

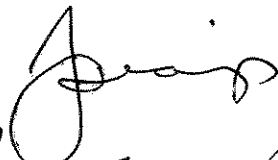
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

"EFEITO DE SECAGEM E DO ARMAZENAMENTO SOBRE A GERMINAÇÃO DE
SEMENTES DE PEREBA-ROSA (*Aspidosperma polyneuron* M. Arg.)."

AUTOR: SÍLVIA REGINA DE TOLEDO VALENTINI 236

Parecer

Este exemplar corresponde a redação final da dissertação
Mestrado defendida por Sílvia Regina de Toledo Valentini, e a
vada pela Comissão Julgadora em 18 de dezembro de 1992. Cam-
pinas, 29 de novembro de 1993.


Presidente da Banca

CAMPINAS

SÃO PAULO

DEZEMBRO DE 1992

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

9403469/02

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

"EFEITO DE SECAGEM E DO ARMAZENAMENTO SOBRE A GERMINAÇÃO DE
SEMENTES DE PEREBA-ROSA (*Aspidosperma polyneuron* M. Arg.)."

AUTOR: Eng. Agr^o. SÍLVIA REGINA DE TOLEDO [VALENTINI 235]
ORIENTADOR: Prof. Dr. JOÃO DOMINGOS [BIAGI t]

Dissertação apresentada à Faculdade
de Engenharia Agrícola - UNICAMP,
como parte dos requisitos necessários
à obtenção do título de Mestre em
Engenharia Agrícola.

CAMPINAS

SÃO PAULO

DEZEMBRO DE 1992

Aos meus pais, Raphael e
Nice,
à minha irmã, Telma,
e ao Gilberto,
dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Fátima Conceição Marquez Pina-Rodrigues, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pela amizade, incentivo e colaboração inestimáveis em todas as etapas da pesquisa.

Aos docentes da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP, especialmente ao Prof. Dr. Sylvio Luiz Honório, Prof. Dr. Kil Jin Park, Prof^a. Dra. Doris Groth por sua assistência e cooperação.

Ao Prof. Dr. João Domingos Biagi pela orientação.

Ao Prof. Dr. Hermógenes Leitão Freitas do Instituto de Biologia da UNICAMP, à Bióloga MSc. Dione Aparecida Santin e Dra. Domitila Cardoso do Parque Ecológico - UNICAMP, aos Pesquisadores do Instituto Florestal de São Paulo, Márcia Balisteiro Figliolia e Antônio da Silva por suas colaborações nas distintas etapas da pesquisa.

Aos funcionários da Faculdade de Engenharia Agrícola, Dagoberto Favoretto Jr., Maria Rosália da Silva Favoretto, Maria de Lourdes Gomes de Oliveira, Francisco Ferreira de Oliveira e, especialmente a Rosa Helena Aguiar da Fonseca e Clóvis Tristão pelo apoio constante. As secretárias Vânia Aparecida Bellodi Sant'Ana Furlan e Rosângela Gomes.

Aos colegas de pós-graduação Eng. Agr.^o Ednaldo Carvalho Guimarães, José Aluizio Gomes Gualberto, Denise Maria Camargo Andreoli e Eduardo Cortado Macedo por seu apoio.

Ao Instituto Florestal de São Paulo que, por intermédio do Dr. Francisco Kronka, atenciosamente forneceu os frutos de peroba-rosa.

A CAPES, UNICAMP, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo-FAPESP e ao Fundo de Apoio ao Ensino e Pesquisa-FAEP/UNICAMP pelo apoio financeiro.

Aos pesquisadores da Seção de Armazenamento do Instituto de Tecnologia de Alimentos-ITAL, em especial ao Eng. Agric. Renato Abeilar Romeiro Gomes.

A Angela Iaffe, Julieta Tereza Aier de Oliveira Salles, Emília Hamada, Valéria Comitre, Maristela Simões do Carmo e Gerson Araujo de Medeiros, que com sua amizade muito contribuíram para a consecução desta pesquisa.

SUMARIO

AGRADECIMENTOS.....	i
SUMARIO.....	iii
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1 Características de Sementes Florestais Nativas.....	5
3.2 Caracterização da Espécie.....	7
3.3 Secagem.....	9
3.3.1 Secagem natural.....	9
3.3.2 Secagem artificial com ar aquecido.....	10
3.3.2.1 Temperatura.....	11
3.3.2.2 Umidade relativa.....	12
3.3.2.3 Fluxo de ar.....	12
3.4 Longevidade de Sementes.....	12
3.4.1 Qualidade inicial.....	13
3.4.2 Teor de umidade.....	14
3.4.3 Temperatura.....	15
3.4.4 Pressão de oxigênio.....	16

3.5 Viabilidade de Sementes Relacionada à Secagem e Armazenamento.....	17
3.6 Processamento de Sementes Florestais Nativas.....	19
3.6.1 Secagem de frutos.....	19
3.6.2 Secagem de sementes.....	19
3.6.3 Armazenamento de sementes.....	21
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
4.1 Obtenção e Preparo das Sementes.....	24
4.1.1 Colheita de frutos.....	24
4.1.2 Local de execução.....	24
4.1.3. Extração das sementes.....	25
4.2 Execução do Experimento.....	26
4.2.1 Secagem natural à sombra.....	27
4.2.2 Secagem artificial.....	27
4.2.3 Controle.....	28
4.2.4 Armazenamento.....	28
4.3 Avaliações.....	29
4.3.1 Determinação do teor de umidade das sementes.....	29
4.3.2 Avaliação do poder germinativo.....	30
4.4 Determinação do Teor de Umidade de Equilíbrio.....	31
4.5 Identificação de Fungos de Armazenamento.....	31
4.6 Análise Estatística.....	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
5.1 Secagem dos Frutos e Extração de Sementes.....	33
5.2 Secagem de Sementes.....	35
5.3 Efeito Imediato da Secagem sobre a Germinação.....	38

5.4 Efeito da Secagem sobre a Viabilidade de Sementes durante o armazenamento.....	39
5.5 Condições de armazenamento relacionada à viabilidade das sementes.....	55
6. CONCLUSÕES.....	60
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
8. ABSTRACT.....	67
9. ANEXO: Caracterização da germinação de sementes de peroba-rosa.....	69

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Condições ambientais de secagem à sombra de sementes de peroba-rosa quanto a temperatura.....	37
FIGURA 2 Condições ambientais de secagem à sombra de sementes de peroba-rosa quanto a umidade relativa.....	37
FIGURA 3 Curva de umidade de equilíbrio de sementes de peroba-rosa.....	38
FIGURA 4 Germinação das sementes de peroba-rosa dos tratamentos 35°C-10%, 45°C-10% e controle imediatamente após a secagem e durante o armazenamento.....	41
FIGURA 5 Germinação das sementes de peroba-rosa dos tratamentos 35°C-5%, 45°C-5% e sombra 6% imediatamente após a sombra 6% imediatamente após a secagem e durante o armazenamento.....	43
FIGURA 6 Porcentagem de germinação e de plântulas anormais em sementes de peroba-rosa imediatamente após a secagem e durante o armazenamento: tratamento 35°C-5%.....	48
FIGURA 7 Porcentagem de germinação e de plântulas anormais em sementes de peroba-rosa imediatamente após a secagem e durante o armazenamento: tratamento 45°C-5%.....	49

FIGURA 8 Porcentagem de germinação e de plântulas anormais em sementes de peroba-rosa imediatamente após a secagem e durante o armazenamento: tratamento sombra 6%.....	51
FIGURA 9 Porcentagem de germinação e de plântulas anormais em sementes de peroba-rosa imediatamente após a secagem e durante o armazenamento: tratamento 45°C-10%.....	53
FIGURA 10 Porcentagem de germinação e de plântulas anormais em sementes de peroba-rosa imediatamente após a secagem e durante o armazenamento: tratamento 35°C-10%.....	53
FIGURA 11 Porcentagem de germinação e de plântulas anormais em sementes de peroba-rosa imediatamente após a secagem e durante o armazenamento: tratamento controle 15%.....	54
FIGURA 12 Condições ambientais durante o armazenamento quanto a temperatura.....	56
FIGURA 13 Condições ambientais durante o armazenamento quanto a umidade relativa.....	56
FIGURA 14 Variação do teor de umidade das sementes dos tratamentos 45°C-5%, 35°C-5% e sombra 6% durante o armazenamento.....	58

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Teor de umidade de frutos e sementes, germinação de sementes de peroba-rosa após a colheita e ao final do processo de secagem natural dos frutos.....	34
TABELA 2 Condições de secagem artificial.....	35
TABELA 3 Teores de umidade das sementes de peroba-rosa obtidos antes e após os tratamentos de secagem. Germinação antes e imediatamente após a secagem.....	39
TABELA 4 Comparação das médias mensais de germinação dentro de cada tratamento durante o armazenamento de sementes de peroba-rosa.....	40
TABELA 5 Comparação das médias de germinação entre tratamentos para cada mês de armazenamento de sementes de peroba-rosa.....	45
TABELA 6 Comparação das médias mensais de plântulas anormais dentro de cada tratamento durante o armazenamento de sementes de peroba-rosa.....	47
TABELA 7 Teores de umidade das sementes de peroba-rosa durante o armazenamento.....	59

RESUMO

Visando determinar características de conservação do poder germinativo de sementes de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron* M. Arg.) foram empregados dois processos de secagem, natural e artificial, associados a três teores de umidades finais. A secagem natural foi realizada à sombra e a secagem artificial em secador estacionário empregando-se temperaturas de 35°C e 45°C. As sementes apresentavam teor de umidade inicial de 15,0% (base úmida). Após a secagem artificial foram obtidos teores de umidade final de 10% e 5% para cada temperatura empregada. As sementes submetidas à secagem natural apresentaram teor de umidade final de 6%.

Através de testes de germinação foram avaliados os efeitos da secagem imediatamente após o processo e durante doze meses de armazenamento. O processo de secagem artificial com temperaturas do ar de secagem 35°C e 45°C não afetou a germinação imediatamente após a secagem, assim como não foram detectados efeitos dos teores de umidade finais de 5% e 10% sobre a germinação. A secagem à sombra e teor de umidade final de 6% reduziu a germinação das sementes após a aplicação do processo.

Sementes submetidas a secagem artificial, com duas temperaturas de ar de secagem de 35°C e 45°C, e armazenadas

com teor de umidade final de 10% apresentaram rápida perda de germinação, o mesmo ocorrendo para sementes com teor de umidade de 15%.

As sementes secas sob temperaturas de 35°C e 45°C até teor de umidade de 5%, em condição de armazenamento ambiental, ~~tiveram seu poder germinativo conservado até o sétimo e sexto~~ meses, respectivamente.

As sementes secas à sombra e com teor de umidade final de 6% apresentaram germinação até o sexto mês de armazenamento.

Em função da redução do tempo de secagem e de sua eficiência sobre a conservação da germinação das sementes de peroba-rosa, deve-se optar pela secagem artificial sob as temperaturas de 35°C e 45° C, condicionada à obtenção de teor de umidade de 5%.

As sementes de peroba-rosa são ortodoxas, já que para a esta espécie, a conservação da germinação das sementes é condicionada à redução do teor de umidade.

1. INTRODUÇÃO

Em função da expansão das fronteiras agrícolas e do próprio crescimento industrial, aliados a uma política ambiental pouco eficiente, as reservas naturais brasileiras têm sido historicamente exploradas conduzindo ao seu esgotamento. Em consequência, essências florestais nativas com potencial madeireiro diversificado estão sujeitas a extinção (IBAMA, 1992).

As consequências do processo de exploração irracional das matas nativas se fazem notar pelo impacto ambiental - degradação de áreas ciliares, erosão e deslizamentos de encostas; assim como pela perda de recursos genéticos com elevado potencial econômico (SIQUEIRA, 1982).

Instituições de pesquisa têm realizado estudos sobre o manejo sustentado de áreas nativas visando desenvolver tecnologia de exploração que concilie a qualidade ambiental e preservação dos recursos florestais à produção. Porém, proporcionalmente à cobertura florestal do Brasil o volume de pesquisas relativas à produção e tecnologia de sementes florestais é pouco representativo. Pesquisas na área são fundamentais para a reposição florestal assim como para a conservação de recursos genéticos (PINA-RODRIGUES & COTTINI, 1991).

A reposição florestal e o estudo silvicultural são dependentes da semente pois a partir dela desenvolve-se a produção, assim como em programas de melhoramento a semente é o reservatório básico para a pesquisa (RAMOS & ZANDON, 1984).

A conservação da viabilidade das sementes é primordial para o êxito de programas de reflorestamento. O armazenamento permite o prosseguimento de plantios independentemente da irregularidade da produção de sementes frequentemente observada em espécies nativas (KAGEYAMA, 1985).

Dentre os fatores que contribuem para a manutenção da viabilidade de sementes durante o armazenamento, a secagem é de extrema importância (RAMOS & ZANDON, 1984 e CARVALHO & NAKAGAWA, 1983). Para sementes passíveis de secagem, a redução do teor de umidade associado ao armazenamento apropriado restringem a velocidade do processo de deterioração, conferindo-lhes maior longevidade (HARRINGTON, 1972 ; ROBERTS, 1973).

Através de levantamento realizado pelo Comitê Técnico de Sementes Florestais da Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes sobre pesquisas relativas a sementes florestais, verifica-se que há concentração de pesquisas nas áreas relativas a fenologia, germinação, dormência e armazenamento, indicando necessidade de pesquisas referentes a determinação de umidade, secagem, maturação e beneficiamento de sementes florestais (PINA-RODRIGUES & COTTINI, 1991).

Peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron* M. Arg.), da família Apocynaceae, é essência nativa com ocorrência nas regiões sudeste, sul e centro-oeste do Brasil. Sua madeira é

resistente a intempéries, sendo empregada para construções em geral. No Estado de São Paulo sua exploração comercial tornou-se inviável, a espécie está restrita a áreas nativas remanescentes. A exploração intensiva tem se realizado nos Estados do Paraná, Mato Grosso e Espírito Santo, implicando na extinção da espécie (NOGUEIRA, 1977 ; RIZZINI, 1981).

O conhecimento das características das sementes de peroba-rosa quanto a condições de secagem e armazenamento, que propiciem a conservação de sua viabilidade, é aspecto relevante para a implementação de programas de reposição florestal para a espécie.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral da pesquisa foi determinar as características de conservação da germinação de sementes de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron* M. Arg.).

Dentro da metodologia adotada, os objetivos específicos foram:

- Determinar o teor de umidade adequado para a conservação da germinação de sementes de peroba-rosa.

- Determinar efeitos imediatos de dois processos de secagem - natural e artificial - e de diferentes teores de umidade finais sobre a germinação das sementes.

- Determinar efeitos dos dois processos de secagem empregados e de diferentes teores de umidade finais sobre a germinação das sementes durante o armazenamento.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Características de Sementes Florestais Nativas

Em essências florestais tem sido observada a ocorrência de periodicidade na produção de sementes, sendo mais comum a bianual. Matthews apud KAGEYAMA (1985), relacionou esta periodicidade ao esgotamento de nutrientes armazenados e à perda de folhagem que ocorrem simultaneamente à produção de sementes. A produção abundante de frutos em um ano determinaria a redução do crescimento vegetativo, reduzindo a possibilidade de produção no ano seguinte. JANZEN (1978), verificou este comportamento em espécies tropicais, o que viria a ser uma estratégia de "maximização da energia na frutificação".

A produção de sementes florestais nativas está praticamente restrita às áreas com populações naturais onde a quantidade de sementes produzidas é pequena e de baixa qualidade. As espécies nativas tropicais e subtropicais são caracterizadas pela predominância de hermafroditismo, reprodução cruzada e diversidade de estratégias de polinização. Desta forma é observada alta variabilidade genética entre e

dentro de populações naturais, ocasionando uma ampla variação nas características das sementes produzidas (KANASHIRO, 1992).

KAGEYAMA & VIANNA (1991) relacionaram características tecnológicas de sementes aos grupos ecológicos de espécies florestais nativas, segundo aspectos ecofisiológicos e sucessionais. Espécies pioneiras, características de estádios sucessionais iniciais, têm, em sua maioria, produção contínua de sementes. Em algumas espécies é observada dormência devido à impermeabilidade de tegumento associada a alta longevidade natural. Os autores recomendam que as pesquisas para sementes deste grupo devam ser dirigidas para o aspecto de germinação.

Espécies florestais pertencentes ao grupo das secundárias ou oportunistas, de estádios sucessionais intermediários que crescem à sombra mas precisam de luz para a fase reprodutiva, apresentam produção de sementes variável ao longo dos anos. Em geral, as sementes são aladas com produção nos períodos mais secos do ano, fim do inverno e início da primavera. A maturação é rápida reduzindo o período de colheita de sementes. As sementes são disseminadas por áreas extensas em função de sua estrutura e do modo de dispersão, por anemocoria ou zoocoria. A germinação é imediata, sendo encontrados bancos de plântulas próximos a árvores em produção. As sementes apresentam curta longevidade, que pode ser prolongada através de secagem e armazenamento em condições adequadas. Os dois últimos aspectos, produção e conservação da viabilidade, são prioritários para sementes deste grupo.

Sementes de espécies tolerantes à sombra ou climax, que se estabelecem em condições de sombra em florestas maduras, apresentam características semelhantes às oportunistas quanto a produção e maturação. As sementes são dispersas por barocoria ou zoocoria e apresentam baixa longevidade natural, e em ~~algumas espécies é observado curto período de dormência. As~~ sementes de muitas dessas espécies são recalcitrantes, dificultando a conservação da viabilidade durante o armazenamento. É recomendado o desenvolvimento de pesquisas referentes a produção, germinação e armazenamento.

3.2 Caracterização da Espécie

Peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron* M.Arg.) pertence à família Apocynaceae. É árvore de grande porte, decídua, de ocorrência em matas pluviais, atingindo até 35 m de altura e 1,5 m de diâmetro.

A madeira tem coloração de rosa-claro ao vermelho e, quando exposta ao sol é amarela; pesada, dura e resistente a intempéries. É empregada para construções em geral, carpintaria, vigas, esquadrias, escadas, tacos e carroçarias (BARBOSA & BAITELLO, 1978 ; RIZZINI, 1981).

Sua ocorrência é observada nos seguintes estados: Bahia, norte do Espírito Santo ao norte e oeste do Paraná. Em Minas Gerais é espécie rara. O estado de São Paulo, apesar de ter sido um dos maiores produtores desta madeira, não a produz em escala comercial, em vias de ocorrer o mesmo no Paraná, Mato

Grosso e Espírito Santo. O maior fornecedor desta madeira é o Paraguai (NOGUEIRA, 1977 e RIZZINI, 1981).

Em áreas de pastos, cerrados e cerradões não é encontrada e em terras mais fracas, como arenitos, apresenta-se pouco desenvolvida e a pleno sol é muito galhosa (NOGUEIRA, 1977).

DURIGAN (1991) observou a ocorrência da espécie em área natural remanescente da região de Assis-São Paulo em formação de mata ciliar inserida em floresta tropical semi-decídua, ocupando o estrato superior da floresta. Em função de seus diásporos, leves e providos de asas, a espécie é caracterizada como anemocórica. Na mata são encontradas plântulas de diferentes tamanhos sob e ao redor de árvores adultas (NOGUEIRA, 1977). De acordo com suas características ecológicas, a espécie apresenta padrão de comportamento típico das espécies emergentes de dossel do grupo sucessional das oportunistas ou secundárias.

As folhas são alternas, oblongas, membranáceas, lustrosas na parte superior, com nervação paralela e glabras. As inflorescências são glomérulos terminais, glabros e compactos; corola de cor creme. Os frutos são elipsóides, achatados, sésseis, pardo-escuros à época da dispersão das sementes, com 3,5-5 cm por 110 a 15 cm, cobertos por lenticelas, deiscentes abrindo-se por fenda longitudinal. São encontradas de uma a quatro sementes por fruto, elípticas, com 25-40 mm por 8-10 mm, com núcleo seminífero basal e asa

membranácea parda (RIZZINI, 1981). Observa-se ocorrência de poliembrionia em sementes.

Na região sul floresce no período de abril a maio e frutifica entre os meses de agosto e setembro, com irregularidade na produção de sementes ao longo dos anos. Em um quilo pode-se obter cerca de 11.000 sementes.

Segundo RIZZINI (1981) o período de germinação é de 16 dias, de acordo com BARBOSA & BAITELLO (1978) de 27 dias em condição de sementeira.

3.3 Secagem

3.3.1 Secagem Natural

A secagem natural consiste em expor as sementes ao sol ou à sombra em terreiros pavimentados ou sobre peneiras, efetuando-se movimentação frequente para uniformização do processo. O método é vantajoso quanto ao baixo custo de instalação associado ao emprego de fonte natural de aquecimento. Por outro lado, é processo lento e variável segundo as condições climáticas nas diversas épocas do ano e regiões. O rendimento qualitativo e quantitativo do processo é variável entre as diversas espécies de sementes (CARVALHO & NAKAGAWA, 1983).

3.3.2 Secagem Artificial com Ar Aquecido

A secagem é um processo de eliminação do líquido de um produto por evaporação com transferência de calor e de massa. Na secagem por convecção com emprego de ar aquecido o ar de secagem fornece calor para evaporar a água presente no produto e, ao mesmo tempo, é o sorvedor do vapor d'água formado na superfície (NELLIST, 1981; LAWS & PARRY, 1983).

Em função das diferentes formas de ligação à estrutura orgânica de grãos e sementes a água é classificada em: água de adsorção, que corresponde à parte da água adsorvida na superfície sólida; água de absorção que está retida por forças capilares nos interstícios do material sólido e água de constituição, quimicamente ligada às moléculas da semente, sendo parte integrante da estrutura celular (NELLIST, 1981; PARK, 1988). Para fins de secagem são definidos dois tipos de água presente em grãos e sementes: água livre, que corresponde à água de adsorção e de absorção, que demanda baixo nível de energia para sua retirada do produto ; e água de constituição que é fortemente ligada à estrutura celular, envolvendo alto nível de energia para sua remoção. A secagem de produtos agrícolas tem como objetivo geral a remoção de água livre com demanda de temperaturas que forneçam calor latente de vaporização.

As condições de secagem devem ser controladas para evitar injúrias térmicas deletérias às sementes, proporcionar uniformidade ao processo para obter produto com teor de umidade

final homogêneo e adequado ao armazenamento e manutenção da viabilidade (BROOKER et al., 1974).

Os parâmetros básicos a serem considerados no processo de secagem são:

3.3.2.1 Temperatura

Durante o processo de secagem a evaporação da umidade da superfície deve ser acompanhada pela migração da umidade do interior para a superfície da semente. Para tanto é necessário o emprego de temperaturas baixas para o ar de secagem. Caso contrário, sob temperaturas de secagem altas, a evaporação d'água na superfície é muito rápida e a água contida em seu interior não é removida. Nesta condição a semente está sujeita a danos térmicos que afetam embrião, provocam rupturas nos cotilédones e no tegumento, comprometendo a viabilidade (JUSTICE & BASS, 1978 e HARRINGTON, 1972).

HARRINGTON (1960 e 1973a) relacionou as temperaturas de secagem com o teor de umidade inicial da semente: para teores de umidade superiores a 18% a temperatura recomendada é 32°C, entre 10% e 18% recomenda-se a temperatura de 38°C e inferior a 10%, 43°C. O autor observou que mesmo temperaturas moderadas, insuficientes para provocar danos imediatos à semente, podem provocar redução do vigor e da germinação durante o armazenamento. A temperatura de 45°C deve ser considerada como limite para qualquer espécie.

3.3.2.2 Umidade Relativa

Para efetuar a secagem é necessário que a pressão de vapor do ar de secagem seja inferior à pressão de vapor do produto, isto é, que a umidade relativa do ar de secagem seja inferior àquela em que a semente está em equilíbrio (HARRINGTON, 1973a).

3.3.2.3 Fluxo de Ar

Durante a secagem é recomendado o controle do fluxo de ar para que haja uma distribuição uniforme pela massa de sementes visando uniformidade do processo e qualidade do produto final quanto ao teor de umidade e germinação. HARRINGTON (1973a) indica que o fluxo máximo economicamente viável é $5\text{cm}^3/\text{minuto}/\text{cm}^3$ de semente.

3.4 Longevidade de Sementes

A longevidade de sementes é definida como o intervalo de tempo em que a semente se mantém viável (POPINIGIS, 1977).

A longevidade é variável entre espécies e entre sementes de uma mesma espécie. Esta característica é determinada pela interação entre fatores intrínsecos às sementes - características genéticas, composição e estrutura da semente - e extrínsecos - condições edafo-climáticas, método de colheita

e estágio de maturação da semente, processamento, secagem e condições de armazenagem (RAMOS & ZANON, 1985).

Segundo NELLIST (1981) e HARRINGTON (1973b), a extensão da perda da viabilidade de sementes está condicionada à qualidade inicial da semente e às condições de armazenamento quanto a: temperatura, teor de umidade e pressão de oxigênio.

3.4.1 Qualidade Inicial

A longevidade da semente está diretamente relacionada com a condição fisiológica por ocasião da colheita. Para obtenção de material com boa qualidade as sementes devem ser coletadas no ponto de maturação fisiológica (PINA-RODRIGUES, 1985).

A maturação fisiológica compreende alterações morfológicas e funcionais que ocorrem a partir da fertilização do óvulo até a completa formação da semente. Nesta fase são observados: a redução do teor de umidade, aumento do peso de matéria seca, máximo vigor e germinação. A colheita de sementes deve ser realizada neste ponto quando a deterioração é mínima (RAMOS & ZANON, 1985). A deterioração é processo irreversível e inexorável, porém sua velocidade pode ser relativamente controlada através de técnicas adequadas de produção, colheita, secagem e armazenamento (DELOUCHE et al., 1973 e POPINIGIS, 1977).

Um dos índices de maturação fisiológica é a mudança de coloração dos frutos. No caso de espécies com frutos deiscentes a dispersão de sementes ocorre imediatamente após a

mudança de coloração dos frutos. Peroba-rosa é espécie com frutos deiscentes e sementes anemocóricas recomendando-se colheita de frutos da copa, em fase anterior à mudança de coloração e, conseqüentemente, anterior à maturação; caso contrário, as sementes são dispersas por áreas extensas, tornando-se obrigatória a colheita de sementes no solo, indesejável quanto ao aspecto fisiológico (PINA-RODRIGUES, 1985).

Durante o processo de maturação ocorre período de rápido decréscimo do teor de umidade das sementes, provocando a inativação de enzimas e redução da atividade metabólica. Neste estágio a semente é definida como quiescente (HARRINGTON, 1964). Quanto a este aspecto as sementes são classificadas em dois grupos: ortodoxas e recalcitrantes (ROBERTS, 1973). Sementes ortodoxas apresentam redução do teor de umidade durante a maturação e são passíveis de secagem a teores entre 5% e 10%, conferindo-lhes maiores possibilidades de conservação. Sementes recalcitrantes à época de maturação fisiológica apresentam elevado teor de umidade, entre 30% e 40%, e, quando desidratadas a teores reduzidos, variáveis segundo as espécies, perdem a viabilidade. A longevidade de sementes recalcitrantes é pequena, de semanas a meses de acordo com as espécies (CHIN & ROBERTS, 1980).

3.4.2 Teor de Umidade

As recomendações para conservação de sementes sob teores de umidade reduzidos são baseadas em dados empíricos,

assume-se que as sementes secas sobrevivem por apresentarem redução em seu metabolismo (VILLIERS, 1974).

Segundo HARRINGTON (1972), teores de umidade entre 40 e 60% promovem a germinação de sementes. Sementes armazenadas com teor de umidade entre 18% e 20% apresentam elevação da temperatura em função da intensificação da respiração, teores entre 12% e 14% propiciam o desenvolvimento de fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, e entre 8% e 9% é favorecido o desenvolvimento de insetos.

HARRINGTON (1973b) propôs regra genérica que expressa a influência do teor de umidade sobre a viabilidade: a cada 1% de redução no teor de umidade da semente seu "tempo de vida" é duplicado, regra aplicável para teores entre 4% e 14%. Sementes secas a teores inferiores a 4% deterioram mais rapidamente. Para a redução da umidade a este nível há remoção de parte da água de constituição, ligada a macromoléculas, que exerce função de controle de processos oxidativos. Teores entre 5% e 6% são considerados ideais para o armazenamento. Deve-se ressaltar que as proposições do autor são referentes às sementes ortodoxas.

3.4.3. Temperatura

A temperatura está relacionada com o controle das taxas de processos bioquímicos em sementes.

HARRINGTON (1973b) propôs que a cada redução de 5°C na temperatura da semente seu "tempo de vida" é duplicado, aplicável ao intervalo entre 0°C e 50°C. A redução da tempe-

ratura reduz a atividade metabólica da semente e dos micro-organismos e insetos associados. Para sementes com teor de umidade inferior a 14% recomenda a conservação em temperaturas entre 0° e 5°C e até inferiores à temperatura de congelamento da semente. Observa que nesta última condição a umidade ~~relativa elevada pode provocar a reumidificação das sementes~~ tornando-a suscetível a injúria por frio. Neste caso recomenda o acondicionamento em embalagens impermeáveis a umidade.

DELOUCHE et al.(1973) observaram que sementes com baixo teor de umidade acondicionadas em embalagens impermeáveis a vapor d'água podem ser mantidas em condições adversas. Para pequena quantidade de sementes é recomendado uso de polietileno, observando-se que sob temperaturas elevadas o polietileno é mais permeável ao vapor d'água, sendo indicada espessura entre 0,168mm e 0,240mm.

3.4.4. Pressão de Oxigênio

Em sementes armazenadas sob teores de umidade reduzidos o oxigênio exerce efeito deletério (ROBERTS, 1981). É desejável que a respiração das sementes seja reduzida a níveis mínimos durante o armazenamento em embalagens impermeáveis. Para sementes acondicionadas em embalagens semi-permeáveis a secagem em temperatura adequada atingindo teor de umidade reduzido é suficiente para manutenção da viabilidade, pois a quantidade de oxigênio presente na embalagem logo é consumida e a partir de então a taxa respiratória é mínima (HARRINGTON, 1973a).

3.5 Viabilidade de Sementes Relacionada à Secagem e Armazenamento

A relação entre temperatura, teor de umidade e período de viabilidade é similar tanto sob condições de secagem com ar aquecido como para armazenamento em temperaturas abaixo de zero (ROBERTS, 1981).

A redução do teor de umidade das sementes através da secagem, seja por processo natural ou artificial, corresponde uma redução do consumo de oxigênio. Esta redução é variável entre sementes e partes de sementes segundo o grau de secagem e sua qualidade fisiológica. Alterações no metabolismo são associadas à remoção de água que ocasiona mudanças na estrutura de organelas, principalmente de mitocôndrias, na qualidade e quantidade de substrato, nos níveis de enzimas e taxas de ATP. Este processo caracteriza "stress" por secagem. A habilidade em reverter estas alterações pode ser essencial para representar tolerância à secagem nas diferentes espécies de sementes (BEWLEY, 1979). Em sementes, os sistemas de reparo macromolecular e reversibilidade são acionados quando componentes celulares são danificados. No caso de danos ao DNA, a atividade enzimática é essencial para sua reparação e demanda para tanto teores de água elevados (VILLIERS, 1974 e ROBERTS & BLACK, 1989). Em tecidos secos estes sistemas são temporariamente suspensos, conduzindo a danos cumulativos em macromoléculas e organelas. As alterações fisiológicas em função da secagem estão relacionadas à perda da definição interna de

mitocôndrias, redução da eficiência de fosforilação e da taxa de controle de respiração, distúrbios na cadeia de transporte de elétrons e declínio da síntese de carboidratos e proteínas (BEWLEY, 1979 ; ABDUL-BAKI, 1972). No caso de sementes secas a teores inferiores a 4%, correspondente a umidade relativa entre 20% e 25%, há autoxidação de lipídeos com produção de radicais livres que combinados com proteínas e nucleotídeos destroem membranas de enzimas, de lipoproteínas e de DNA, reduzindo a capacidade de reprodução celular. Quando a semente é submetida a embebição, por ocasião da germinação, os sistemas são ativados; sua eficiência, entretanto, é dependente da extensão dos danos. As sementes, uma vez submetidas a condição desfavorável à sua fisiologia, não apresentam possibilidade de recuperação total mesmo que sejam posteriormente submetidas a condição favorável. Se a maioria dos sistemas celulares, incluindo o genótipo, estão comprometidos o processo de deterioração será irreversível e as sementes que sobrevivem apresentam elevada taxa de mutação originando plântulas anormais. (ELLIS & ROBERTS, 1981).

O processo de deterioração atua nas sementes antes mesmo de ser expresso através do declínio da germinação. A deterioração geralmente manifesta-se através de mudanças na cor das sementes, aumento da permeabilidade de membranas, germinação retardada, redução da tolerância a condições sub-ótimas durante a germinação, suscetibilidade a fungos, redução do crescimento de plântulas e aumento da porcentagem de plântulas anormais (ABDUL-BAKI, 1972). Segundo o autor a redução na

velocidade de germinação é o primeiro sinal fisiológico de perda de viabilidade. Para ELLIS & ROBERTS (1981) a expressão da maioria dos sinais de envelhecimento de sementes é contínua, sendo impróprio sugerir sequência de eventos. O que pode ser detectado com acuidade é o intervalo de variação entre eventos.

3.6. Processamento de Sementes de Espécies Florestais Nativas

3.6.1. Secagem de Frutos

Para frutos com alto teor de umidade é recomendada a secagem imediata para evitar desenvolvimento de fungos e fermentação, que têm efeito negativo sobre a viabilidade de sementes. A secagem pode ser realizada por processo natural ou artificial, quando é empregado ar de secagem com temperatura de 30°C ou 40° C. Para espécies que apresentam frutos com deiscência natural é recomendada secagem à meia sombra até sua abertura. O período de secagem e a eficiência do processo são dependentes do teor de umidade dos frutos e das condições climáticas (BIANCHETTI, 1981 e SILVA, 1988).

3.6.2 Secagem de Sementes

RAMOS (1981) realizou a secagem de sementes de angico (*Parapitadenia rigida*), caixeta (*Tabebuia cassinoides*) e caroba (*Jacaranda micrantha*) em estufa a 42°C por períodos de uma a oito horas. Verificou que sementes de angico e caixeta podem ser secas por três horas até teor de umidade de 8,7% , e sementes de caroba por duas horas até teor de umidade de 8,0%.

Nestes períodos e sob os teores de umidade finais obtidos não houve redução significativa na germinação em relação aos valores iniciais.

LEÃO (1985) constatou que sementes de feijó (*Cordia goeldiana*) podem ser secas sob temperaturas de 30°C e 35°C por períodos de 30 a 300 minutos, em estufa com circulação forçada, sem que a viabilidade seja afetada.

PINTO et al. (1986) submeteram sementes de ipê-rosa (*Tabebuia* sp.), de curta longevidade natural, à secagem em estufa sob temperatura de 40°C. Sementes secas por mais de 5 minutos, com teores de umidade inferiores a 24,25%, apresentaram decréscimo na germinação e vigor após 15 dias de armazenamento.

Sementes de pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*), recalcitrantes, foram secas em estufa sob temperaturas de 30°C e 45°C por períodos de três, seis e nove horas. A temperatura de 30°C durante três e seis horas não provocou redução significativa do teor de umidade. A viabilidade não foi afetada após nove horas de secagem. Entretanto, sementes secas a 45°C durante três horas apresentaram redução significativa do teor de umidade e nos períodos superiores a três horas ocorreu estabilização na redução de umidade. A germinação foi reduzida em todos os períodos de secagem (BIANCHETTI & RAMOS, 1979).

3.6.3 Armazenamento de Sementes

BONNER (1991) classificou as sementes em quatro grupos em função do potencial de armazenamento: 1. "ortodoxas verdadeiras", que podem ser armazenadas por longos períodos sob teores de umidade entre 5% e 10% em temperaturas abaixo do ponto de congelamento; 2. "sub-ortodoxas", que apresentam menor potencial de armazenamento que as anteriores devido a altos teores de lipídeos ou por características de tegumento; 3. "recalcitrantes de clima temperado", não são passíveis de desidratação, porém podem ser conservadas por três a cinco anos sob temperaturas próximas ao congelamento; 4. "recalcitrantes tropicais", não podem ser desidratadas e não sobrevivem sob temperaturas inferiores a 10°C. É desejável que durante o armazenamento as sementes tenham a viabilidade mantida por período superior ao intervalo entre épocas de produção, o que pode ser obtido para as sementes "ortodoxas verdadeiras" e "sub-ortodoxas".

FIGLIOLIA et al. (1991) armazenaram sementes de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*) e sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides*) em diferentes condições atmosféricas, temperaturas e embalagens permeáveis e semi-permeáveis por 21 meses. A temperatura foi o fator decisivo para a conservação da viabilidade das sementes. O armazenamento das sementes em câmara fria, (3±2°C e U.R.=90%), propiciou a manutenção da viabilidade por 12 meses.

Sementes de amburana (*Amburana cearensis*), sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides*), cedro (*Cedrela fissilis*), óleo-

de- copaíba (*Copaifera langsdorfii*), ipê (*Tabebuia crysotricha*) e (*Tabebuia pentaphylla*) foram armazenadas com teores de umidade de 8% e 13% em sacos de polietileno sob as condições de câmara seca ($21^{\circ}+2^{\circ}\text{C}$, U.R.=45%), câmara fria ($3^{\circ}+2^{\circ}\text{C}$, U.R.=90%) e ambiente de laboratório por 8 meses. Para a maioria das espécies o teor de umidade inferior (entre 7,5% e 8,5%) associado às condições de câmara fria foram favoráveis à conservação da viabilidade. Para sementes de *C.langsdorfii* sob teor de umidade de 7,8% houve manutenção da viabilidade em todas as condições empregadas. Resultados semelhantes foram obtidos para sementes de *A. cearensis* sob teor de umidade de 13,4% em câmara seca e de 8,4% em câmara fria (FIGLIOLIA, 1988).

JESUS & PINA-RODRIGUES (1984) recomendam que sementes de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*) tenham seu teor de umidade reduzido a valores inferiores a 10% para o armazenamento, tanto em embalagens semi-permeáveis (sacos de pano e caixas de madeira), como em impermeáveis (polietileno) em condições de câmara fria. A viabilidade foi mantida por sete meses em câmara fria, independentemente da embalagem empregada, e que do oitavo ao décimo-segundo mês não foi germinação, que voltou a ocorrer, em valores inferiores, até o décimo quinto mês.

KAGEYAMA et al. (1992) armazenaram sementes de ipê (*Tabebuia heptaphylla*), suinã (*Erythrina verna*) e paineira (*Chorisia speciosa*), com teores de umidade iniciais de 7%, 11% e 39%, respectivamente, em sacos plásticos de 0,30mm de

espessura. As condições de armazenamento foram: câmara seca (20°C e U.R.=40%), fria e seca (12°C e U.R.=40%), câmara fria (5°C e U.R.=90%) e ambiente de laboratório (28°C e U.R.=50%). As sementes de *C.speciosa* apresentaram redução do teor de umidade para 9% após o primeiro mês de armazenamento e após 15 meses continuavam viáveis em ambiente de laboratório. Sementes de *T.heptaphylla* apresentaram alta viabilidade até 15 meses nas condições de câmara fria e seca e câmara seca. Sementes de *E.verna* ao final de 21 meses em câmara fria e seca e câmara seca e até os 14 meses em ambiente de laboratório apresentavam viabilidade.

KANO et al. (1978) armazenaram sementes de ipê-roxo (*Tabebuia sp.*) , com teor de umidade inicial de 8,4% em sacos de polietileno e de papel sob condições de câmara seca, câmara fria e ambiente. As sementes conservaram-se por maior período em câmara seca. As sementes embaladas em polietileno, na condição ambiental, apresentaram variação no teor de umidade durante o armazenamento. As oscilações de temperatura no período provocaram a redução da viabilidade, já que sementes acondicionadas na mesma embalagem em câmara fria, apesar de também apresentarem comportamento semelhante quanto ao teor de umidade, não tiveram a viabilidade comprometida.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Obtenção e Preparo de Sementes

4.1.1. Colheita de Frutos

Frutos de peroba-rosa foram colhidos de matrizes em área de população natural da Fazenda Cataguá, do Instituto Florestal de São Paulo, situada no município de Mogi-Guaçu, Estado de São Paulo, no período de 15 a 18 de Setembro de 1990. Os frutos foram colhidos da copa das árvores antes da deiscência natural, de acordo com método adotado para a espécie pelo Instituto Florestal de São Paulo .

Foram colhidos cerca de 35 kg de frutos que foram transportados para a Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

4.1.2 Local de Execução da Pesquisa

A pesquisa foi realizada na Faculdade de Engenharia Agrícola/UNICAMP, nas instalações do Departamento de Pré-Processamento de Produtos Agrícolas. Os laboratórios e as respectivas atividades realizadas são relacionados a seguir:

Laboratório de Secagem: desidratação parcial dos frutos, secagem natural e artificial de sementes.

Laboratório de Matérias-Primas: extração das sementes.

Laboratório de Análise de Sementes: determinações de teor de umidade e testes de germinação, determinação de umidade de equilíbrio.

Laboratório de Armazenagem e Conservação de Perecíveis : armazenamento de sementes.

Laboratório de Bioquímica da Faculdade de Engenharia de Alimentos(UNICAMP):identificação de fungos de armazenamento.

4.1.3. Extração de Sementes

Os frutos recém-colhidos apresentavam-se completamente fechados e com resistência à abertura manual para a extração das sementes. Segundo procedimento recomendado pelo Instituto Florestal de São Paulo os frutos foram dispostos em bandejas com fundo de tela de arame para desidratação parcial à sombra . No período de 19 de Setembro a 08 de Outubro de 1990 os frutos foram revolvidos diariamente e periodicamente foram retiradas amostras para controle do teor de umidade de frutos e sementes e da germinação das sementes .

Ao atingirem teor de umidade de 18,2% os frutos apresentavam sinais de deiscência natural, iniciando-se a extração manual das sementes. A extração foi realizada no período de 08 a 26 de Outubro e as sementes extraídas diariamente foram

colocadas em sacos de polietileno de 0,15 mm de espessura e armazenadas em câmara fria a 10°C.

Ao final do processo foram obtidos cerca de oito quilos de sementes que permaneceram em câmara fria a 10°C por 72 horas para a homogeneização do teor de umidade.

4.2. Tratamentos

No dia 18 de Outubro as sementes homogeneizadas foram divididas em dezoito porções, correspondentes a seis tratamentos com três repetições (Quadro 1). Desta forma, cada repetição foi composta por aproximadamente 440 gramas que correspondem a 4.840 sementes.

Quadro 1. Condições Experimentais

Tratamentos	Condições de Secagem	Teores de Umidade Final Propostos (b.u.)
-------------	----------------------	--

Secagem Natural	à Sombra	5%
Secagem Artificial	45°C	10%
Secagem Artificial	45°C	5%
Secagem Artificial	35°C	10%
Secagem Artificial	35°C	5%
Controle	--	15%

b.u.= base úmida

4.2.1 Secagem Natural à Sombra

As sementes foram distribuídas em três bandejas com fundos de tela de arame, periodicamente eram revolvidas e pesadas para controle do processo de secagem. Ao final de 21 dias consecutivos o processo foi encerrado pois as sementes vinham apresentando peso constante, indicação de que havia sido atingido teor de umidade de equilíbrio. Neste tratamento foi estabelecido um único teor de umidade final, pois a quantidade de material obtido era insuficiente para composição de outro tratamento com teor de umidade final de 10%, caso contrário a representatividade das amostras seria comprometida.

4.2.2. Secagem Artificial

Para a secagem artificial foi utilizado secador estacionário e duas temperaturas para o ar de secagem: 35°C e 45°C. As sementes foram colocadas em bandeja com fundo de tela de arame e submetidas à secagem até atingirem os teores de umidade pré-determinados de 10% e 5%.

Durante o processo de secagem as sementes foram pesadas periodicamente, em balança Owa-Labor, para controle da quantidade de água removida, empregando-se a equação :

$A. R. = P_i (U_i - U_f) / (100 - U_f)$, onde:

A.R. = quantidade de água removida em gramas,

P_i = peso inicial das sementes em gramas,

U_i = teor de umidade inicial das sementes (% b.u.),

U_f = teor de umidade final das sementes (% b.u.)

As condições de secagem foram monitoradas periodicamente:

as temperaturas do ar de secagem na entrada e saída da coluna do secador foram medidas através de termômetro , a velocidade do ar na saída da coluna medida através de anemômetro digital Airflow LCA 2.000, a temperatura e umidade relativa ambiental através de termohigrógrafo René Graf.

Ao ser atingido o peso desejado, correspondente ao teor de umidade final proposto para cada tratamento, o processo era encerrado.

Ao início e término do processo de secagem, para cada um dos tratamentos e respectivas repetições, as sementes foram avaliadas quanto ao teor de umidade e germinação.

4.2.3 Controle

Além das sementes submetidas ao processo de secagem foi instalado o tratamento de controle, composto por sementes isentas de secagem, embaladas e armazenadas na condição em que se encontravam imediatamente após a extração.

4.2.4 Armazenamento

Cada uma das três repetições dos tratamentos de secagem artificial e natural foram divididas em treze porções. Deste total, doze porções, correspondentes ao período de armazenamento de um ano, foram embaladas em filme de polietileno de 0,10 mm de espessura classificado como alta barreira a vapor d'água (taxa de permeabilidade a vapor d'água de 0,85 g água/m².dia sob 23°C e 85% de umidade relativa) e média permeabilidade a oxigênio (ITAL,1988) e fechadas com seladora Arno . A décima-terceira amostra foi analisada quanto ao teor de umidade e germinação para avaliar-se o efeito imediato da secagem .

As sementes embaladas e identificadas foram armazenadas por período de doze meses no Laboratório de Armazenagem e Conservação de Perecíveis (LARCOPE), refrigerado por aparelho de ar condicionado Admiral. A temperatura e umidade relativa do ambiente foram monitoradas por termohigrógrafo René-Graf.

4.3 Avaliações

Durante o período de armazenamento foram realizadas amostragens mensais para avaliação do teor de umidade e de germinação das sementes. Em cada amostragem foram avaliadas 18 amostras correspondentes a três repetições dos seis tratamentos efetuados.

Para cada repetição dos tratamentos foram realizadas as seguintes determinações:

4.3.1 Determinação do teor de umidade das sementes

Para determinação do teor de umidade foram empregadas três repetições de aproximadamente 5 gramas cada. O método adotado foi secagem em Estufa de Secagem e Esterilização modelo Fanem 320-SE a $105^{\circ}\text{C} + 3^{\circ}\text{C}$ por 24 horas (BRASIL, 1980), seguido de permanência em dessecador Pyrex com sílica-gel para resfriamento e posterior pesagem em balança analítica modelo Marte AL 200. Os cálculos para os teores de umidade foram feitos em porcentagem de base úmida (% b.u.).

4.3.2 Avaliação do poder germinativo

Para o teste de germinação foram empregadas 4 observações de 25 sementes, totalizando 100 sementes para cada repetição. Foi empregado processo de desinfecção prévia das sementes (WETZEL, 1987): lavagem das sementes com água destilada, imersão em solução de hipoclorito de sódio a 1% por 5 minutos e lavagem com água destilada. Após a desinfecção foi realizada a semeadura em papel Germitest AL-50. Para umidecimento uniforme do substrato o papel foi pesado e a quantidade de água utilizada correspondia a duas vezes e meia o peso obtido, segundo a especificação para o substrato em questão.

Os rolos de papel foram colocados em germinador tipo Mangleedorf sob temperatura constante de 25°C realizando-se as contagens ao final de 21 dias. O período de germinação foi definido por testes preliminares, aos 21 dias a germinação estava definida obtendo-se três classes distintas: plântulas normais, anormais e sementes mortas, seguindo recomendações de OLIVEIRA(s.d.) e OLIVEIRA(1988).

4.4 Determinação do Teor de Umidade de Equilíbrio

Para a determinação do teor de umidade de equilíbrio foi adotado o método estático (HENDERSON, 1952). Foram preparadas nove soluções de ácido sulfúrico FA "Synth" (peso molecular 98,08), em diferentes concentrações (FRANCO, 1943). As soluções foram colocadas no interior de dessecadores Pyrex e, em função das diferentes concentrações proporcionaram no interior dos dessecadores ambiente com umidade relativa controlada, de 10% a 90% , em intervalos de 10% (BENEDETTI, 1987). No interior de cada dessecador foram colocadas três amostras de aproximadamente 3 gramas de sementes com teor de umidade de 4,5% (b.u.), acondicionadas em cadinhos de metal. Semanalmente as amostras eram pesadas e ao final de 64 dias obteve-se peso constante, indicando que o teor de umidade das sementes havia atingido equilíbrio com a umidade relativa do interior de cada recipiente. As sementes foram submetidas a determinação do teor de umidade pelo método de Estufa a 105°C+3°C/24 horas.

4.5 Identificação de Fungos de Armazenamento

Para identificação de fungos presentes nas sementes durante o armazenamento foi empregado método de isolamento. Três amostras de aproximadamente três gramas de sementes contaminadas foram colocadas em recipiente com 100 ml de água destilada esterilizada, agitada e deixada em repouso. O líquido sobrenadante foi inoculado em placas de Petri contendo meio de cultura esterilizado de batata-ágar-glicose. As placas foram incubadas a 30°C por 72 a 96 horas para o crescimento de fungos. Após este período as colônias foram isoladas e identificadas.

4.6 Análise Estatística

O delineamento estatístico empregado foi o Fatorial Inteiramente Casualizado para comparação dos seis tratamentos quanto ao efeito dos processos de secagem natural e artificial, efeito das temperaturas de secagem artificial e efeito dos teores de umidade finais sobre a germinação de sementes. Para a análise dos dados foi utilizado o programa SANEST para classificações duplas não-balanceadas e para a comparação médias foi adotado o teste de Tukey ao nível de 5% de significância. As médias foram transformadas pela função $\arcsen x/100$.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Secagem de frutos e extração de sementes

Por ocasião da recepção dos frutos de peroba-rosa estes apresentavam teor de umidade de 54,3%, coloração verde e completamente fechados, sendo dispostos à sombra até o início da deiscência natural. Durante este período os frutos foram avaliados quanto ao teor de umidade e as sementes quanto a germinação e teor de umidade.

Os resultados apresentados na Tabela 1 demonstram que houve redução da germinação no período compreendido entre a recepção dos frutos e início da extração. A extensão do período de desidratação dos frutos, até sua deiscência natural, é dependente do teor de umidade inicial e das condições climáticas (SILVA, 1988). Segundo o autor, a redução da germinação pode estar relacionada ao surgimento de fungos e fermentação. No caso, os dois fatores citados não foram observados. A redução da germinação pode estar associada ao estágio de maturação fisiológica das sementes por ocasião da deiscência natural dos frutos. De acordo com FOPINIGIS (1977), as sementes apresentam valores elevados de germinação no ponto máximo de maturação, a partir do qual é observada sua redução.

Para a espécie não se dispõem de estudos referentes a maturação, sendo recomendada a realização da colheita em fase anterior à deiscência natural (PINA-RODRIGUES, 1985). Portanto, foi necessário aguardar a deiscência natural dos frutos, através de secagem natural, para então efetuar a extração manual das sementes.

Tabela 1. Teor de umidade de frutos e sementes, germinação de sementes de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*) após a colheita e ao final do processo de secagem natural dos frutos.

Período	Teor de Umidade (% b.u.)		Germinação (%)
	Frutos	Sementes	
19/09	54,3	52,4	68
28/09	34,7	38,5	--
04/10	29,7	26,7	--
08/10	18,2	15,0	60

Ao final da extração e homogeneização as sementes foram avaliadas quanto a germinação e teor de umidade apresentando respectivamente, 53% e 15%, valores correspondentes ao tratamento de Controle. Com estas características as sementes foram submetidas ao tratamentos de secagem artificial e natural.

5.2 Secagem de sementes

As condições de secagem artificial para os diversos tratamentos são apresentadas na Tabela 2. Comparando-se as temperaturas de secagem para cada tratamento verificou-se que o emprego da temperatura de 45°C promoveu redução do tempo de secagem tanto para obtenção do teor de umidade final de 5% como para 10%. Relacionando-se os intervalos de tempo máximos e mínimos necessários para a secagem das sementes até teor de umidade de 5% verifica-se que o período de secagem sob temperatura do ar a 45°C foi 6,4 vezes menor, para os valores máximos, e 3 vezes, para os valores mínimos, em relação ao período de secagem com temperatura de 35°C. Para o teor de umidade final 10% o emprego da temperatura 45°C reduziu o tempo de secagem numa proporção de 3 vezes para os valores máximos e em 4 vezes para os valores mínimos, quando comparados com o tempo dispendido para a secagem das sementes sob temperatura de 35°C.

Tabela 2. Condições de Secagem Artificial

Tratamento	Tempo (min)	Ar de Secagem Temperatura		V (m/s)	Temperatura Ambiente (°C)	U.R. (%)
		Entrada (°C)	Saída (°C)			
35°C - 5%	Max /Min 450/195	Max/Min 37/33	Max/Min 36/30	Max/Min 3,1/2,5	Max/Min 34/26	Max/Min 60/36
45°C - 5%	70/65	47/42	45/32	2,9/2,5	29/22	72/62
35°C - 10%	30/20	37/35	28/35	2,9/2,7	32/26	86/58
45°C - 10%	10/05	46/44	40/32	3,0/2,6	27/21	72/66

V = velocidade em metros por segundo

U.R. = umidade relativa

min= minutos

Max= valor máximo

Min= valor mínimo

Ao final dos tratamentos de secagem artificial os teores de umidade obtidos foram próximos àqueles propostos na definição dos tratamentos, sendo que a variação máxima apresentada foi de 5% e a mínima de 2% (Tabela 3).

Na fase de definição dos tratamentos de secagem foi estabelecido teor de umidade final de 5% para a secagem natural à sombra. Entretanto, foi obtido teor de umidade final de 6% em função das características inerentes ao processo de secagem natural, dependente das condições climáticas e suas variações, e das características da espécie, principalmente quanto à sua composição química. O processo foi encerrado aos vinte e um dias quando constatou-se que os valores obtidos nas pesagens das três repetições eram semelhantes aos anteriores. As sementes apresentavam teor de umidade de equilíbrio. As condições do ambiente de secagem à sombra quanto a temperatura e umidade relativa são apresentadas nas Figuras 1 e 2, respectivamente. A umidade relativa média no período foi $65\% \pm 9,6\%$ e a temperatura média de $26^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$. Comparada com a curva de umidade de equilíbrio das sementes, apresentada na Figura 3, aos valores extremos de umidade relativa de 74,6% e 55,4%, ocorridos durante a secagem natural, correspondem os teores de umidade de equilíbrio de aproximadamente 7,5% e 5%. Ao valor médio de 65% corresponde um teor de umidade em torno de 6%.

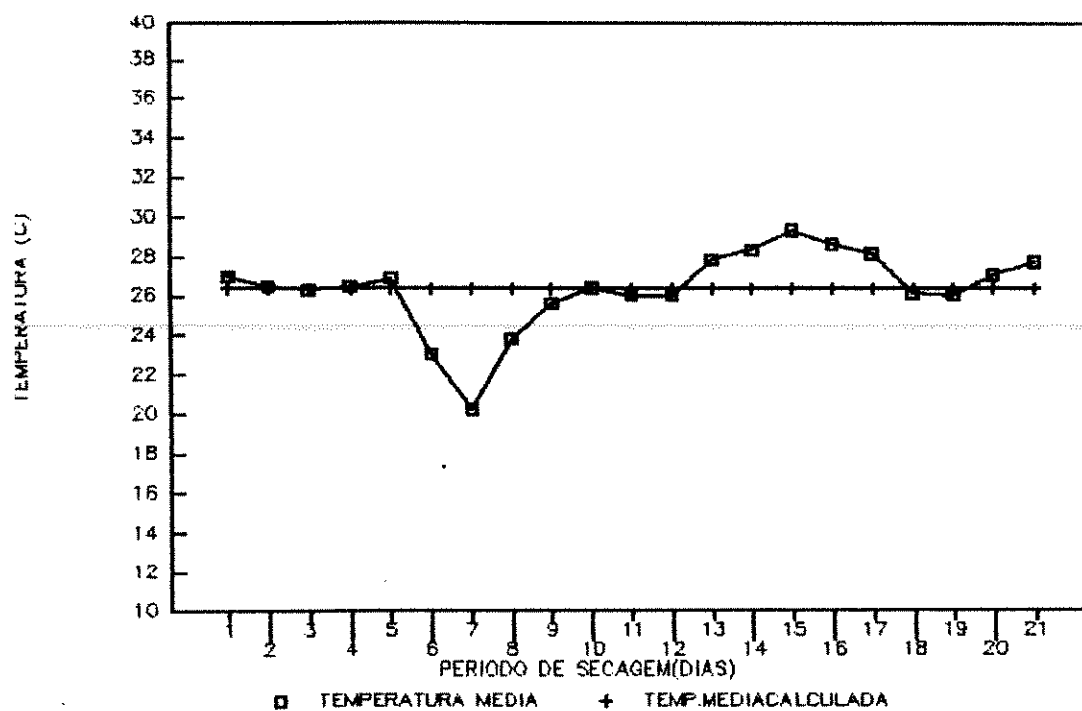


Figura 1. Condições ambientais de secagem à Sombra de sementes de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*) quanto a temperatura.

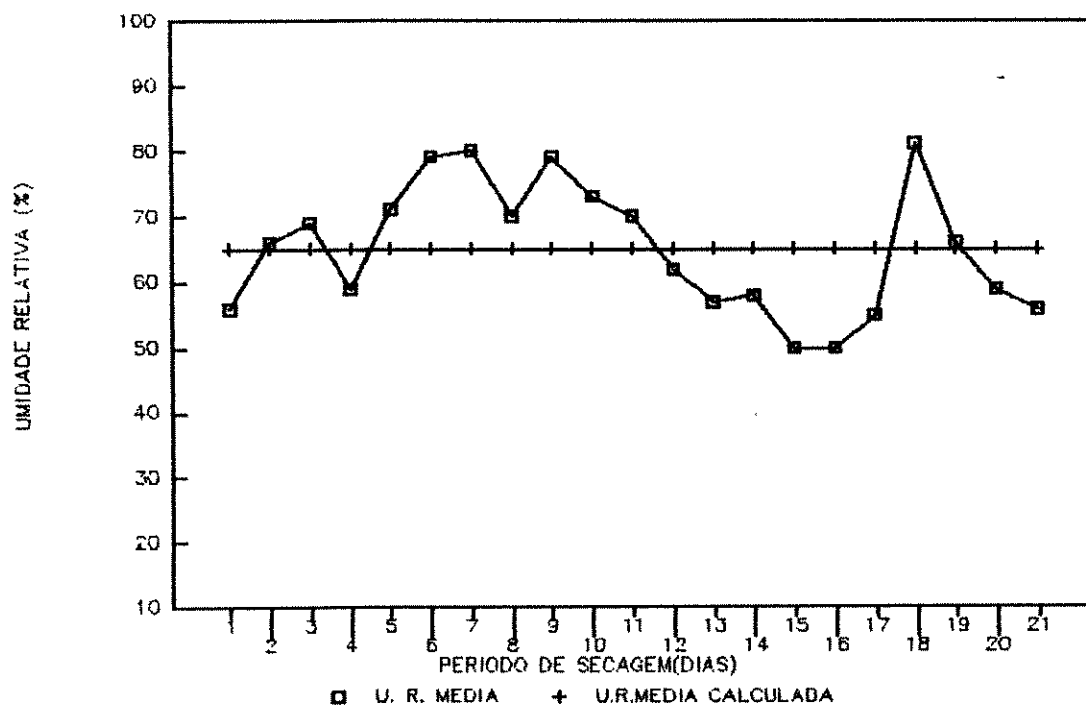


Figura 2. Condições ambientais de secagem à Sombra de sementes de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*) quanto a umidade relativa.

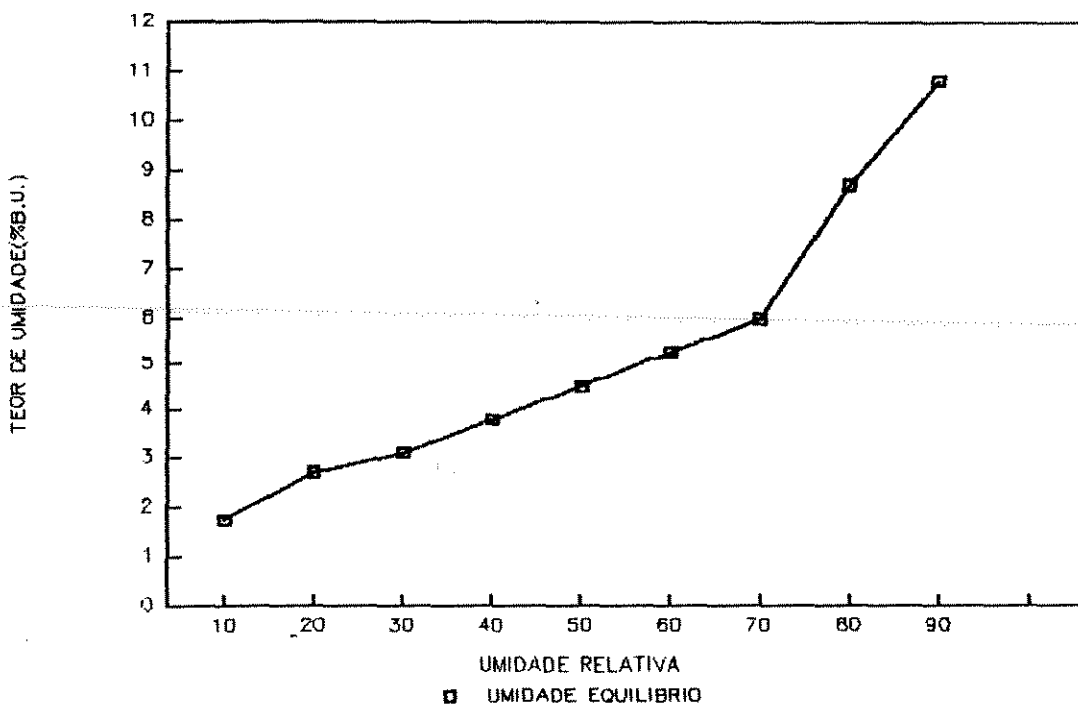


Figura 3. Curva de Umidade de Equilíbrio de sementes de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*)

5.3. Avaliação do efeito imediato da secagem sobre a germinação das sementes

Através da análise estatística das médias de germinação obtidos imediatamente após a secagem, relacionada na Tabela 3, verificou-se que a germinação das sementes secas à sombra foi inferior àquelas apresentadas pelas sementes do Controle e das submetidas à secagem artificial, com exceção do tratamento 45°C - 10%. A germinação correspondente a este tratamento foi intermediária às demais. Quanto aos teores de umidade finais não foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos de secagem artificial. Os teores de

não afetaram a germinação das sementes imediatamente após a secagem. A diferença significativa entre as médias de germinação do tratamento Sombra - 6% e dos tratamentos 35°C - 5%, 35°C - 10% e 45°C - 5% está relacionada à natureza do processo de secagem natural, que em função da variabilidade das condições climáticas podem afetar a viabilidade das sementes (CARVALHO & NAKAGAWA, 1983).

Tabela 3. Teores de umidade das sementes de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*) obtidos antes e após os tratamentos de secagem. Germinação antes e imediatamente após a secagem.

Tratamento	Teor de Umidade Inicial(%b.u.)	Teor de Umidade Final (%b.u.)	Germinação (%)	
Controle	15,0	15,0	53	a
35°C - 5%	14,8	4,8	50	a
35°C - 10%	14,3	9,5	54	a
45°C - 5%	14,3	5,1	51	a
45°C - 10%	14,3	9,8	47	ab
Sombra 6%	14,8	6,0	38	b

Comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%.
Médias transformadas pela função $\arcsin x/100$.
Médias seguidas por letras distintas diferem entre si.

5.4 Efeito da secagem sobre a germinação de sementes durante o armazenamento

Ao longo do armazenamento constatou-se que as temperaturas de secagem 35°C e 45°C associadas ao teor de umidade final de 10% provocaram redução significativa na

germinação do segundo ao quarto mês. A partir do quinto mês a germinação foi nula (Tabela 4 e Figura 4).

Tabela 4. Comparação das médias mensais de germinação dentro de cada tratamento durante o armazenamento de sementes de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*)

Meses de Armazenamento	TRATAMENTOS					
	35°C-5%	45°C-5%	Sombra 6%	35°C-10%	45°C-10%	Controle 15%
1	52 ab	50 ab	49 a	34 a	36 a	22 a
2	43 abc	45 ab	43 ab	13 b	10 b	02 b
3	62 a	62 a	48 a	11 b	11 b	00 b
4	52 ab	52 ab	46 ab	04 bc	04 bc	00 b
5	43 abc	34 bcde	32 bc	00 c	00 c	00 b
6	49 ab	50 ab	39 ab	00 c	00 c	00 b
7	45 ab	24 cde	19 cd	00 c	00 c	00 b
8	33 bc	36 bcd	17 cde	00 c	00 c	00 b
9	30 bc	19 de	12 de	00 c	00 c	00 b
10	36 bc	40 bc	16 de	00 c	00 c	00 b
11	32 bc	20 cde	15 de	00 c	00 c	00 b
12	20 c	15 e	02 e	00 c	00 c	00 b

Médias de germinação em porcentagem.

Comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%.

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si.

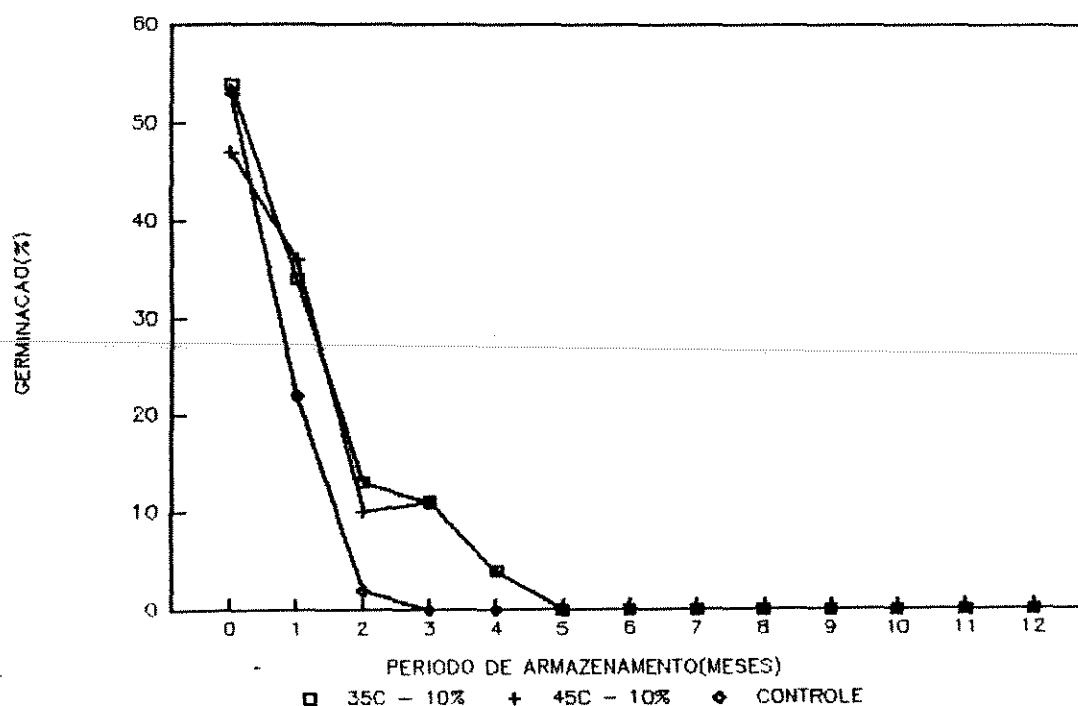


Figura 4. Germinação de sementes de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*) dos tratamentos 35°C-10%, 45°C-10% e Controle 15% imediatamente após a secagem e durante o armazenamento

As sementes correspondentes ao tratamento Controle, armazenadas com teor de umidade de 15,0%, apresentaram germinação somente até o segundo mês (Tabela 4 e Figura 4). No primeiro mês de armazenamento verificou-se o crescimento de fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Geotrichum* e *Rhizopus*, restritos a este tratamento. Segundo HARRINGTON(1972), *Aspergillus* e *Penicillium* são fungos de ocorrência frequente em sementes armazenadas com teores de umidade acima de 12%, que aceleram o processo de deterioração das sementes.

As sementes submetidas ao tratamentos de secagem artificial 35°C - 5%, 45°C - 5% e secagem natural à Sombra - 6%

apresentaram germinação por maior período que as demais e a redução da germinação foi gradativa (Figura 5). Este comportamento coincide com a proposição feita por HARRINGTON(1973) quanto à viabilidade de sementes ortodoxas em relação ao teor de umidade durante o armazenamento. A redução em um grau no teor de umidade duplica o "tempo de vida" da semente. Tomando-se por base as médias de germinação dos tratamentos 35°C - 10% e 45°C - 10% no primeiro mês de armazenamento, 34% e 36%, respectivamente, pode ser constatado que valores próximos são observados até o décimo-primeiro mês em sementes do tratamento 35°C - 5% e até o décimo mês em sementes do tratamento 45°C - 5%. Quanto às sementes secas à sombra, valor semelhante foi verificado até o sexto mês de armazenamento. A partir do sétimo mês foi observada significativa redução da viabilidade para as sementes deste tratamento.

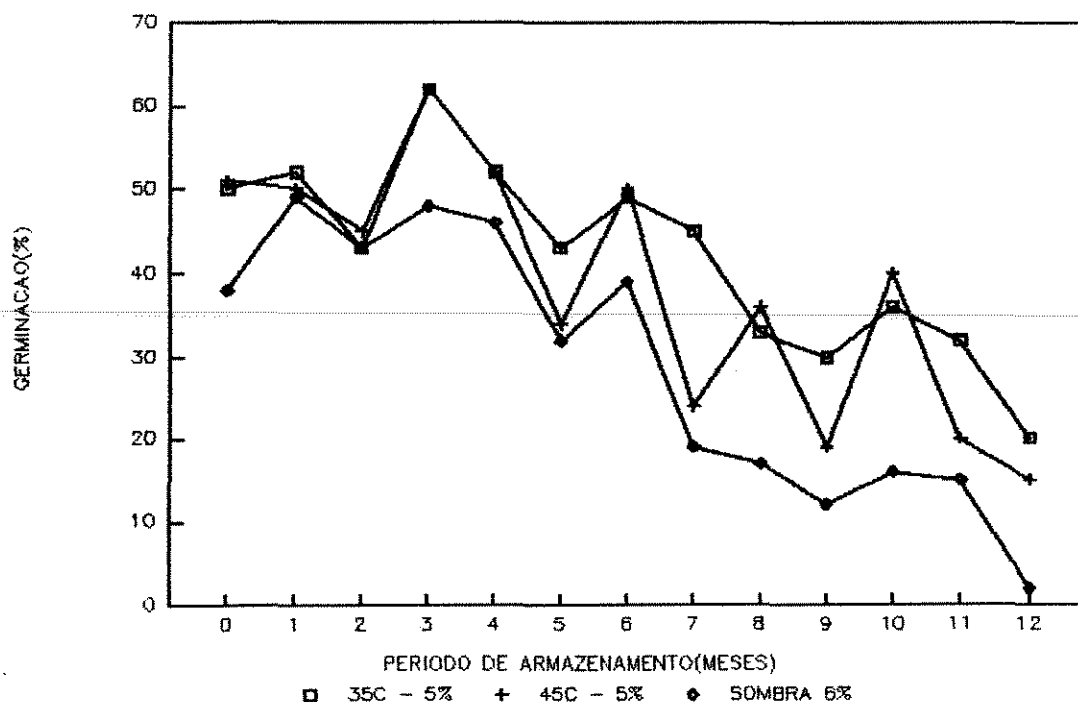


Figura 5. Germinação das sementes de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*) dos tratamentos 35°C-5%, 45°C-5% e Sombra 6% imediatamente após a secagem e durante o armazenamento

As sementes com teor de umidade final de 5% secas sob temperatura de 35°C apresentaram germinação em valor estatisticamente igual ao inicial (52%) até o sétimo mês de armazenamento. Para as sementes submetidas à secagem a 45°C esta relação foi observada até o sexto mês. A ocorrência de médias de germinação estatisticamente inferiores a partir destes períodos indica redução da viabilidade das sementes para ambos os tratamentos.

Em todo o período de armazenamento e para todos os tratamentos foi constatada interação significativa entre as condições de secagem (artificial sob duas temperaturas, 35°C e 45°C, e natural à sombra) e os teores de umidade finais. O

valor de F de Snedecor foi igual a 172,1621 para o nível de significância de 1% e o coeficiente de variação foi de 21,48%.

No primeiro mês de armazenamento pode ser constatado o efeito do teor de umidade sobre a germinação das sementes (Tabela 5). Quando armazenadas com teor de umidade de 5% e 6% a germinação manteve-se em torno de 50%. Para o teor de umidade de 10%, embora não significativa, houve redução da germinação, aproximando-se do resultado obtido para o Controle, este último com a menor média de germinação entre os demais. No segundo mês o efeito do teor de umidade de 10% sobre a germinação tornou-se evidente, as médias de germinação são significativamente diferentes daquelas observadas para os tratamentos com teores de umidade finais de 5% e 6% (Tabela 5). A redução da germinação das sementes armazenadas com teores de umidade de 10% e 15% foi abrupta (Figura 4). Deve-se observar que as temperaturas de secagem 35°C e 45°C, associadas ao teor de umidade final de 10%, não diferiram significativamente entre si.

Pela comparação de médias de germinação entre tratamentos (Tabela 5), as sementes armazenadas com teores de umidade de 5% e 6%, independentemente do processo de secagem, apresentaram germinação semelhante até o sexto mês. Do sétimo mês em diante houve declínio da germinação das sementes secas à sombra e sob temperatura de 45°C em relação às correspondentes à secagem a 35°C, sendo que a redução foi mais acentuada para as sementes secas à sombra. O efeito latente de secagem com o emprego de temperatura mais elevada, 45°C, sobre a

germinação das sementes é detectado a partir do sétimo mês, enquanto que nas sementes secas a 35°C o efeito foi menos evidente. Para as sementes secas à sombra o acréscimo em um ponto percentual em relação ao teor de umidade de 5% foi suficiente para exercer efeito negativo sobre a viabilidade das sementes.

Tabela 5. Comparação das médias de germinação entre tratamentos para cada mês de armazenamento de sementes de peroba rosa (*Aspidosperma polyneuron*).

TRATAMENTOS						
Meses de Armazenamento	35°C-5%	45°C-5%	Sombra 6%	35°C-10%	45°C-10%	Controle 15%
1	52 a	50 a	49 a	34 ab	36 ab	22 b
2	43 a	45 a	43 a	13 b	10 b	02 c
3	62 a	62 a	48 a	11 b	11 b	00 c
4	52 a	52 a	46 a	04 b	04 b	00 c
5	43 a	34 a	32 a	00 b	00 b	00 b
6	49 a	50 a	39 a	00 b	00 b	00 b
7	45 a	24 b	19 b	00 c	00 c	00 c
8	33 a	36 a	17 b	00 c	00 c	00 c
9	30 a	19 ab	12 b	00 c	00 c	00 c
10	36 a	40 a	16 b	00 c	00 c	00 c
11	32 a	20 ab	15 b	00 c	00 c	00 c
12	20 a	15 a	02 b	00 c	00 c	00 c

Médias de germinação em porcentagem.

Comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%.

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si.

Uma das manifestações de alterações fisiológicas em função de "stress" por secagem é a ocorrência de plântulas anormais (ABDUL-BAKI, 1972). Imediatamente após a secagem e durante o armazenamento foram observadas plântulas anormais em todos os tratamentos, assim classificadas de acordo com recomendações da OLIVEIRA(s.d. e 1988). Os tipos de anormalidades mais frequentes foram: plântulas desprovidas de cotilédones, plântulas com desenvolvimento inferior ao padrão de normalidade associada à ausência de cotilédones e/ou raiz principal, plântulas com cotilédones necrosados em área superior a 50% do total, plântulas com raiz fracamente desenvolvida e colo retorcido.

A ocorrência de plântulas anormais em cada um dos tratamentos durante o armazenamento apresentou diferenças estatisticamente significativas entre meses específicos(Tabela 6). Entretanto, podem ser verificadas tendências relacionadas à viabilidade das sementes.

Tabela 6. Comparação das médias mensais de plântulas anormais dentro de cada tratamento durante o armazenamento de sementes de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*)

TRATAMENTOS						
Meses de Armazenamento	35°C-5%	45°C-5%	Sombra	35°C-10%	45°C-10%	Controle
0	3 c	2 d	18 a	3 b	2 ab	2 b
1	13 abc	16 ab	10 abc	15 a	12 a	8 a
2	18 a	11 abcd	11 abc	9 ab	6 ab	3 b
3	7 bc	11 abcd	10 abc	6 ab	6 ab	0 c
4	11 abc	14 abc	9 abc	3 b	5 ab	0 c
5	14 ab	18 a	14 ab	0 b	0 b	0 c
6	15 ab	11 abcd	10 abc	3 b	3 ab	0 c
7	15 ab	15 abc	11 abc	0 c	1 b	0 c
8	5 bc	2 d	4 bc	0 c	0 c	0 c
9	7 bc	5 cd	3 c	0 c	0 c	0 c
10	11 abc	11 abcd	14 ab	0 c	0 c	0 c
11	8 abc	6 bcd	5 bc	0 c	0 c	0 c
12	5 bc	5 cd	1 c	0 c	0 c	0 c

0 corresponde ao período imediatamente após a secagem.

Médias expressas em porcentagem.

Comparação entre médias pelo Teste de Tukey a 5%.

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si.

Para os tratamentos 35°C - 5% e 45°C - 5% podem ser distintos três períodos quanto à ocorrência de plântulas anormais relacionadas à germinação: imediatamente após a secagem, do primeiro ao sétimo mês e do oitavo ao décimo-segundo mês de armazenamento (Figuras 6 e 7). Imediatamente após a secagem (mês 0) verificou-se que a ocorrência de

plântulas anormais foi reduzida, não apresentando diferenças significativas em relação às médias dos cinco últimos meses de armazenamento (Tabela 6). Do primeiro ao sétimo mês houve incremento na porcentagem de plântulas anormais e variação nas médias de germinação, que entretanto, não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si (Tabela 4). A partir do oitavo mês para as sementes dos tratamentos 45°C-5% e 35°C-5% observou-se tendência de redução das plântulas anormais simultaneamente à diminuição da viabilidade das sementes.

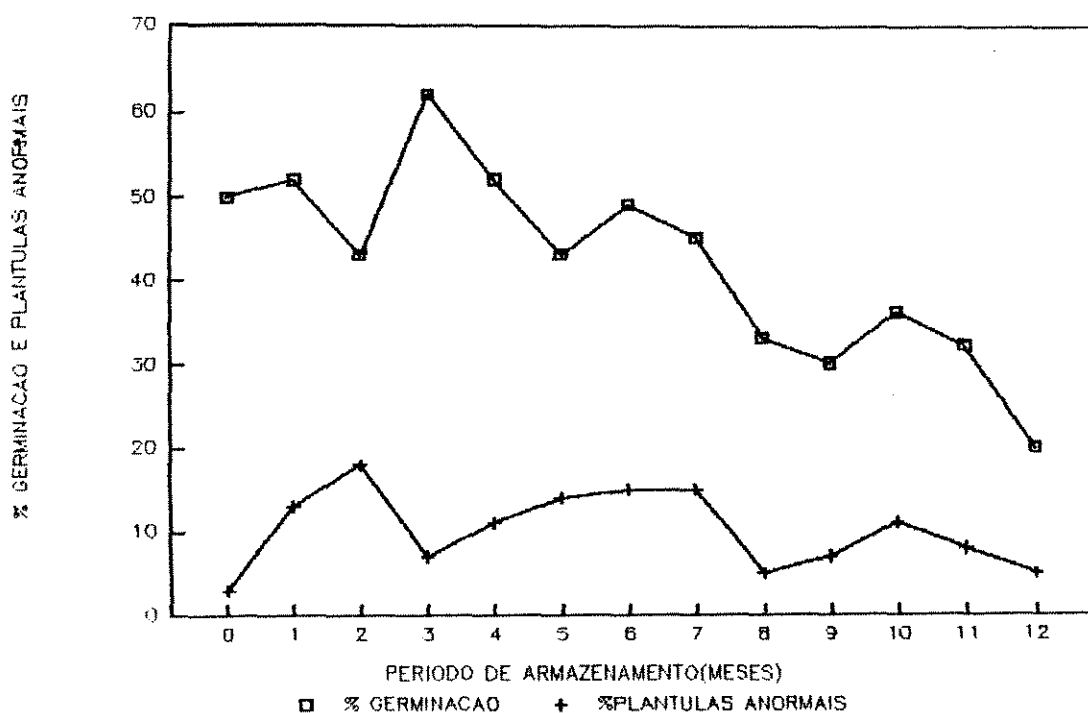


Figura 6. Porcentagem de germinação e de plântulas anormais em sementes de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*) imediatamente após a secagem e durante o armazenamento; tratamento 35°C-5%

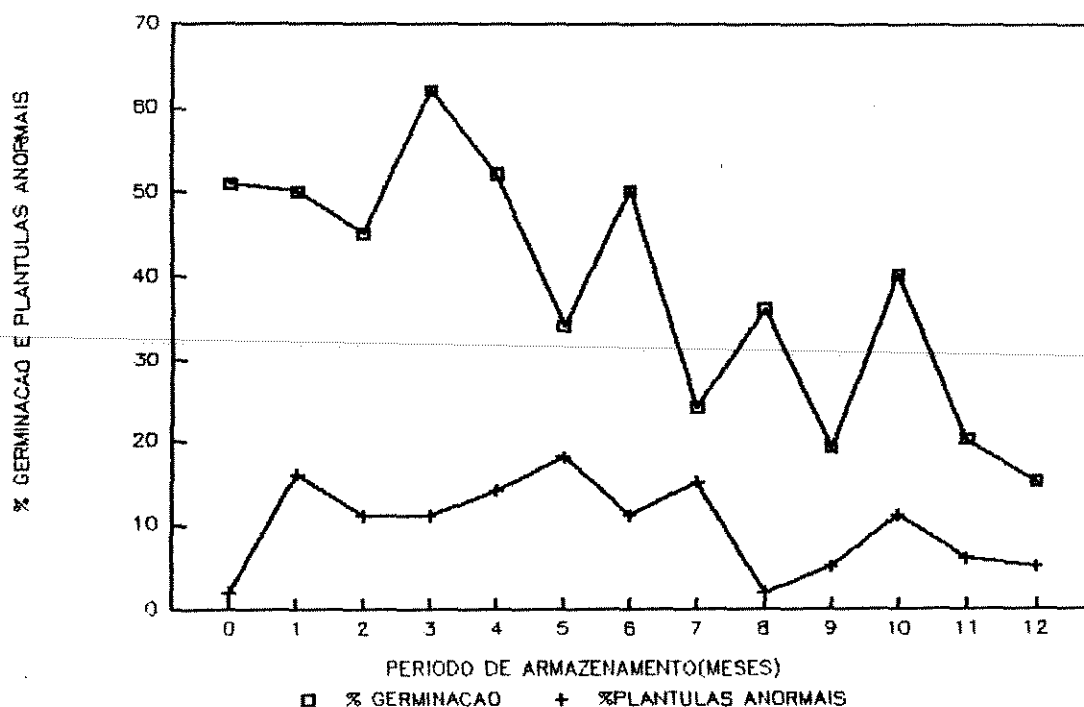


Figura 7. Porcentagem de germinação e de plântulas anormais em sementes de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*) imediatamente após a secagem e durante o armazenamento: tratamento 45°C-5%.

Segundo ELLIS & ROBERTS(1981) sistemas de reparo molecular são temporariamente suspensos em tecidos secos, conduzindo a danos cumulativos em macromoléculas e organelas. Com a rehidratação da semente os sistemas são ativados porém, sua eficiência é dependente da extensão dos danos.

As temperaturas empregadas, 35°C e 45°C, para a secagem não provocaram danos imediatos às sementes, representado por baixo índice de plântulas anormais (Tabela 6). Durante os sete primeiros meses de armazenamento observou-se tendência de superioridade de médias de germinação e de plântulas anormais

em relação àquelas apresentadas nos meses finais. Esta tendência indica que em uma parcela das sementes os mecanismos de reparo macromolecular não foram eficientes em função da extensão dos danos; esta parcela corresponde às sementes mortas e àquelas que originaram plântulas anormais. Outra porção das sementes, entretanto, deu sequência ao processo de germinação originando plântulas normais. De acordo com a proposição de ABDUL-BAKI(1972) o aumento da porcentagem de plântulas anormais está relacionado com a perda da viabilidade. A tendência de redução de plântulas anormais a partir do oitavo mês de armazenamento, para os tratamentos 45°C-5% e 35°C-5%, não correspondeu um acréscimo na germinação, mas um aumento de sementes mortas. Para sementes de peroba-rosa submetidas aos tratamentos de secagem 35°C - 5% e 45°C - 5% a germinação foi mantida até o sétimo e sexto meses armazenamento, respectivamente.

Para as sementes secas à sombra- 6% é observado o efeito imediato do processo. Do período imediatamente após a secagem até o sétimo mês a ocorrência de plântulas anormais foi elevada (Tabela 6 e Figura 8). A relação entre incidência de plântulas anormais e germinação foi semelhante àquela apresentada pelas sementes com teor de umidade final de 5%, exceto pelo período de conservação da germinação, mantida até o sexto mês de armazenamento.

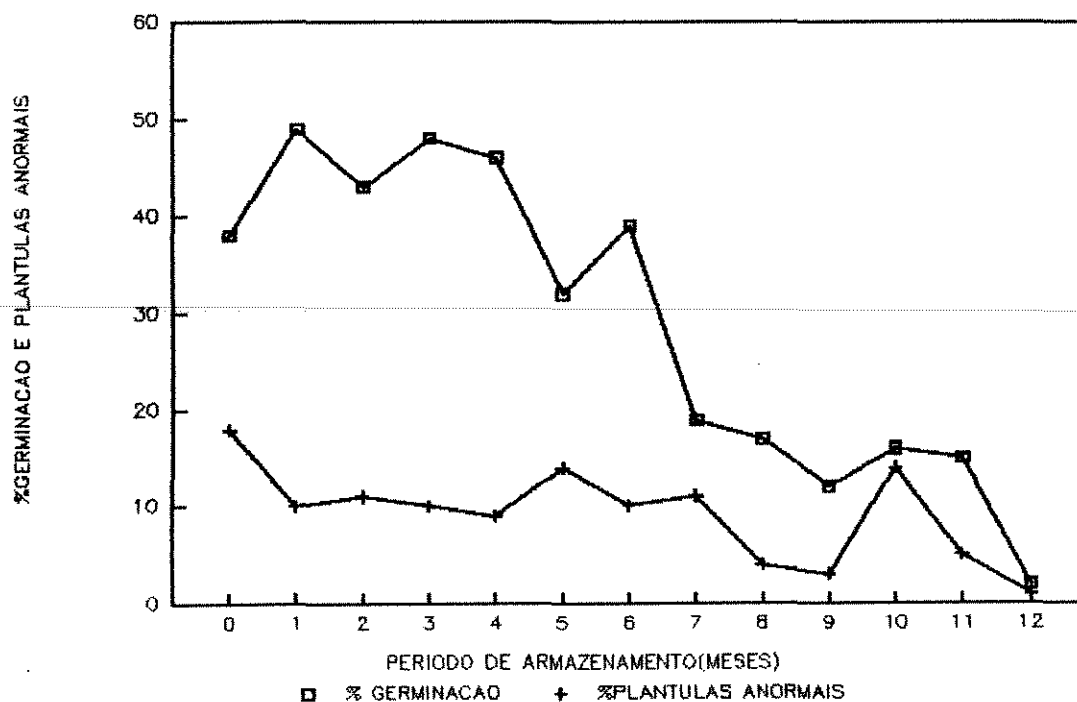


Figura 8. Porcentagem de germinação e de plântulas anormais em sementes de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*) imediatamente após a secagem e durante o armazenamento: tratamento Sombra 6%.

Nas sementes submetidas a secagem artificial e teor de umidade final 10% observa-se que a tendência de aumento nas médias de plântulas anormais foi simultânea à redução da germinação (Figuras 9 e 10). No primeiro mês de armazenamento foram observadas médias de plântulas anormais estatisticamente superiores àquelas apresentadas imediatamente após a secagem e redução nas médias de germinação (Tabela 6). A partir do segundo mês as médias de plântulas anormais apresentaram tendência de redução à qual correspondeu declínio da germinação representado pelo aumento de sementes mortas, evidenciado a partir do quinto mês de armazenamento quando a germinação foi

nula. Para estas sementes a secagem não apresentou efeito imediato sobre as sementes quanto ao aspecto de plântulas anormais. Entretanto, verifica-se que os mecanismos de reparo macromolecular atuaram por período limitado, praticamente até o segundo mês de armazenamento. A umidade das sementes foi removida em menor quantidade, pressupondo-se menor efeito de "stress" por secagem. Em contrapartida, o próprio teor de umidade de 10% está associado à perda de germinação. Teores de umidade mais elevados não propiciam a redução da atividade metabólica das sementes, que, desta forma, estão propensas a processo de deterioração acelerado. O efeito do teor de umidade elevado foi deletério para as sementes, confirmado pela acentuada redução na germinação das sementes do tratamento controle, isentas de secagem, armazenadas com teor de umidade de 15% (Figura 11).

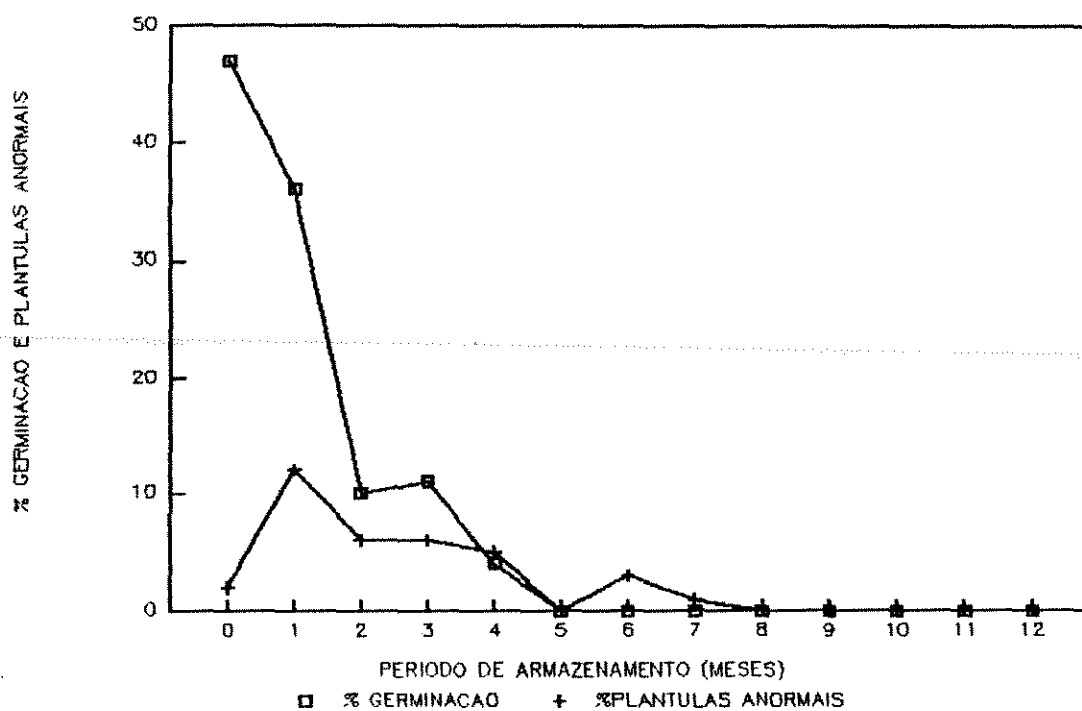


Figura 9. Porcentagem de germinação e de plântulas anormais em sementes de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*) imediatamente após a secagem e durante o armazenamento: tratamento 45°C-10%

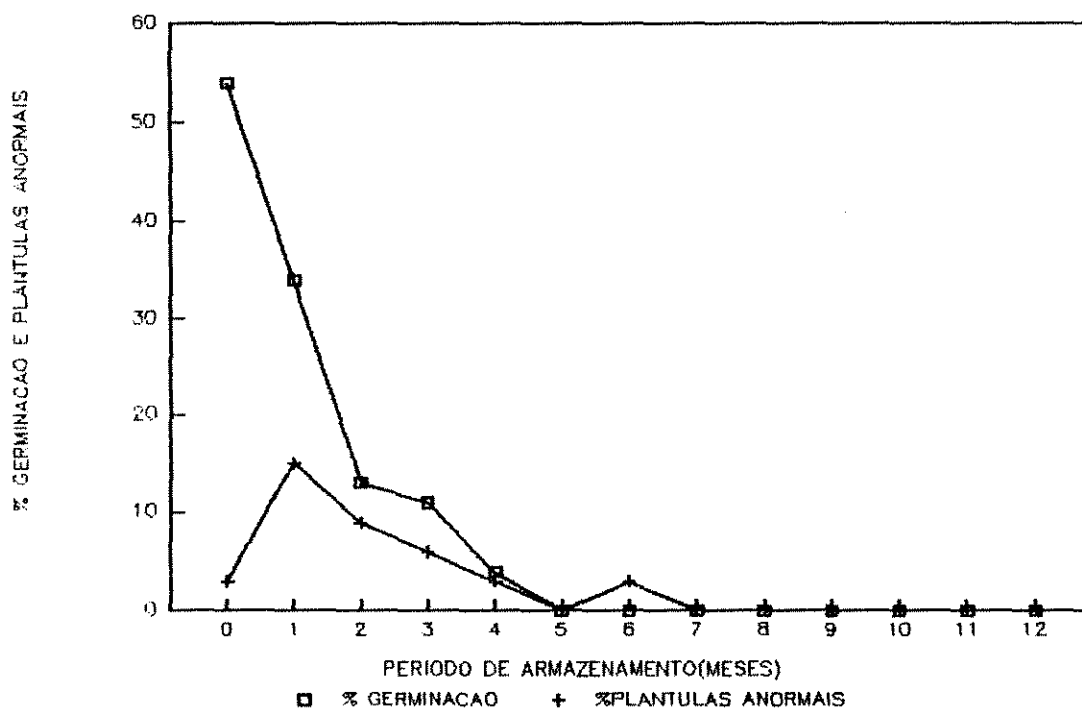


Figura 10. Porcentagem de germinação e de plântulas anormais em sementes de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*) imediatamente após a secagem e durante o armazenamento: tratamento 35°C-10%

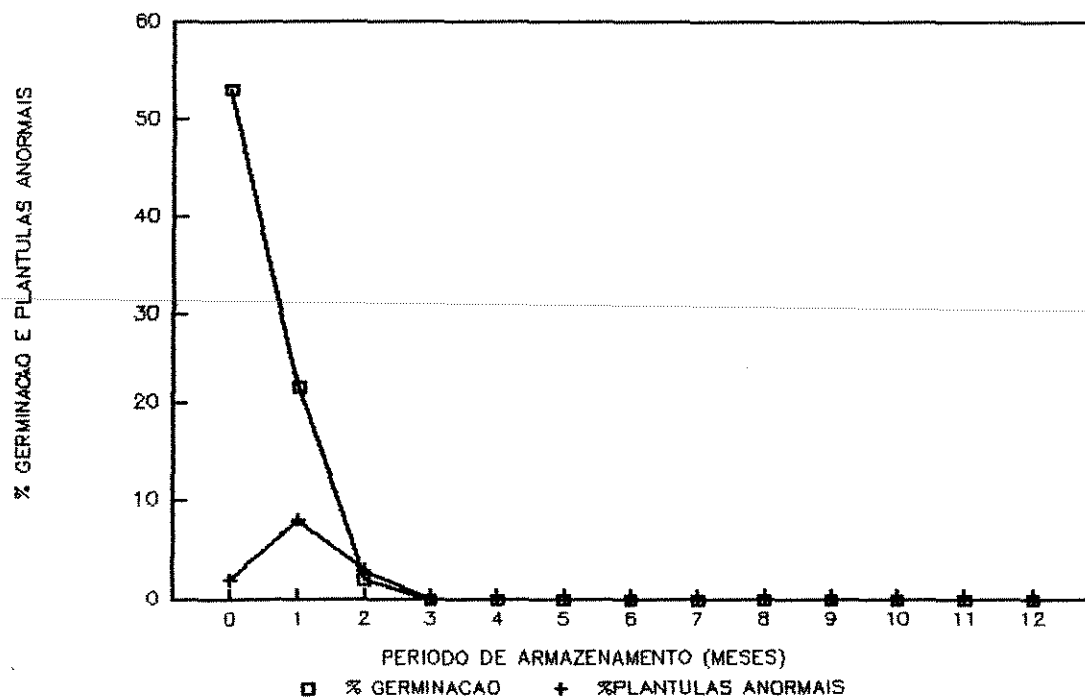


Figura 11. Porcentagem de germinação e de plântulas anormais em sementes de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*) imediatamente após a secagem e durante o armazenamento: tratamento Controle 15%.

5.5 Condições de armazenamento relacionada à germinação das sementes

A secagem de sementes sob temperatura adequada, até teores de umidade reduzidos, seguida de acondicionamento em embalagem semi-permeável, propicia a redução da taxa respiratória e a manutenção da viabilidade (HARRINGTON, 1973a).

A embalagem empregada para o acondicionamento das sementes, é classificada como média barreira quanto a permeabilidade a oxigênio (ITAL, 1988), permitindo a respiração das sementes.

Considerando-se a proposição feita por HARRINGTON, os teores de umidade de 10% e 15% não foram baixos o suficiente para reduzir a atividade metabólica, em especial a respiração, das sementes de peroba-rosa, acelerando a sua deterioração. Já os teores de umidade de 5% e 6% propiciaram maior longevidade às sementes.

Durante o armazenamento foram observadas variações nos teores de umidade das sementes em função das condições ambientais. A temperatura e umidade relativa médias no período foram $23^{\circ}\text{C} + 1,5^{\circ}\text{C}$ e $68,0\% + 9,6\%$, respectivamente (Figuras 12 e 13).

Sementes com teores de umidade de 5% e 6% apresentaram acréscimo de 1,5 a 1,9 pontos percentuais em relação ao teor de umidade obtido imediatamente após a secagem (Figura 14). Os valores dos teores de umidade de todos os tratamentos durante o armazenamento são apresentados na Tabela 7. Considerando-se que as variações nos teores de umidade foram comuns a todos os tratamentos e que a redução da germinação foi acentuada logo nos primeiros meses de armazenamento para sementes com teores de umidade de 10% e 15%, pode-se atribuir ao teor de umidade o efeito principal sobre a conservação da germinação das sementes. Sob armazenamento em ambiente de laboratório, sujeitas às variações inerentes a esta condição, as sementes de peroba-rosa com teores de umidade de 5% e 6% mantiveram a germinação, em valores próximos aos iniciais, por período de até sete meses. Tal comportamento confere-lhes características de ortodoxas (BONNER, 1991), sendo passíveis de armazenamento sob baixa temperatura, como foi constatado para sementes de jequitibá-rosa, sibipiruna e cedro armazenadas com teores de umidade entre 7,5% e 8,5% em câmara fria (FIGLIOLIA, 1988).

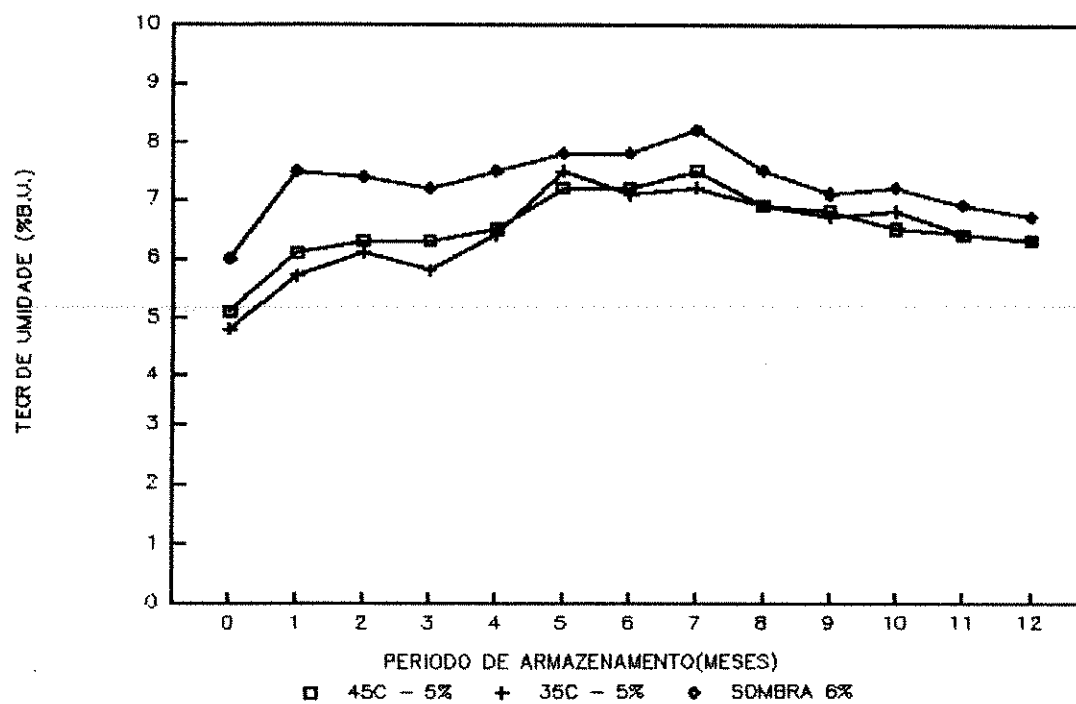


Figura 14. Variação do teor de umidade das sementes de peroba rosa (*Aspidosperma polyneuron*) dos tratamentos 45°C-5%, 35°C-5% e Sombra 6% durante o armazenamento.

Tabela 7. Teores de umidade das sementes de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*) durante o armazenamento

Meses de Armazenamento	TRATAMENTOS					
	35°C-5%	45°C-5%	Sombra 6%	35°C-10%	45°C-10%	Controle 15%
0	4,8	5,1	6,0	9,5	9,8	15,0
1	5,7	6,1	7,5	9,4	9,3	14,1
2	6,1	6,3	7,4	9,3	9,1	14,1
3	5,8	6,3	7,2	8,6	8,8	13,6
4	6,4	6,5	7,5	8,9	8,9	14,9
5	7,5	7,2	7,8	9,3	9,4	14,3
6	7,1	7,2	7,8	9,1	9,0	14,6
7	7,2	7,5	8,2	9,0	9,4	15,0
8	6,9	6,9	7,5	8,7	8,5	14,6
9	6,7	6,8	7,1	8,3	8,2	14,3
10	6,8	6,5	7,2	8,1	8,2	14,2
11	6,4	6,4	6,9	7,7	7,6	13,4
12	6,3	6,3	6,7	7,1	7,3	13,2

0 corresponde ao período imediatamente após a secagem.
Teores de umidade expressos em % b.u. (base úmida).

6. CONCLUSÃO

Sementes de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron* M. Arg.) são ortodoxas. As sementes armazenadas em condição ambiental sob teores de umidade de 5% e 6% apresentaram maior porcentagem de germinação em relação àquelas armazenadas sob teores de 10% e 15%.

O emprego de secagem artificial sob as temperaturas de 35°C e 45°C, associados aos teores de umidade finais de 10% e 5%, não provocaram efeitos imediatos sobre a germinação das sementes. Já as sementes secas à sombra até teor de umidade final de 6% apresentaram redução da germinação imediatamente após a aplicação do processo.

Sementes submetidas a secagem artificial, com temperaturas do ar de secagem de 35°C e 45°C, e armazenadas com teor de umidade final de 10% apresentaram rápida perda da capacidade germinativa. Neste caso, o efeito principal foi exercido pelo teor de umidade.

A secagem de sementes de peroba-rosa sob temperaturas de 35°C e 45°C até teor de umidade final de 5% , associada ao armazenamento em condição ambiental, proporcionou a conservação da germinação das sementes por sete e seis meses,

respectivamente. A partir do sétimo mês de armazenamento foi detectado efeito latente da temperatura de secagem de 45°C sobre as sementes.

As sementes secas à sombra até teor de umidade de 6% apresentaram germinação até o sexto mês de armazenamento, sendo influenciadas tanto pela natureza do processo quanto pelo teor de umidade final.

Em função da redução do tempo de secagem e de sua eficiência sobre a conservação da germinação das sementes de peroba-rosa, deve-se optar pela secagem artificial sob as temperaturas de 35°C e 45°C, condicionadas à obtenção de teor de umidade final de 5%.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDUL-BAKI, A.A. & ANDERSON, J.D. Physiological and biochemical deterioration of seeds. In: KOZLOWSKI, T.T. (ed.). **Seed Biology**, v. 2. New York: Academic Press, 1972. p. 283-315.
- BARBOSA, O. & BAITELLO, J.B. Plantas Brasileiras. **Publicação Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, 1978. 27p.
- BENEDETTI, B.C. **Influência do teor de umidade sobre propriedades físicas de vários grãos**. Campinas: UNICAMP, 1987. 125p. Tese (Mestrado em Eng. Agrícola)-Fac. Engenharia Agrícola, Univ. Estadual de Campinas, 1987.
- BEWLEY, J.D. Physiological aspects of desiccation tolerance. **Annual Review of Plant Physiology**, 30, p. 195-238. 1979.
- BIANCHETTI, A. & RAMOS, A. Efeito da temperatura de secagem sobre o poder germinativo de sementes de *Araucária angustifolia* (Bert.) O. Ktze. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 1, 1979, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1979. p. 27-39.
- BIANCHETTI, A. Produção e tecnologia de sementes de essências florestais. In: **Seminário de Sementes e Viveiros Florestais**, 1. Curitiba, 1981. **Anais...** Curitiba, FUFEP, 1981. 15-40.
- BONNER, F. T. Storage of seeds: potential and limitations for germoplasm conservation. **Seed Abstracts**, 1991, p. 255.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Laboratório Nacional de Referência Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1980. 188p.
- BROOKER, B. B.; ARKEMA, F. W. B. & HALL, C. W. **Drying Cereal Grains**. Westport, AVI Publ. Comp. Inc., 1974. 265p. cap.1: Principles of grain drying.
- CARVALHO, N. M., NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas, S.P.: Fund.Cargill, 1983. 424p. cap. 11: Secagem das sementes.
- CHIN, H. F. & ROBERTS, E. H. **Recalcitrant Crop Seeds**. Malaysia, Tropical Press, 1980. 151p.
- DELOUCHE, J.C.; MATTHES, R.K.; DOUGHERTY, G.M. & BOYD, A.H. Storage of seeds in subtropical and tropical regions. **Seed Science and Technology**, v.1, p. 671-700, 1973.

- DURIGAN, G. Análise comparativa do modo de dispersão de sementes das espécies de cerradão e de mata ciliar no município de Assis, S.P.. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2, Atibaia, 1989. **Anais...** Atibaia: Secretaria do Meio Ambiente, 1991. 319p. p. 278.
- ELLIS, E. H. & ROBERTS, E.H. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. **Seed Science & Technology**, v. 9, n. 2, p. 373- 409, 1981.
-
- FIGLIOLIA, M. B. Conservação de sementes de essências florestais. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 42, p. 1-18, maio 1988.
- FIGLIOLIA, M.B.; SILVA, A., GARCIA, E.E. Acondicionamento de sementes em embalagens flexíveis em vários ambientes e condições atmosféricas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2, Atibaia, 1989. **Anais...** Atibaia: Secretaria do Meio Ambiente, 1991. 319p. p. 18.
- FRANCO, C. M. Estudo sobre a conservação de sementes. **Bragantia**, Campinas, S.P., v. 3, p. 137-150, 1943.
- HARRINGTON, J. F. Seed storage and seed packages. **Seed World**, 87: 4-6, 1960.
- _____. Storage and longevity. **ISTA**, 33: 113-45, 1964.
- _____. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKY, T. T. (ed.). **Seed Biology**, v. 2. New York: Academic Press, 1972, p. 145-240.
- _____. Problems of seeds storage, In: HEYDECKER, W. **Seed Ecology**. England, 1973a. p.251-63.
- _____. Packaging seeds for storage and shipment. **Seed Science & Technology**, 1: 701-709, 1973b.
- HENDERSON, S. M. A basic concept of equilibrium moisture. **Agricultural Engineering**, St. Joseph, MI, v. 33. n. 1, p.29-33, 1952.
- IBAMA. Portaria nº 006/92. 1992.
- ITAL. **Embalagens plásticas: propriedades de barreira**. São Paulo, 1988, 44p.
- JANZEN, D. H. Seeding patterns of tropical trees. In: TOMLINSON, F. B. & ZIMMERMANN, M. H. (ed.). **Tropical trees as living systems**. Cambridge: Cambridge University Press, 1978, p. 83-128.

- JESUS, R. M. & PINA-RODRIGUES, F.C.M. Comportamento das sementes de *Cariniana estrellensis* durante o armazenamento. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 5, Nova Prata, 1984. **Anais...** Nova Prata, 1984. p. 314-27.
- JUSTICE, G. L., BASS, L.N. Principles and practices of seed storage. **Agricultural Handbook**, n. 506. U.S. Government, Washington D.C. p. 94-123, 1978.
- KAGEYAMA, P. Y. Fatores que afetam a produção de sementes florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 1, Belo Horizonte, 1984. **Anais...** Belo Horizonte: Abrates, 1985. 316 p. p. 11-34.
- KAGEYAMA, P. Y., VIANNA, V. M. Aspectos das sementes em florestas tropicais naturais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2, Atibaia, 1989. **Anais...** Atibaia: Secretaria do Meio Ambiente, 1991. 318 p. p. 197-215.
- KAGEYAMA, P. Y., SANCHEZ, S. P., FERRAZ & E. M., SOUZA, L. M. Armazenamento de sementes de três espécies nativas (*Tabebuia heptaphylla*, *Erythrina verna* e *Chorisia speciosa*). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. **Anais...** São Paulo, 1992. p. 435-439.
- KANASHIRO, M. Genética e melhoramento de essências florestais nativas: aspectos conceituais e práticos. In: CONGRESSO NACIONAL DE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1992.
- KANO, N. K., MARQUEZ, F. C. M., KAGEYAMA, P.Y. Armazenamento de sementes de ipê-dourado (*Tabebuia sp.*). **IPEF**, Piracicaba, S.P., v. 17, p. 13-23, dez. 1978.
- LAWS, N., PARRY, J. L. Mathematical modelling of heat and mass transfer in agricultural grain drying. **Proceedings of Royal Society of London**, v. 385. p. 169-187, 1983.
- LEÃO, N.V.M. Programa de produção e tecnologia de sementes de espécies florestais nativas desenvolvidas pelo Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 1, 1984, Belo Horizonte. **Anais ...** Belo Horizonte: Abrates, 1985. 316 p. p. 119-146.
- NELLIST, M. E. Predicting the viability of seeds dried with heated air. **Seed Science & Technology**, v. 9, p. 439-455, 1981.
- NOGUEIRA, J. C.B. Reflorestamento heterogêneo com essências indígenas. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 24, p. 1-77, março 1977.

- OLIVEIRA, E. C. Morfologia de plântulas. In: RODRIGUES, F.C.M.P. (coord.). **Manual de Análise de Sementes Florestais**. Campinas: Fund. Cargill, 1988. 100 p. p. 15-24.
- OLIVEIRA, E. C. Avaliação de plântulas. datilografado. 17 p. (s.d.).
- PARK, K. J. Fundamentos de secagem. datilografado. 26p, 1988.
- PINA-RODRIGUES, F. M. C.. Maturação fisiológica de sementes de espécies florestais nativas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 1, Belo Horizonte, 1984. **Anais...** Belo Horizonte: Abrates, 1985, 316 p., p. 217-140.
- PINA-RODRIGUES, F. M. C., COTTINI, R. H. A situação da pesquisa em tecnologia de sementes florestais no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2, Atibaia, 1989. **Anais...**, Atibaia: Secretaria do Meio Ambiente, 1991. 318 p. p.33.
- PINTO, M.M., SADER, R. & BARBOSA, J.M. Influência do tempo de secagem e do armazenamento sobre a viabilidade das sementes de ipê-rosa. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, ano 8, n. 1, p. 37-47, 1986.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia das Sementes**. Brasília, AGIPLAN, 1977. 289p.
- RAMOS, A. Efeitos da secagem na germinação e vigor de sementes de angico, caixeta e caroba. in: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1, 1981, Curitiba. **Anais...**, Curitiba: FUPEF, 1981. p. 43-53.
- RAMOS, A. & ZANON, A. Armazenamento de sementes de espécies florestais. In: **Simpósio Brasileiro sobre Tecnologia de Sementes Florestais, 1**, Belo Horizonte, 1984. **Anais...**, Belo Horizonte, 1985. p. 285-316.
- RIZZINI, C. T. **Árvores e Madeiras pteis do Brasil. Manual de Dendrologia Brasileira**. São Paulo, Edgar Blucher, 2.ed., 1981. 296p.
- ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science & Technology**, v. 1, p. 499-514, 1973.
- _____. Physiology of ageing and its application to drying and storage. **Seed Science & Technology**, v. 9, n. 2, p. 359-372, 1981.
- ROBERTS, E. H. & BLACK, M. Seed quality. **Seed Science & Technology**, v. 17, p. 175-185, 1989.

- SILVA, A. Secagem, extração e beneficiamento de sementes florestais. Instituto Florestal de São Paulo, datilografado. 13 p. 1988.
- SIQUEIRA, J. D. P. Expressão econômica e social das essências nativas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1, Campos do Jordão, 1982. **Anais...**, Campos do Jordão, 1982. v. 3. p. 1444-1459.
- VILLIERS, T. A. Seed aging: chromosome stability and extended viability of seeds stored fully imbibed. **Plant Physiology**, v. 53, p. 875-878, 1974.
- WETZEL, M. M. V. S. Fungos de armazenamento. In: SOAVE, J., WETZEL, M. M. V. S. (ed.), **Patologia de Sementes**. Campinas, S.P. : Fund. Cargill, 1987. 480 p. p. 260-274.

8. ABSTRACT

EFFECT OF DRYING PROCESSES AND STORAGE ON FERROBA-ROSA
(*Aspidosperma polyneuron* M. Arg.) SEEDS GERMINATION

Ferroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron* M.Arg.) is a tropical forest specie whose wood is intensively employed in general building. The objective of this research was to determine proper drying conditions to maintain seeds germination during storage. Ferroba-rosa seeds were dried applying two different processes: natural and artificial ones. Natural drying was performed in the shadow and the artificial using a drier with two drying air temperatures, 35°C and 45°C. The final moisture contents (m.c.) obtained in the artificial processes were 10% and 5% to each temperature applied. In the natural drying the final moisture content was 6%. Seeds were packed in plastic bags and stored for twelve months. Seed moisture and germination were evaluated monthly. Results indicated that artificial drying temperatures 35°C and 45°C connected to 5% m.c. provided higher seed germination and for longer storage periods, respectively, for seven and six months. Seeds artificially dried under the same temperatures, but stored with 10% m.c. had abrupt decrease on viability. The same behavior was observed in seeds stored with 15% m.c., corresponding to control. Seeds dried by natural process kept

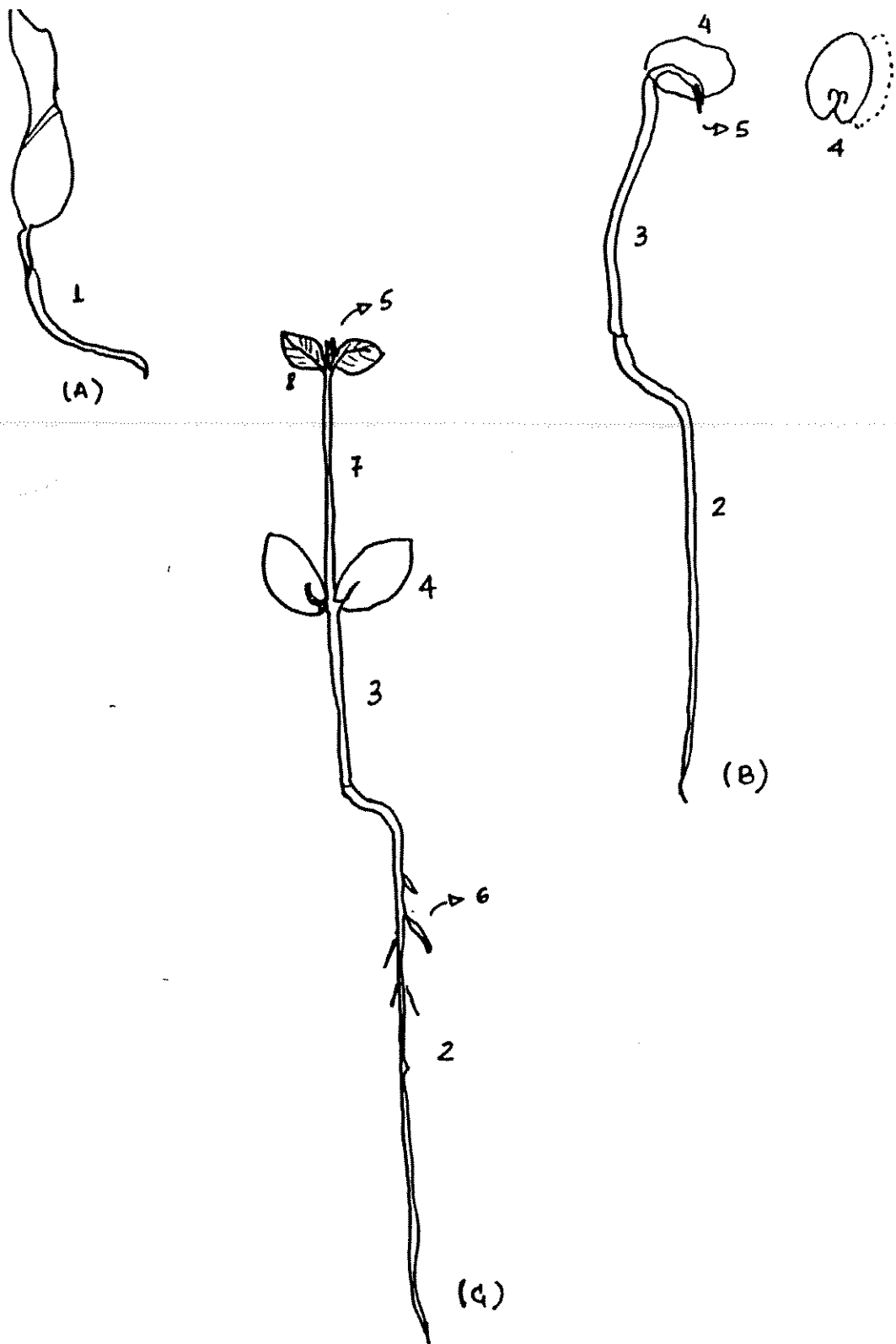
their germination until the sixth-storage-month. Peroba-rosa seeds are characterized as orthodox, since the moisture content had a major effect on germination. In order to reduce the drying time, it is recommended artificial drying under temperatures of 35°C and 45°C, conditioned to the moisture content of 5%.

ANEXO: Caracterização da germinação de sementes de peroba-rosa
(*Aspidosperma polyneuron* M. Arg.)

Segundo classificação morfológica de plântulas definida por OLIVEIRA (s.d.) peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron* M. Arg.) apresenta germinação fanerocotiledonar, epígea, epicótilo alongado com estrutura foliar presente e raiz primária essencial.

A plântula normal apresenta as seguintes características gerais: 1. raiz primária longa, podendo apresentar raízes secundárias esparsas, curtas e filiformes; 2. colo diferenciado pelo leve espessamento na região; 3. hipocótilo distendido, levemente sinuoso, glabro e esverdeado; 4. cotilédones epígeos, esverdeados, abertos e permanecendo algum tempo na plântula; 5. epicótilo ereto, longo, glabro, levando no ápice pequenas folhas lanceoladas que se desenvolvem da gema apical.

Os estádios do processo de germinação das sementes de peroba-rosa são apresentados a seguir:



- A. no sétimo dia: semente com emissão da radícula (1)
 B. no décimo-quarto dia: plântula com raiz principal desenvolvida (2), hipocótilo (3), cotilédones (4) e gema apical (5).
 C. no vigésimo-primeiro dia, correspondente ao período de contagem final: plântula com raiz principal desenvolvida (2) e desenvolvimento de raízes secundárias (6), hipocótilo (3), cotilédones persistentes (4), epicótilo (7), folhas (8) e gema apical (5).