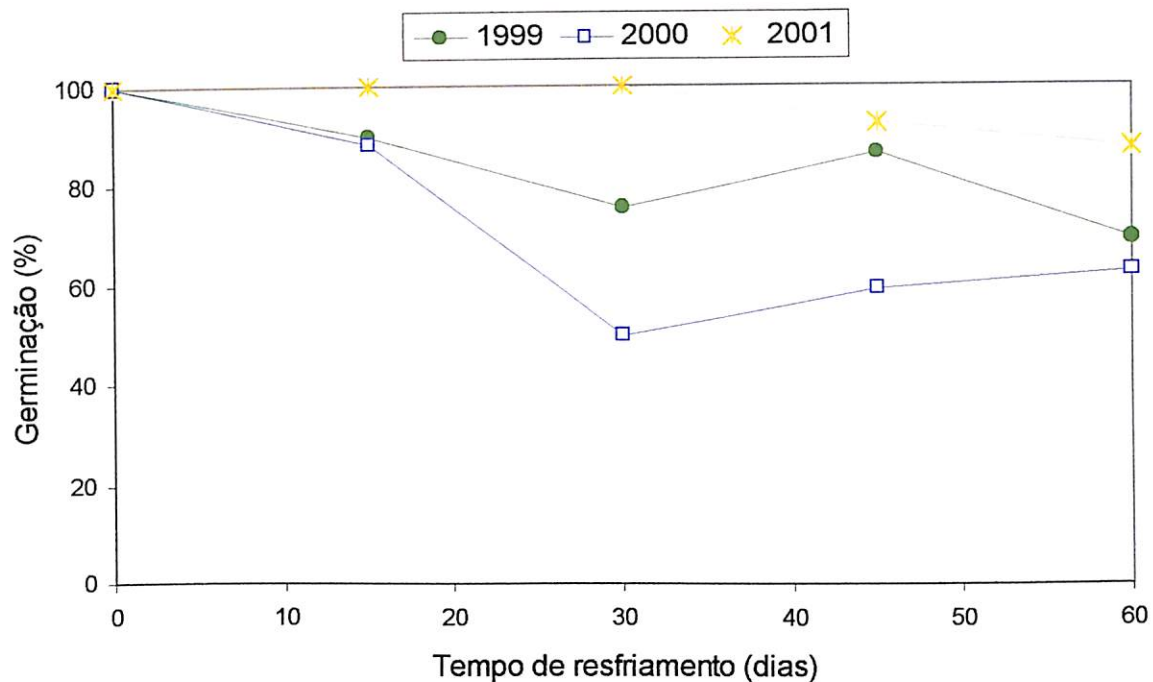


Figura 22 – Sobrevivência ao resfriamento a 15°C das sementes de *E. schomburgkii* embebidas, mantidas em vermiculita úmida, observando-se três anos de coleta. Temperatura de germinação: 30°C. Critério: Emissão da raiz primária.

5.9. Vigor das sementes de *E. schomburgkii*

5.9.1. Testes de frio a 5°C

O teste de frio na temperatura de 5°C, mostrou diferença significativa entre as coletas de 1999 e 2000, e entre os períodos de resfriamento (Figura 23). As coletas de 1999 e 2000 apresentaram porcentagem inicial de germinação entre 97 e 100%. Porém, após o primeiro dia de resfriamento observou-se diferença significativa entre os resultados, sendo que os melhores foram verificados para a coleta de 2000. Até 7 dias de resfriamento, a germinação da coleta de 2000 manteve-se com 97%, não sendo possível determinar o período máximo que as sementes desta coleta toleraram estas condições. Entretanto, a coleta de 1999 foi sensivelmente afetada pelo período de resfriamento, perdendo completamente sua germinabilidade durante o período testado.

Estes resultados sugerem que a coleta de 2000 foi mais vigorosa do que a de 1999, tolerando melhor as condições adversas. Segundo Pollock & Ross (1972), o vigor genético pode ser observado através da comparação entre sementes de diferentes matrizes, como ocorre com as coletas de 1999 e 2000, aqui observadas. Por outro lado, os mesmos autores afirmam que o vigor fisiológico pode ser observado entre lotes de uma mesma matriz. Assim, tanto diferenças genéticas, quanto fisiológicas podem ter influenciado o vigor das sementes das coletas de 1999 e 2000.

Os resultados observados através do teste de resfriamento, demonstraram que este método de avaliação de vigor foi eficiente para diferenciar os lotes de sementes de *E. schomburgkii*. Alguns autores, estudando sementes de soja, não conseguiram observar diferenças entre lotes aplicando a mesma metodologia (Carvalho *et al.*, 2000).

Este teste, porém, não permitiu determinar quando as sementes da coleta de 2000 perderam sua viabilidade, durante o resfriamento. Assim, outro experimento foi montado, comparando o resfriamento das sementes de três coletas. Neste experimento, as sementes foram acondicionadas em sacos plásticos contendo vermiculita úmida durante o período de resfriamento.

Os resultados demonstraram que todas as coletas perderam a germinabilidade ao longo do tempo do resfriamento (Figura 23). Comparando as coletas, não foi detectada diferença estatística entre os dados. Porém, os resultados absolutos indicam que o vigor foi maior para a coleta mais recente (2001), e menor para a coleta de 1999.

A tendência de perder o vigor ao longo do armazenamento, utilizando os resultados dos dois experimentos de teste de frio a 5°C, está representada na Figura 24. Verifica-se que ocorreu a perda do vigor das sementes de *E. schomburgkii* para as coletas mais antigas. Entretanto, nota-se também as diferenças entre os dois métodos testados. A influência deletéria do resfriamento no experimento em caixa gerbox, acima de papel úmido, foi menor do que em saco plástico contendo vermiculita úmida.

O resfriamento das sementes sobre papel úmido, forneceu resultados que permitiram diferenciar significativamente as coletas. Portanto, o teste de frio a 5°C, por um período de 3 dias, pode ser recomendado. Este método apresenta-se como o mais vantajoso para avaliar o vigor, por sua simplicidade e rapidez. Além disso, as sementes são submetidas ao frio da mesma forma como são semeadas, e assim, as caixas gerbox são transferidas diretamente de um germinador para o outro.

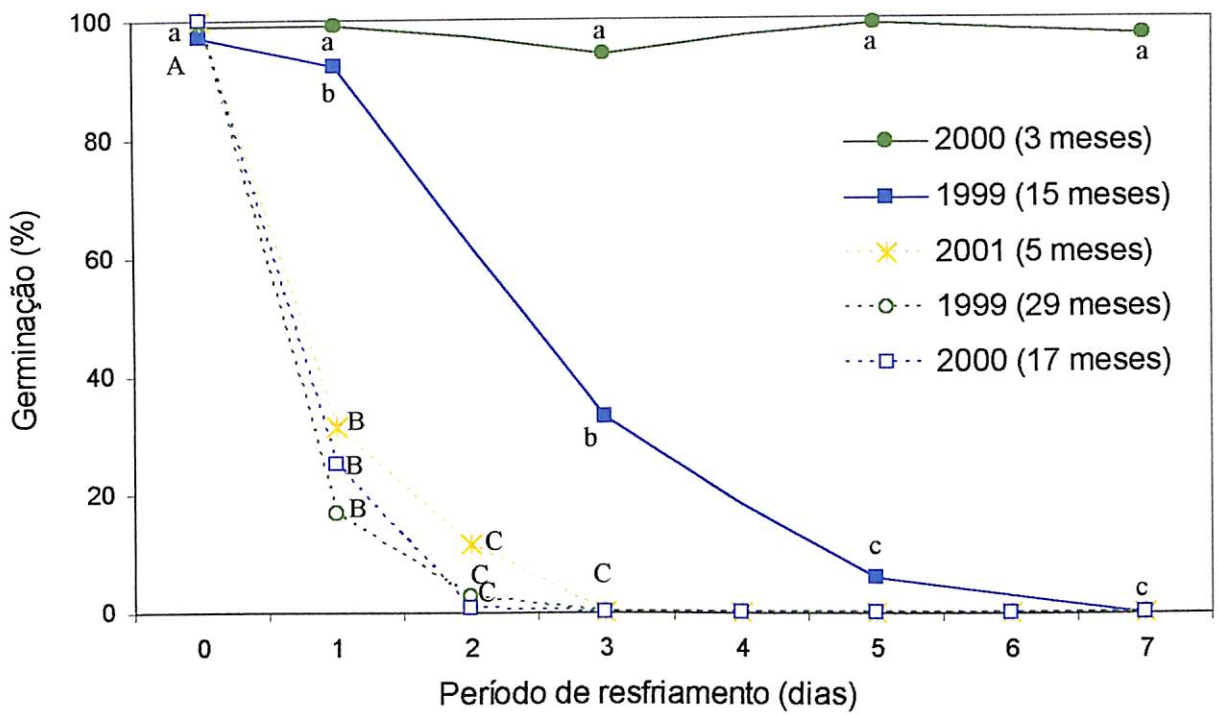


Figura 23 – Comparação da sobrevivência das sementes de *E. schomburgkii* embebidas, mantidas sobre papel de filtro úmido (linha contínua) ou em vermiculita úmida (linha pontilhada), após teste de frio a 5°C, observando-se sementes de três anos de coleta armazenadas por diferentes períodos. Temperatura para germinação: 30°C. Critério: Emissão da raiz primária.

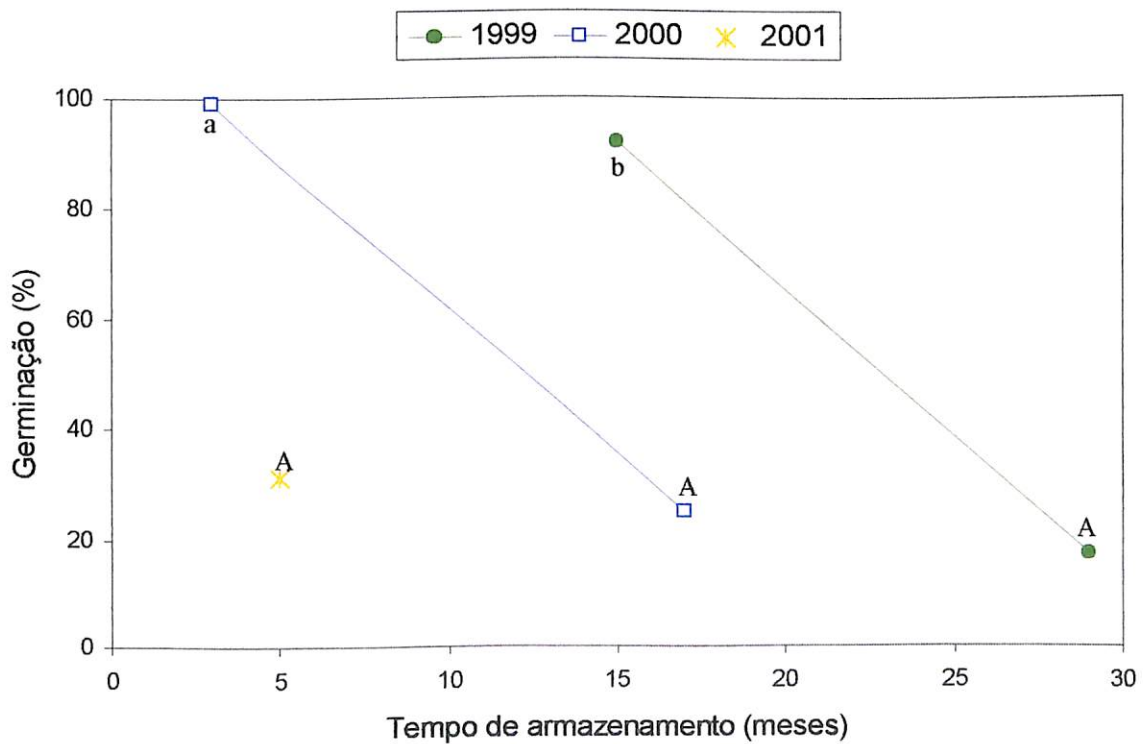


Figura 24 - Perda de germinação das sementes de *E. schomburgkii* após 24 horas de teste de frio a 5°C, observando-se sementes de diferentes anos de coleta e diferentes tempos de armazenamento.

5.9.2. Ponto culminante de germinação

Os resultados do ponto culminante de germinação variaram entre as coletas (Figura 25). Para o lote de 2002, o ponto culminante foi alcançado em menor tempo (8 dias), quando comparado aos demais lotes. As coletas de 1999, 2000 e 2001, atingiram seu ponto culminante entre 10 e 15 dias. Assim, através deste teste, as sementes de 2002 mostraram-se mais vigorosas que as demais. Isto indica que esta metodologia foi eficiente na avaliação do vigor de diferentes lotes de sementes de *E. schomburgkii*.

O ponto culminante é um teste de vigor normalmente recomendado para diferenciar coletas (Bonner, 1989). Porém, este mostrou-se muito trabalhoso, pois foi necessário um acompanhamento diário do processo de germinação.

Por outro lado, o ponto culminante também pode ser utilizado para indicar o período para a primeira contagem de germinação. Neste sentido, pode ser definido para a espécie o 11º dia após a semeadura como tempo necessário para a primeira contagem.

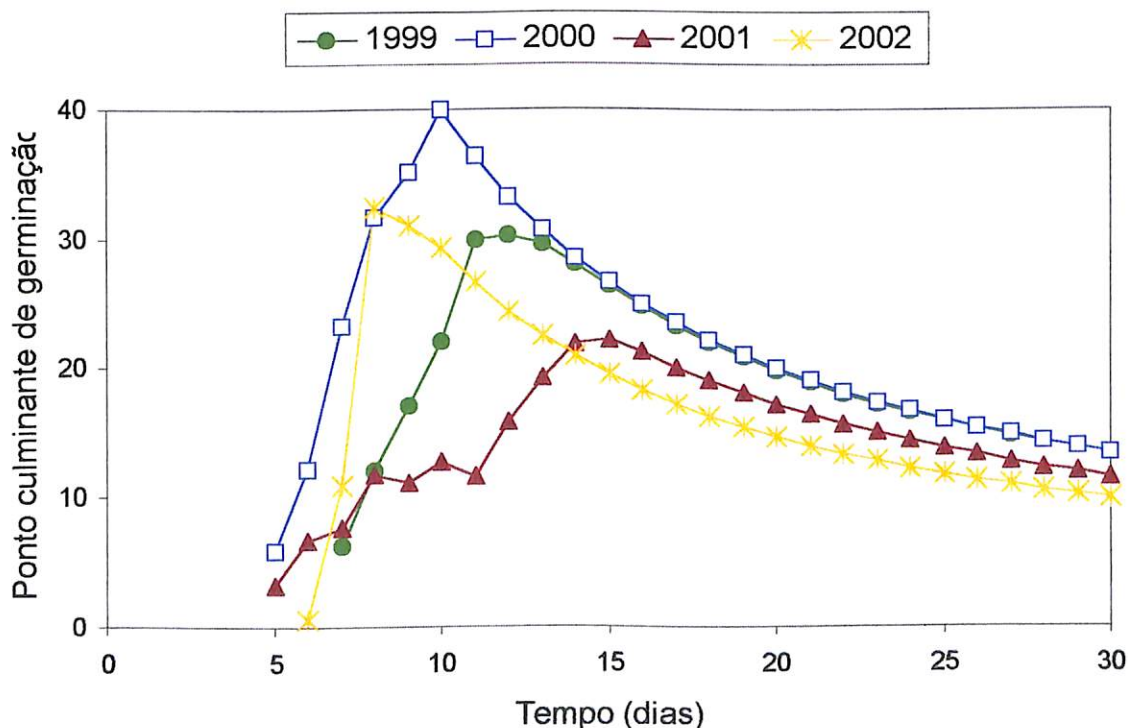


Figura 25 – Ponto culminante de germinação a 30°C das sementes de *E. schomburgkii*, comparando quatro anos de coleta. Critério: Formação de plântula normal.

5.9.3. Comparação entre vários métodos de vigor

Os testes de vigor sugeridos para uma espécie, devem considerar a simplicidade, rapidez, baixo custo, objetividade, capacidade de reprodução e de correlação com a emergência das plântulas no campo (Krzyzanowski *et al.*, 1999). Assim, realizou-se uma comparação entre vários métodos de vigor, baseados em testes fisiológicos e de resistência.

Observando-se a germinação (%), tempo médio (dias), IVE, ponto culminante de germinação, tempo para o ponto culminante de germinação e testes de frio, verifica-se que a coleta de 2000 apresentou os melhores resultados, de uma maneira geral (Tabela 11).

Alguns testes de vigor, como o ponto culminante, tempo necessário para o tempo culminante e o teste de frio por 1, 3 e 5 dias conseguiram diferenciar as coletas de 1999, 2000 e 2001. Os outros testes, como o tempo médio, o IVE e o teste de fio a 5°C por 7 dias, foram capazes de identificar apenas dois grupos dentre as quatro coletas. Além disso, os testes de vigor, tempo médio de germinação e IVE, mostraram-se contraditórios quanto aos resultados de algumas coletas.

Tabela 11 – Comparação entre diversos testes para a avaliação do vigor de sementes de *E. schomburgkii*, observando-se sementes coletadas em diferentes anos.

Métodos de vigor	Anos de coleta			
	1999	2000	2001	2002
Germinação (%)	99,2 a	100,0 a	85,9 b	73,3 b
Tempo médio (dias)	10,0 b	7,9 a	11,3 b	7,9 a
Índice de Velocidade de Emergência (IVE)	3,1 ab	4,0 a	2,5 b	2,8 b
Ponto culminante de germinação	7,9 b	10,0 a	1,4 c	2,1 c
Teste de frio a 5°C por 1 dia	92,0 b	99,0 a	42,5 c	nd
Teste de frio a 5°C por 3 dias	33,5 b	94,0 a	0 c	nd
Teste de frio a 5°C por 5 dias	9,0 b	99,0 a	0 c	nd
Teste de frio a 5°C por 7 dias	0 b	97,0 a	0 b	nd
Tempo para primeira contagem (dias)	12 b	10 a	14 c	9 a

nd = não determinado; Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os resultados para o ponto culminante de germinação e para os testes de frio aplicados, mostraram-se suficientes para uma segura diferenciação entre os lotes. Porém, o método de avaliação do vigor através do ponto culminante de germinação é muito trabalhoso e, requer um tempo maior de avaliação que os testes de frio. Assim, recomenda-se como teste de vigor para as sementes de *E. schomburgkii* o teste de frio a 5°C, por 1 e 3 dias.

6. CONCLUSÕES

- A floração da espécie, no estado do Amazonas, ocorre no final do período chuvoso, entre os meses de julho e setembro; e a frutificação, no período mais seco, entre julho e setembro, sendo mais freqüente em setembro. Portanto, a coleta dos frutos pode ser planejada para setembro.

- Os frutos apresentaram as dimensões de 17,9 cm de comprimento, 3,2 cm de largura e 0,5 cm espessura do legume; o peso dos frutos variou entre 5,9 e 15,4g, com 10 a 27 sementes por fruto. Coletando um quilograma de frutos, puderam ser extraídas em média 100g de sementes, com 1.800 unidades.

- As sementes de *E. schomburgkii* apresentaram certa variação nas dimensões, entre anos de frutificação e matrizes; as dimensões foram, em média, de 8,0 mm de comprimento, 3,8 mm de largura e 2,6 mm de espessura; o peso médio de uma semente foi de 0,054 g, com 17.109 a 20.279 sementes por quilograma, e peso de 1000 sementes de 49,3 a 58,5 kg.

- O processo de germinação é do tipo epigea, fanerocotiledonar; a plântula normal, foi definida quando os primeiros eófilos alcançaram o mesmo comprimento dos cotilédones: a primeira contagem pode ser feita 11 dias após a semeadura; as plântulas normais, apresentaram um hipocótilo de 25 mm de comprimento, com sistema radicular pivotante de 16 mm de comprimento, e cotilédones verdes com reservas.

- A porcentagem de germinação das sementes recém coletadas foi de 98,4 a 100,0%; a dormência tegumentar foi resistente a um termoperíodo de 12 horas de 35:15°C e 30:20°C, por dois meses após a semeadura, apresentando germinação inferior a 2,5%.

- Após desponte, a germinação das sementes de *E. schomburgkii* mostrou-se indiferente à luz, com 94,2% de emissão da raiz primária no escuro. Portanto, uma padronização das condições luminosas nos testes de germinação em laboratório não é necessária.

- A temperatura ótima, para a emissão da raiz primária situou-se entre 20 a 40°C, com valores estatisticamente iguais entre 90,2 e 95,4%, e variaram entre as coletas; para a formação de plântulas normais, a temperatura ótima situou-se entre 25 a 35°C, com valores entre 68,5 e 74,8%; para ambos os critérios adotados, a temperatura de 30°C mostrou-

se melhor, pois seus resultados não se igualaram às menores médias, como ocorreu nas demais temperaturas, podendo ser indicada como temperatura ideal para a espécie; a temperatura mínima de germinação está situada entre 10 e 15°C e a máxima acima de 40°C.

- A quantidade mínima de sementes necessária para a determinação do teor de água da espécie foi de 60 unidades por repetição.

- As sementes *E. schomburgkii* podem ser conservadas, tanto em temperaturas sub-zero (-18°C), quanto acima de zero (20°C), durante 9 meses sem perda de germinabilidade.

- O dessecamento até um teor de água entre 3,5 a 4,0%, não afetou a porcentagem de emissão da raiz primária (99,2 a 100%); a porcentagem de plântulas normais, porém, foi afetada pelo dessecamento (55,8 a 82,5%), provavelmente devido a danos de rehidratação; os resultados de armazenamento em diferentes temperaturas por 9 meses e os de dessecamento, indicam que a espécie possui um comportamento ortodoxo no armazenamento.

- Foi possível diferenciar os lotes de vários anos de coleta e verificar uma perda na qualidade das sementes durante o armazenamento pelo teste de frio a 5°C. Portanto, este teste mostrou-se eficiente para avaliar o vigor das sementes de *E. schomburgkii*.

7. Sugestões para futuros estudos

Baseando-se na experiência adquirida neste estudo, sugerimos um série de estudos complementares.

Estudos na área de tecnologia de sementes: A definição do tempo necessário para a primeira contagem foi definida pelo ponto culminante de germinação, avaliando coletas de vários anos. Porém, basearam-se somente em uma população. Assim, necessita-se confirmar o tempo para a primeira contagem encontrado para a população estudada neste trabalho, com o tempo para outras populações.

Recomenda-se testar outros métodos de avaliação do vigor além dos testados neste trabalho. Sugere-se também, uma aplicação sistemática do teste de frio, durante um armazenamento prolongado para verificar se é possível detectar claramente a perda de vigor durante a conservação.

Estudos na área de botânica: Estudos fenológicos mais aprofundados são necessários para definir a época de coleta dos frutos em outros estados da Amazônia. Além disso, recomenda-se observações sistemáticas por vários anos.

Estudos entomológicos: Visando a produção em larga escala e em pomares de sementes, torna-se necessário identificar o inseto que infesta os frutos e as sementes da espécie e estudar possibilidades de controle da praga.

Estudos silviculturais: Foi observada nodulação espontânea e abundante nos ensaios de germinação no viveiro, em areia lavada e em outros substratos mistos. Aparentemente esta espécie possui boa capacidade de nodulação, o que torna interessante definir o potencial de utilização desta para a recuperação de áreas degradadas. Frente à falta de plantios experimentais da espécie, torna-se necessário, ainda, estudar parâmetros silviculturais básicos como preparo do terreno, tipo de solo adequado, espaçamento, método de plantio, informações de crescimento, capacidade de competição com outras espécies e necessidade de desbastes de liberação para favorecer o desenvolvimento dos indivíduos da espécie.

Estudos auto-ecológicos: A auto-ecologia da espécie ainda não é conhecida, portanto estudos sobre a predação e dispersão dos frutos e sementes, longevidade das mesmas no banco de sementes do solo e mecanismos de quebra de dormência em ambiente natural, tornam-se necessários.

Os resultados deste estudo permitem concluir que *E. schomburgkii* é uma espécie de grande potencial, porém ainda sub-utilizada na região. A espécie é nodulífera e, portanto, tem potencial para a recuperação de áreas degradadas ou para plantio em solos pobres.

Do ponto de vista da tecnologia de sementes, *E. schomburgkii* apresenta características desejáveis, pois suas sementes são de fácil manuseio, apresentando alta capacidade de germinação e facilidade de armazenamento. Além disso, a avaliação da qualidade das sementes, pode ser feita em curto período de tempo.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, J.M. 1993. *Identificação e germinação de sementes amazônicas*. Serviço de Documentação e Informação. FCAP, Belém. 132p.
- Alencar, J.C.; Almeida, R.A.; Fernandes, N.P. 1979. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra-firme na Amazônia Central. *Acta amazonica*, 9(1):163-198.
- Allen, O.N.; Allen, E.K. 1981. *The leguminosae. A source book of characteristics, uses and nodulation*. University of Wisconsin Press, Wisconsin. 812p.
- Andrade, A.C.S.; Pereira, T.S. 1994. Efeito do substrato e da temperatura na germinação e no vigor de sementes de Cedro – *Cedrela odorata* L. (Meliaceae). *Revista Brasileira de Sementes*, 16(1):33-40.
- Baskin, C.C.; Baskin, J.M. 1998. *Seeds: Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press, Londres. 666p.
- Bentham, G. 1844. Notes on mimoseae, with a Synopsis of Species. Tribe III. Acacieae. *London Journal of Botany*, 3:195-227.
- Bentham, G. 1875. Revision of suborder Mimoseae. *The Trans. Linn. Soc.*, 30(3):598-599.
- Bentham, G. 1876. Leguminosae-Mimosoideae. In: Martius. *Flora brasiliensis*. Monachii: Regia C. Wolf et Fil., B. Keller. 15(2):456-458.
- Berjak, P.; Pammenter, N. 2000. What Ultrastructure has told us about recalcitrant seeds. *R. Bras. Fisiol. Veg.*, 12(Edição Especial):22-55.
- Bewley, J.D.; Black, M. 1994. *Seeds: physiology of development and germination*. Plenum Press, New York, London. 445p.
- Bonner, F.F. 1989. Tropical Forest Seeds: biology, quality and technology. In: 2º *Simpósio Brasileiro sobre Tecnologia de Sementes Florestais*. Atibaia-SP. Vol. 1. Instituto Florestal, São Paulo. p.263-274.
- BRASIL, 1992. *Regras para análise de sementes*. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Brasília. 365p.

- Brown, R.D.; Mayer, D.G. 1986. A critical analysis of Maguire's germination rate index. *Journal of Seed Technology*, 10(2):101-110.
- Calmé, S.; Margolis, H.A.; Bigras, F.J.; Maily, D. 1995. The relationship between water content and frost tolerance in shoots of hardwood seedlings. *Can. J. For. Res.*, 25:1738-1745.
- Carvalho, A.C.; Lazarini, E.; Sá, M.E.; Oliveira, A.L. 2000. Variações na metodologia do teste de frio para avaliação do vigor em sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 22(1):74-80.
- Carvalho, N.M.; Nakagawa, J. 1988. *Sementes - Ciência, Tecnologia e Produção*. 3ª ed., Fundação Cargill, Campinas. 424p.
- Chichignoud, M.; Deon, G.; Detienne, P.; Parant, B.; Vantomme, P. 1990. *Atlas de maderas tropicales de America Latina*. Organización Internacional de las Maderas Tropicales/ Centre Technique Forestier Tropical. Yokohama, Nogent-sur-Mame. 217p.
- Cícero, S.M.; Vieira, R.D. 1994. Teste de frio. In: Vieira, R.D.; Carvalho, N.M. (eds.). *Testes de vigor em sementes*. FUNEP, Jaboticabal. p.151-164.
- Corrêa, M.P. 1926. *Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro. p.6.
- Corrêa, Y.M.B. 1998. *Dormência de sementes recalcitrantes de Helicostylis tomentosa (Poep. e Endl.) Rusby - Moraceae: espécies arbóreas de terra-firme da Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado, INPA-UA, Manaus. 89p.
- Croat, T.B. 1978. Leguminosae. In: Croat, T.B. (ed.). *Flora of Barro Colorado Island*. Stanford University Press, Stanford. p.429-442.
- Ducke, J.A. 1939. *As leguminosas da Amazônia brasileira*. Ministério da Agricultura - Serviço Florestal, Rio de Janeiro. p.54.
- Ducke, J.A. 1965. Keys for the identification of seedlings of some provenient woody species in eight Forest types in Puerto Rico. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 52(3):314-350.
- Ducke, J.A. 1969. On tropical tree seedlings. I. Seeds, seedlings, systems and systematics. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 56(2):125-161.
- Ellis, R.H.; Hong, T.D.; Roberts, E.H. 1990. An intermediate category of seed storage behaviour? *Journal of Experimental Botany*, 41:1167-1174.

- Evenari, M. 1965. Light and seed dormancy. *In*: Ruhland, W. (ed.). *Encyclopedia of Plant Physiology*. Vol. 15. Springer-Verlag, Berlin. p.804-847.
- FAO, 1971. Silvicultural Research in the Amazon National Forestry School. *In*: Dubois, J.L.C. (ed.). *Food and Agricultural Organization of the United Nations*. FO/SF/BRA, Rome. 192p.
- Fernandes, N.P.; Alencar, J.C. 1993. Desenvolvimento de árvores nativas em ensaios de espécies. 4. Castanha-do-Pará (*Bertholletia excelsa* H.B.K.), dez anos após o plantio. *Acta amazônica*, 23(3):191-198.
- Ferraz, I.D.K. 1991. Germinação e armazenamento de sementes florestais de interesse econômico na Amazônia: problemas e necessidades de atuação. *In*: Val, A.L.; Figliuolo, R.; Felberg (eds.). *Base científica para estratégia de preservação e desenvolvimento da Amazônia: Fatos e Perspectivas*. INPA, Manaus. 1:225-229.
- Ferreira, C.A.C.; Ramos, J.F. 1993. *Espécies botânicas do Campus do INPA. Arbustivas e arbóreas*. 1ª ed. INPA/ODA: Calderado, Manaus. 21p.
- Figliolia, M.B.; Silva, A.; Jardim, D.C.P.; Ywane, M.S.S. 1988. Viabilidade de sementes liofilizadas de essências florestais nativas. *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, 22:47-55.
- Figueiredo, F.J.C.; Popinigis, F. 1980. Temperatura de germinação para sementes de malva. *Rev. Bras. de Sementes*, 2(2):9-22.
- Garwood, N.C. 1989. Tropical soil seed banks: a review. *In*: *Ecology of soil seed banks*, Leck, M.A.; Parker, V.T.; Simpson, R.L. (eds.). Academic Press, San Diego, California. p.149-209.
- Gomes, F.P. 1990. *Curso de estatística experimental*. 13 ed. Nobel: São Paulo. 467p.
- Gonçalez, J.C.; Gonçalves, D.M. 2001. Valorização de duas espécies de madeira *Cedrelinga catenaeformis* e *Enterolobium schomburgkii* para a indústria madeireira. *Brasil florestal*, 70: 69-74.
- Gutterman, Y. 2000. Maternal effects on seeds during development. *In*: Fenner, M. (ed.). *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. 2ª ed. CABI, Wallingford. p.59-84.

- Hong, T.D.; Ellis, R. H. 1992. The survival of germinating orthodox seeds after desiccation and hermetic storage. *Journal of Experimental Botany*, 43(247):239-247.
- Hong, T.D.; Linington, S.; Ellis, R. H. 1996. *Compendium of information on seed storage behaviour*. 1^a ed. International Plant Genetic Resources Institute, Rome. 643p.
- Holthuijzen, M.A.; Boerboom, J.H.A. 1982. Cecropia seed bank in Surinam lowland rain forest. *Biotropica*, 14(1):62-68.
- Imakawa, A.M. 1996. *Ecofisiologia e estabelecimento inicial de Cariniana micrantha* Ducke (*Lecythidaceae*) em uma floresta de terra firme na Amazônia Central. Dissertação de Mestrado, INPA/FUA, Manaus, Amazonas. 86p.
- INPE, 2003. Climatologias de Precipitação e Temperatura. INPE. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/clima/monit/monitor_brasil.shtml> Acesso em 10 jan. 2003.
- ISTA, 1998. *Tropical and subtropical tropical tree and shrub seed hand book*. International Seed Technology Association, Zurique, Suíça. Poulsen K. M.; Parah, M. J.; Gosling, P. G. 203p.
- Kuntze, O. 1891. *Revisio generarum plantarum*. Vol. 1. S. ed., Leipzig. 369p.
- Krishnapillay, B.; Marzalina; M. 1993. A statistical approach to determine sample size for moisture content determination in recalcitrant forest tree seeds. *Forest Genetic Resources*, 21:22-28.
- Krzyzanowski, F.C.; França Neto, J.B.; Henning, A.A. 1991. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. *Informativo ABRATES*, 1(2):15-59.
- Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D.; França Neto, J.B. 1999. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes. ABRATES, Londrina. 218p.
- Labouriau, L.G. 1983. *A germinação das sementes*. Secretaria Geral das Organizações dos Estados Americanos: Washington. 174p.
- Lambers, H.; Chapin III, F.S.; Pons, T.L. 1998. Effects of radiation and temperature. In: *Plant Physiological Ecology*. vol. 1. Springer. p. 221-229.
- Lang, A. 1965. Effects of some internal and external conditions on seed germination. *Handb. Pflphysiol.*, 15(2): 843-893.
- Larcher, W. 1986. *Ecofisiologia Vegetal*. São Paulo: EPU. 319p.

- Le Cointe, P. 1947. *Amazônia brasileira III: Arquivo de plantas úteis (indígenas e aclimatadas)*. 2ª ed. Companhia Editora Nacional, São Paulo. 496p.
- Lima, C.M.R.; Borghetti, F.; Sousa, M.V. 1997. Temperature and germination of the Leguminosae *Enterolobium contortisiliquum*. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 9(2):97-102.
- Loeffler, N.L.; Méier, J.L.; Burris, J.S. 1985. Comparison of two cold tests procedures for use in maize drying studies. *Seed Science and Technology*, 13(3):653-658.
- Loureiro, A.A.; Silva, M.F. 1968. *Catálogo das Madeiras da Amazônia. Vol. 1. SUDAM*, Belém. 433p.
- Loureiro, A.A.; Silva, M.F.; Alencar, J.C. 1979. *Essências madeireiras da Amazônia. vol. 2. INPA/SUFRAMA*, Manaus. 187p.
- Maguire, J.D. 1962. A speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2(2):176-177.
- Marcos-Filho, J.N. 1986. Germinação de sementes. In: *Semana de atualização em produção de sementes*, 1., Piracicaba. Campinas: Fundação Cargill, p.11-39.
- Martins-Neto, D. 1994. Germinação de sementes de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale* (cav.) Urb. – Bombacaceae. *Revista Brasileira de Sementes*, 16(2):159-162.
- Mayer, A.M. 1986. How do seed their environmental some biochemical aspects of the sensing of water potential, light and temperature. *Israel Journal of Botany*, 35:3-16.
- Mayer, A.M.; Poljakoff-Mayer A. 1989. *The germination of seeds*. Pergamon Press, Oxford. 270p.
- Mesquita, A.L. 1990. *Revisão taxonômica do Gênero Enterolobium Mart. (Mimosoideae) para a região neotropical*. Dissertação de Mestrado, UFRP, Recife. 222p.
- Miguel, M.H.; Cícero, S.M. 1999. Teste de frio na avaliação do vigor de sementes de feijão. *Scientia Agricola*, 56(4):1233-1243.
- Miranda, P.R.M.; Ferraz, I.D.K. 1999. Efeito da temperatura na germinação de sementes e morfologia da plântula de *Maquira sclerophylla* (Ducke) C.C. Berg. *Revista Brasileira de Botânica*, 22(2):303-307.

- NG, F.S.P. 1978. Strategies of establishment in Malaya Forest trees. *In*: Tomlinson, P.B.; Zimmermam, M.H. (eds.). *Tropical trees as living systems*. Cambridge University Press, London. p.129-162.
- Pereira, L.M.A. 1999. *Tratamento fungicida de sementes de milho e metodologias para condução do teste de frio*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Jaboticabal. 53p.
- Pollock, B.M.; Ross, E.E.1972. Seed and seedling vigor. *In*: Kozlowski, T.T. (ed.). *Seed Biology*. Academic Press: New York. vol. 1. p. 313-387.
- Popinigis, F. 1985. *Fisiologia da semente*. Brasília: Ministério da Agricultura, AGIPLAN, Brasília. 289p.
- Reis, G.S. 1979. Absorção de água pelas sementes de castanha-do-brasil. *Pesq. Agrop. Bras.*, Brasília. 14(4):397-400.
- Ribeiro, J.E.L. *et al.*, 1999. *Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central*. INPA, Manaus. 816p.
- Roberts, E. H. 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science Technology*, 1: 499-514
- Sakai, A.; Larcher, W. 1987. *Frost survival of plants. Responses and adaptation to freezing stress*. Springer-Verlag, Berlim. 319p.
- Santana, D.G.; Ranal, M.A. 2000. Análise estatística na germinação. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 12(edição especial):205-237.
- Schultz, J.P. 1960. *Ecological studies on the rain forest of northern Surinam. The vegetation of Surinam*. Vol. 2. North Holland, Amsterdam. 450p.
- Souza, S.G.A.; Varela, V.P.1989. Tratamentos pré-germinativos em sementes de faveira-orelha-de-macaco (*Enterolobium schomburgkii* Benth.). *Acta Amazonica*, 19:19-26.
- Stiles, E.W. 1989. Fruits, seeds and dispersal agents. *In*: Abraham, W.G. (ed.). *Plant-animal interactions*. McGraw Hill, New York. p. 87-122.
- SUDAM, 1979. *Pesquisas e informações sobre espécies florestais da Amazônia* Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia, Belém. 111p.
- Sutcliffe, J. 1977. *Plants and temperature*. Vol. 1. Edward Arnold, London. 57p.

- Swaine, M.D.; Whitmore, T.C. 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forest. *Vegetatio*, 75:81-86.
- Varela, V.P.; Ferraz, I.D.K.; Carneiro, N.B. 1999. Efeito da temperatura na germinação de sementes de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. – Bombacaceae). *Revista Brasileira de Sementes*, 21(2):170-174.
- Vásquez-Yanes, C.; Orozco-Segovia, A. 1982. Seed germination of a tropical rain forest pioneer tree (*Heliocarpus donnell-smithii*) in response to diurnal fluctuation of temperature. *Physiol. Plant*, 56:295-298.
- Vásquez-Yanes, C.; Orozco-Segovia, A. 1990. Seed dormancy in a tropical rain forest. In: Bawa, K.S.; Hadley, M. (eds.) *Reproductive biology of tropical rain forest trees*. Man and the biosphere (Series): 7, UNESCO, The Parthenon Group, Paris. p.247-259.
- Vieira, R.D.; Tekrony, D.M.; Egli, D.B. 1991. Effect of drought stress on soybean seed germination and vigor. *J. Seed Technology*, 15(1):12-21.
- Villiers, T.A. 1975. *Dormancy and the survival of plants*. 1 ed. Edward Arnold, London. 68p.
- Woodson Junior, R.G.; Schery, R.W. 1950. Leguminosae subfamily Mimosoideae. In: Flora of Panama. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 37:185-314.

ANEXOS

Anexo 1 – Quadro de Análise de Variância da porcentagem de germinação para a emissão da raiz primária, comparando coletas recém coletadas

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTOS	3.	596.0948	198.6983	13.59 **
RESIDUO	12.	175.4860	14.6238	
TOTAL	15.	771.5808		
DESVIO PADRAO = MEDIA GERAL =	3.8241 83.4834	ERRO PADRAO DA MEDIA = COEFICIENTE DE VARIACAO =		1.9121 4.58

Anexo 2 – Quadro de Análise de Variância do tempo inicial de germinação para a emissão da raiz primária, comparando coletas recém coletadas

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTOS	3.	3.6875	1.2292	19.67 **
RESIDUO	12.	.7500	.0625	
TOTAL	15.	4.4375		
DESVIO PADRAO = MEDIA GERAL =	.2500 2.1875	ERRO PADRAO DA MEDIA = COEFICIENTE DE VARIACAO =		.1250 11.43

Anexo 3 – Quadro de Análise de Variância do tempo médio de germinação para a emissão da raiz primária, comparando coletas recém coletadas

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTOS	3.	2.3002	.7667	10.49 **
RESIDUO	12.	.8773	.0731	
TOTAL	15.	3.1774		
DESVIO PADRAO = MEDIA GERAL =	.2704 2.6981	ERRO PADRAO DA MEDIA = COEFICIENTE DE VARIACAO =		.1352 10.02

Anexo 4 – Quadro de Análise de Variância do tempo final de germinação para a emissão da raiz primária, comparando coletas recém coletadas

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTOS	3.	6.2500	2.0833	2.17 NS
RESIDUO	12.	11.5000	.9583	
TOTAL	15.	17.7500		
DESVIO PADRAO =	.9789	ERRO PADRAO DA MEDIA =		.4895
MEDIA GERAL =	3.8750	COEFICIENTE DE VARIACAO =		25.26

Anexo 5 - Quadro de Análise de Variância do tempo para a emissão da raiz primária de 50% das sementes germináveis, comparando coletas recém coletadas

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTOS	3.	2.5000	.8333	6.67 **
RESIDUO	12.	1.5000	.1250	
TOTAL	15.	4.0000		
DESVIO PADRAO =	.3536	ERRO PADRAO DA MEDIA =		.1768
MEDIA GERAL =	2.5000	COEFICIENTE DE VARIACAO =		14.14

Anexo 6 - Quadro de Análise de Variância da porcentagem de germinação para a formação de plântula, comparando coletas recém coletadas

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTOS	3.	2422.8032	807.6011	16.61 **
RESIDUO	12.	583.5597	48.6300	
TOTAL	15.	3006.3629		
DESVIO PADRAO =	6.9735	ERRO PADRAO DA MEDIA =		3.4868
MEDIA GERAL =	76.2107	COEFICIENTE DE VARIACAO =		9.15

Anexo 7 - Quadro de Análise de Variância do tempo inicial de germinação para a formação de plântula, comparando coletas recém coletadas

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTOS	3.	8.7500	2.9167	7.00 **
RESIDUO	12.	5.0000	.4167	
TOTAL	15.	13.7500		
DESVIO PADRAO = MEDIA GERAL =	.6455 6.3750	ERRO PADRAO DA MEDIA = COEFICIENTE DE VARIACAO =	.3227 10.13	

Anexo 8 - Quadro de Análise de Variância tempo médio de germinação para a formação de plântula, comparando coletas recém coletadas

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTOS	3.	33.8981	11.2994	27.60 **
RESIDUO	12.	4.9130	.4094	
TOTAL	15.	38.8111		
DESVIO PADRAO = MEDIA GERAL =	.6399 9.2825	ERRO PADRAO DA MEDIA = COEFICIENTE DE VARIACAO =	.3199 6.89	

Anexo 9 - Quadro de Análise de Variância do tempo final de germinação para a formação de plântula, comparando coletas recém coletadas

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTOS	3.	108.6875	36.2292	23.82 **
RESIDUO	12.	18.2500	1.5208	
TOTAL	15.	126.9375		
DESVIO PADRAO = MEDIA GERAL =	1.2332 12.0625	ERRO PADRAO DA MEDIA = COEFICIENTE DE VARIACAO =	.6166 10.22	

Anexo 10 - Quadro de Análise de Variância do tempo para o surgimento de 50% das plântulas formadas, comparando coletas recém coletadas

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTOS	3.	42.2500	14.0833	17.79 **
RESIDUO	12.	9.5000	.7917	
TOTAL	15.	51.7500		
DESVIO PADRAO = MEDIA GERAL =	.8898 9.3750	ERRO PADRAO DA MEDIA = COEFICIENTE DE VARIACAO =		.4449 9.49

Anexo 11 – Quadro de Análise de Variância da porcentagem de germinação em diversas temperaturas para a emissão da raiz primária, comparando lotes de sementes armazenados

CAUSAS DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
FATOR A	3	1860.5351	620.1784	19.6814 **
FATOR B	7	110503.5056	15786.2151	500.9764 **
FATOR AXB	21	8836.1355	420.7684	13.3531 **
(TRATAMENTOS)	31	121200.1763	3909.6831	
RESIDUO	93	2930.5131	31.5109	
MEDIA GERAL DO ENSAIO COEFICIENTE DE VARIACAO	58.4598 9.6023	DESVIO PADRAO		5.6135

Anexo 12 – Quadro de Análise de Variância do tempo médio de germinação em diversas temperaturas para a emissão da raiz primária, comparando lotes de sementes armazenados

CAUSAS DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
FATOR A	3	35.4501	11.8167	82.7110 **
FATOR B	7	2692.8151	384.6879	2692.6221 **
FATOR AXB	21	146.2097	6.9624	48.7331 **
(TRATAMENTOS)	31	2874.4749	92.7250	
RESIDUO	93	13.2867	.1429	
MEDIA GERAL DO ENSAIO COEFICIENTE DE VARIACAO	6.4816 5.8316	DESVIO PADRAO		.3780

Anexo 13 - Quadro de Análise de Variância da porcentagem de germinação em diversas temperaturas para a formação de plântula, comparando lotes de sementes armazenados

CAUSAS DE VARIAÇÃO				GL.	S.Q.	Q.M.	F
FATOR A	3	8502,5028	2834,1676	37,0014 **			
FATOR B	7	67602,3412	9657,4773	126,0828 **			
FATOR AXB	21	10154,4619	483,5458	6,3129 **			
(TRATAMENTOS) RESÍDUO	31	86259,3058	2782,5583	76,5963			
MEDIA GERAL DO ENSAIO	38,2145			8,7519			
DESVIO PADRAO							
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	22,9021						

Anexo 14 - Quadro de Análise de Variância do tempo médio de germinação em diversas temperaturas para a formação de plântula, comparando lotes de sementes armazenados

CAUSAS DE VARIAÇÃO				GL.	S.Q.	Q.M.	F
FATOR A	3	338,5724	112,8575	62,5017 **			
FATOR B	7	18226,1996	2603,7428	141,9813 **			
FATOR AXB	21	2393,6986	113,9856	63,1265 **			
(TRATAMENTOS) RESÍDUO	31	20958,4706	676,0797	1,8057			
MEDIA GERAL DO ENSAIO	21,8452						
DESVIO PADRAO	1,3438						
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	6,1513						

Anexo 15 - Quadro de Análise de Variância da influência da luz sobre a porcentagem de germinação, comparando as coletas de 1999, 2000 e 2001

CAUSAS DE VARIAÇÃO				GL.	S.Q.	Q.M.	F
FATOR A	1	171,7283	171,7283	4,2747 *			
FATOR B	3	53,1339	17,7113	0,4409 NS			
FATOR AXB	3	33,3344	11,1115	0,2766 NS			
(TRATAMENTOS) RESÍDUO	7	258,1966	36,8852	40,1734			
MEDIA GERAL DO ENSAIO	79,2931						
DESVIO PADRAO	6,3382						
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	7,9934						

Anexo 16 – Quadro de Análise de Variância para a porcentagem de germinação para emissão da raiz primária em temperaturas alternadas

CAUSAS DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
FATOR A	3	57394.5618	19131.5206	806.5929 **
FATOR B	3	663.4712	221.1571	9.3241 **
FATOR AXB	9	306.9710	34.1079	1.4380 NS
(TRATAMENTOS)	15	58365.0041	3891.0003	
RESIDUO	48	1138.5087	23.7189	
MEDIA GERAL DO ENSAIO	21.7504			
DESVIO PADRAO	4.8702			
COEFICIENTE DE VARIACAO	22.3914			

Anexo 17 – Quadro de Análise de Variância do Teor de Água das sementes após armazenamento, comparando três coletas

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTOS	7.	2.7278	.3897	.76 NS
RESIDUO	24.	12.2690	.5112	
TOTAL	31.	14.9968		
DESVIO PADRAO =	.7150	ERRO PADRAO DA MEDIA =	.3575	
MEDIA GERAL =	19.5649	COEFICIENTE DE VARIACAO =	3.65	

Anexo 18 – Quadro de Análise de Variância da porcentagem de germinação após armazenamento, para a emissão da raiz primária

CAUSA DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
FATOR A	2	7646.7566	3823.3783	66.1404 **
FATOR B	3	3765.6299	1255.2100	21.7138 **
FATOR C	4	334.7053	83.6763	1.4475 NS
FATOR AXB	6	221.2530	36.8755	.6379 NS
FATOR AXC	8	393.8486	49.2311	.8516 NS
FATOR BXC	12	921.5355	76.7946	1.3285 NS
FATOR AXBXC	24	1939.0481	80.7937	1.3976 NS
(TRATAMENTOS)	59	15222.7769	258.0132	
RESIDUO	178	10289.6521	57.8070	
MEDIA GERAL DO ENSAIO	78.1075			
DESVIO PADRAO	7.6031			
COEFICIENTE DE VARIACAO	9.7341			

Anexo 19 – Quadro de Análise de Variância do experimento de Tempo médio de germinação após armazenamento, para a emissão da raiz primária

CAUSA DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
FATOR A	2	32.6007	16.3004	123.2045 **
FATOR B	3	39.7543	13.2514	100.1594 **
FATOR C	4	2.6168	.6542	4.9447 **
FATOR AXB	6	.6914	.1152	.8710 NS
FATOR AXC	8	1.9587	.2448	1.8506 NS
FATOR BXC	12	15.3642	1.2803	9.6774 **
FATOR AXBXC	24	7.4607	.3109	2.3496 **
(TRATAMENTOS)	59	100.4467	1.7025	
RESIDUO	178	23.5500	.1323	
MEDIA GERAL DO ENSAIO		3.0903		
DESVIO PADRAO		.3637		
COEFICIENTE DE VARIACAO		11.7701		

Anexo 20 – Quadro de Análise de Variância do experimento de Porcentagem de germinação após armazenamento, para a formação de plântula

CAUSA DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
FATOR A	2	10391.1147	5195.5574	82.6503 **
FATOR B	3	4607.6040	1535.8680	24.4324 **
FATOR C	4	382.8692	95.7173	1.5227 NS
FATOR AXB	6	832.4522	138.7420	2.2071 *
FATOR AXC	8	500.9222	62.6153	.9961 NS
FATOR BXC	12	1087.2577	90.6048	1.4413 NS
FATOR AXBXC	24	3865.0873	161.0453	2.5619 **
(TRATAMENTOS)	59	21667.3074	367.2425	
RESIDUO	176	11063.7017	62.8619	
MEDIA GERAL DO ENSAIO	70.7680			
DESVIO PADRAO	7.9286			
COEFICIENTE DE VARIACAO	11.2036			

Anexo 21 – Quadro de Análise de Variância do experimento de Tempo médio de germinação após armazenamento, para a formação de plântula

CAUSA DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
FATOR A	2	.1083	.0541	.0794 NS
FATOR B	3	563.7042	187.9014	275.5753 **
FATOR C	4	16.5229	4.1307	6.0581 **
FATOR AXB	6	14.6184	2.4364	3.5732 **
FATOR AXC	8	12.0895	1.5112	2.2163 *
FATOR BXC	12	41.9456	3.4955	5.1264 **
FATOR AXBXC	24	53.9301	2.2471	3.2956 **
(TRATAMENTOS)	59	702.9190	11.9139	
RESIDUO	176	120.0058	.6819	
MEDIA GERAL DO ENSAIO	9.4093			
DESVIO PADRAO	.8257			
COEFICIENTE DE VARIACAO	8.7758			

Anexo 22 – Quadro de Análise de Variância do experimento de Porcentagem de germinação após dessecação, para a emissão da raiz primária

CAUSAS DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
FATOR A	1	.0000	.0000	.0000 NS
FATOR B	1	23.3759	23.3759	2.0000 NS
FATOR AXB	1	.0000	.0000	.0000 NS
(TRATAMENTOS)	3	23.3759	7.7920	
RESIDUO	12	140.2552	11.6879	
MEDIA GERAL DO ENSAIO	88.0751			
DESVIO PADRAO	3.4188			
COEFICIENTE DE VARIACAO	3.8816			

Anexo 23 – Quadro de Análise de Variância do experimento de Tempo médio de germinação após dessecação, para a emissão da raiz primária

CAUSAS DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
FATOR A	1	15.2100	15.2100	27.1809 **
FATOR B	1	8.7025	8.7025	15.5517 **
FATOR AXB	1	1.3225	1.3225	2.3634 NS
(TRATAMENTOS)	3	25.2350	8.4117	
RESIDUO	12	6.7150	.5596	
MEDIA GERAL DO ENSAIO	3.7750			
DESVIO PADRAO	.7481			
COEFICIENTE DE VARIACAO	19.8160			

Anexo 24 – Quadro de Análise de Variância do experimento de Tempo médio de germinação após armazenamento, para a formação de plântula

CAUSAS DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
FATOR A	1	49.0000	49.0000	139.8335 **
FATOR B	1	16.4025	16.4025	46.8086 **
FATOR AXB	1	.0225	.0225	.0642 NS
(TRATAMENTOS)	3	65.4250	21.8083	
RESIDUO	12	4.2050	.3504	
MEDIA GERAL DO ENSAIO	10.7250			
DESVIO PADRAO	.5920			
COEFICIENTE DE VARIACAO	5.5194			

Anexo 25 – Quadro de Análise de Variância do experimento de Porcentagem de germinação após dessecação, para a formação de plântula

CAUSAS DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
FATOR A	1	3756.2091	3756.2091	96.2284 **
FATOR B	1	241.2506	241.2506	6.1805 *
FATOR AXB	1	414.8190	414.8190	10.6270 **
(TRATAMENTOS)	3	4412.2787	1470.7596	
RESIDUO	12	468.4118	39.0343	
MEDIA GERAL DO ENSAIO	72.7532			
DESVIO PADRAO	6.2477			
COEFICIENTE DE VARIACAO	8.5876			

Anexo 26 – Quadro de Análise de Variância do experimento de Germinação após resfriamento entre 5 e 15°C, para a emissão da raiz primária

CAUSA DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
FATOR A	3	587.1217	195.7072	5.9376 **
FATOR B	2	1905.6194	952.8097	28.9076 **
FATOR C	3	148096.3001	49365.4334	1497.7144 **
FATOR AXB	6	254.2959	42.3827	1.2859 NS
FATOR AXC	9	854.4614	94.9402	2.8804 **
FATOR BXC	6	5468.1279	911.3547	27.6499 **
FATOR AXBXC	18	782.1399	43.4522	1.3183 NS
(TRATAMENTOS)	47	157948.0664	3360.5972	
RESIDUO	144	4746.3137	32.9605	
MÉDIA GERAL DO ENSAIO	17.7461			
DESVIO PADRÃO	5.7411			
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	32.3515			

Anexo 27 – Quadro de Análise de Variância do experimento de Germinação após resfriamento a 5°C, para a emissão da raiz primária, comparando a coleta de 1999 e 2000

CAUSAS DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
FATOR A	1	18341.7307	18341.7307	263.1285 **
FATOR B	4	11590.0340	2897.5085	41.5673 **
FATOR AXB	4	9971.0965	2492.7741	35.7611 **
(TRATAMENTOS)	9	39902.8612	4433.6512	
RESIDUO	30	2091.1913	69.7064	
MEDIA GERAL DO ENSAIO	62.8636			
DESVIO PADRAO	8.3490			
COEFICIENTE DE VARIACAO	13.2812			

Anexo 28 – Quadro de Análise de Variância do experimento de Germinação após resfriamento a 5°C, para a emissão da raiz primária, comparando as coletas de 1999, 2000 e 2001

CAUSAS DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
FATOR A	2	5912.8312	2956.4156	55.9631 **
FATOR B	7	505.4192	252.7096	4.7836 *
FATOR AXB	14	354.6920	88.6730	1.6785 NS
(TRATAMENTOS)	23	6772.9424	846.6178	
RESIDUO	72	1426.3551	52.8280	
MEDIA GERAL DO ENSAIO	13.7887			
DESVIO PADRAO	7.2683			
COEFICIENTE DE VARIACAO	52.7120			

Anexo 29 – Quadro de Análise de Variância para determinação do vigor de sementes, comparando a formação de plântulas das coletas de 1999, 2000, 2001 e 2002.

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTOS	3.	2422.8032	807.6011	16.61 **
RESIDUO	12.	583.5597	48.6300	
TOTAL	15.	3006.3629		
DESVIO PADRAO =	6.9735	ERRO PADRAO DA MEDIA =	3.4868	
MEDIA GERAL =	76.2107	COEFICIENTE DE VARIACAO =	9.15	

Anexo 30 – Quadro de Análise de Variância para determinação do vigor de sementes, comparando o tempo médio para a formação de plântulas das coletas de 1999, 2000, 2001 e 2002.

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTOS	3.	33.8981	11.2994	27.60 **
RESIDUO	12.	4.9130	.4094	
TOTAL	15.	38.8111		
DESVIO PADRAO =	.6399	ERRO PADRAO DA MEDIA =	.3199	
MEDIA GERAL =	9.2825	COEFICIENTE DE VARIACAO =	6.89	

Anexo 31 – Quadro de Análise de Variância para determinação do vigor de sementes, comparando o Índice de Velocidade de Emergência das coletas de 1999, 2000, 2001 e 2002.

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTOS	3.	4.5217	1.5072	7.34 **
RESIDUO	12.	2.4649	.2054	
TOTAL	15.	6.9866		
DESVIO PADRAO =	.4532	ERRO PADRAO DA MEDIA =	.2266	
MEDIA GERAL =	3.0963	COEFICIENTE DE VARIACAO =	14.64	

Anexo 32 – Quadro de Análise de Variância para determinação do vigor de sementes, comparando o ponto culminante de germinação das coletas de 1999, 2000, 2001 e 2002.

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTOS	3.	216.0346	72.0115	467.31 **
RESIDUO	12.	1.8492	.1541	
TOTAL	15.	217.8837		
DESVIO PADRAO =	.3926	ERRO PADRAO DA MEDIA =	.1963	
MEDIA GERAL =	5.3569	COEFICIENTE DE VARIACAO =	7.33	

Anexo 33 – Quadro de Análise de Variância para determinação do vigor de sementes, comparando o tempo necessário para o ponto culminante de germinação das sementes das coletas de 1999, 2000, 2001 e 2002.

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTOS	3.	73.2500	24.4167	45.08 **
RESIDUO	12.	6.5000	.5417	
TOTAL	15.	79.7500		
DESVIO PADRAO = MEDIA GERAL =	.7360 11.1250	ERRO PADRAO DA MEDIA = COEFICIENTE DE VARIACAO =		.3680 6.62

Anexo 34 – Quadro de Análise de Variância para determinação do vigor de sementes, comparando a porcentagem de germinação após teste de frio a 5°C por 1 dia, das coletas de 1999, 2000 e 2001.

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTOS	2.	4518.6046	2259.3023	58.03 **
RESIDUO	9.	350.4217	38.9357	
TOTAL	11.	4869.0264		
DESVIO PADRAO = MEDIA GERAL =	6.2399 66.9732	ERRO PADRAO DA MEDIA = COEFICIENTE DE VARIACAO =		3.1199 9.32

Anexo 35 – Quadro de Análise de Variância para determinação do vigor de sementes, comparando a porcentagem de germinação após teste de frio a 5°C por 3 dias, das coletas de 1999, 2000 e 2001.

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTOS	2.	12312.7601	6156.3800	74.13 **
RESIDUO	9.	747.4680	83.0520	
TOTAL	11.	13060.2281		
DESVIO PADRAO = MEDIA GERAL =	9.1133 38.5033	ERRO PADRAO DA MEDIA = COEFICIENTE DE VARIACAO =		4.5566 23.67

Anexo 36 – Quadro de Análise de Variância para determinação do vigor de sementes, comparando a porcentagem de germinação após teste de frio a 5°C por 5 dias, das coletas de 1999, 2000 e 2001.

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTOS	2.	17065.0036	8532.5018	112.79 **
RESIDUO	9.	680.8530	75.6503	
TOTAL	11.	17745.8565		
DESVIO PADRAO = MEDIA GERAL =	8.6977 33.6186	ERRO PADRAO DA MEDIA = COEFICIENTE DE VARIACAO =		4.3489 25.87

Anexo 37 – Quadro de Análise de Variância para determinação do vigor de sementes, comparando a porcentagem de germinação após teste de frio a 5°C por 7 dias, das coletas de 1999, 2000 e 2001.

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTOS	2.	17645.4025	8822.7013	432.71 **
RESIDUO	9.	183.5065	20.3896	
TOTAL	11.	17828.9090		
DESVIO PADRAO = MEDIA GERAL =	4.5155 28.3963	ERRO PADRAO DA MEDIA = COEFICIENTE DE VARIACAO =		2.2577 15.90