

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

**CONSERVAÇÃO, VIABILIDADE E VIGOR DE DIÁSPOROS E CRESCIMENTO  
INICIAL DE MUDAS DE AROEIRA (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem.)**

**SIDNEY FERNANDO CALDEIRA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências, área de concentração em Ecologia e Recursos Naturais.

São Carlos – SP  
2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

**CONSERVAÇÃO, VIABILIDADE E VIGOR DE DIÁSPOROS E CRESCIMENTO  
INICIAL DE MUDAS DE AROEIRA (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem.)**

**SIDNEY FERNANDO CALDEIRA**  
Engenheiro Florestal

Orientadora: Profa. Dra. Sonia Cristina Juliano Gualtieri de Andrade Perez

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências, área de concentração em Ecologia e Recursos Naturais.

São Carlos – SP  
2007

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

C146cv

Caldeira, Sidney Fernando.

Conservação, viabilidade e vigor de diásporos e crescimento inicial de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem.) / Sidney Fernando Caldeira. -- São Carlos : UFSCar, 2007.  
183 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2007.

1. Sementes. 2. Armazenamento. 3. Crescimento de plântulas. 4. Qualidade fisiológica. 5. Essências florestais. I. Título.

CDD: 582.0467 (20<sup>a</sup>)

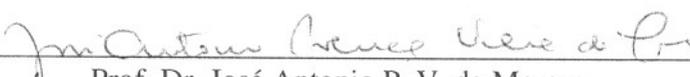
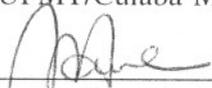
Sidney Fernando Caldeira

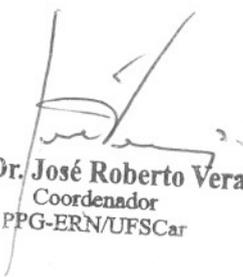
**CONSERVAÇÃO, VIABILIDADE E VIGOR DE DIÁSPOROS E CRESCIMENTO  
INICIAL DE MUDAS DE AROEIRA (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem.)**

Tese apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Aprovada em 24 de outubro de 2007

BANCA EXAMINADORA

- Presidente   
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Sonia Cristina J. G. de A. Perez  
(Orientadora)
- 1º Examinador   
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Sílmara Cristina Fanti  
UNICEP/S. Carlos-SP
- 2º Examinador   
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Antonio P. V. de Moraes  
FAFICA/Catanduva-SP
- 3º Examinador   
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Maria Cristina de F. e Albuquerque  
UFMT/Cuiabá-MT
- 4º Examinador   
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Rinaldo César de Paula  
UNESP/Jaboticabal-SP

  
Prof. Dr. José Roberto Verani  
Coordenador  
PPG-ERN/UFSCar

## **Agradecimento especial**

Sidnéa Aparecida Fiori Caldeira,

minha mulher,

incentivadora maior,

colaboradora de todas as horas,

companheira em todas as nossas dificuldades,

mãe de infinita paciência em nossa casa e em sua profissão,

e que engrandeceu este trabalho, pois é a sua forma de agir... **Agradeço.**

À minha mulher,

Sidnéa

e aos nossos filhos,

Shirley e Samuel

**Dedico**

## **AGRADECIMENTOS**

A Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), pelo apoio.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais (PPG-ERN) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), pela oportunidade.

A professora doutora Sonia Cristina Juliano Gualtieri de Andrade Perez, pela orientação, aprendizado, confiança e amizade.

Aos professores do PPG-ERN da UFSCar, José Eduardo dos Santos, José Salatiel Rodrigues Pires, Luiz Antonio Margarido, Michele Tomoko Sato e Sonia Cristina J. G. de Andrade Perez, do PPG em Agricultura Tropical da UFMT, Maria Cristina de Figueiredo e Albuquerque, e da ESALQ, Julio Marcos Filho, pelos conhecimentos compartilhados.

Aos colegas de curso, que trilhamos pelas mesmas dificuldades e com quem dividimos nossas experiências, agradeço na pessoa do amigo Vanderley Severino dos Santos.

Ao Laboratório de Análise de Sementes da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária e ao Viveiro Florestal da Faculdade de Engenharia Florestal da UFMT, onde todos os professores e os funcionários colaboraram durante a execução dos trabalhos.

A Mineração Guia que colaborou com a liberação da área de coleta, marcação das matrizes e a colheita de sementes, nas pessoas dos senhores Luiz Mauro Pinto Coelho de Oliveira e Gustavo Pinto Coelho de Oliveira.

Aos senhores Daniel Leandro Costa Oliveira, Heloise Leandro dos Passos Batista, Reinaldo Souza Bílio, e outros colaboradores durante a coleta de dados.

Aos professores, Eliana Akie Shimabukuro, Fátima C. Márquez Piña-Rodrigues e José Antonio P. V. de Moraes, pelos esclarecimentos e sugestões durante o exame de qualificação.

Aos membros da banca examinadora, pela experiência em prol deste trabalho.

E a você, leitor, pela atenção...

**POR QUE, PORQUE...**

**Serão perguntas ou respostas?**

**Porque a sua atenção é importante...**

**Porque juntos a caminhada é mais suave...**

**Porque a mão amiga merece ser mais afagada...**

**Porque lado a lado nos sentimos mais confortáveis...**

**Porque a confiança nos engrandece nas simples tarefas...**

**Porque tenho a sorte de ter amigos e companheiros sinceros...**

**Porque a felicidade só é explicável em si mesmo, e não pelos outros...**

**Porque quando a fé e a vontade se juntam é mais fácil atingir o objetivo...**

**Porque precisamos conservar a terra, a água, a atmosfera, e todos os seres vivos...**

**Sidney Fernando Caldeira**

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL .....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	16
CAPÍTULO 1	
QUALIDADE FISIOLÓGICA DE DIÁSPOROS DE <i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. Allem. ARMAZENADOS E AVALIADOS SOB DIFERENTES CONDIÇÕES .....	30
INTRODUÇÃO.....	32
OBJETIVOS.....	33
REVISÃO DE LITERATURA .....	34
MATERIAL E MÉTODOS.....	40
Coleta e armazenamento dos diásporos.....	40
Ensaio preliminares.....	43
Características iniciais do lote .....	45
Características durante o armazenamento .....	46
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	48
Ensaio preliminares.....	48
Teor de água .....	49
Germinação de diásporos e emergência de plântulas .....	50
Tempo médio de germinação dos diásporos e emergência de plântulas .....	62
Condutividade elétrica.....	69
Massa de mil diásporos .....	72
CONCLUSÕES.....	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	75
CAPÍTULO 2	
ENVELHECIMENTO ACELERADO E O VIGOR DE DIÁSPOROS DE <i>Myracrodruon</i> <i>urundeuva</i> Fr. Allem. ARMAZENADOS SOB DIFERENTES CONDIÇÕES .....	85
INTRODUÇÃO.....	87
OBJETIVOS.....	88
REVISÃO DE LITERATURA .....	89

MATERIAL E MÉTODOS.....	102
Coleta e armazenamento dos diásporos.....	102
Padronização do teste envelhecimento acelerado.....	103
Envelhecimento acelerado com os diásporos armazenados .....	105
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	107
Padronização do teste de envelhecimento acelerado.....	107
Envelhecimento acelerado com os diásporos armazenados .....	112
CONCLUSÕES.....	126
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	127

### CAPÍTULO 3

QUALIDADE DE MUDAS DE <i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. Allem. PRODUZIDAS COM DIÁSPOROS ARMAZENADOS SOB DIFERENTES CONDIÇÕES.....	135
INTRODUÇÃO.....	137
OBJETIVOS.....	138
REVISÃO DE LITERATURA .....	139
MATERIAL E MÉTODOS.....	147
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	150
Altura das plântulas .....	151
Diâmetro do coleto das plântulas.....	155
Massa seca das plântulas .....	159
CONCLUSÕES.....	175
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	176
CONCLUSÕES GERAIS .....	183

## **CONSERVAÇÃO, VIABILIDADE E VIGOR DE DIÁSPOROS E CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE AROEIRA (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem.)**

**RESUMO GERAL** – O aumento da ação antrópica sobre as diferentes formas de vegetação, impõe a necessidade de estudar as espécies florestais, tanto para a sua conservação, como o seu uso em plantios ambientais e produtivos. Se a espécie ainda é largamente explorada em função da qualidade de sua madeira e de outros tipos de produtos, aumentam os riscos de sua extinção, e a aroeira é uma espécie que se enquadra nesses aspectos. A semente ainda é a forma mais popular e comum de reprodução da maioria das espécies florestais, e também para a sua conservação "*ex-situ*". Contudo, a maioria dos trabalhos sobre armazenamento é conduzida em câmaras frias, secas ou a sua combinação, de alto custo, por períodos em torno de 12 meses, e nem sempre abrangem a variação das embalagens, quanto à permeabilidade. A opção de manter a qualidade de diásporos de aroeira, oriundos de área de coleta de sementes, em Cuiabá, em condições mais amenas e mais baratas de serem armazenadas, e desta forma, acessível a mais usuários, foi avaliada sob diferentes formas. Em câmara climatizada por um aparelho condicionador de ar, a viabilidade de diásporos de aroeira se conservou até 30 meses de armazenamento, enquanto o vigor se manteve até seis meses, independente do tipo de embalagem utilizada, desde a impermeável, até a totalmente permeável. Em ambiente a viabilidade e o vigor foram reduzidos, aos seis meses, mas em menor velocidade, quando os diásporos foram acondicionados em embalagem de lata e em saco de polietileno; aos 12 meses a deterioração aumentou e aos 18 meses foi completa. Foram observadas correlações positivas e significativas entre os métodos de análise tanto da viabilidade como do vigor. O teste de envelhecimento acelerado apresentou resultados satisfatórios para avaliar a qualidade dos diásporos de aroeira, enquanto os testes de condutividade elétrica e da massa de mil diásporos não foram adequados. A avaliação do desenvolvimento inicial das plântulas,

produzidas a partir dos diásporos armazenados sob diferentes condições, resultou em menores valores de altura, diâmetro do coleto e massa de matéria seca total, em relação às plântulas produzidas com os diásporos recém colhidos. Contudo, com o desenvolvimento das mudas, essas diferenças não se mantiveram e apresentaram tanto valores inferiores como superiores, em relação às avaliações anteriores. É possível manter a viabilidade de diásporos de aroeira, pelos menos até 30 meses, e o seu vigor até seis meses, com o seu armazenamento na câmara climatizada.

Palavras-chave: armazenamento, plântulas, qualidade de sementes, sementes florestais.

**CONSERVATION, VIABILITY AND VIGOR OF DIASPORAS AND INITIAL  
DEVELOPMENT OF SEEDLINGS OF AROEIRA (*Myracrodruon urundeuva* Fr.  
Allem.)**

**GENERAL ABSTRACT** - The increase of the antropic action on the different forms of vegetation imposes the necessity to study the forest species, as much as for its conservation, as for its use in environment and productive plantations. If the species is still widely explored in function of the quality of its wood and of other types of products, they increase the risks for its extinction, and the *Myracrodruon urundeuva* ("aroeira") is a species that fits in these aspects. The seed still is the most popular and common form of reproduction of the majority of the forest species, and also for its "ex-situ" conservation. However, the majority of the works on storage is conducted in cold or dry chambers, or its combination, of high cost, for periods around 12 months, and not always they reach the variation of the packages, in relation to the permeability. The option of keeping the quality of diasporas of "aroeira", deriving of seeds collection area, in Cuiabá, Brazil, and cheaper conditions to be stored, and of this form, accessible to more users was evaluated under different forms. In controlled chamber for a conditioning air device, the viability of diasporas of "aroeira" was conserved up to 30 months of storage, while the vigor was kept up to six months, independent of the type of packing used, since the impermeable one, until the total permeate one. In room environment the viability and the vigor were been reduced, at the age of six months, but in lesser speed, when the diasporas were conditioned in packing of can and polyethylene bag; at the age of 12 months the deterioration increased and at the age eighteen it was complete. Positive and significant correlations between the methods of analysis of viability as well as of vigor had been observed. The test of accelerated ageing presented resulted satisfactory to evaluate the quality of the diasporas of "aroeira", while the tests of electric conductivity and of the

diasporas thousand mass had not been adjusted. The evaluation of the initial development of seedlings, produced from the diasporas stored under different conditions, resulted in lesser values of height, diameter of collar and total dry substance mass, in relation to produced seedlings with the diasporas just harvested. However, with the development of the seedlings, these differences did not remain and presented inferior as well as superior values, in relation to the previous evaluations. It is possible to keep the viability of diasporas of “aroeira”, for at least up to 30 months, and its vigor up to six months, with its storage in controlled chamber.

Key words: forest seeds, seed quality, seedlings, storage.

## INTRODUÇÃO GERAL

O desmatamento na Amazônia brasileira passou a ser contínuo desde 1991, com algumas variações de acordo com as mudanças relacionadas às forças econômicas e, em Mato Grosso, as plantações de soja têm se alastrado, a partir de áreas do Cerrado, em direção ao norte, onde ainda existe um domínio da pecuária (Fearnside, 2006). Além do desmatamento, a extração seletiva e as queimadas são as principais causas da alta taxa de conversão da cobertura vegetal em Mato Grosso, que é um dos estados brasileiros com maior número de focos de calor detectados (Anderson *et al.*, 2005a).

Os impactos do desmatamento levam à perda dos serviços ambientais de manutenção da biodiversidade, da ciclagem de água, e dos estoques de carbono que evitam o agravamento do efeito estufa; além da perda de oportunidade para o uso sustentável da floresta e, finalmente, da conseqüente perda de produtividade pela compactação e erosão do solo, e da exaustão de seus nutrientes (Fearnside, 2005; 2006). Essas causas e conseqüências também têm sido mencionadas, com maiores ou menores detalhes, em diversos trabalhos por todo mundo e, para justificar diversos propósitos: para a conservação “*ex-situ*” de espécies de árvores raras e valiosas (Phartyal *et al.*, 2002); na elaboração de um guia para o manejo de sementes de florestas tropical e subtropical (Schmidt, 2000); em estudos de conservação de espécies florestais (Chaves e Usberti, 2003; Mai-Hong *et al.*, 2006; Neyra, 2006).

Em 2005, 33,8% da vegetação de Mato Grosso era de formações florestais, 28,3% de formas de Cerrado (Savana Gramíneo-lenhosa, Savana Arbórea Aberta e Savana Parque), e 1,3% de formações pioneiras, além de 33,6% de área antropizada (Mato Grosso, 2007). Estes valores são significativos, pois, em 2002 a área antropizada era de 20%, dos quais 5% eram ocupados com soja (Anderson *et al.*, 2005b). Contudo, considerando apenas a área antropizada com os plantios de soja, 88% desta área estava na região com formações de

Cerrado e 12% em áreas de florestas; enquanto, dos 15% restantes da área total antropizada, uma grande parte estava localizada na região de contato Floresta-Cerrado de Mato Grosso (Anderson *et al.*, 2005b).

Nas fitofisionomias do Cerrado destaca-se a ocorrência de *Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem. nas Matas Ciliares, Matas Secas e Cerradão (Ribeiro e Walter, 1998). Esta espécie ainda é denominada de *Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl. (aroeira, aroeira-preta, aroeira-do-sertão, aroeira-verdadeira).

A aroeira também ocorre nas bacias hidrográficas do rio Paraná, rio São Francisco, no Paraguai (Spichiger *et al.*, 2004), e no Pantanal Mato-grossense, em Matas e Cerradão, em solos ricos em cálcio, arenosos ou argilosos, não inundáveis (Pott e Pott, 1994). Informações sobre área de ocorrência natural e da distribuição geográfica e altitudinal da espécie no Brasil são encontradas em Carvalho (2003), com uma coletânea de trabalhos que citam a sua ocorrência na Argentina, leste da Bolívia e no Paraguai. Também foi citada a sua ocorrência no México (Pacheco *et al.*, 2006) e em Cuba (Martinez-Millán e Cevallos-Ferriz, 2005).

Existem publicações que tratam da dendrologia e do cultivo silvicultural da espécie com uma ampla gama de informações (Carvalho, 1994; Flörsheim e Tomazello Filho, 1994; Pott e Pott, 1994; Lorenzi, 2002; Carvalho, 2003).

Registros de índices fitossociológicos reforçam a importância da espécie: em Mato Grosso, com a maior frequência absoluta de 28,8% (Caldeira e Santos Filho, 2002); em Goiás, entre as de maior densidade e aquelas que contribuem com a maior área basal (Nascimento *et al.*, 2004), ou entre as espécies com maior valor de importância (Oliveira Filho *et al.*, 1998; Silva e Scariot, 2003; Silva e Scariot, 2004a; 2004b), todos obtidos em Floresta Estacional Decídua sobre rocha calcária. A espécie está entre as que se destacam nos pólos Paraná e São Francisco da bacia do Paraguai-Paraná (Spichiger *et al.*, 2004). Em Minas Gerais, a espécie é rara e a abundância de indivíduos com mais de 30 cm de diâmetro só ocorre em fragmentos

florestais onde os próprios proprietários comprometeram-se a preservá-la (Oliveira Filho *et al.*, 1998).

A aroeira também ocorre na Caatinga sendo classificada entre as espécies com os maiores valores de importância relativa, e onde se evidenciou uma correlação negativa desse índice com a densidade e a frequência relativa, que a caracteriza como uma das espécies mais vulneráveis (Silva e Albuquerque, 2005).

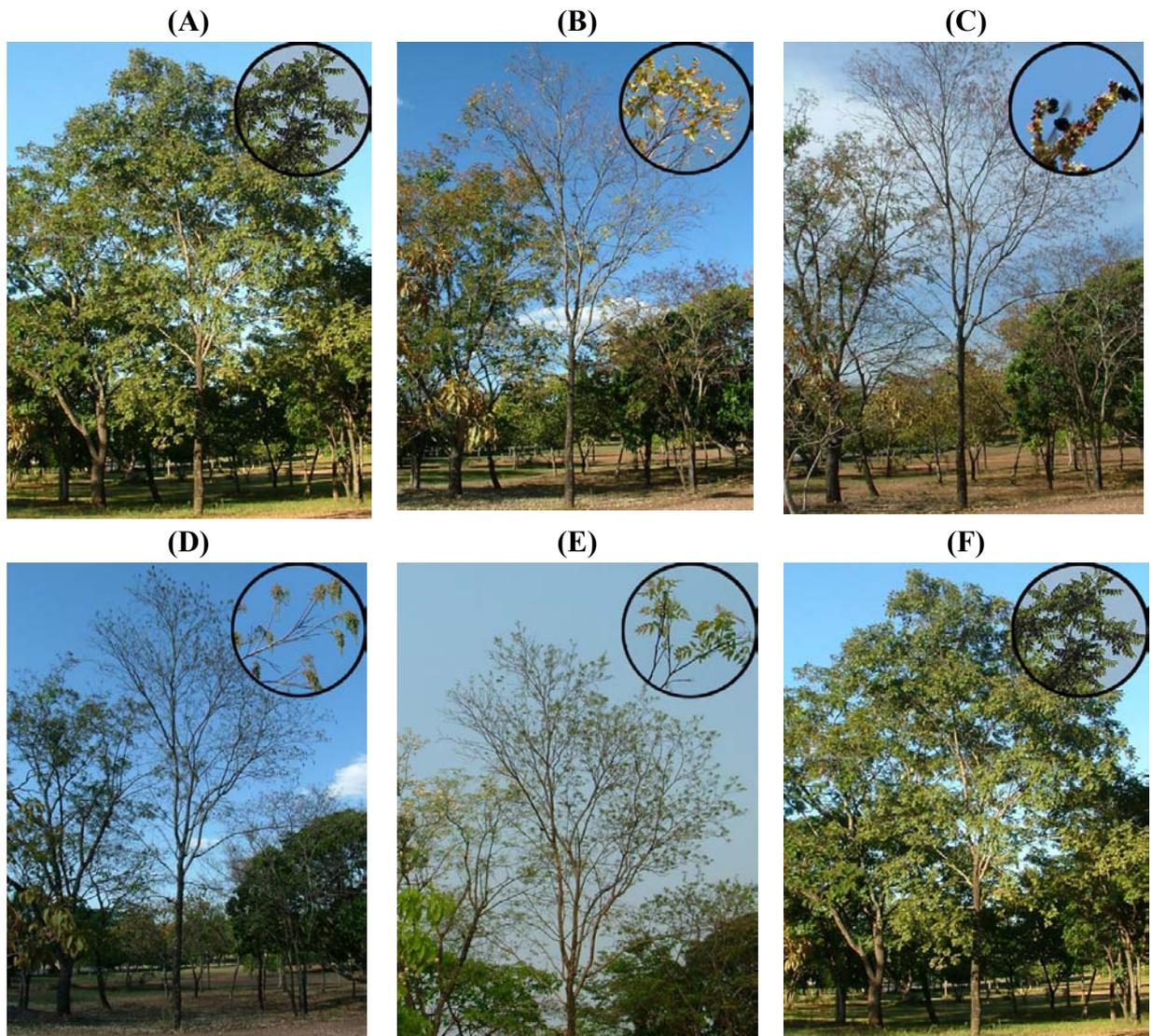
A aroeira é uma espécie decídua, apresenta alta sincronia no florescimento e na frutificação, o seu florescimento é atrasado até que a queda de folhas já tenha começado, e o período de frutificação pode ser duplicado enquanto as árvores estiverem desfolhadas (Machado *et al.*, 1997). A Figura 1 ilustra as fenofases da aroeira em Mato Grosso.

A aroeira apresenta frutos secos, com diásporos do tipo drupa arredondada com cálice persistente para auxiliar na dispersão; a espécie se caracteriza como de germinação rápida na Caatinga (Barbosa, 2003). Em Mato Grosso do Sul, na Savana Arbórea Densa, os frutos têm características semelhantes e são produzidos e amadurecem na época seca para facilitar a dispersão da espécie, das árvores com altura igual ou superior a 10 m (Takahasi e Fina, 2004). A Figura 2 detalha a floração e frutificação da aroeira em Mato Grosso.

A exploração sistemática da aroeira está relacionada com os múltiplos usos de sua madeira, serrada ou roliça, sendo a preferida para cercas, dada a sua durabilidade. De sua casca são extraídas substâncias tanantes e resina. A sua casca, folha e raiz são utilizadas na medicina popular. As suas folhas podem ser utilizadas na alimentação animal, as flores são apícolas e os frutos são comidos por periquitos e papagaios. A árvore é indicada para reflorestamento ambiental em plantio misto (Carvalho, 2003).

A madeira do cerne de aroeira é altamente resistente ao ataque de cupins do gênero *Nasutitermes*; essa resistência é dependente da posição do tronco que apresenta um maior teor de extrativos em água quente (Paes *et al.*, 2001). Em relação às madeiras de *Senna siamea* e

*Tabebuia impetiginosa*, apresenta o cerne mais resistente e o alburno menos resistente à ação do térmita *Nasutitermes corniger* e dos fungos *Postia placenta* e *Neolentinus lepideus* (Paes *et al.*, 2002). O cerne da aroeira submetido à ação destes mesmos fungos xilófagos e, comparado com a madeira de outras oito espécies, apresentou-se entre as de maior resistência natural em laboratório (Paes *et al.*, 2004); a comparação dessas mesmas madeiras, quando submetidas à ação de fungos causadores de podridão-mole em solo orgânico, apresentou resultados semelhantes (Paes *et al.*, 2005).



**Figura 1.** Fenofases de *Myracrodruon urundeuva* em Mato Grosso: (A) enfolhada; (B) queda das folhas; (C) floração; (D) frutificação; (E) reenfolhamento; (F) reenfolhada (Fotos: Caldeira, S.F., 2005-2006).

A madeira de aroeira apresenta teores de fenóis superiores aos encontrados nas espécies de *Eucalyptus* estudadas por Queiroz *et al.* (2002b), e podem ser os responsáveis pela sua resistência natural à degradação química e biológica. Também foram detectados em sua madeira: lignina de Klason, grupos metoxila, polissacarídeos de fácil e difícil hidrólise, além de proantocianidinas dos tipos profisetinidina e prorobinetinidina (Morais *et al.*, 1999), e a concentração de taninos, tanto da casca, do caule, como das folhas de aroeira, não é afetada pela altura total e pelo diâmetro das árvores (Monteiro *et al.*, 2005).



**Figura 2.** Aspectos visuais da evolução da floração e da frutificação de *Myracrodruon urundeuva* em Mato Grosso. Na área circular detalhe do aspecto das sementes beneficiadas através da retirada do exo e do mesocarpo (Fotos: Caldeira, S.F., 2005).

Segundo Flörsheim e Tomazello Filho (1994), a madeira oriunda de árvores de plantios de aroeira apresenta características similares à madeira oriunda de árvores de populações naturais. Existem informações disponíveis da madeira de aroeira oriunda de árvores plantadas, sobre temas específicos: anatomia (Flörsheim e Tomazello Filho, 1994), variação de dimensões celulares (Flörsheim e Tomazello Filho, 1996; Flörsheim *et al.*, 1999), e variação da densidade básica (Flörsheim e Tomazello Filho, 1998).

A aroeira é um fitoterápico de fácil aquisição, baixo custo e de uso popular no Nordeste do Brasil e suas propriedades cicatrizante e antiinflamatória já foram demonstradas (Goes *et al.*, 2005). Os índios Tapebas, do Ceará, misturam a casca do caule com álcool e este tipo de extração hidroalcoólica é utilizado para a cicatrização de feridas (Morais *et al.*, 2005).

O extrato de aroeira apresentou a maior atividade antioxidante “*in vitro*”, dentre quatro espécies de árvores medicinais da Caatinga (Desmarchelier *et al.*, 1999). Aplicado em ratos, o extrato da casca do caule de aroeira apresentou ação antiinflamatória e antiulcerogênica (Rodrigues *et al.*, 2000; Goes *et al.*, 2005; Souza *et al.*, 2006), ação cicatrizante (Cavalcante *et al.*, 2005) e possível efeito antidiarréico (Chaves *et al.*, 1998).

A aplicação em ratos de uma substância denominada chalcona, isolada da entrecasca do caule da aroeira, apresentou efeitos analgésicos e antiinflamatórios (Viana *et al.*, 2003) e efeito terapêutico na conjuntivite alérgica (Albuquerque *et al.*, 2004b). Contudo, a permanência de algumas pessoas sob as árvores de aroeira ou na proximidade delas, pode causar dermatite e coceiras (Flörsheim e Tomazello Filho, 1994) e também foi registrada a possibilidade de alguns extrativos serem a causa da dermatite (Vilar *et al.*, 2004).

Foram obtidos efeitos cicatrizantes e antiinflamatórios no tratamento dos répteis *Boa constrictor constrictor*, *Epicrates cenchria assisi* e *Iguana iguana* (Albuquerque *et al.*, 2004a). Os extratos hidroalcoólicos de cascas secas e moídas de aroeira e cajueiro reduziram a ocorrência de alguns fungos de sementes de feijoeiro, mas seus efeitos foram mais eficientes quando misturados a fungicidas (Coutinho *et al.*, 1999). Contudo, não foi confirmado o possível potencial inseticida com extrato foliar para ovos e ninfas da mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Cavalcante *et al.*, 2006); e, a árvore e seu tronco, são utilizados na Caatinga para nidificação de abelhas sem ferrão, *Frieseomelitta varia* (Martins *et al.*, 2004).

Plantas jovens de aroeira apresentam como características adaptativas: reprodução vigorosa; alta germinação sem tratamento prévio; cotilédones fotossintetizantes e persistentes;

rápido crescimento da raiz principal com presença de tuberosidade e maior razão de alocação de biomassa e alongamento das raízes nas plantas submetidas ao regime de déficit hídrico; e folhas compostas com grande número de estômatos na região abaxial (Figueirôa *et al.*, 2004).

Em plantio para reflorestamento ambiental, comportamentos distintos foram detectados para as competições inter e intra-específicas (Oliveira *et al.*, 1999), e o cultivo consorciado foi mais promissor para a aroeira do que o plantio homogêneo (Oliveira *et al.*, 2000). O consórcio de aroeira e angico também foi indicado para recomposição na região do semi-árido, e a inoculação de rizóbio e micorriza favoreceu o crescimento das duas espécies (Corrêa *et al.*, 2000).

O sombreamento obtido pelo consórcio com *Pinus* foi benéfico ao crescimento em diâmetro e em altura da aroeira, até aos oito anos de idade, sendo recomendado o seu plantio no ano seguinte ao plantio do *Pinus* (Gurgel Garrido *et al.*, 1997). O consórcio com *Peltophorum dubium* e *Syagrus romanzoffiana* foi mais promissor para o desenvolvimento da aroeira, do que com *Trema micrantha* (Freitas *et al.*, 2002). Contudo, Baleroni *et al.* (2003) constatarem melhor desenvolvimento e forma de fuste, e nas condições de biodiversidade de espécies arbóreas em regeneração no local, onde foi plantada com *T. micrantha*. O melhor desempenho da aroeira, em dois ambientes, foi obtido no plantio misto com *Anadenanthera falcata* e com *Guazuma ulmifolia* (Freitas *et al.*, 2006); também foi indicada para a recuperação de áreas com diferentes níveis de perturbação, junto com *Schinopsis brasiliensis*, pelas altas taxas de sobrevivência e crescimento das mudas (Vieira *et al.*, 2006).

A aroeira também apresentou desenvolvimento promissor em sistema agroflorestal com mamona, milho, guandu e café (Fonseca *et al.*, 2003) e, em plantios homogêneos foi constatado que os herbicidas haloxyfop-methyl, sulfentrazone, isoxaflutole e oxyfluorfen não comprometeram o desenvolvimento da aroeira, enquanto glyphosate apresentou efeito prejudicial ao seu desenvolvimento (Duarte *et al.*, 2006).

A aroeira ainda é indicada para a restauração de áreas alteradas, como clareiras e bordas de fragmentos florestais alterados; com o coroamento das mudas plantadas, associado ao manejo simples através de cortes periódicos dos cipós e das gramíneas, e o combate às formigas saúvas, o que favorece a regeneração natural (Bertoni e Dickfeldt, 2007).

Para identificar as plântulas e plantas de aroeira no campo e de outras três espécies de Anacardiaceae, foi elaborada uma chave de identificação com as suas características morfológicas (Carmello-Guerreiro e Paoli, 1999b). Estudando a alternativa da exploração sustentada em Floresta Seca na Bolívia, seis meses após a extração seletiva observou-se o aumento da regeneração natural de aroeira e angico, que podem ser beneficiadas pelo método de seleção por grupos ou pelo sistema de corte em faixas (Fredericksen e Mostacedo, 2000).

Como consequência de suas inúmeras qualidades, esta espécie vem sofrendo uma exploração sistemática e excessiva na Caatinga, onde é considerada uma das espécies mais vulneráveis (Silva e Albuquerque, 2005; Pacheco *et al.*, 2006) e, na sua área de ocorrência natural em todo Brasil (Abdala *et al.*, 2002; Freitas *et al.*, 2006), além das causas relacionadas com a remoção ou com a alteração da vegetação natural (Anderson *et al.*, 2005a).

A preocupação com a aroeira não é recente: em 1992 foi incluída na lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção, como vulnerável (Brasil, 1992); e desde 1997, está entre as espécies do Brasil que necessitam de atenção (FAO, 1998). Nas listas vermelhas das espécies da flora ameaçadas de extinção, já foi incluída nas do estado de São Paulo (Vuono e Bononi, 1998) e de Minas Gerais (Mendonça e Lins, 2000). Também está incluída na Lista Vermelha da “Internacional Union for Conservation of Nature and Natural Resources”, ainda citada como *Astronium urundeuva* (IUCN, 2006).

Nas orientações para reflorestamento heterogêneo de área degradadas do estado de São Paulo, a aroeira foi indicada para Floresta Estacional Semidecidual (São Paulo, 2001) e para Floresta Estacional Decidual (São Paulo, 2003). Na avaliação de 12 espécies florestais para

múltiplo propósito, Medrado *et al.* (1997) registraram o valor de 93% de sobrevivência para mudas de aroeira, que, aos seis meses apresentaram 5,8 cm de diâmetro a 10 cm do solo e 43,6 cm de altura, e esses valores estavam entre as médias das espécies comparadas.

A preocupação com a conservação dos recursos genéticos da aroeira tem se refletido na elaboração de inúmeros trabalhos: em 1993 foi incluída no experimento de conservação genética “*ex situ*” no estado de São Paulo (Sebbenn *et al.*, 2001); em 2001 foi proposta a definição de um protocolo enzimático para estudo da estrutura genética da aroeira (Lacerda *et al.*, 2001), enquanto Caetano *et al.* (2005) utilizaram micro satélites marcadores para detectar a estrutura genética de três populações de aroeira no Paraguai e da Argentina.

Estudos desenvolvidos em plantios sob diversas condições demonstraram que a maior variabilidade genética é encontrada dentro das populações: em testes de progênie, em plantio homogêneo e em sistema de consórcio (Oliveira *et al.*, 1999; Oliveira *et al.*, 2000; Freitas *et al.*, 2005); em plantio misto (Sebbenn e Etori, 2001); em sistema agroflorestal (Fonseca *et al.*, 2003); e em áreas de coleções e em populações naturais (Reis e Grattapaglia, 2004).

A aroeira é uma espécie preferencialmente alógama, necessitando de dois indivíduos para reprodução, e na Caatinga, populações naturais mais antropizadas apresentaram maior heterozigosidade, (Lacerda *et al.*, 1999), e sem estruturação genética espacial no sítio, nem mesmo dentro de classes de distâncias preestabelecidas (Lacerda e Kageyama, 2003). Em teste de progênie, Baleroni *et al.* (2001) constataram que 53% das árvores apresentaram flores masculinas, 39% femininas e 8% não apresentaram florescimento, sendo a espécie dióica. De outro lado, Carvalho (2003) observou que a aroeira, além de plantas dióicas, também apresenta plantas monóicas.

Apesar da predominância de eventos de autocruzamento detectada em uma população natural de aroeira (Freitas *et al.*, 2004), e um baixo número efetivo de árvores polinizadoras, encontrado em outras duas populações naturais (Moraes *et al.*, 2004), em ambos os trabalhos,

a estimativa da correlação de paternidade excedeu à expectativa de progênie “meio-irmãos”. Também foi observada uma estruturação genética em população sob maior ação antrópica e tendência de distribuição aleatória naquela sob menor ação antrópica (Moraes *et al.*, 2005).

Estudos sobre sementes de aroeira, na avaliação da germinação, evidenciaram uma grande variabilidade genética de indivíduos de uma área de proteção ambiental, em dois anos consecutivos, e indicaram restrições para a sua conservação "*ex situ*", a partir das sementes armazenadas (Frayha, 1999). A avaliação de caracteres bioquímicos, em população natural, indicou que a coleta de sementes de um maior número de árvores constitui uma amostragem mais representativa, tanto para conservação como melhoramento genético (Abdala *et al.*, 2002). Estes mesmos autores, além de estudarem o conteúdo de proteínas (36,3%), lipídios (26,5%) e carboidratos (3,6%) das sementes de aroeira, ainda sugeriram que elas representam uma fonte potencial de arabina neutra e oligossacarídeos de xilana.

A germinação de sementes de aroeira, da Caatinga, revelou 2% de poliembrião, um tipo de reprodução anômala nas angiospermas, e que apresentou correlação positiva com reprodução sexual e processos apomíticos, indicando que a espécie pode fazer uso regular de sistemas de cruzamentos múltiplos (Salomão e Allem, 2001). Este fato também foi constatado em sementes oriundas da vegetação de Cerrado, na intensidade de 1% (Dorneles *et al.*, 2005). Contudo, Carmello-Guerreiro e Paoli (1999a) estudaram aspectos morfológicos e anatômicos da semente de aroeira e registraram que o óvulo é único e as sementes são exalbuminosas e a reserva energética principal dos cotilédones é proteína.

A alternativa de propagação "*in vitro*" da aroeira é possível e pode dar suporte a outros projetos de biotecnologia (Andrade *et al.*, 2000). Ainda assim, a semente é a responsável exclusiva na sobrevivência das espécies e continuidade da sucessão de gerações em plantas de multiplicação sexuada, e deve garantir o estabelecimento de genes interessantes à humanidade, em meio à competitividade influenciada pelo ambiente (Marcos Filho, 2005).

Neste contexto, a análise de sementes é importante pois fornece as informações que expressam a qualidade física e fisiológica do lote de sementes para seu uso e armazenamento, além de estabelecer parâmetros de comparação entre lotes e as condições adequadas para o seu armazenamento (Figliolia *et al.*, 1993).

A germinação de frutos de aroeira apresentou maiores valores do que a germinação das sementes, após a retirada do exo e do mesocarpo dos frutos, e o substrato de vermiculita foi melhor em relação aos substratos sobre papel ou em areia (Duarte *et al.*, 2000).

Os menores valores de tempo médio de germinação e maior desenvolvimento do hipocótilo foram obtidos com temperaturas constantes; exceto em substrato de papel, e as temperaturas de 25 e 27°C proporcionaram os resultados mais satisfatórios tanto entre como sobre os substratos de areia, vermiculita e pó de coco; os substratos vermiculita e pó de coco não exigiram reumedecimento diário (Pacheco *et al.*, 2006).

Segundo Silva *et al.* (2002), as sementes de aroeira são fotoblásticas negativas preferenciais, mas germinam tanto na presença como na ausência de luz. A germinabilidade ocorre de 15° a 35°C e a faixa de germinação ótima na temperatura constante ocorre de 20° a 30° C, enquanto no regime de flutuação térmica a melhor condição foi de 20-30°C. De outro lado, Moraes (2002) registrou que a espécie é neutra em condições de laboratório e que a faixa ótima de germinação para a espécie é de 30° a 35°C, com um tempo médio de germinação de dois a três dias.

Com relação à germinação, diásporos de aroeira apresentam maior homogeneidade e sincronia quando tratados com solução de ácido giberélico, 1  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ , sob luz contínua, com protrusão da raiz primária entre dois e três dias. A germinação na ausência de luz e sob estratificação foi semelhante, contudo, os melhores resultados foram obtidos com diásporos estratificados durante seis dias (Dorneles *et al.*, 2005). Para superar dormência de sementes de aroeira foi indicada a imersão em água a 25°C, durante 48 horas (Fowler e Bianchetti, 2000).

A aroeira foi uma das três espécies com maior incidência de fungos sobre as sementes, de um total de 44 espécies do cerrado (Faiad *et al.*, 2000). Além os gêneros *Aspergillus*, *Cladosporium* e *Phoma*, Martins-Netto e Faiad (1995) registraram *Ascochyta*, *Fusarium* e *Helminthosporium* em sementes de aroeira.

Uma nova espécie de fungo descrita, *Mycovellosiella myracrodruonis*, apresentou ação fitopatogênica nas folhas de aroeira (Inácio e Dianese, 1999), e as folhas de aroeira ainda podem ser afetadas pela queima causada por *Phomopsis* sp. (Anjos *et al.*, 2001).

A inoculação de *Trichoderma viride* e *T. harzianum* em sementes de aroeira eliminou todos os fungos, exceto *Aspergillus*, mas reduziu a incidência de 69% para 6,8% e elevou o percentual de germinação; o índice de velocidade de germinação não foi afetado entre o solo fumigado e a incorporação dos fungos antagonistas (Santos, 1993).

Além dos conhecimentos sobre as sementes, os conceitos sobre a produção de mudas são importantes para o uso posterior em projetos de manejo e recuperação de áreas alteradas. Por exemplo, sob estresse hídrico, plantas jovens de aroeira em baixos níveis de luz têm atividade fotossintética reduzida mais em função das limitações da condutância estomática do que devidos aos danos irreversíveis ao fotossistema II, apesar de terem sido detectados níveis elevados de peroxidação de lipídios logo após a reidratação (Queiroz *et al.*, 2002a).

Estudos nutricionais em mudas revelaram que a aplicação de fósforo e zinco afeta o crescimento e a nutrição de plantas de aroeira e os melhores resultados foram com a aplicação de 450 mg.dm<sup>-3</sup> e 5 mg.dm<sup>-3</sup>, respectivamente (Barbosa, 1994); a omissão de fósforo e de cálcio é mais limitante ao desenvolvimento de mudas de aroeira, enquanto a omissão de cobre, ferro, manganês e zinco não prejudicaram o crescimento até o quarto mês, apesar de afetarem o aspecto visual (Mendonça *et al.*, 1999).

O crescimento e teores foliares de nutrientes de mudas de aroeira são afetados pela relação cálcio e magnésio do calcário corretivo, com melhores respostas em altura de plantas,

diâmetro do caule e matéria seca das plantas obtidas com os tratamentos de carbonato de cálcio mais magnésio, nas relações 2:1 e 1:1 (Venturin *et al.*, 2000).

O diâmetro do colo, a matéria seca de raiz, caule e folhas e os nutrientes acumulados (N, P, K, Ca e Mg) de mudas de aroeira apresentaram relação inversa com o aumento das doses de NaCl, sugerindo que sua utilização em solos salinos é limitada (Silva *et al.*, 2000). Efeitos prejudiciais semelhantes foram observados por Melloni *et al.* (2000), que testaram a aplicação de Ca, K e Mg para impedir o efeito negativo do estresse osmótico provocado pela salinidade, mas as concentrações utilizadas não foram eficientes.

Em solução nutritiva foi detectada a toxidez de níquel para mudas de aroeira, cujo nível crítico foi de  $1,02 \text{ mg L}^{-1}$ , sendo que, exceto o diâmetro do colo, a altura e a produção de matéria seca de raiz, caule e folha apresentaram redução significativa com o aumento das doses de níquel (Paiva *et al.*, 2001).

O uso de fungos simbioses formadores de micorriza podem trazer benefícios para acesso a uma maior quantidade de água, incrementam o crescimento e desenvolvimento, além de otimizar a sua resistência aos estresses bióticos e abióticos. *Myracrodruon urundeuva* e *Spondias tuberosa* apresentaram colonização micorrízica na raiz, contudo a aroeira foi menos tolerante do que o umbu ao déficit hídrico, e esse também apresentou maior incremento das raízes micorrizadas, na fase inicial de crescimento (Amorim *et al.*, 2004).

A reserva de genes ainda disponível deve ser preservada por meio de coletas periódicas e de sua adequada conservação, principalmente pela redução da variabilidade genética de populações, decorrente da atividade humana, do acentuado desenvolvimento tecnológico e da exploração agropastoril irracional (Villela e Peres, 2004).

Hong e Ellis (1996) informaram que até 1996 as informações sobre a sobrevivência e longevidade de sementes em várias condições de armazenamento estavam disponíveis para apenas cerca de 3% das espécies de plantas superiores. Em 2003 foi publicado um manual

para conservação de sementes (Smith, 2003). Isto impõe uma grande demanda por pesquisas com espécies arbóreas nativas do Brasil, principalmente quanto à qualidade fisiológica de suas sementes (Kohama *et al.*, 2006).

O uso de sementes de espécies florestais continua sendo a fonte mais popular e comum de propágulos reprodutivos em larga escala para atender programas de florestamento e reflorestamento (Phartyal *et al.*, 2002). O desenvolvimento de programas adequados de reflorestamento e de sistemas agroflorestais funcionais são formas de diminuir os efeitos dos desmatamentos (Neya, 2006). No Brasil, a necessidade de conservação das florestas tropicais e o fortalecimento da política ambiental promoveram um aumento da demanda de sementes de espécies nativas, que constituem insumo básico nos programas de recuperação e conservação de ecossistemas (Carvalho *et al.*, 2006).

Para as espécies florestais, além das poucas informações, ainda é necessário considerar que estas apresentam uma produção de sementes irregular, abundante em determinados anos e escassa em outros, razão do armazenamento ser uma importante ferramenta para garantir a disponibilidade de sementes por vários anos (Carneiro e Aguiar, 1993).

A maioria dos trabalhos sobre armazenamento compara a qualidade das sementes em ambiente com câmaras frias ou secas, que demandam maiores recursos financeiros e técnicos para sua instalação e uso. Condições mais simples e de menor custo para o armazenamento possibilitam que um maior número de pessoas envolvidas com as sementes possa garantir a sua disponibilidade por maior período de tempo, para os mais diversos usos. Lemons e Victor (2003) consideram fundamental a melhoria no beneficiamento e armazenamento de sementes, e a determinação de métodos práticos e confiáveis para manter a viabilidade de sementes florestais para a conservação e o uso sustentável da biodiversidade.

O armazenamento de sementes de espécies florestais, sob condições mais amenas e mais fáceis de serem obtidas, pode manter a sua qualidade, e os métodos de análise utilizados podem expressar diferenças na avaliação de sua viabilidade e do seu vigor.

Desta forma, este trabalho teve o objetivo de verificar a conservação da qualidade de diásporos de *Myracrodruon urundeuva* acondicionados em diferentes embalagens e armazenados durante 30 meses em câmara refrigerada, em relação àqueles mantidos em ambiente de sala. Durante o período de armazenamento, também foram comparadas diferentes formas de avaliação técnica da viabilidade e do vigor, com a adequação dos parâmetros do teste de envelhecimento acelerado, além de verificar a qualidade das mudas produzidas, a partir dos diásporos armazenados sob diferentes condições.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALA, L.; MORAES, M.L.T.; RECHIA, C.G.V.; GIORGINI, J.F.; SÁ, M.E.; POLIZELI, M. L.T. M. Biochemical traits useful for the determination of genetic variation in a natural population of *Myracrodruon urundeuva*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.7, p.909-916, 2002.

ALBUQUERQUE, H.N.; ALBUQUERQUE, I.C.S.; MONTEIRO, J.A.; BARBOSA, A.R.; SOUSA, S. M.; CAVALCANTI, M.L.F. Uso de plantas medicinais no tratamento de répteis em cativeiro: um estudo preliminar. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Belo Horizonte, v.4, n.1, p.1-9. 2004a.

ALBUQUERQUE, R.J.M.; RODRIGUES, L.V.; VIANA, G.S.B. Análise clínica e morfológica da conjuntivite alérgica induzida por ovalbumina e tratada com chalcona em cobaias. **Acta Cirúrgica Brasileira**, São Paulo, v.19, n.1, p.43-48, 2004b.

AMORIM, S.M.C.; PAIM, A.C.B.; SILVA, M.G. Estudo ecofisiológico sobre endomicorizas. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v.7, n.33, p.23-26, 2004.

ANDERSON, L.O.; ARAGÃO, L.E.O.C.; LIMA, A.; SHIMABUKURO, Y.E. Detecção de cicatrizes de áreas queimadas baseada no modelo linear de mistura espectral e imagens índice de vegetação utilizando dados multitemporais do sensor MODIS/TERRA no estado do Mato Grosso, Amazônia brasileira. **Acta Amazônica**, Manaus, v.35, n.4, p.445-456, 2005a.

ANDERSON, L.O.; SHIMABUKURO, Y.E.; DeFRIES, R.; MORTON, D.; ESPÍRITO-SANTOS, F.; JASINSKY, E.; HANSEN, M., LIMA, A.; DUARTE, V. Utilização de dados multitemporais do sensor MODIS para o mapeamento da cobertura e uso da terra. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XII, 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005b. p.3443-3450.

ANDRADE, M.W.; LUZ, J.M.Q.; LACERDA, A.S.; MELO, P.R.A. Micropropagação da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.). **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.24, n.1, p.174-180, 2000.

ANJOS, J.R.N.; CHARCHAR, M.J.A.; GUIMARÃES, D.P. Ocorrência de queima das folhas causada por *Phomopsis* sp. em aroeira no Distrito Federal. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, n.3. p.649-650, 2001.

BALERONI, C.R.S.; ALVES, P.F.; SANTOS, E.B.R.; CAMBUIM, J.; ANDRADE, J.A.C.; MORAES, M.L.T. Variação genética em populações naturais de aroeira em dois sistemas de plantio. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.15, n.2, p.125-136, 2003.

BALERONI, C.R.S.; MORAES, M.L.T.; OLIVEIRA, S.A.; CESTARE, M.A.; SÁ; M.E. Avaliação da qualidade de sementes em um teste de progênies de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.). **Informativo Abrates**, Brasília, v.11, n.2, p.265, 2001.

BARBOSA, D.C.A. Estratégias de germinação e crescimento de espécies lenhosas da caatinga com germinação rápida. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (Eds.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. p.625-655.

BARBOSA, Z. **Efeito do fósforo e do zinco na nutrição e crescimento de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (aroeira-do-sertão)**. Lavras, UFLA, 1994. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras).

BERTONI, J.E.A.; DICKFELDT, E.P. Plantio de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (aroeira) em área alterada de floresta: desenvolvimento das mudas e restauração florestal. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.19, n.1, p.31-38, 2007.

BRASIL. Portaria nº. 06-N, de 15 de janeiro de 1992. Lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 de janeiro de 1992, p.870-872.

CAETANO, S.; SILVEIRA, P.; SPICHIGER, R.; NACIRI-GRAVEN, Y. Identification of microsatellite markers in a Neotropical seasonally dry forest tree, *Astronium urundeuva* (Anacardiaceae). **Molecular Ecology Notes**, Oxford, v.5, n.1, p.21-23, 2005.

CALDEIRA, S.F.; SANTOS FILHO, P.L. Perfis estruturais da vegetação arbórea da bacia hidrográfica do rio Coxipó-Açu, Mato Grosso. **Agricultura Tropical**, Cuiabá, v.6, n.1, p.147-166, 2002.

CARMELLO-GUERREIRO, S.M.; PAOLI, A.A.S. Aspectos morfológicos e anatômicos da semente de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem. – Anacardiaceae) com notas sobre paquicalaza. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.21, n.1, p.222-228, 1999a.

CARMELLO-GUERREIRO, S.M.; PAOLI, A.A.S. Morfologia e desenvolvimento pós-seminal de *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl., *Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem. e *Astronium graveolens* Jacq. (Anacardiaceae). **Naturalia**, São Paulo, v.24, s.n., p.127-138, 1999b.

CARNEIRO, J.G.A.; AGUIAR, I.B. Armazenamento de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (eds.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.333-350.

CARVALHO, L.R.; SILVA, E.A.A.; DAVIDE, A.C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.2, p.15-25, 2006.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: EMBRAPA - Informação Tecnológica, 2003. 1039p. v.1.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 639p.

CAVALCANTE, A.R.S.M.; RODRIGUES, L.V.; MENEZES, D.B.; CUNHA, M.P.S.S.; GOES, A.C.A.M. Análise tensional e morfológica da anastomose colônica na colite induzida por ácido acético a 10%, em ratos Wistar, tratados com extrato aquoso de aroeira-do-sertão a 10% (*Myracrodruon urundeuva* fr. all.). **Acta Cirúrgica Brasileira**, São Paulo, v.20, n.2, p.180-186, 2005.

CAVALCANTE, G.M.; MOREIRA, A.F.C.; VASCONCELOS, S.D. Potencialidade inseticida de extratos aquosos de essências florestais sobre mosca-branca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.1, p.9-14, 2006.

CHAVES, M.C.; SANTOS, F.A.; MENEZES, A.M.S.; RAO, V.S.N. Experimental evaluation of *Myracrodruon urundeuva* bark extract for antidiarrhoeal activity. **Phytotherapy Research**, Hoboken, New Jersey, v.12, n.8, p.549-552, 1998.

CHAVES, M.D.F.; USBERTI, R. Previsão de longevidade de sementes de faveiro (*Dimorphandra mollis* Benth.). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.26, n.4, p.557-564, 2003.

CORRÊA, E.J.A.; LIMA, M.M.N.; SCOTTI, M.R. Efeito da inoculação de rizóbio e fungos micorrízicos no crescimento de *Anadenanthera peregrina* e das espécies consorciadas (*Myracrodruon urundeuva*, *Schinopsis brasiliensis* e *Acacia* sp.) cultivadas no semi-árido de Minas Gerais. In: XIII CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, São Paulo, 4 a 6 de setembro de 2000. **Resumos...** São Paulo: USP. 1p.

COUTINHO, W.M.; ARAÚJO, E.; MAGALHÃES, F.H.L. Efeito de extratos de plantas anacardiáceas e dos fungicidas benomyl e captan sobre a micoflora e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.23, n.3, p.560-568, 1999.

DESMARCHELIER, C.; ROMÃO, R.L.; COUSSIO, J.; CICCIA, G. Antioxidant and free radical scavenging activities in extracts from medicinal trees used in the “Caatinga” region in northeastern Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v.67, n.1, p.69-77, 1999.

DORNELES, M.C.; RANAL, M.A.; SANTANA, D.G. Germinação de diásporos recém-colhidos de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) ocorrente no cerrado do Brasil Central. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.28, n.2, p.399-408, 2005.

DUARTE, E.F.; MORAIS, O.M.; NAKAGAWA, J. Avaliação da germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* (Engler) Fr. Allem.) Anacardiaceae, em diferentes substratos, com e sem exo e mesocarpo. In: XIII Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo, São Paulo, 4 a 6 de setembro de 2000. **Resumos...** São Paulo: USP, 2000. 1p.

DUARTE, N.F.; KARAM, D.; SÁ, N.; CRUZ, M.B.; SCOTTI, M.R.M. Seletividade de herbicidas sobre *Myracrodruon urundeuva* (aroeira). **Planta Daninha**, Viçosa, v.24, n.2, p.329-337, 2006.

FAIAD, M.G.R.; SALOMÃO, A.N.; SILVA, J.A.; PADILHA, L.S.; MUNDIM, R.C. **Recursos genéticos:** ocorrência de fungos em sementes de espécies nativas. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000. 3p. Disponível em: <[http://www.giacometti.org.br/htm/artigo\\_exibe\\_impressao.cfm?Id=15](http://www.giacometti.org.br/htm/artigo_exibe_impressao.cfm?Id=15)>. Acesso em: 20 Out 2003.

FAO. **Panel of experts on forest gene resources:** Tenth Session, Rome, 9-11 September 1997. Rome: FAO, 1998. 68p.

FEARNSIDE, P.M. Deforestation in Brazilian Amazonia: History, Rates, and Consequences. **Conservation Biology**, Gainesville, v.19, n.3, p.680-688, 2005.

FEARNSIDE, P.M. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. **Acta Amazônica**, Manaus, v.36, n.3, p.395-400, 2006.

FIGLIOLIA, M.B.; OLIVEIRA, E.C.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.. Análise de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (eds.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.137-174.

FIGUEIRÔA J.M.; BARBOSA, D.C.A.; SHIMABUKURO, E.A. Crescimento de plantas jovens de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídricos. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.18, n.3, p.573-580, 2004.

FLÖRSHEIM, S.M.B.; TOMAZELLO FILHO, M. Dendrologia e anatomia da madeira de aroeira – *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F.Allemão (Anacardiaceae). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.6, n.único, p.75-85, 1994.

FLÖRSHEIM, S.M.B.; TOMAZELLO FILHO, M. Variação da densidade básica da madeira de aroeira *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F.Allemão (Anacardiaceae). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.10, n.1, p.53-61, 1998.

FLÖRSHEIM, S.M.B.; TOMAZELLO FILHO, M. Variação das dimensões celulares no sentido medula-casca e base-topo de árvores de “aroeira” *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F.Allemão (Anacardiaceae). I - Fibras. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.8, n.2, p.153-165, 1996.

FLÖRSHEIM, S.M.B.; TOMAZELLO FILHO, M.; SPEGIORIN, L. Variação das dimensões celulares no sentido medula-casca e base-topo de árvores de “aroeira” *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão (Anacardiaceae). II – Vasos e raios. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.11, n.2, p.159-171, 1999.

FONSECA, A.J.; MORAES, M.L.T.; AGUIAR, A.V.; LACERCA, A.C.M.B. Variação genética em progênies de duas populações de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. em sistema agroflorestal. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.15, n.2, p.97-107, 2003.

FOWLER, J.A.P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2000. 27p. (Embrapa Florestas. Documentos, 40).

FRAYHA, I.M.V.M. **A germinação da aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* FR. ALL.): armazenamento, viabilidade dos propágulos e variabilidade intrapopulacional na germinação**. Belo Horizonte: UFMG, 1999. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Ciências Biológicas, UFMG).

FREDERICKSEN, T.S.; MOSTACEDO, B. Regeneration of timber species following selection logging in a Bolivian tropical dry forest. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.131, p.47-55, 2000.

FREITAS, M.L.M.; AUKAR, A.P.A.; SEBBENN, A.M.; MORAES, M.L.T.; LEMOS, E.G.M. Variação genética em progênies de *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão em três sistemas de cultivo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.3, p.319-329, 2006.

FREITAS, M.L.M.; AUKAR, A.P.A.; SEBBENN, A.M.; MORAES, M.L.T.; LEMOS, E.G.M. Variabilidade genética intrapopulacional em *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. Por marcador AFLP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.68, p.21-28, 2005.

FREITAS, M.L.M.; MORAES, M.L.T.; BUZETTI, S. Variação genética em progênies de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. em diferentes sistemas de plantio. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.14, n.2, p.133-141, 2002.

FREITAS, M.L.M.; SEBBEN, A.M.; MORAES, M.L.T.; LEMOS, E.G.M. Mating system of a population of *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão using the fAFLP molecular marker. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, SP, v.27, n.3, p.425-431, 2004.

GOES, A.C.A.M.; RODRIGUES, L.V.; MENEZES, D.B.; GRANGEIRO, M.P.F.; CAVALCANTE, A.R.M.S. Análise histológica da cicatrização da anastomose colônica, em ratos, sob ação de enema de Aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* fr. all.) a 10%. **Acta Cirúrgica Brasileira**, São Paulo, v.20, n.2, p.144-151, 2005.

GURGEL GARRIDO, L.M.A.; CRUZ, S.F.; FARIA, H.H.; GARRIDO, M.A.O.; VILAS BOAS, O. Efeitos do sombreamento no crescimento de aroeira *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.9, n.1, p.47-56, 1997.

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

INACIO, C.A.; DIANESE, J.C. A new *Mycovellosiella* species on *Myracrodruon urundeuva*. **Mycotaxon**, New York, v.72, p.251-263, 1999.

IUCN. **2006 IUCN Red List of threatened species**. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>>. Acesso em 23 Jan 2007.

KOHAMA, S.; MALUF, A.M.; BILIA, D.A.C.; BARBEDO, C.J. Secagem e armazenamento de sementes de *Eugenia brasiliensis* LAM. (grumixameira). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.1, p.72-78, 2006.

LACERDA, C.M.B.; KAGEYAMA, P.Y. Estrutura genética espacial de duas populações naturais de *Myracrodruon urundeuva* M. Allemão na região semi-árida do Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.2, p.145-150, 2003.

LACERDA, C.M.B.; KAGEYAMA, P.Y.; FERRAZ, E.M. Diversidade isoenzimática em *Myracrodruon urundeuva* em duas situações antrópicas no semi-árido. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.55, p.89-95, 1999.

LACERDA, C.M.B.; MORAES, M.L.T.; FERRAZ, E.M.; KAGEYAMA, P.Y. FERNANDES, G.D. Definição de um protocolo enzimático para estudo da estrutura genética de aroeira. **Revista Árvore**, Viçosa, v.25, n.3, p.311-315, 2001.

LEMONS, J.; VICTOR, R. Case studies on conserving and sustainably using biodiversity in arid and semiarid regions of Southern Nations. In: LEMONS, J.; VICTOR, R.; SCHAFFER, D. (Eds.) **Conserving biodiversity in arid regions**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2003. p.1-25.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil, v.1. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002.

MACHADO, I.C.S.; BARROS, L.M.; SAMPAIO, E.V.S.B. Phenology of Caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. **Biotropica**, Washington, v.29, n.1, p.57-68, 1997.

MAI-HONG, T.; HONG, T.D.; HIEN, N.T.; HAI, H.H.; TUNG, T.D.; LE-TAM, V.T.; NGOC-TAM, B.; ELLIS, R.H. Seed development, maturation and storage behavior of *Mimusops elengi* L. **New Forest**, Netherland, v.32, p. 9-19, 2006.

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

MARTÍNEZ-MILLÁN, M.; CEVALLOS-FERRIZ, S.R.S. Arquitectura foliar de Anacardiaceae. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, Ciudad del México, v.76, n.2, p. 137-190, 2005.

MARTINS, C.F.; CORTOPASSI-LAURINO, M.; KOEDAM, D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Espécies arbóreas utilizadas para nidificação por abelhas sem ferrão. **Biota Neotropica**, Campinas, v.4, n.2, p.1-8, 2004.

MARTINS-NETTO, D.A.; FAIAD, M.G.R. Viabilidade e sanidade de sementes de espécies florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.1, p.75-80, 1995.

MATO GROSSO. **Mapa da vegetação e dinâmica do desmatamento**. Cuiabá, MT: SEMA, 2007. 1p.

MEDRADO, M.J.S.; FOWLER, J.A.P.; PINTO, A.F. **Avaliação de espécies florestais de múltiplo propósito, em Wenceslau Braz, PR.** Curitiba: EMBRAPA, 1997. 5p. (Pesquisa em andamento, Nº. 40).

MELLONI, R.; SILVA, F.A.M.; CARVALHO, J.G. Cálcio, magnésio e potássio como amenizadores dos efeitos da salinidade sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*). **Cerne**, Lavras, v.6, n.2, p.35-40, 2000.

MENDONÇA, A.V.R. NOGUEIRA, F.D.; VENTURIN, N.; SOUZA, J.S. Exigências nutricionais de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (aroeira do sertão). **Cerne**, Lavras, v.5, n.2, p.65-75, 1999.

MENDONÇA, M.P.; LINS, L.V. (Orgs.) **Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais.** Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, Fundação Zoológica de Belo Horizonte, 2000. 157p.

MONTEIRO, J.M.; LINS NETO, E.M.F.; AMORIM, E.L.C.; STRATTMANN, R.R.; ARAÚJO, E.L.; ALBUQUERQUE, U.P. Teor de taninos em três espécies medicinais arbóreas simpátricas da Caatinga. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.999-1005, 2005.

MORAES, J.M.F. **Efeitos de diferentes níveis de água na germinação e no crescimento de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae).** Recife: UFPE, 2002. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco).

MORAES, M.L.T.; KAGEYAMA, P.Y.; SEBBENN, A.M. Correlated matings in Dioecious Tropical tree, *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Forest Genetics**, Zagreb, v.11, n.1, p.53-59, 2004.

MORAES, M.L.T.; KAGEYAMA, P.Y.; SEBBENN, A.M. Diversidade e estrutura genética espacial em duas populações de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. sob diferentes condições antrópicas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.2, p.281-289, 2005.

MORAIS, S.A.L.; NASCIMENTO, E.A.; QUEIROZ, C.R.A.A.; PILÓ-VELOSO, D.; DRUMOND, M.G. Studies on polyphenols and lignin of *Astronium urundeuva* wood. **Journal of Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v.10, n.6, p.447-452, 1999.

MORAIS, S.M.; DANTAS, J.D.P.; SILVA, A.R.A.; MAGALHÃES, E.F. Plantas medicinais usadas pelos índios Tapebas do Ceará. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v.15, n.2, p.169-177, 2005.

NASCIMENTO, A.R.T.; FELFILI, J.M.; MEIRELLES, E.M. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de Floresta Estacional Decidual de encosta, Monte Alegre, GO, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.18, n.3, p.659-669, 2004.

NEYA, O. **Conservation of tree seeds from tropical dry-lands**. Netherlands: Wageningen Universiteit, 2006. 159p. (PhD thesis, Wageningen University, The Netherlands).

OLIVEIRA FILHO, A.T.; CURI, N.; VILELA, E.A.; CARVALHO, D.A. Effects of canopy gaps, topography, and soils on the distribution of woody species in a central Brazilian Deciduous Dry Forest. **Biotropica**, Washington, v.30, n.3, p.362-375, 1998.

OLIVEIRA, S.A.; MORAES, M.L.T.; BUZETTI, S. Aspectos nutricionais da variação genética em progênes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. sob diferentes condições de cultivo. **Revista Floresta**, Curitiba, v.29, n.1-2, p.3-14, 1999.

OLIVEIRA, S.A.; MORAES, M.L.T.; KURAMOTO, C.M.; SIQUEIRA, A.C.M.F.; KAGEYAMA, P.Y. Variação genética em progênes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) sob diferentes condições de cultivo. I – Aspectos silviculturais. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.12, n.2, p.155-166, 2000.

PACHECO, M.V.; MATOS, V.P.; FERREIRA, R.L.C.; FELICIANO, A.L.P.; PINTO, K.M.S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.3, p.359-367, 2006.

PAES, J.B.; MORAIS, V.M.; LIMA, C.R. Resistência das madeiras de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), cássia (*Senna siamea*) e ipê (*Tabebuia impetiginosa*) a fungos e cupins xilófagos, em condições de laboratório. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.9, n.1, p.135-144, 2002.

PAES, J.B.; MORAIS, V.M.; LIMA, C.R. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a cupins subterrâneos, em ensaio de preferência alimentar. **Brasil Florestal**, Brasília, v.XX, n.72, p.59-69, 2001.

PAES, J.B.; MORAIS, V.M.; LIMA, C.R. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a fungos em condições de laboratório. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.2, p.275-282, 2004.

PAES, J.B.; MORAIS, V.M.; LIMA, C.R. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a fungos causadores de podridão-mole. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.3, p.365-371, 2005.

PAIVA, H.N.; CARVALHO, R.; SILVA, F.P.; CARVALHO, J.G.; MELLONI, R. Influência de doses de Níquel sobre o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) em solução nutritiva. **Cerne**, Lavras, v.7, n.1, p.114-121, 2001.

PHARTYAL, S.S.; THAPLIYAL, R.C.; KOEDAM, N.; GODEFROID, S. *Ex-situ* conservation of rare and valuable forest tree species through seed-gene bank. **Current Science**, Bangalore, v.83, n.11, p.1351-1357, 2002.

POTT, A.; POTT, V.J. **Plantas do pantanal**. Corumbá, MS: EMBRAPA-SPI, 1994, 320p.

QUEIROZ, C.G.S.; GARCIA, Q.S.; LEMOS FILHO, J.P. Atividade fotossintética e peroxidação de lipídeos de membrana em plantas de aroeira-do-sertão sob estresse hídrico e após reidratação. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, v.14, n.1, p.59-63, 2002a.

QUEIROZ, C.R.A.A.; MORAIS, S.A.L.; NASCIMENTO, E.A. Caracterização dos taninos da aroeira-preta (*Myracrodruon urundeuva*). **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.4, p.485-492, 2002b.

REIS, A.M.M.; GRATTAPAGLIA, D. RAPD variation in a germplasm collection of *Myracrodruon urundeuva* (Anacardiaceae), an endangered tropical tree: Recommendations for conservation. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Netherlands, v. 51, n.5, p. 529-538, 2004.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. de (Eds). **Cerrado**: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 556p.

RODRIGUES, L.V.; MATOS, D.; VIANA, G.S.B.; FERREIRA, F.V.A.; JULIANO, Y.; NOVO, N.F.; NIGRO, A.J.T. Análise morfológica e morfométrica da colite induzida por ácido acético em ratos, e tratada com extratos vegetais (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.). **Acta Cirúrgica Brasileira**, v.15, supl.1, p.1, São Paulo, 2000.

SALOMÃO, A.N.; ALLEM, A.C. Polyembriomy in a angiospermous trees of the Brazilian Cerrado and Caatinga vegetation. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.15, n.3, p.369-378, 2001.

SANTOS, G.J.C. **Efeito biológico de *Trichoderma viride* Pers. Ex S.F. Gray e *T. harzianum* Rifai no tratamento de sementes de aroeira do sertão (*Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl.) e na incorporação do solo**. Lavras: UFLA, 1993. (Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras).

SÃO PAULO. **Resolução SMA 21 de 21 de novembro de 2001**. São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente, 2001, 3p.

SÃO PAULO. **Resolução SMA 47 de 26 de novembro de 2003**. São Paulo, Secretaria de Meio Ambiente, 2003, 2p.

SCHMIDT, L. **Guide to handling of tropical and subtropical Forest seed**. Humlebaek: Danida Forest Seed Centre, 2000. 511p.

SEBBENN, A.M.; ETTORI, L.C. Conservação genética *ex situ* de *Esenbeckia leiocarpa*, *Myracrodruon urundeuva* e *Peltophorum dubium* em teste de progênie misto. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.13, n.2, p.201-211, 2001.

SEBBENN, A.M.; ZANATTO, A.C.S.; ETTORI, L.C.; DIO JUNIOR, O.J.D. *Ex situ* genetic conservations of tree species at the São Paulo Forest Institute, Brazil. **Forest Genetic Resources**, Roma, v.28, s.n., p.27-33, 2001.

SILVA, A.C.O.; ALBUQUERQUE, U.P. Woody medicinal plants of the caatinga in the state of Pernambuco (Northeast Brazil). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.19, n.1, p.17-26, 2005.

SILVA, F.A.M.; MELLONI, R.; MIRANDA, J.R.P.; CARVALHO, J.G. Efeito do estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) cultivadas em solução nutritiva. **Cerne**, Lavras, v.6, n.1, p.52-59, 2000.

SILVA, L.A.; SCARIOT, A. Composição e estrutura da comunidade arbórea de uma Floresta Estacional Decidual sobre afloramento calcário no Brasil Central. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.1, p.69-75, 2004a.

SILVA, L.A.; SCARIOT, A. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea em uma Floresta Estacional Decidual em afloramento calcário (Fazenda São José, São Domingos, GO, bacia do rio Paraná). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.17, n.2, p.305-313, 2003.

SILVA, L.A.; SCARIOT, A. Comunidade arbórea de uma Floresta Estacional Decidual sobre afloramento calcário na bacia do rio Paraná. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.1, p.61-67, 2004b.

SILVA, L.M.M.; RODRIGUES, T.J.D.; AGUIAR, I.B. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.6, p.691-697. 2002.

SMITH, R.D.; DICKIE, J.B.; LININGTON, S.H.; PRITCHARD, H.W.; PROBERT, R.J. (Eds.) **Seed conservation: Turning science into practice**. London: The Royal Botanic Gardens, Kew Publishing, 2003. 1023p.

SOUZA, S.M.C.; AQUINO, L.C.M.; MILACH JUNIOR, A.C.; BANDEIRA, M.A.M.; NOBRE, M.E.P.; VIANA, G.S.B. Antiinflammatory and antiulcer properties of tannins from *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) in rodents. **Phytotherapy Research**, Hoboken, New Jersey, v.21, n.3, p.220-225, 2006.

SPICHIGER, R.; CALENGE, C.; BISE, B. Geographical zonation in the Neotropics of tree species characteristic of the Paraguay-Parana Basin. **Journal of Biogeography**, Oxford, v.31, s.n., p.1489-1501, 2004.

TAKAHASI, A.; FINA, B.G. Síndromes de dispersão de sementes de uma área do Morro do Paxixi, Aquidauana, MS, Brasil. In: IV Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal, Corumbá/MS, 23 a 26 de novembro de 2006. **Resumos...** Campo Grande: EMBRAPA-CPAP, 2004.

VENTURIM, R.P.; BASTOS, A.R.R.; MENDONÇA, A.V.R.; CARVALHO, J.G. Efeito da relação Ca:Mg do corretivo no desenvolvimento e nutrição mineral de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.). **Cerne**, Lavras, v.6, n.1, p.30-39, 2000.

VIANA, G.S.B.; BANDEIRA, M.A.M.; MATOS, F.J.A. Analgesic and antiinflammatory effects of chalcones isolated from *Myracrodruon urundeuva* Allemão. **Phytomedicine**, Verlag, v.10, n.2-3, p.189-195, 2003.

VIEIRA, D.L.M.; SCARIOT, A.; HOLL, K.D. Effects of habitat, cattle grazing and selective logging on seedling survival and growth in Dry Forests in Central Brazil. **Biotropica**, Washington, v.39, n.2, p.269-274, 2006.

VILAR, M.L.L.; DIÓGENES, M.J.; VILAR, J.L.; BEZERRA FILHO, J.G.; DANTAS, J.D.P.; SOUZA, J.A.L.; MORAIS, S.M. Contact dermatitis associated with *Astronium urundeuva* (Allemão) Engl., a traditional medicinal plant from Brazil. **Contact Dermatitis**, Denmark, v.51, s.n., p.311, 2004.

VILLELA, F.A.; PERES, W.B. Coleta, beneficiamento e armazenamento. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (orgs.) **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.265-282.

VUONO, Y.S.; BONONI, V.L.R. (orgs.). **Espécies da flora ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo**: lista preliminar. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, 1998.

## CAPÍTULO 1

### QUALIDADE FISIOLÓGICA DE DIÁSPOROS DE *Myracrodruon urundeuva* Fr.

#### Allem. ARMAZENADOS E AVALIADOS SOB DIFERENTES CONDIÇÕES

**RESUMO** – Este trabalho verificou a melhor condição para manutenção da viabilidade e do vigor de diásporos de aroeira armazenados, e comparou os testes de foram utilizados nesta avaliação. Diásporos de uma área de coleta de sementes em Cuiabá foram beneficiados e acondicionados em embalagem de lata e em sacos de polietileno, de papel e de malha de polietileno e armazenados em câmara refrigerada por um condicionador de ar e em ambiente de laboratório. Após a coleta e aos seis, 12, 18, 24 e 30 meses de armazenamento os diásporos foram avaliados pela germinação sobre papel e sobre areia, pela emergência em areia e substrato comercial, além dos respectivos tempos médios. Também foram submetidos ao teste de condutividade elétrica e avaliada a massa de mil diásporos. Os diásporos armazenados até 30 meses em câmara, independente da embalagem, mantiveram a viabilidade. O vigor foi mantido até seis meses com o uso de qualquer embalagem. No ambiente de sala, aos seis meses, com qualquer embalagem utilizada, a viabilidade e o vigor foram reduzidos, mas em menor intensidade para aqueles mantidos em lata e em saco de polietileno. Após 12 meses de armazenamento, a deterioração das sementes aumentou e, aos 18 meses, foi completa. Durante o armazenamento de diásporos de aroeira, o substrato afetou a análise da viabilidade, mas não afetou a análise do vigor; e o teste de condutividade elétrica e a massa de mil diásporos não foram adequados para avaliar a qualidade fisiológica.

Palavras chave: aroeira, condutividade elétrica, massa de mil, viabilidade, vigor.

**PHYSIOLOGICAL QUALITY OF DIASPORAS OF *Myracrodruon urundeuva* Fr.  
Allem. STORED AND EVALUATED UNDER DIFFERENT CONDITIONS**

**ABSTRACT** – This work verified the better conditions for viability and vigor maintenance of diasporas of *Myracrodruon urundeuva*, “aroeira”, storied and compared the tests that can be used in this evaluation. Diasporas of seed collection area, in Cuiabá, Brazil, were placed in tin container, and polyethylene bag, of paper, and of polyethylene mash. They were stored in refrigerated chamber by an air conditioner, and in laboratory environment. After the collections and at six, 12, 18, 24 and 30 months of storage, the diasporas were evaluated by the germination on paper and on sand, and by the emergence in sand and in commercial substratum, besides the respective means times. Also they were submitted to the test of electrical conductivity and the diasporas thousand mass was evaluated. The diasporas stored up to 30 months in chamber with air conditioning, independent of the container, kept the viability. The vigor was kept up to six months with either container. In room environment, at the age of six months, with any container, the viability and the vigor were reduced, but in lesser intensity for those kept in can and in polyethylene bag. At the age of 12 months, the deterioration of the diasporas increased, and at the age of 18 months, it was complete. During the storage of diasporas of “aroeira”, the substratum affected the viability analysis, but it did not affect the vigor analysis; and the electrical conductivity test and the thousand mass were not adequate to evaluate the physiological quality.

Key words: “aroeira”, electrical conductivity, thousand mass, viability, vigor.

## INTRODUÇÃO

A principal demanda de sementes de espécies florestais nativas está ligada à produção de mudas para reflorestamento ambiental, com destaque para as endêmicas e aquelas que ocorrem em biomas sob grande ação antrópica. Se a espécie é procurada por sua madeira e subprodutos, a ação é mais intensa, e sem a garantia de uma reposição substancial, como ocorre com *Prunus africana*, citada como vulnerável (Sacandé *et al.*, 2004). A aroeira também se enquadra nestas características e corre o risco de extinção (Abdala *et al.*, 2002; Silva e Albuquerque, 2005; Freitas *et al.*, 2006).

Além do fator genético, a condição ideal para prolongar a viabilidade da semente depende principalmente do seu teor de água, do tipo de embalagem utilizada e da temperatura durante o armazenamento. Também são considerados: estágio de maturidade e a qualidade inicial, sendo que esta é afetada pelas características antes e após a colheita, como condições climáticas durante a maturação, técnicas de colheita, secagem, beneficiamento e danos pós-colheita (Carneiro e Aguiar, 1993; Phartyal *et al.*, 2002; Baudet e Villela, 2005; Marcos Filho, 2005). Existem outros fatores: estrutura, tamanho e densidade da semente (Carneiro e Aguiar, 1993; Baudet e Villela, 2005); sanidade das sementes (Baudet e Villela, 2005; Marcos Filho, 2005); grau de dormência e ecofisiologia da germinação (Phartyal *et al.*, 2002); vigor das árvores matrizes (Carneiro e Aguiar, 1993). Apesar disto, a maioria dos trabalhos destaca o teor de água das sementes e a temperatura do ambiente (Tako e Merou, 2001).

O principal propósito do armazenamento é assegurar o suprimento de sementes de qualidade nos programas de plantios (Schmidt, 2000), e a determinação de métodos práticos e confiáveis para manter a viabilidade de sementes florestais (Lemons e Victor, 2003).

A longevidade de sementes depende principalmente do seu teor de água, e da embalagem e da temperatura durante o armazenamento (Phartyal *et al.*, 2002). A dispersão da

aroeira, em regiões com características ecológicas distintas, implica na realização de pesquisas para verificar o comportamento germinativo após a colheita (Dorneles *et al.*, 2005), as embalagens e condições de armazenamento, por períodos mais longos (Silva *et al.*, 2002); e a forma de avaliação da qualidade fisiológica dos lotes de sementes de espécies florestais necessita de uma adequação, pois a maioria dessas técnicas está apoiada em estudos com sementes agrícolas, com alto grau de domesticação e de melhoramento (Marques *et al.*, 2002b).

## **OBJETIVOS**

O objetivo do presente trabalho foi responder às seguintes questões:

Qual é a melhor condição para manutenção da viabilidade e do vigor de diásporos de *Myracrodruon urundeuva*?

Quais os testes de vigor que permitem fazer uma análise rápida e segura dos diásporos armazenados?

## REVISÃO DE LITERATURA

As unidades de dispersão ou diásporos da aroeira são seus frutos, que são drupas com cálice persistente para auxiliar a dispersão (Barbosa, 2003); são globosos, resinosos, contendo apenas um putâmen (Pacheco *et al.*, 2006); se macerados liberam uma resina amarelada, de odor acentuado, e a semente presente é única com tegumento membranáceo (Flörsheim e Tomazello Filho, 1994). Esses frutos alados e de pequeno tamanho, apresentam a maturação rápida, e que ocorre no início da primavera, quando o vento associado ou não à chuva pode inviabilizar a sua coleta (Carvalho, 2003). A semente de aroeira é oleaginosa (Martins Netto e Faiad, 1995), apesar de seus diásporos apresentarem em média 36,3% de proteína e 26,5% de lipídeos (Abdala *et al.*, 2002).

A utilização de frutos como diásporos é comum em espécies florestais (Figliolia *et al.*, 1993). Além da dificuldade de extração, a germinação dos frutos de aroeira em diferentes substratos apresenta valores superiores em relação aos obtidos com as sementes sem o exo e o mesocarpo (Duarte *et al.*, 2000). Informações sobre a qualidade inicial dos diásporos de aroeira são raras (Dorneles *et al.*, 2005); e os diásporos têm potencial para armazenamento em longo prazo, pois apresentam comportamento ortodoxo e toleram a diminuição do teor de água (Medeiros e Cavallari, 1992; Medeiros *et al.*, 1998; Medeiros *et al.*, 2000).

Segundo Delpratt (2007), a colheita e secagem de inflorescências em um estágio predeterminado de maturidade poderiam ser de grande benefício à produção em larga escala de sementes de *Bulbine bulbosa*, e, talvez, de outras espécies não domesticadas, que apresentem um período prolongado de florescimento e de produção de sementes.

Sementes recém colhidas de *Avicennia marina* contêm  $\beta$ -1,3-glucanase confinada nos vacúolos, que é incapaz de atingir ao *Fusarium moniliforme*, durante a penetração, após a sua inoculação. Contudo, durante o armazenamento em curto prazo, a enzima aparece nas paredes

celulares e nos espaços intercelulares, onde é provável que venha a entrar em contato com o patógeno, retardando assim o processo de infecção (Merhar *et al.*, 2007).

O teor de água é importante, pois diásporos de aroeira coletados com menores teores de água germinam mais em relação àqueles com maior teor de água (Siqueira e Figliolia, 1987). Existe uma relação logarítmica negativa entre o teor de água e a longevidade dos diásporos de aroeira (Medeiros *et al.*, 1998), e esta relação também foi observada por Chaves e Usberti (2003) para sementes de *Dimorphandra mollis*.

Outras características das sementes de espécies florestais podem afetar o método de análise: a variação em tamanho; o fruto como unidade de dispersão; a presença de dormência; longo período para germinação; e pequena quantidade de sementes disponíveis para análise. A germinação e a composição química dos diásporos de aroeira podem variar de acordo com a sua procedência (Moraes *et al.*, 1999). Neste sentido, Abdala *et al.* (2002) registraram uma grande variabilidade para os diásporos de aroeira de uma mesma população, baseados nos níveis de variação do conteúdo de proteínas, lipídios e carboidratos.

Diversos substratos têm sido utilizados para a germinação de diásporos de aroeira: sobre papel de filtro (Souza *et al.*, 1980; Medeiros e Cavallari, 1992; Frayha, 1999; Silva *et al.*, 2002); rolo de papel toalha (Martins Netto e Faiad, 1995; Salomão e Allem, 2001; Teófilo *et al.*, 2004); ágar-ágar a 1% (Medeiros, 1996; Medeiros *et al.*, 2000); e vermiculita (Dorneles *et al.*, 2005). Para Duarte *et al.* (2000), os diásporos de aroeira germinaram melhor em vermiculita do que sobre papel e areia, e em relação às sementes, enquanto Pacheco *et al.* (2006) não encontraram diferença na germinação entre e sobre papel mata-borrão, areia, vermiculita, e fibra de coco, sob diferentes temperaturas.

Na germinação de diásporos de aroeira, inicialmente as temperaturas alternadas utilizadas foram de 20°C e 30°C, em períodos diferentes, e associados à alternância de luz na maior temperatura (Souza *et al.*, 1980; Medeiros e Cavallari, 1992; Martins Netto e Faiad,

1995); e de 19°C e 33°C a cada 12 horas (Medeiros, 1996; Medeiros *et al.*, 2000). A temperatura constante de 25°C é a mais usual (Frayha, 1999; Duarte *et al.*, 2000; Salomão e Allem, 2001; Teófilo *et al.*, 2004); ou de 26°C a 26,5°C (Dorneles *et al.*, 2005).

Quanto ao fator luz, os diásporos de aroeira são indiferentes durante a germinação (Frayha, 1999; Silva *et al.*, 2002; Dorneles *et al.*, 2005). Desta forma, Silva *et al.* (2002) confirmaram o enquadramento da espécie no grupo ecológico das oportunistas ou secundárias.

A avaliação da germinação pode utilizar o critério botânico ou o tecnológico. Formas do critério botânico para avaliação dos diásporos de aroeira: contagem única ao sexto dia da protrusão de aproximadamente 2 mm de raiz primária (Medeiros *et al.*, 2000); emissão da raiz primária com comprimento igual ou acima de 4 mm (Frayha, 1999) ou de 5 mm (Silva *et al.*, 2002), além da avaliação diária da protrusão da radícula (Dorneles *et al.*, 2005).

Segundo Dorneles *et al.* (2005), a amplitude de resultados na avaliação da germinação e respectivo tempo médio de diásporos de aroeira provavelmente decorre da característica genética da planta-mãe, das condições edafo-climáticas, onde esta se encontra estabelecida, e em função das especificidades laboratoriais e das condições de análise. Estes autores ainda observaram que a diferença na maturação dos diásporos de uma espécie pode levar aos resultados de germinação discrepantes, se nenhuma triagem for realizada durante a coleta.

Outros testes indiretos são utilizados com sementes de espécies florestais: o tempo médio de germinação (Varela *et al.*, 1999; Cassaro-Silva, 2001; Alves *et al.*, 2002); a velocidade de germinação (Cassaro-Silva, 2001; Alves *et al.*, 2002; Tonin *et al.*, 2005); e o índice de velocidade de germinação (Varela *et al.*, 1999; Santos e Aguiar, 2000; Sousa *et al.*, 2000; Marques *et al.*, 2002b; Araújo Neto *et al.*, 2005; Scalon *et al.*, 2005; Pontes *et al.*, 2006). Também já foram utilizados: o índice de velocidade de emergência (Marques *et al.*, 2002b; Scalon *et al.*, 2006); a frequência relativa de germinação (Cassaro-Silva, 2001; Alves

*et al.*, 2002); a primeira contagem de plântulas (Sousa *et al.*, 2000; Alves *et al.*, 2002; Marques *et al.*, 2002b; Scalon *et al.*, 2005; Kohama *et al.*, 2006); e a análise de plantas (Santos e Aguiar, 2000; Sousa *et al.*, 2000; Scalon *et al.*, 2005).

Apesar da variável tempo médio de germinação ser de fácil interpretação, pois é expresso em dias, existem poucas citações para a aroeira (Dorneles *et al.*, 2005; Pacheco *et al.*, 2006), em relação a outras variáveis: índice de velocidade de germinação (Teófilo *et al.*, 2004; Dorneles *et al.*, 2005; Pacheco *et al.*, 2006); velocidade de germinação (Frayha, 1999; Silva *et al.*, 2002; Dorneles *et al.*, 2005); primeira contagem, e da análise de plantas (Pacheco *et al.*, 2006); e frequência relativa de germinação (Silva *et al.*, 2002). Dorneles *et al.* (2005) ainda calcularam: a velocidade de germinação de Maguire; a incerteza; os coeficientes de variação do tempo, e de uniformidade; e os índices de Timson, de Timson modificado, de velocidade de germinação modificado, de germinação, de germinação modificado, e de sincronização.

Outros testes também já foram utilizados para avaliação da viabilidade de diásporos de aroeira: como o de tetrazólio a 0,075%, (Martins Netto e Faiad, 1995); e para avaliação do vigor, como o de envelhecimento acelerado (Teófilo *et al.*, 2004), e de condutividade elétrica (Duarte *et al.*, 2000). O teste de condutividade elétrica dos lixiviados das sementes é um teste indireto e rápido, em relação ao teste de germinação, principalmente quando se deseja conhecer o vigor da semente (Marchi e Cícero, 2002; Piña-Rodrigues *et al.*, 2004).

Com espécies florestais, os trabalhos são mais recentes e visam a sua adequação, em função de suas peculiaridades, como: *Dalbergia nigra* (Marques *et al.*, 2002a); *Sebastiania commersoniana*, (Santos e Paula, 2005); *Pterogyne nitens* (Tonin *et al.*, 2005); e *Caesalpinia peltophoroides* (Pontes *et al.*, 2006). De modo geral, o aumento na liberação de solutos acompanha o decréscimo na viabilidade, como registrado para *Dalbergia sissoo*, mas que não apresentou relação com o tamanho da semente (Thapliyal e Connor, 1997).

Esse teste foi eficiente para determinar a queda no vigor durante o armazenamento de sementes de *Cedrela fissilis* (Corvello *et al.*, 1999) e de *Eugenia pyriformis* (Andrade e Ferreira, 2000). Com sementes de *Chorisia speciosa* o teste de condutividade elétrica foi utilizado para avaliar alterações no vigor após o envelhecimento acelerado (Fanti e Perez, 2005), e após o armazenamento, condicionamento osmótico e aos estresses salino e térmico (Perez e Jardim, 2005). Também foi utilizado para avaliar os diferentes níveis de secagem sobre a qualidade de sementes de *Eugenia brasiliensis*, antes do armazenamento (Kohama *et al.*, 2006). Ainda foi utilizado para avaliar diásporos de aroeira armazenados (Duarte *et al.*, 2000; Baleroni *et al.*, 2001).

O armazenamento sob condições controladas pode diminuir a velocidade de deterioração ou prolongar a viabilidade das sementes, o que pode possibilitar certa independência do período de disponibilidade natural ou da quantidade de produção anual.

No armazenamento, as embalagens são selecionadas com base na sua permeabilidade em relação às trocas de vapor de água com o ambiente. É comum o uso de embalagens permeáveis, semipermeáveis, e impermeáveis. O armazenamento de diásporos de aroeira tem sido efetuado em sacos de polietileno e de algodão e recipientes de alumínio (Souza *et al.*, 1980), e em saco de papel Kraft e de pano (Cavallari e Salomão, 1991). Também em saco de papel multifoliado e garrafa de polietileno (Teófilo *et al.*, 2004), em saco de filó (Medeiros e Cavallari, 1992), em envelopes trifoliados de papel, alumínio e polietileno (Medeiros, 1996; Medeiros *et al.*, 2000), e a granel (Frayha, 1999; Duarte *et al.*, 2000).

Quanto ao ambiente de armazenamento, os estudos com as sementes de espécies florestais têm sido desenvolvidos em ambientes de baixa temperatura, câmara seca ou a sua combinação. A aroeira tem sido estudada desta forma, e por períodos que variam em torno de 12 meses: em baixas temperaturas (Souza *et al.*, 1980; Frayha, 1999; Teófilo *et al.*, 2004); ou ultras-baixas temperaturas (Medeiros e Cavallari, 1992; Medeiros *et al.*, 2000).

O armazenamento das sementes de espécies florestais também tem sido estudado com temperaturas em torno de 20°C a 25°C (Silva *et al.*, 2005; Pontes *et al.*, 2006; Scalon *et al.*, 2006), 26°C (Pritchard *et al.*, 2004), e até de 20°C, 30°C e 40°C (León-Lobos e Ellis, 2005). Contudo, nem sempre ocorre a conservação de sua qualidade. A 18°C ocorre uma redução na viabilidade de sementes de *Mimusops elengi* de 80% para menos de 20%, com dois meses de armazenamento, enquanto a 15°C esta se mantém por 18 meses (Mai-Hong *et al.*, 2006).

Sementes recalcitrantes de *Carapa guianensis* e *C. procera* armazenadas em ambiente a 25°C com aparelho condicionador de ar apresentaram resultados positivos na conservação da sua viabilidade (Ferraz e Sampaio, 1996), mas não foram satisfatórios com *Virola surinamensis* (Limas *et al.*, 2007). Segundo Eggers *et al.* (2007), a germinação é um problema quando as sementes recalcitrantes são armazenadas completamente hidratadas. Os autores observaram que a desidratação parcial, suficiente para prevenir a germinação, mas alta de modo a evitar os danos da dessecação, pode superar este problema. Contudo, a secagem parcial pode reduzir a longevidade no armazenamento.

O Centro de Sementes Arbóreas da Austrália utiliza quatro níveis de temperatura de estocagem: com condicionador de ar, de 23 a 25°C e 35% de umidade relativa, ou de 16 a 18°C e 60% de UR; em câmaras frias, de três a 5°C e 90% de UR; e freezer, de -15 a -18°C (Schmidt, 2000).

Todos estes trabalhos revelam a preocupação de conservar as sementes em temperaturas mais amenas de armazenamento e, conseqüentemente, mais fáceis de serem obtidas. Isto facilita o uso dessas técnicas por um maior número de pessoas envolvidas na conservação e no uso imediato e direto das sementes para a produção de mudas. Ainda assim, na maioria desses trabalhos, o período de armazenamento foi de, no máximo, doze meses.

## MATERIAL E MÉTODOS

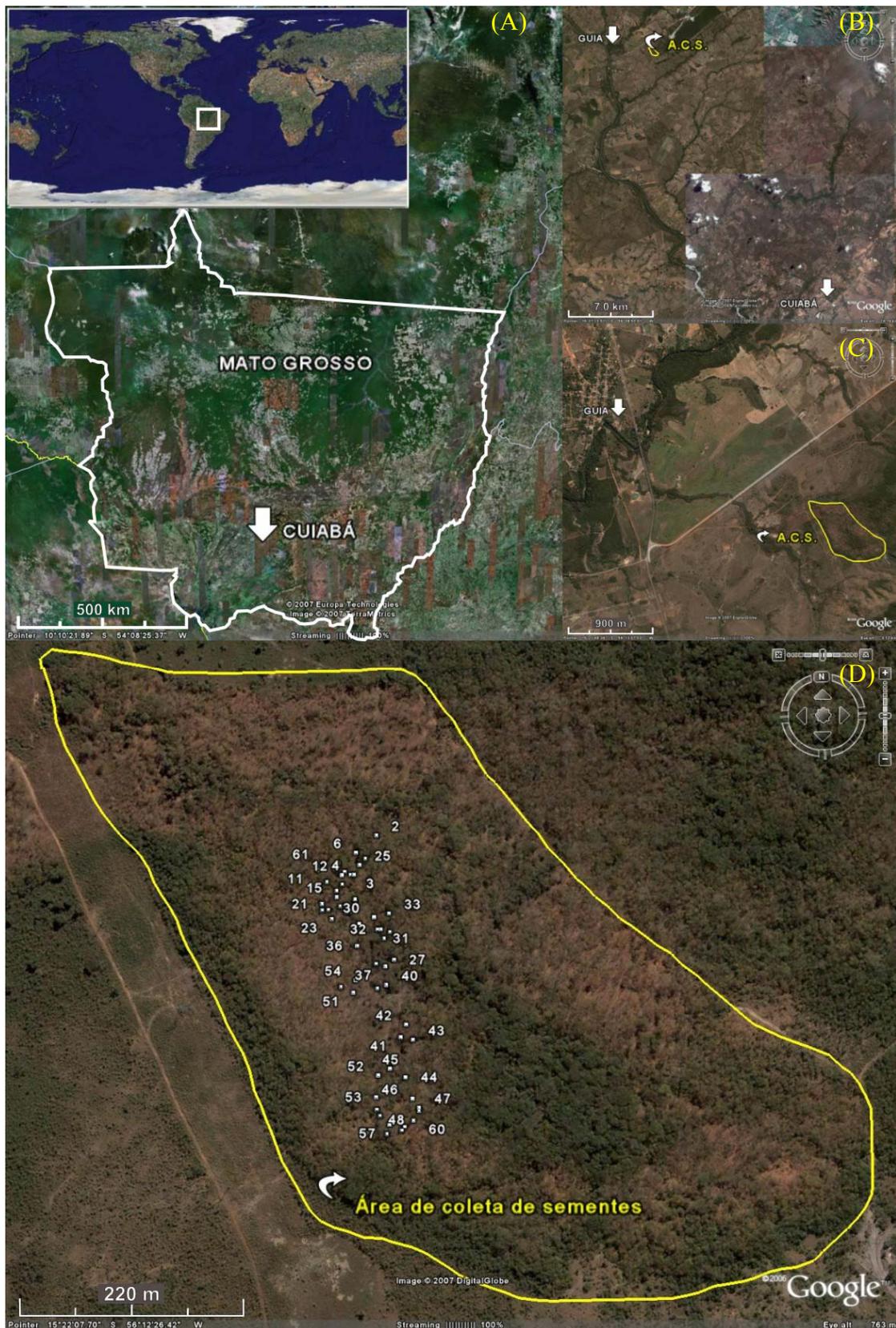
### Coleta e armazenamento dos diásporos

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária e os ensaios de campo no Viveiro Florestal da Faculdade de Engenharia Florestal, ambos da Universidade Federal de Mato Grosso.

A área de coleta de sementes está localizada em Cuiabá, a 15°22'17"S e 56°12'14"W (Figura 1), na reserva florestal da empresa Agropecuária Guia, no distrito de Nossa Senhora da Guia, onde o clima apresenta as seguintes características médias: temperatura de 25,7°C; umidade relativa de 74%, precipitação anual de 1450 mm, e evapotranspiração potencial de 1530 mm.ano<sup>-1</sup>; o solo é do tipo Litólico Álico, de textura muito cascalhenta, relevo ondulado e afloramento rochoso (Brasil, 1997). O afloramento é de rocha calcária, onde a aroeira é a espécie de maior frequência (Caldeira e Santos Filho, 2002).

Em setembro de 2003, após a marcação de 61 matrizes (Tabela 1), os diásporos foram coletados diretamente da copa, com agitação dos galhos, sem danos, sobre uma lona, acondicionados em saco de papel e transportados ao laboratório.

Após secagem natural durante cinco dias, os frutos foram beneficiados com a remoção dos cálices e outras impurezas sobre uma peneira de 3 mm de malha, e o lote, com seis quilogramas, foi homogeneizado em um “divisor de solos” (Brasil, 1992b). O lote foi dividido em amostras, de 140 g cada, que foram acondicionadas nas seguintes embalagens: lata com tampa; saco de polietileno transparente de 0,15mm de espessura; saco de papel do tipo Kraft com 0,25mm de espessura; e em saco de malha de polietileno de forma hexagonal com dois mm de aresta. A amostra de trabalho, 400 g restante, foi utilizada para os ensaios preliminares e determinar as características iniciais do lote.



**Figura 1** – Localização do município de Cuiabá em Mato Grosso (A), do distrito de Nossa Senhora da Guia (B), da área de coleta de sementes (C), e das matrizes fornecedoras dos diásporos de *Myracrodruon urundeuva* (D).

**Tabela 1** – Coordenadas geográficas, diâmetro à altura do peito e altura total das matrizes de *Myracrodruon urundeuva* na reserva florestal da empresa Agropecuária Guia, no distrito de Nossa Senhora da Guia, município de Cuiabá, Mato Grosso.

<b>Matriz</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Diâmetro</b>	<b>Altura</b>
Aro-01	S 15° 22' 03,5"	W 56° 12' 29,1"	25,0	11,0
Aro-02	S 15° 22' 03,7"	W 56° 12' 28,7"	32,0	13,0
Aro-03 *	S 15° 22' 04,0"	W 56° 12' 29,6"	29,0	12,0
Aro-04	S 15° 22' 04,0"	W 56° 12' 29,5"	33,0	13,0
Aro-05	S 15° 22' 04,2"	W 56° 12' 29,0"	33,5	13,5
Aro-06	S 15° 22' 03,3"	W 56° 12' 29,4"	32,0	13,0
Aro-07	S 15° 22' 03,7"	W 56° 12' 30,0"	33,0	12,5
Aro-08	S 15° 22' 03,6"	W 56° 12' 30,0"	28,0	12,0
Aro-09	S 15° 22' 03,9"	W 56° 12' 29,8"	35,0	12,5
Aro-10	S 15° 22' 03,7"	W 56° 12' 30,4"	38,5	13,0
Aro-11	S 15° 22' 03,8"	W 56° 12' 30,7"	35,0	12,5
Aro-12	S 15° 22' 04,0"	W 56° 12' 29,9"	42,0	14,5
Aro-13	S 15° 22' 04,5"	W 56° 12' 30,1"	40,0	14,2
Aro-14	S 15° 22' 04,3"	W 56° 12' 29,9"	38,0	13,5
Aro-15	S 15° 22' 04,7"	W 56° 12' 30,1"	23,5	11,0
Aro-16	S 15° 22' 04,9"	W 56° 12' 29,5"	25,0	12,0
Aro-17	S 15° 22' 04,8"	W 56° 12' 29,5"	28,0	13,0
Aro-18	S 15° 22' 05,2"	W 56° 12' 29,8"	23,0	12,0
Aro-19	S 15° 22' 05,0"	W 56° 12' 30,0"	21,0	10,0
Aro-20	S 15° 22' 05,1"	W 56° 12' 30,4"	37,0	13,8
Aro-21	S 15° 22' 04,9"	W 56° 12' 30,6"	34,0	13,0
Aro-22	S 15° 22' 05,1"	W 56° 12' 30,6"	36,5	13,6
Aro-23	S 15° 22' 05,4"	W 56° 12' 30,3"	22,0	12,5
Aro-24	S 15° 22' 05,1"	W 56° 12' 29,9"	32,0	13,5
Aro-25	S 15° 22' 03,7"	W 56° 12' 29,3"	33,0	13,0
Aro-26	S 15° 22' 04,2"	W 56° 12' 30,4"	31,0	12,5
Aro-27	S 15° 22' 06,8"	W 56° 12' 28,3"	26,0	11,0
Aro-28	S 15° 22' 05,2"	W 56° 12' 29,7"	25,0	8,6
Aro-29	S 15° 22' 05,6"	W 56° 12' 29,4"	26,0	9,0
Aro-30	S 15° 22' 05,4"	W 56° 12' 28,9"	26,0	9,5
Aro-31	S 15° 22' 05,8"	W 56° 12' 28,8"	27,0	10,5
Aro-32	S 15° 22' 05,8"	W 56° 12' 28,7"	35,0	12,5
Aro-33	S 15° 22' 05,3"	W 56° 12' 28,4"	32,0	12,0
Aro-34	S 15° 22' 05,9"	W 56° 12' 28,4"	24,0	9,5
Aro-35	S 15° 22' 06,1"	W 56° 12' 28,6"	31,0	11,0
Aro-36	S 15° 22' 06,3"	W 56° 12' 29,5"	29,0	10,5
Aro-37	S 15° 22' 07,0"	W 56° 12' 28,6"	31,0	11,0
Aro-38	S 15° 22' 06,9"	W 56° 12' 28,9"	29,0	8,5
Aro-39	S 15° 22' 07,7"	W 56° 12' 28,9"	28,0	9,0
Aro-40	S 15° 22' 07,6"	W 56° 12' 28,6"	24,0	9,5
Aro-41	S 15° 22' 09,3"	W 56° 12' 28,2"	23,0	9,2
Aro-42	S 15° 22' 08,9"	W 56° 12' 28,0"	26,5	10,7

Aro-43	S 15° 22' 09,4"	W 56° 12' 27,8"	31,0	12,0
Aro-44	S 15° 22' 10,6"	W 56° 12' 28,1"	17,0	7,5
Aro-45	S 15° 22' 10,3"	W 56° 12' 28,6"	23,0	10,5
Aro-46	S 15° 22' 11,3"	W 56° 12' 27,9"	17,5	7,0
Aro-47	S 15° 22' 11,6"	W 56° 12' 27,7"	20,5	9,5
Aro-48	S 15° 22' 11,7"	W 56° 12' 27,7"	21,5	8,5
Aro-49	S 15° 22' 12,3"	W 56° 12' 28,3"	16,5	7,5
Aro-50	S 15° 22' 07,6"	W 56° 12' 30,1"	15,5	7,0
Aro-51	S 15° 22' 07,8"	W 56° 12' 29,7"	17,5	8,0
Aro-52	S 15° 22' 10,5"	W 56° 12' 29,0"	22,0	7,5
Aro-53	S 15° 22' 11,2"	W 56° 12' 29,1"	18,0	7,5
Aro-54	S 15° 22' 07,4"	W 56° 12' 29,6"	19,5	8,0
Aro-55	S 15° 22' 11,6"	W 56° 12' 29,1"	20,0	7,8
Aro-56	S 15° 22' 11,8"	W 56° 12' 29,0"	16,0	7,0
Aro-57	S 15° 22' 12,1"	W 56° 12' 28,7"	19,0	7,5
Aro-58	S 15° 22' 12,4"	W 56° 12' 28,8"	16,5	6,5
Aro-59	S 15° 22' 12,2"	W 56° 12' 28,2"	18,0	7,0
Aro-60	S 15° 22' 12,0"	W 56° 12' 27,9"	23,0	9,5
Aro-61	S 15° 22' 03,6"	W 56° 12' 30,5"	26,0	9,5

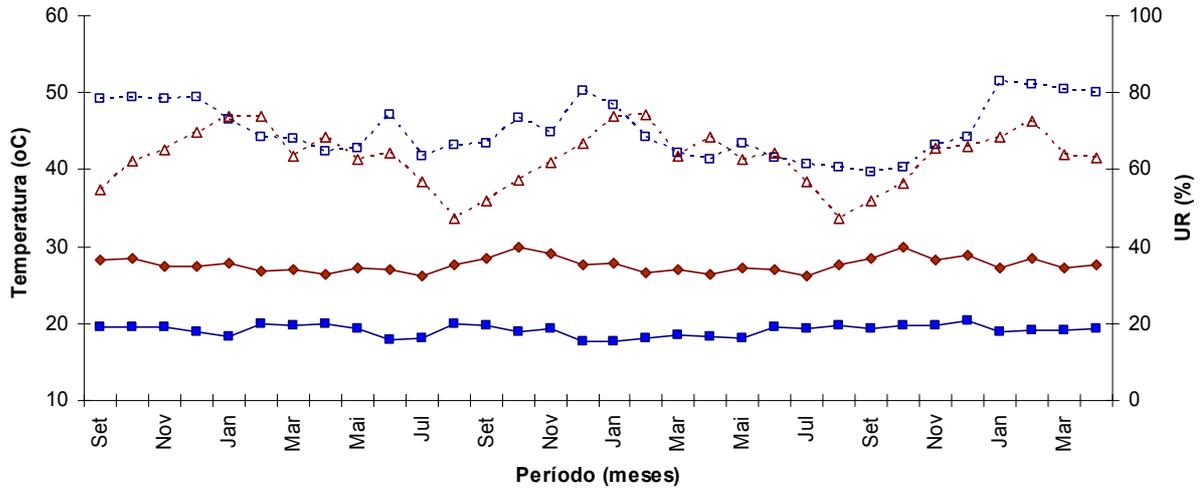
(\*) A matriz 03 não produziu diásporos no ano de 2003.

Os diásporos embalados foram divididos igualmente e armazenados em câmara controlada (CC) refrigerada com uso de aparelho condicionador de ar de 7500 BTU, contendo um aparelho desumidificador modelo “deumidair 250”, e em ambiente de laboratório (SL).

Em ambos locais foi colocado um aparelho termo-higrógrafo “Hidrologia” modelo THG-1 que permitiu o cálculo dos valores médios compensados de temperatura e umidade relativa (Brasil, 1992a). Os valores para a câmara foram: temperatura de  $19,1^{\circ}\text{C} \pm 1,3^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de  $70,5\% \pm 6,5\%$ , e na sala de laboratório: temperatura de  $27,7^{\circ}\text{C} \pm 1,6^{\circ}\text{C}$ , e umidade relativa de  $63,1\% \pm 9,1\%$  (Figura 2).

### Ensaio preliminares

Silva *et al.* (2002) recomendaram a realização de ensaios preliminares para determinar a temperatura e o critério de avaliação da germinação para a aroeira, pelas características ecológicas distintas onde esta espécie ocorre naturalmente no Brasil.



**Figura 2** – Variação das médias mensais compensadas da temperatura na **câmara** (■) e no **ambiente** (♦), e da umidade relativa na **câmara** (□) e no **ambiente** (Δ) de armazenamento de diásporos de *Myracrodruon urundeuva* acondicionados em diferentes embalagens.

Para verificar o efeito da temperatura na germinação, foram utilizados 100 diásporos de aroeira divididos em quatro repetições, para cada temperatura. Os diásporos foram depositados sobre duas folhas de papel mata-borrão, previamente esterilizadas e umedecidas com água destilada até o máximo de saturação, em caixas de plástico transparente de 11 x 11 x 3 cm, com tampa. Cada caixa foi envolvida com uma película de filme plástico transparente, que foi furada com estilete, antes da colocação da tampa apropriada.

As caixas foram acondicionadas em câmaras de germinação Fanem modelo 347-CDG, cada uma regulada a partir de 10°C até 45°C, em intervalos de 5°C. Foi avaliada a presença de cotilédones abertos e normais durante 16 dias, e foram calculadas a porcentagem de germinação e a velocidade de germinação ( $\text{dias}^{-1}$ ). Os resultados foram submetidos aos testes de normalidade e de homocedasticidade, à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 0,05.

Para escolher o critério de avaliação da germinação, as caixas foram acondicionadas em câmara de germinação a 25°C e fotoperíodo de 8 horas. Foram efetuados os registros diários da protrusão da raiz primária superior a 2 mm de comprimento, e também da presença

de cotilédones abertos e normais até o 10º dia. A viabilidade dos diásporos para os dois critérios foi avaliada pela porcentagem de germinação ao 10º dia, e do tempo médio de germinação (Nakagawa, 1999). Os resultados foram submetidos aos mesmos testes estatísticos, citados anteriormente.

Pelos resultados obtidos nestes testes preliminares, a temperatura constante de 25°C foi escolhida para os testes subseqüentes, e, considerando ainda a necessidade de produção de mudas, foi adotado o critério tecnológico, ou seja, a presença de cotilédones abertos.

### **Características iniciais do lote**

O teor de água foi determinado pelo método direto com a pesagem de quatro amostras com cerca de 4 gramas de diásporos acondicionados em latas de alumínio com tampa, com 6 cm de diâmetro e 4,5 cm de altura, que foram colocadas em estufa a  $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas e novamente pesadas (Brasil, 1992b).

A avaliação da qualidade fisiológica inicial dos diásporos de aroeira foi efetuada pela germinação sobre papel e sobre areia, em laboratório, e pela emergência em areia e em substrato comercial, em viveiro. A metodologia em laboratório foi igual àquela utilizada para a avaliação da temperatura de germinação, e a areia esterilizada foi previamente umedecida com água destilada a 60% da capacidade de campo, em volume. As caixas foram acondicionadas no mesmo tipo de câmara de germinação a 25°C, com 8 horas de fotoperíodo.

Em viveiro foram utilizados 200 diásporos, divididos em quatro repetições, para cada substrato. Uma camada de 3 cm de areia esterilizada foi depositada sobre uma folha de papel para germinação em bandejas plásticas furadas de 29 x 39 e 7 cm de altura. O substrato comercial “Plantmax Florestal” foi colocado em tubetes de  $175\text{ cm}^3$ , com 5 cm de diâmetro interno e 13 cm de altura, dispostos em grades-suporte com 54 tubetes. Nos dois substratos os

diásporos foram semeados entre 0,5 e 1,0 cm de profundidade. Os conjuntos foram acondicionados em casa de vegetação, e receberam irrigações diárias por micro-aspersão. Foi efetuado o registro diário da presença de cotilédones abertos e normais até o 10º dia, tanto em laboratório como no viveiro. As variáveis utilizadas foram: as porcentagens de germinação sobre papel e sobre areia, de emergência em areia e em substrato comercial, ao 10º dia, além dos respectivos tempos médios de germinação e de emergência.

Para o teste de condutividade elétrica foram utilizados 200 diásporos, divididos em quatro subamostras, que tiveram determinada suas massas, e os valores expressos com duas casas decimais. Em seguida foram colocadas em copos de plástico de 200 mL de capacidade, contendo 75 mL de água deionizada. Os conjuntos foram acondicionados em câmara de germinação, a 25°C, por 24 horas, no escuro, e a leitura dos lixiviados foi efetuada em condutivímetro “Digimed” modelo CD-20, e os valores obtidos foram divididos pela massa dos diásporos de cada repetição e expressos em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  (Vieira e Krzyzanowski, 1999).

Para a avaliação da massa de mil diásporos, foram separadas oito amostras de trabalho, cada uma com 100 diásporos, cujas massas foram determinadas em balança analítica e calculados o desvio-padrão e o valor médio expresso para mil diásporos (Brasil, 1992b).

### **Características durante o armazenamento**

Após seis meses de armazenamento, os diásporos dos tratamentos, constituídos pelo acondicionamento nos quatro tipos de embalagem e armazenados nos dois ambientes, foram avaliados quanto ao teor de água, massa de mil diásporos, condutividade elétrica, viabilidade e vigor. Foi utilizada a mesma metodologia descrita para a avaliação inicial com repetição dos procedimentos aos 12, 18, 24 e 30 meses de armazenamento. O delineamento experimental

foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial de 4 x 2 x 5, referente aos quatro tipos de embalagem, aos dois ambientes, e aos cinco períodos de armazenamento.

Para as análises estatísticas foram utilizados os programas SISVAR 5.0 (Ferreira, 2000) e o SPSS 13.0.0. Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade e de homocedasticidade. Atendido aos pressupostos destes testes foi efetuada a análise de variância, e, quando rejeitada a hipótese de nulidade, as médias foram comparadas pelo teste de Skott-Knott a 5%. Não atendida a hipótese de normalidade das variâncias, procedeu-se às transformações dos dados, os quais foram novamente submetidos ao teste de normalidade. (Santana e Ranal, 2004a; 2004b).

Os valores médios das variáveis foram submetidos à análise de agrupamento pelo método hierárquico aglomerativo do “vizinho mais distante”, e foi utilizada a distância Euclidiana para a ligação entre os grupos, que é uma medida de dissimilaridade e que fornece grupos mais homogêneos (Dal’Col Lucio *et al.*, 2006).

Para a interpretação dos efeitos dos fatores isolados, foram construídos diagramas de caixas (box plots) com a mediana, quartís, e os valores dispersos (outliers) e extremos (Sautu *et al.*, 2006) em função das causas de variação: embalagem, ambiente e período de armazenamento.

Para verificar a similaridade entre os resultados obtidos com os métodos de análise utilizados, foi calculado o coeficiente de correlação de Kendall Tau para a combinação das variáveis registradas. Os valores dos coeficientes foram adjetivados conforme a padronização citada por Dorneles *et al.* (2005).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Ensaio preliminares

Na escolha de temperatura, o teste de médias demonstrou que a germinação ao 16º dia (CV=33,64%) se diferiu em dois grupos, um com as temperaturas de 10°C, 40°C e 45°C e outro com as temperaturas de 15°C a 35°C. No primeiro grupo, as temperaturas de 10°C e 45°C foram letais, enquanto a 40°C a germinação foi de 13%. No segundo grupo, os valores variaram de 41% a 57%, e o maior valor médio absoluto foi obtido à temperatura de 25°C.

Para a velocidade de germinação (CV=14,58%) ocorreram cinco grupos: o primeiro com as temperaturas letais, 10°C e 45°C, outros três grupos, para cada uma das temperaturas de 15°C, 20°C e 40°C, e o quinto grupo onde as temperaturas de 25°C, 30°C e 35°C proporcionaram velocidades de germinação semelhante. A temperatura superior foi diferente do encontrado por Silva *et al.* (2002), cujos diásporos de aroeira não germinaram a 40°C.

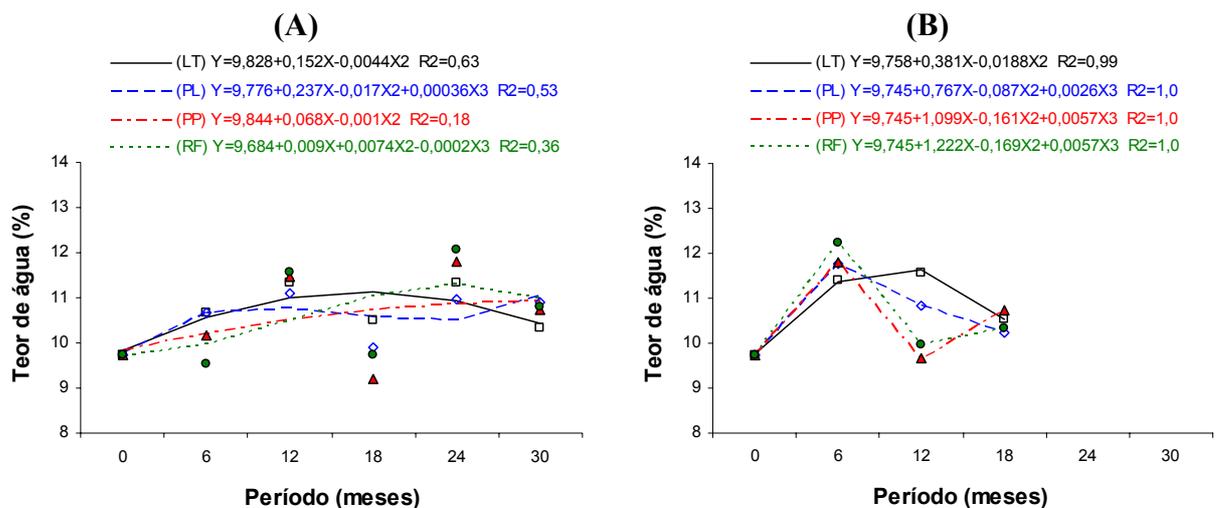
A faixa ótima de germinação para Frayha (1999) é de 15°C a 25°C, enquanto para Silva *et al.* (2002) é de 20°C a 30°C. Pacheco *et al.* (2006) obtiveram resultados satisfatórios com 25°C e 27°C, e informaram que nas temperaturas constantes ocorrem os tempos médios menores de germinação e o maior desenvolvimento do hipocótilo. O primeiro autor trabalhou com diásporos de Matosinhos, Minas Gerais, o segundo de Serra Talhada, Pernambuco, e o último de Patos, Paraíba, o que pode explicar as diferenças observadas entre eles e entre os diásporos deste trabalho.

Para o critério de germinação, os resultados médios obtidos com o botânico e com a presença de cotilédones, foram respectivamente de 70% e 65% (CV=11,22%), e não diferiram entre si, enquanto o tempo médio de germinação de 2,4 dias e 3,6 dias (CV=5,28%) foram diferentes. Para o critério tecnológico foram observados 3,5% de plântulas anormais; 26,0%

de sementes deterioradas e 5,5% de sementes duras, sendo este último valor o mesmo para o critério botânico.

### Teor de água

O teor de água inicial dos diásporos de 9,7% foi semelhante ao obtido por Martins Neto e Faiad (1995) e Souza *et al.* (1980), para aroeira, e a variação durante o armazenamento está na Figura 3. Para os diásporos mantidos na lata, impermeável, e no saco de polietileno, semipermeável, o comportamento foi semelhante, independente do local de armazenamento, com impedimento ou diminuição nas trocas de vapor de água com a atmosfera.



**Figura 3** – Teor de água dos diásporos de *Myracrodruon urundeuva* em função do período de armazenamento em câmara (A) e em ambiente (B), acondicionados em: **lata (LT, □)**; e em **sacos de polietileno (PL, ◇)**; de **papel (PP, ▲)**; e de **malha (RF, ●)**. Teor de água inicial de 9,7%.

O saco de papel, semipermeável, e o saco de malha plástica, permeável, não impediram essas trocas, resultando em comportamento distinto em cada ambiente. Para Souza *et al.* (1980), os recipientes não evitaram flutuações no teor de água de diásporos de aroeira, mas as variações foram menores no recipiente de alumínio em câmara fria.

Na câmara, a lata e o saco de polietileno proporcionaram menor variação para o teor de água dos diásporos, enquanto os sacos de papel e de malha não impediram as alternâncias entre valores mais altos ou mais baixos, durante os 30 meses de armazenamento.

As variações podem ter relação com a menor precisão do termostato do aparelho condicionador de ar (Figura 2), onde a média compensada de temperatura foi de  $19,1^{\circ}\text{C} \pm 1,3^{\circ}\text{C}$ , amplitude de  $14,0^{\circ}$  a  $24,5^{\circ}\text{C}$ ; e da umidade relativa foi de  $70,5\% \pm 6,5\%$ , dentro da faixa de  $51,6\%$  a  $88,0\%$ . De outro lado, os respectivos valores no ambiente foram:  $27,7^{\circ}\text{C} \pm 1,6^{\circ}\text{C}$ , para uma amplitude de  $23,1^{\circ}\text{C}$  a  $31,0^{\circ}\text{C}$ ; e  $63,1\% \pm 9,1\%$ , na faixa de  $38,0\%$  a  $87,6\%$ .

No ambiente, aos seis e aos 12 meses de armazenamento, a variação do teor de água dos diásporos acondicionados em sacos de papel e de malha foi inversa ao observado em câmara. Aos 18 meses o teor de água dos diásporos foi semelhante para todas as embalagens, provavelmente em razão da sua perda de viabilidade. Teófilo *et al.* (2004) encontraram oscilações semelhantes, mas consideraram que a variação só ocorreu em ambiente de sala.

### **Germinação de diásporos e emergência de plântulas**

Os resultados da germinação, emergência, e os respectivos tempos médios foram analisados pelo método hierárquico aglomerativo para verificar os grupos de tratamentos que contribuíram de forma semelhante na diminuição da deterioração dos diásporos de aroeira. Foram utilizadas apenas 33 dos 41 tratamentos originais, pois os diásporos mantidos em ambiente perderam a viabilidade aos 18 meses de armazenamento.

Nos dendrogramas obtidos (Figura 4), os códigos representam a mesma combinação dos tratamentos, para o período, embalagem e ambiente de armazenamento. A escala padrão é reescalada, e reflete a distância original entre dois grupos. Assim, o zero (0) da escala corresponde ao menor valor, enquanto o valor 25 corresponde ao maior valor registrado para a

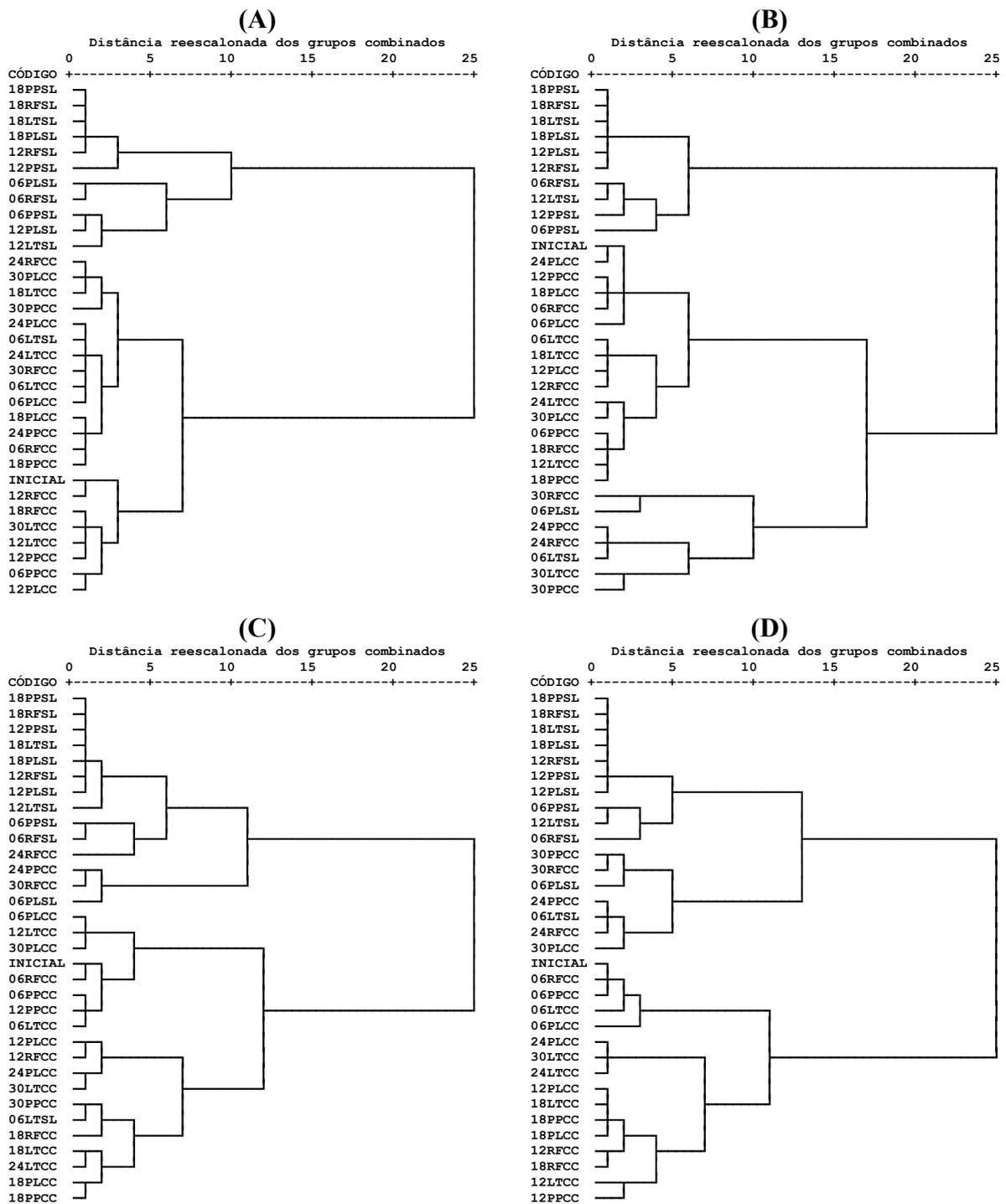
variável considerada. A posição da linha vertical indica a distância entre os elementos fundidos. As fusões na origem formam os grupos homogêneos, e, no final da escala, os grupos heterogêneos (Tonin e Perez, 2006). Para a germinação e emergência foram adotados os grupos formados no valor 7 da escala, equivalente a um valor máximo de agrupamento igual a 28% do maior valor da variável utilizada, isto se a linha vertical estiver exatamente nesta posição da escala.

A Tabela 2 contém um resumo das informações de cada grupo formado e informa o número total de tratamentos para cada ambiente de armazenamento, e a faixa dos valores de germinação e de emergência, nos respectivos substratos. A característica inicial dos diásporos foi incluída, pela análise de agrupamento, no primeiro grupo.

Na germinação sobre papel, o primeiro grupo formado apresentou os tratamentos com a germinação de 54% a 73%. Neste grupo, além do controle, estão os tratamentos mantidos em câmara, com todas as embalagens e períodos de armazenamento, e dos diásporos acondicionados em lata, e armazenados no ambiente, até seis meses.

Os dois grupos restantes são constituídos com os outros tratamentos cujos diásporos foram mantidos em ambiente. O segundo grupo, 14% a 29%, contém os tratamentos com as outras embalagens, aos seis meses, e mais o da embalagem de lata e de polietileno, aos 12 meses de armazenamento. O terceiro grupo, 0% a 8%, é constituído pelos tratamentos com as embalagens de papel e de malha, aos 12 meses, e de todas as embalagens aos 18 meses, quando os diásporos estavam deteriorados.

A germinação em areia formou quatro grupos, detectando maiores diferenças entre os tratamentos, em relação à germinação sobre papel. Para Pacheco *et al.* (2006), a areia exige reumedecimento diário, e isto não foi necessário neste trabalho, provavelmente em função da película de filme de PVC transparente colocada sobre a caixa plástica.



**Figura 4** - Dendrograma do agrupamento da germinação sobre papel (A) e em areia (B), e da emergência em areia (C) e em substrato comercial (D) de diásporos de *Myracrodruon urundeuva* armazenados sob diferentes condições, e os respectivos valores iniciais. Os dois primeiros dígitos representam o período de armazenamento (06, 12, 18, 24 e 30 meses); as duas letras centrais, as embalagens (LT = lata; PL, PP e RF, respectivamente, sacos de polietileno, de papel, e de malha); e as últimas duas letras os ambientes de armazenamento (CC = câmara, e SL = ambiente).

**Tabela 2** - Número de tratamentos semelhantes pela análise de agrupamento, para a câmara (CC) e ambiente (SL), e respectiva faixa de germinação (G) e de emergência (E), nos substratos, de diásporos de *Myracrodruon urundeuva* armazenados sob diferentes condições.

Grupo	Germinação						Emergência					
	Sobre papel			Areia			Areia			Substrato comercial		
	CC	SL	G	CC	SL	G	CC	SL	E	CC	SL	E
1	21*	1	54 a 73	16*	0	52 a 68	8*	0	56 a 65	5*	0	67 a 75
2	0	5	14 a 29	4	1	34 a 48	10	1	35 a 51	11	0	44 a 63
3	0	6	0 a 8	1	1	23 e 29	2	1	23 a 28	5	2	24 a 38
4				0	10	0 e 16	1	10	0 a 16	0	10	0 a 13

(\*) grupo onde foi incluída a condição inicial dos diásporos (germinação sobre papel, 71%, em areia, 63%; e emergência em areia, 64%, e substrato comercial, 68%).

Os dois primeiros grupos contêm quase os mesmos tratamentos incluídos no primeiro grupo da germinação sobre papel, exceto aquele do acondicionamento em malha com 30 meses de armazenamento. No primeiro grupo, 52% a 68%, estão os tratamentos mantidos em câmara, com todas as embalagens, por seis, 12 e 18 meses, além daqueles acondicionados em lata aos 24 meses, e em saco de polietileno, aos 24 e 30 meses de armazenamento.

No segundo grupo, 34% a 48%, estão incluídos os tratamentos das embalagens de papel e de malha armazenados por 24 meses em câmara, e das embalagens de lata e de polietileno, mantidas no mesmo ambiente por 30 meses, além dos diásporos acondicionados em lata e mantidos em ambiente, por seis meses. O terceiro grupo contém o tratamento dos diásporos acondicionados em malha e mantidos em câmara por 30 meses e o de polietileno em ambiente, por seis meses, germinação respectiva de 23% e 29%. No último grupo, 0% a 16%, estão os tratamentos dos diásporos mantidos em ambiente, por seis, 12 e 18 meses.

Na avaliação do vigor dos diásporos armazenados, pelo teste de emergência em substrato de areia, a análise de agrupamento resultou em quatro grupos, cujos tratamentos estão agrupados de forma muito semelhante ao obtido pela germinação em laboratório, também no substrato de areia. Além da condição inicial, o primeiro grupo, emergência de 56% a 65%, e o segundo grupo, 35% a 51%, concentram a maioria dos tratamentos mantidos

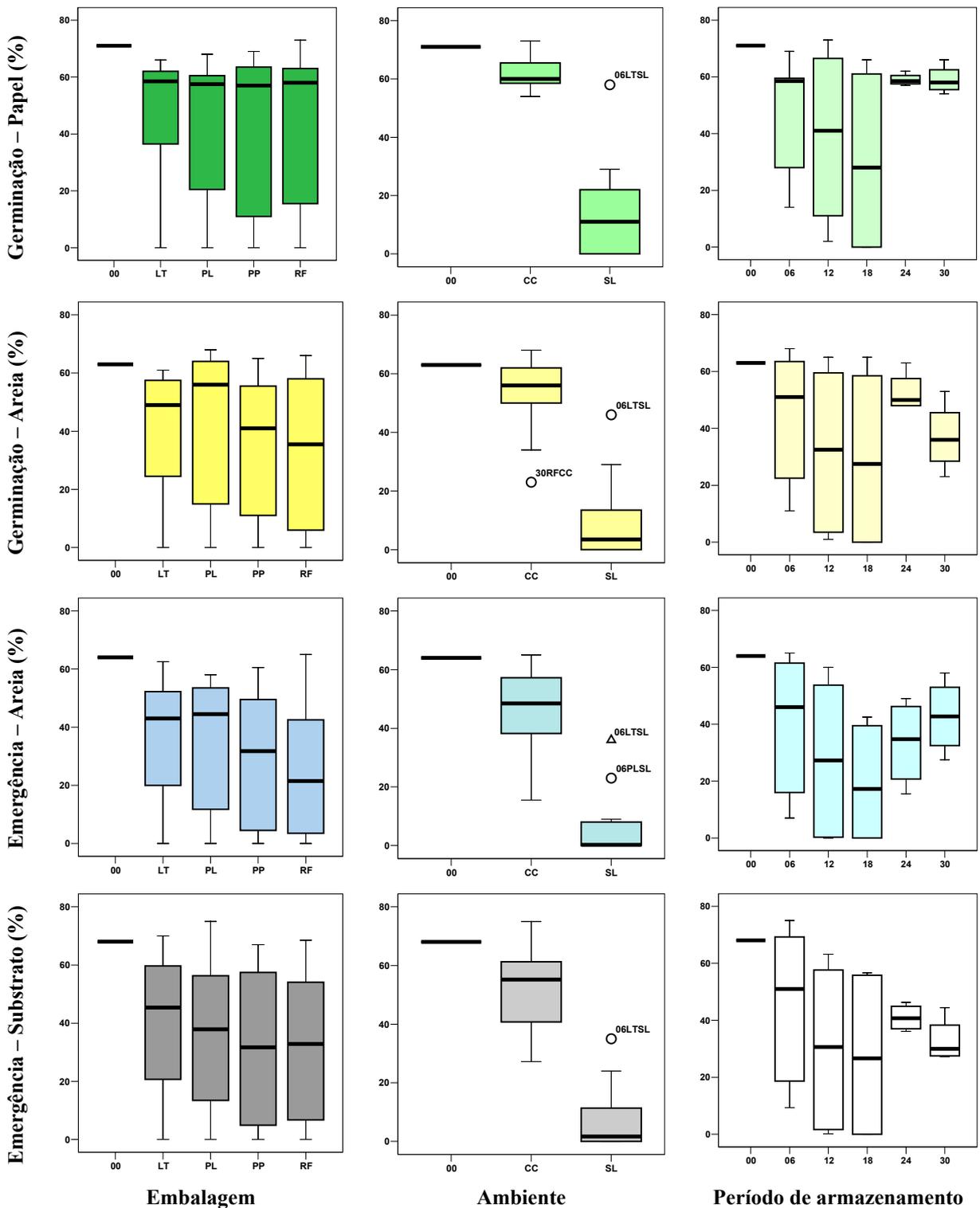
em câmara. No segundo grupo está incluso o primeiro tratamento mantido em ambiente, constituído pelo acondicionamento na embalagem de lata aos seis meses de armazenamento.

O terceiro grupo, emergência de 23% a 28%, é constituído pelos tratamentos dos diásporos acondicionados em polietileno, aos seis meses de armazenamento em ambiente, e também daqueles acondicionados em papel, aos 24 meses, e de malha, aos 30 meses de armazenamento em câmara. O quarto grupo, com emergência de 0% a 16%, concentra os outros tratamentos mantidos em ambiente, além dos diásporos acondicionados em malha e mantidos em câmara por 24 meses.

A análise de agrupamento da emergência em substrato comercial também resultou em quatro grupos, e os resultados se expressaram de forma semelhante, com a inclusão da condição inicial no primeiro grupo, emergência de 67% a 75%. Este grupo, e o segundo, 44% a 63%, somente contêm tratamentos mantidos em câmara. Ainda é possível observar no primeiro grupo, todas as embalagens aos seis meses, e, no segundo, todas as embalagens aos 12 e 18 meses de armazenamento.

Com emergência de 24% a 38%, no terceiro grupo estão os outros tratamentos mantidos em câmara por 24 e 30 meses, além de dois tratamentos mantidos em ambiente, quando os diásporos foram acondicionados em lata e polietileno até seis meses de armazenamento. No último grupo estão todos os outros tratamentos mantidos em ambiente por seis, 12 e 18 meses, cuja emergência variou de 0% a 13%.

Para facilitar a discussão dos resultados, na Figura 5 estão os diagramas de caixas para a germinação e a emergência dos diásporos de aroeira armazenados sob diferentes condições, mas separados em função de cada um dos fatores: embalagem, período e ambiente de armazenamento. Uma visão geral dos diagramas de caixas apresenta uma alta similaridade quando os dados são analisados individualmente para cada um dos fatores considerados, com algumas peculiaridades relacionadas com os diferentes métodos de análise.



**Figura 5** - Diagrama de caixas com mediana, quartís, dispersos ( $\circ$ ), e extremos ( $\Delta$ ) da germinação e da emergência de diásporos de *Myracrodruon urundeuva*, no respectivo substrato, em função da embalagem (LT = lata; PL, PP e RF, respectivamente, sacos de polietileno, de papel, e de malha); do ambiente (CC = câmara, e SL = ambiente) e do período de armazenamento. A barra isolada é o valor inicial.

Os diagramas do lado esquerdo estão relacionados com o fator embalagem, e, exceto para a análise da germinação sobre papel, todas as outras análises demonstraram uma diminuição no valor da mediana da embalagem impermeável para as semipermeáveis e depois para a permeável, em relação às trocas de vapor de água. Isto indica que os métodos expressaram resultados diferentes na análise da viabilidade dos diásporos armazenados, e isto não ocorreu na análise do vigor.

Também foi observada uma diminuição na faixa dos valores do primeiro quarto, que se aproximaram do valor mínimo, para todas as embalagens, o que deve ser atribuído mais ao efeito do ambiente, do que das embalagens utilizadas.

No último quarto de valores, de modo geral, a faixa se ampliou, mas o valor máximo variou pouco entre as embalagens, e, neste caso, é mais adequado relacionar o efeito ao ambiente de câmara.

Os efeitos da embalagem na diminuição da deterioração foram registrados de forma isolada. Para constatar este fato é necessário analisar os quatro diagramas centrais que se referem ao efeito do ambiente de armazenamento sobre a manutenção da viabilidade e do vigor. É possível observar que as caixas são distintas para cada ambiente: as de câmara contêm valores acima de 30% até o valor inicial, enquanto as do ambiente estão abaixo de 30% e suas medianas próximas ao valor zero ou agrupadas neste valor.

Novamente o método de análise expressou maiores ou menores variações, sendo que a germinação sobre papel registrou a menor amplitude de resultados, em relação à germinação em areia. De outro lado, a amplitude da emergência foi semelhante, mas com valores maiores para a emergência em substrato comercial, em relação à areia.

Outro aspecto é relativo aos valores dispersos observados em todos os diagramas para a viabilidade e o vigor dos diásporos acondicionados em lata e armazenados em ambiente, aos seis meses de armazenamento. Também foi registrado como disperso o valor da emergência

em areia obtido para os diásporos acondicionados em polietileno e armazenados por seis meses em ambiente, e mais o valor da emergência em areia, para os diásporos acondicionados em malha e armazenados por 30 meses em câmara.

Nos dois primeiros casos, o resultado reflete o efeito positivo da embalagem na conservação da qualidade dos diásporos no ambiente, enquanto no terceiro, reflete a maior deterioração proporcionada pela embalagem, no ambiente de câmara.

O tipo de permeabilidade da embalagem de lata e de polietileno não impediu que os diásporos apresentassem uma alteração no seu teor de água inicial, aos seis meses, mantidos em ambiente, em relação às outras embalagens. Contudo, as trocas foram menores e a menor atividade metabólica permitiu a conservação da energia para garantir a germinação e a emergência. O efeito inverso foi observado na câmara, aos 30 meses, para os diásporos acondicionados em malha. Ainda que este ambiente tenha algum controle, apresenta alguma variação na temperatura e na umidade relativa.

A redução na viabilidade dos diásporos mantidos em ambiente está relacionada com a variação no teor de água e na temperatura, pois o aumento da atividade respiratória reduz a sua qualidade, como consequência da diminuição ou esgotamento das reservas (Carneiro e Aguiar, 1993). A temperatura afeta diretamente a velocidade das reações químicas, acelerando a respiração e o desenvolvimento de microrganismos, de modo que a sua redução beneficia a conservação de sementes ortodoxas (Marcos Filho, 2005).

Os resultados obtidos demonstram que o armazenamento em temperatura um pouco mais baixa que a do ambiente pode diminuir significativamente a velocidade de deterioração, e a disponibilizar os diásporos de aroeira por períodos mais longos, com certa independência da oferta natural de sementes. Ainda assim, a maioria dos trabalhos utiliza câmaras frias ou secas (Souza *et al.*, 1980; Frayha, 1999; Teófilo *et al.*, 2004), ou a criopreservação (Medeiros e Cavallari, 1992; Medeiros *et al.*, 1992; 2000).

Independentemente do método de análise, os resultados demonstram a importância do ambiente de armazenamento na diminuição da velocidade de deterioração dos diásporos de aroeira, e o ambiente de câmara foi mais efetivo nesta diminuição.

A análise da perda de viabilidade ou de vigor, em função do período de armazenamento, nos diagramas do lado direito (Figura 5), registra um comportamento semelhante quanto ao valor da mediana, com uma diminuição gradativa até 18 meses, e posteriormente apresenta valores superiores aos 24 e 30 meses de armazenamento.

Como a deterioração não é reversível, este comportamento é explicado pela não avaliação dos diásporos armazenados em ambiente, aos 24 e 30 meses, pois já haviam perdido a viabilidade aos 18 meses de armazenamento. Como esta perda foi gradual, a presença dos menores valores de germinação e de emergência são os responsáveis por tal comportamento, que se manifesta basicamente no primeiro quarto de valores, que diminui dos seis aos 12 meses, e forma uma única linha aos dezoito, com a total deterioração.

De outro lado, a análise das caixas aos 24 e 30 meses permite uma interpretação dos efeitos do método de análise, pois são relativos apenas aos diásporos armazenados em câmara. Assim a emergência sobre papel proporcionou resultados similares nos dois períodos e de pequena amplitude, enquanto a germinação em areia apresentou maiores diferenças com o aumento da amplitude e a diminuição da viabilidade dos diásporos.

Também é possível observar que, exceto para a germinação em papel, as outras formas de avaliação da qualidade dos diásporos de aroeira armazenados com seis meses revelaram valores superiores à qualidade inicial. Isto pode ter relação com a presença de diásporos ainda imaturos na colheita e que atingiram a maturidade fisiológica durante este período.

A viabilidade e o vigor dos diásporos de aroeira diminuem com o tempo, e este fato pode ser detectado por todas as técnicas utilizadas. No ambiente, o resultado obtido é inferior ao registrado por Souza *et al.* (1980) e Teófilo *et al.* (2004) que registraram a manutenção da

viabilidade de diásporos de aroeira até sete e nove meses, respectivamente. Contudo, é semelhante ao observado por Duarte (1978). Para o armazenamento em câmara, os trabalhos registraram a manutenção da viabilidade e parcialmente do vigor, mas em períodos menores: 12 meses (Teófilo *et al.*, 2004); 13 meses (Souza *et al.*, 1980); e 14 meses (Frayha, 1999).

Sementes de *Acacia polyphylla* acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em ambiente têm a germinação reduzida a partir do quarto mês, mas em câmara fria mantiveram a germinação por um ano, enquanto em embalagem de vidro a qualidade fisiológica foi mantida por dois anos (Araújo Neto *et al.*, 2005).

Resultados semelhantes foram observados com *Cnidoscylus phyllacanthus* cujas sementes armazenadas em ambiente de sala deterioraram acentuadamente a partir de 90 dias de armazenamento, enquanto em câmara seca, mantiveram a germinação por 360 dias, independente da embalagem utilizada (Silva *et al.*, 2005). Corlett *et al.* (2007) concluíram que sementes de *Bixa orellana* acondicionadas em embalagens de alumínio e de polietileno, em condições de vácuo, preservaram a qualidade fisiológica, quando mantidas em freezer e refrigerador, em relação à câmara fria e em ambiente.

Apesar da germinação sobre papel ser amplamente utilizada (Souza *et al.*, 1980; Medeiros e Cavallari, 1992; Silva *et al.*, 2002), neste trabalho foi observado que, algumas vezes, a radícula não ficou agregada ao substrato e dificultou a liberação dos cotilédones do exocarpo do fruto, considerando que a germinação da aroeira é epígea.

Este fato não aconteceu com o substrato areia que, contudo, impôs uma barreira física a ser vencida durante a germinação, mas que também atuou na retenção do exocarpo. Desta forma, foi possível observar que isto afetou a germinação e se manifestou na maior distribuição dos resultados, em relação à germinação sobre papel. Apesar disso, Pacheco *et al.* (2006) não encontraram diferenças ao comparar a germinação de diásporos de aroeira, nos substratos entre e sobre papel, areia, vermiculita e fibra de coco.

Santos e Aguiar (2000) concluíram que a germinação sobre areia foi a mais adequada para sementes de *Sebastiania commersoniana*, quando comparada com entre areia, entre papel, e sobre papel. Os mesmos tratamentos para a germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* revelaram que o melhor substrato foi entre papel (Alves *et al.*, 2002).

Como este trabalho procura determinar uma forma simples de armazenamento para disponibilizar diásporos de aroeira para a produção de muda, também se efetuou a emergência em areia, pois Carvalho (2003) recomenda a semeadura em canteiro seguida de repicagem para as embalagens definitivas. Também foi utilizada a emergência em substrato comercial, considerando que a semeadura direta na embalagem é uma técnica que pode evitar perdas e defeitos no sistema radicular, em relação ao processo de repicagem.

Neste caso, não foi possível distinguir alterações permanentes entre as emergências nos diferentes substratos, e mesmo comparadas aos resultados de laboratório. Na casa de vegetação, as caixas com areia, não foram cobertas e eram furadas, e isto suscita a possibilidade de que algumas diferenças observadas na emergência em areia possam estar relacionadas com a percolação e a maior evaporação. Isto pode ter ocasionado uma menor disponibilidade de água, ainda que por curto período. De outro lado, as diferenças entre os valores para os dois tipos de substratos foram pequenas.

O substrato comercial, apesar de apresentar densidade inferior à da areia, possui em sua formulação a vermiculita que retém a água por mais tempo. A menor variação da umidade no substrato poderia favorecer a absorção de água pelos diásporos nos tubetes, e expressar um maior valor de emergência, ainda que as regas tenham sido homogêneas para ambos.

A Tabela 3 contém os coeficientes de correlação simples de Kendall Tau entre todas as variáveis. As correlações significativas, positivas, e adjetivadas como muito altas, foram entre os resultados da germinação em areia, tanto com a emergência em areia (0,724) como em substrato comercial (0,827), e também entre estes dois substratos utilizados para emergência

(0,771). De outro lado, apesar de significativas e positivas, foram adjetivas como substanciais as correlações entre a germinação sobre papel, tanto com a germinação em areia (0,621), como as emergências em areia (0,646) e em substrato comercial (0,693).

**Tabela 3** - Coeficiente de correlação de Kendall Tau entre a germinação sobre papel (SP) e em areia (SA), a emergência em areia (EA) e em substrato comercial (ES), e os respectivos tempos médios (TSP, TSA, TEA, TES), a condutividade elétrica (CE), e a massa de mil diásporos (MM) de *Myracrodruon urundeuva* armazenados sob diferentes condições.

	SP	SA	EA	ES	TSP	TSA	TEA	TES	CE
<b>SA</b>	0,621** SB								
<b>EA</b>	0,646** SB	0,724** MA							
<b>ES</b>	0,693** SB	0,827** MA	0,771** MA						
<b>TSP</b>	-0,383** MD	-0,470** MD	-0,491** MD	-0,557** SB					
<b>TSA</b>	-0,530** SB	-0,491** MD	-0,512** SB	-0,558** SB	0,261 *				
<b>TEA</b>	0,023 NG	-0,244 * BX	-0,311 * MD	-0,328** MD	0,447** MD	0,211 BX			
<b>TES</b>	-0,406** MD	-0,480** MD	-0,402** MD	-0,499** MD	0,231 * BX	0,548** SB	0,316 * MD		
<b>CE</b>	-0,152 BX	-0,113 BX	-0,090 NG	-0,088 NG	-0,315** MD	0,173 BX	-0,088 NG	0,276 * BX	
<b>MM</b>	0,187 BX	0,167 BX	0,175 BX	0,145 BX	-0,103 BX	-0,356** MD	-0,094 NG	-0,265 * BX	-0,178 BX

(\*)  $p < 0,05$  e (\*\*)  $p < 0,01$ . Adjetivos: NG: Negligenciável (0,001 a 0,099); BX: Baixa (0,100 a 0,299); MD: Moderada (0,300 a 0,499); SB: Substancial (0,500 a 0,699); MA: Muito alta (0,700 a 0,999); PF: Perfeita (1,000).

Isto confirma que a análise através da germinação sobre papel, dos diásporos de aroeira armazenados fornece a melhor avaliação da sua viabilidade, com similaridade entre as outras formas de avaliação, tanto da viabilidade, quando do vigor. Estes resultados coadunam com aqueles obtidos por Marques *et al.* (2002b) que discriminaram de modo eficiente três lotes de *Dalbergia nigra*, com alta correlação entre os resultados de laboratório e de viveiro.

Este aspecto é importante, quando se avalia a maior correlação obtida, pois fornece um indicativo de que o resultado da análise em laboratório poderá se repetir na análise em casa de vegetação, ou mesmo no processo de produção da muda. É uma ferramenta que pode auxiliar na previsão dos resultados na atividade produtiva.

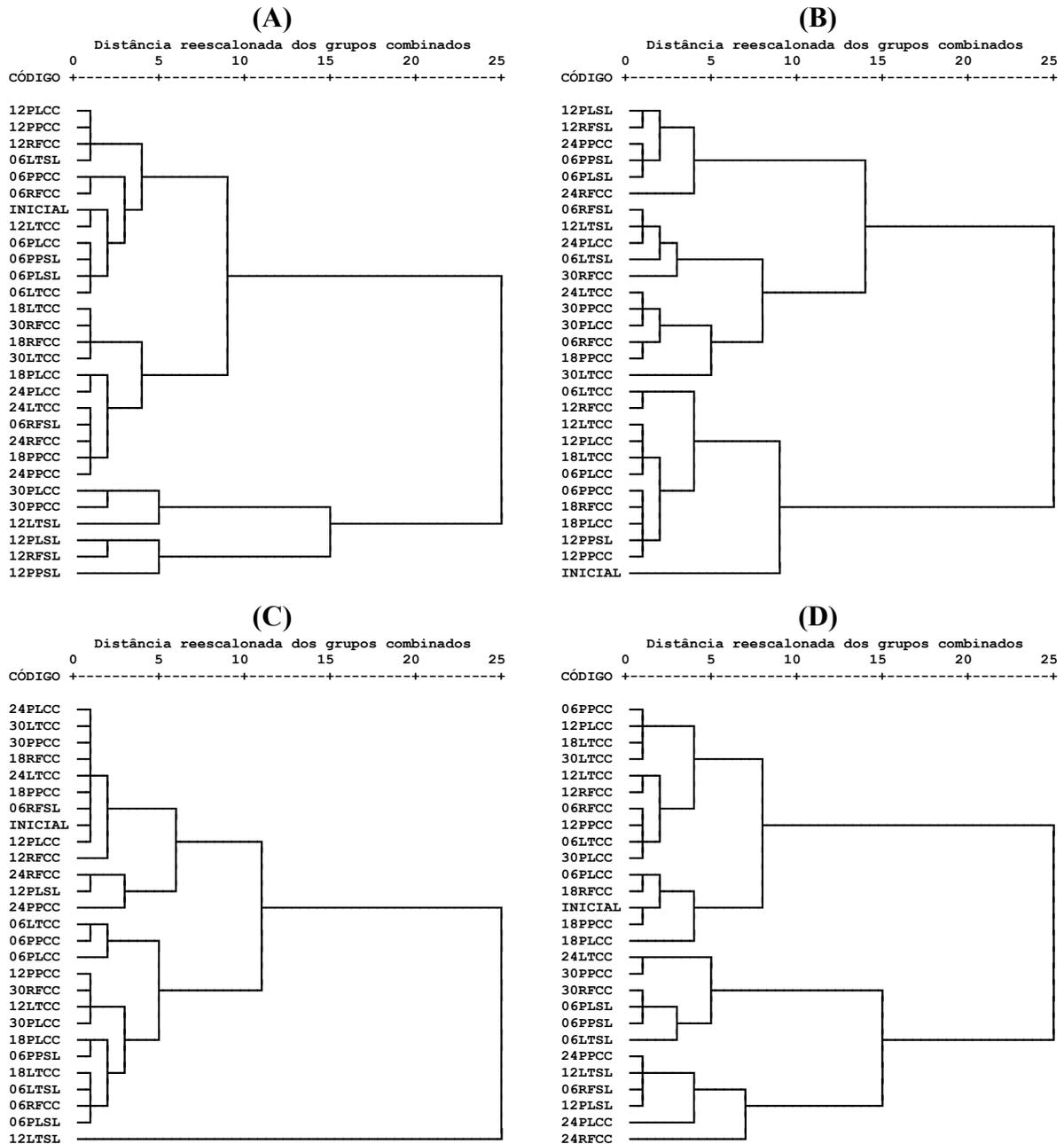
### **Tempo médio de germinação dos diásporos e emergência de plântulas**

O resultado da análise dos tempos médios para os diásporos de aroeira armazenados está representado pelos dendrogramas da Figura 6. Os tratamentos cujos valores de germinação e emergência foram nulos, pela perda de viabilidade dos diásporos, foram excluídos desta análise, ainda que tenham sido utilizados anteriormente. Isto porque é possível afirmar que uma semente não germinou, mas não é possível definir o tempo que a mesma demorou em não germinar. Assim esta variável não é adequada para esta situação.

Como os tempos médios de germinação e de emergência abrangem uma faixa de valores bem menor, se comparados com a porcentagem de germinação e de emergência, foi possível adotar os grupos formados no valor 10 da escala, equivalente a um valor máximo de agrupamento igual a 40%. Ainda que isto, aparentemente, resulte em um valor alto, ainda assim resulta em diferenças médias em torno de um dia, entre os grupos formados.

Para facilitar a interpretação, na Tabela 4 estão o número total de tratamentos para cada ambiente de armazenamento, e a faixa dos valores dos tempos médios de germinação e de emergência, nos respectivos substratos. O valor inicial também foi incluído, e, para todas as condições de análise, foram obtidos três grupos de tratamentos semelhantes.

Na análise sobre papel, o primeiro grupo, 3,5 a 4,7 dias, contém o tempo médio do controle, e dos tratamentos com todas as embalagens mantidas em câmara até 30 meses, exceto das embalagens de polietileno e de papel, e os tratamentos mantidos até seis meses em ambiente, em todas as embalagens. No segundo grupo, 5,0 a 5,6 dias, estão as embalagens de polietileno e de papel, mantidas em câmara até 30 meses, e a embalagem de lata em ambiente, por 12 meses. No terceiro grupo, 6,3 a 7,0 dias, os tratamentos com as embalagens mantidas em ambiente por 12 meses, pois aos 18 meses, a deterioração foi completa.



**Figura 6** - Dendrograma do agrupamento do tempo médio de germinação sobre papel (A) e em areia (B), e do tempo médio de emergência em areia (C) e em substrato comercial (D) de diásporos de *Myracrodruon urundeuva* armazenados sob diferentes condições, e os respectivos valores iniciais. Foram excluídos os tratamentos cujos diásporos não germinaram ou não emergiram. Os dois dígitos representam o período de armazenamento (06, 12, 18, 24 e 30 meses); as duas letras centrais, as embalagens (LT = lata; PL, PP e RF, respectivamente, sacos de polietileno, de papel, e de malha); e as últimas duas letras os ambientes de armazenamento (CC = câmara, e SL = ambiente).

Para o tempo médio de germinação em areia, o primeiro grupo, 3,4 a 3,9 dias, além da germinação inicial, contém basicamente os tratamentos mantidos em câmara, com a maioria das embalagens para os períodos de seis a 18 meses de armazenamento, e um tratamento mantido em ambiente por 12 meses, em saco de papel. O segundo grupo, 4,1 a 4,6 dias concentra os tratamentos mantidos em câmara entre 18 e 30 meses, com todo tipo de embalagem, além daqueles referentes à embalagem de lata mantida em ambiente durante seis e 12 meses, e de malha, por seis meses, neste mesmo ambiente. No terceiro grupo, estão os tratamentos das embalagens de maior permeabilidade mantidos em câmara por 24 meses e os outros mantidos no ambiente.

**Tabela 4** - Número de tratamentos semelhantes pela análise de agrupamento, para a câmara (CC) e ambiente (SL), e respectiva faixa de tempo médio de germinação (TG) e de emergência (TE), nos respectivos substratos, de diásporos de *Myracrodruon urundeuva* armazenados sob diferentes condições. Foram excluídos os tratamentos cujos diásporos não germinaram.

Grupo	Tempo médio de germinação (dias)						Tempo médio de emergência (dias)					
	Sobre papel			Areia			Areia			Substrato comercial		
	CC	SL	TG	CC	SL	TG	CC	SL	TE	CC	SL	TE
1	19*	4	3,5 a 4,7	11*	1	3,4 a 3,9	10	3	4,0 a 4,8	15*	0	4,9 a 5,9
2	2	1	5,0 a 5,6	8	3	4,1 a 4,6	11*	2	4,9 a 6,1	3	3	6,3 a 6,9
3	0	3	6,3 a 7,0	2	4	4,8 a 5,0	0	1	8,8	3	3	7,2 a 8,1

(\*) grupo onde foi incluída a condição inicial dos diásporos (tempo médio de germinação sobre papel, 3,8 dias, em areia, 3,4 dias; e emergência em areia, 5,0 dias, e em substrato comercial, 5,1 dias).

Para este tipo de análise, os valores do primeiro grupo, 3,4 a 3,9 dias, foram inferiores aos valores encontrados por Pacheco *et al.* (2006), quando testaram diferentes substratos, e obtiveram os menores tempos médios de germinação em temperaturas constantes, nos substratos: entre papel e fibra de coco, 4,4 dias; entre e sobre vermiculita, 4,2 dias; e sobre fibra de coco, 4,1 dias. De outro lado, foram superiores aos 2,8 dias obtidos por Dorneles *et al.* (2005), que, contudo utilizaram o critério botânico, obviamente com menores valores.

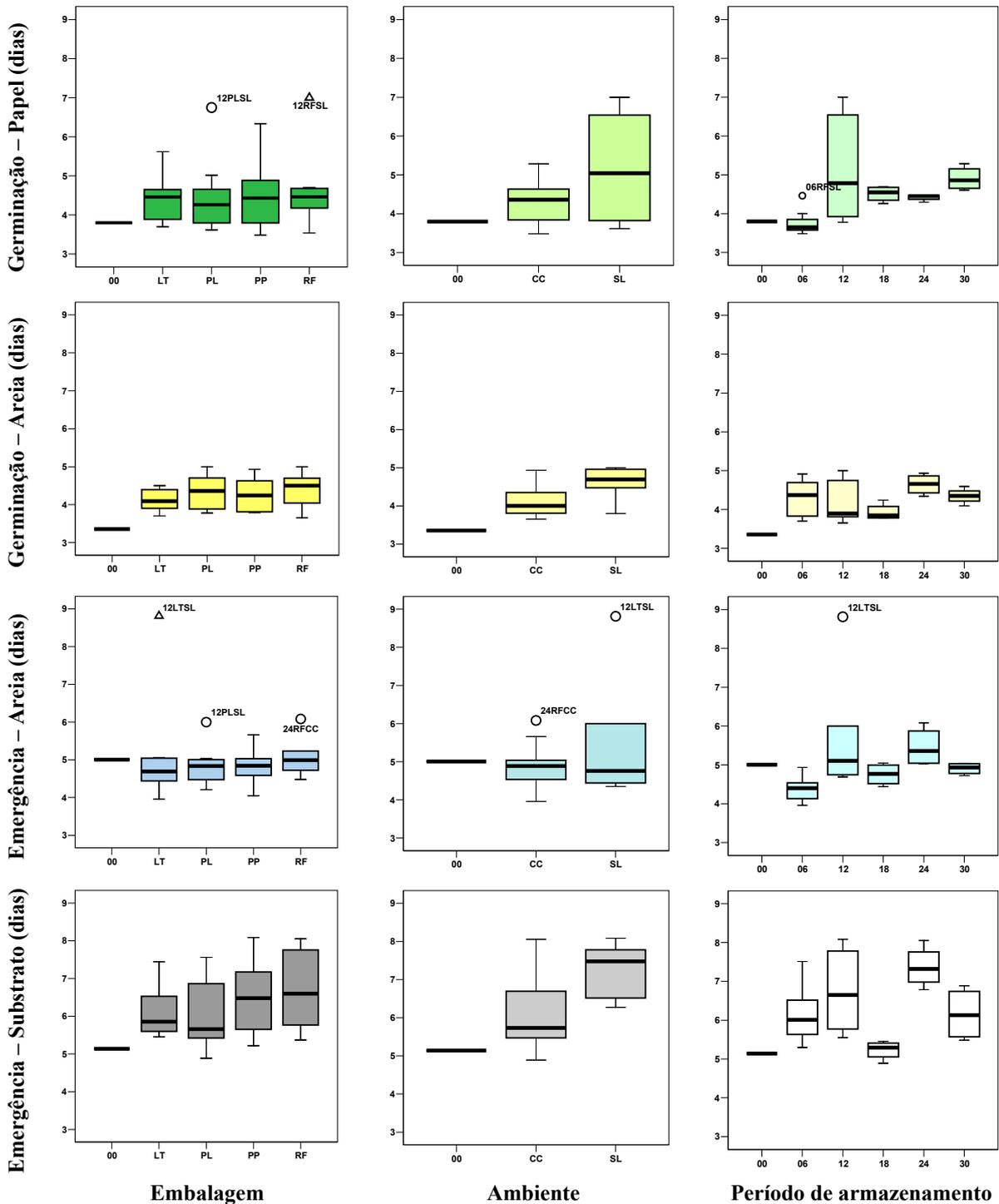
A análise do tempo médio de emergência em areia foi o único caso em que o tempo inicial não está no primeiro grupo, com 4,0 a 4,8 dias. Neste grupo estão os tratamentos de câmara, para todas as embalagens, e exceto para 24 meses, todos os outros períodos estão presentes, além de dois tratamentos de ambiente, com as embalagens lata e papel, aos seis meses de armazenamento.

O segundo grupo, 4,9 a 6,1 dias, contém o tempo inicial e dois tratamentos do ambiente, com a embalagem de malha aos seis meses e de polietileno aos 12 meses, além dos outros tratamentos mantidos em câmara, com todos os períodos e embalagens. O último grupo, 8,8 dias, contém apenas o tratamento da embalagem de lata, que foi mantida em ambiente, por 12 meses.

Para o tempo médio de emergência em substrato comercial, o primeiro grupo, 4,9 a 5,9 dias, contém o valor inicial e apenas os tratamentos mantidos em câmara, até 18 meses, com todos os tipos de embalagem, mais os tratamentos mantidos por 30 meses neste ambiente, com as embalagens impermeável e semipermeável. O segundo e o terceiro grupos, respectivamente, 6,3 a 6,9 dias e 7,2 a 8,1 dias, contêm todos os tratamentos mantidos em ambiente, com todas as embalagens, de seis e 12 meses, e os outros tratamentos da câmara controlada, com todas as embalagens, aos 24 e 30 meses de armazenamento.

Na Figura 7 estão os diagramas de caixas para o tempo médio de germinação e o tempo médio de emergência, em função de cada um dos fatores: embalagem, ambiente e período de armazenamento. Os diagramas do lado esquerdo estão relacionados com o fator embalagem, e, exceto para o substrato comercial, os tempos médios não demonstraram um aumento no valor da mediana para as embalagens, em relação ao aumento da permeabilidade.

O tempo médio de emergência em substrato comercial apresentou um valor crescente para a mediana, e com amplitude maior. Isto pode ter ocorrido em função da densidade do substrato, com uma menor oferta de água, e com isto aumentou o tempo de emergência.



**Figura 7** - Diagrama de caixas com mediana, quartís, dispersos ( $\circ$ ), e extremos ( $\Delta$ ) do tempo médio de germinação e da emergência de diásporos de *Myracrodruon urundeuva*, no respectivo substrato, em função da embalagem (LT = lata; PL, PP e RF, respectivamente, sacos de polietileno, de papel, e de malha); do ambiente (CC = câmara, e SL = ambiente) e do período de armazenamento. A barra isolada é o valor inicial.

Os quatro diagramas centrais referem-se ao efeito do ambiente de armazenamento sobre o tempo médio de germinação e de emergência dos diásporos de aroeira, e neste caso, os resultados apresentam as caixas e o comportamento das medianas semelhantes, exceto para a análise efetuada no substrato de areia em casa de vegetação. Neste caso a mediana permaneceu próximo aos cinco dias, enquanto nos outros diagramas as medianas foram maiores para o ambiente, em relação à câmara, e este maior em relação ao tempo inicial. Este fato é decorrente do maior consumo de energia do diásporo durante o armazenamento em ambiente, aumentando assim esta variável, em relação aos diásporos que foram mantidos em câmara, com menor temperatura, e um menor consumo de energia armazenada.

Os diagramas da direita apresentam a variação do tempo médio de germinação e de emergência em função do período de armazenamento, e é possível verificar que as medianas não apresentaram um comportamento semelhante ao observado para a germinação e para a emergência, nos diferentes substratos testados.

O pressuposto de que o tempo médio de germinação poderia aumentar com o aumento do período de armazenamento é parcialmente aparente para a análise da germinação sobre papel e em areia. Contudo, a diferença está na variação de 4 para 5 dias que se observou no substrato sobre papel, enquanto no substrato de areia variou de 3,5 para 4,5 dias.

Esta variação pode estar relacionada com a falta de apoio para reter o exocarpo do fruto e facilitar o surgimento do cotilédone, o que não aconteceu na areia. Para facilitar este processo alguns trabalhos utilizam o rolo de papel toalha, tipo “Germitest” (Martins Netto e Faiad, 1995; Salomão e Allem, 2001; Teófilo *et al.*, 2004), mas que apresenta o inconveniente de poder afetar o processo, quando são registradas as leituras diárias.

Ainda é possível observar o efeito da germinação mais lenta dos diásporos mantidos em ambiente, cujas caixas de resultados apresentam maior comprimento aos 12 meses, com um valor máximo próximo aos 7 dias, analisados pela germinação sobre papel, e de até 6 dias

para a emergência em areia, e até 8 dias para a emergência em substrato comercial. O comportamento mais irregular foi registrado para o tempo de emergência em substrato comercial, que pode estar relacionado com a sua consistência e densidade.

Entre os tempos médios de germinação e emergência, para os substratos utilizados, somente foi encontrada uma correlação significativa e positiva (0,548) que foi adjetivada como substancial, e que foi entre o tempo médio de germinação em areia com o tempo de emergência em substrato (Tabela 3). Outras duas foram adjetivadas como moderadas, que foi o tempo de emergência em areia, tanto com o tempo de germinação sobre papel (0,447), como com o tempo de emergência em substrato (0,316). As outras correlações foram moderadas ou baixas, indicando que o substrato pode interferir nestas análises, pela resistência física imposta à emergência dos cotilédones ou a fixação da raiz. De acordo com Piña-Rodrigues *et al.* (2004), condições diferenciadas de água, luz e substrato no teste de germinação podem afetar a análise do vigor quando se utiliza o tempo médio como a variável dependente.

O tempo maior esperado na emergência também ocorreu (Tabela 3). Quando se analisou a correlação entre a germinação e a emergência, com os respectivos tempos médios, todas as 16 combinações foram negativas, como era de se esperar, apenas uma não foi significativa, contudo, apenas quatro foram adjetivadas como substanciais.

As correlações substanciais e inversamente proporcionais foram: o tempo médio de germinação em areia tanto com a germinação em papel (-0,530), como com as emergências em areia (-0,512) e em substrato comercial (-0,558); além do tempo médio de germinação sobre papel que foi inversamente proporcional à emergência em substrato comercial (-0,557).

Das doze combinações restantes, dez apresentaram correlações inversas e adjetivadas como moderadas; uma delas, de baixa correlação; e a última, de correlação negligenciável, que também foi a única que não apresentou significância (Tabela 3). Isto pode decorrer do fato de que o tempo médio tanto de germinação como de emergência dos diásporos de aroeira,

é relativamente curto, resultando no agrupamento da grande maioria dos tratamentos, em um único grupo, dificultando uma maior diferenciação entre esta variável.

O avanço da deterioração está relacionado com a diminuição da energia disponível para manter a semente viável. A diminuição da energia está refletida nos menores valores de germinação ou emergência. Como consequência também pode ser mais lento o processo de multiplicação celular, com retardamento das fases de protrusão, liberação de cotilédones e hipocótilo. O reflexo disto é registrado com um aumento no tempo médio de germinação ou emergência.

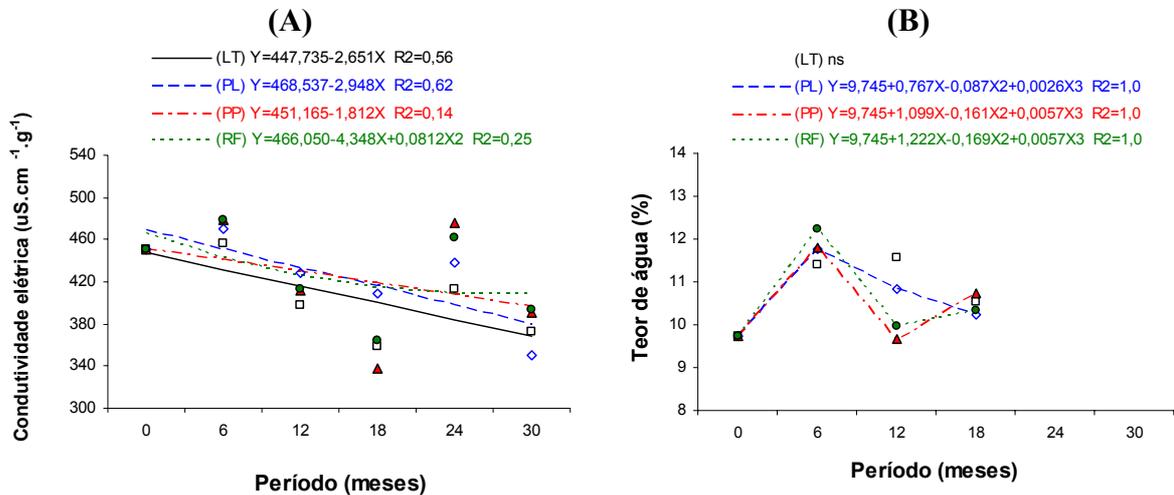
Ainda que existam alguns problemas com o substrato areia, em relação aos outros substratos (Pacheco *et al.*, 2006), o seu uso revelou melhor correlação para a análise em laboratório, em relação ao substrato sobre papel. Interessante seria este tipo de avaliação para outros substratos, pois a sua escolha adequada pode ter efeito diverso para as diferentes variáveis utilizadas na análise, ainda que a sua obtenção seja decorrente do mesmo teste (Piña-Rodrigues *et al.*, 2004).

Quanto ao substrato comercial, o resultado é positivo, pois revela a possibilidade de ser utilizada a emergência ou o seu tempo médio para avaliação dos diásporos de aroeira, em destaque se o objetivo for para a produção de mudas.

### **Condutividade elétrica**

A variação da condutividade elétrica dos diásporos armazenados de aroeira está na Figura 8, expressa por curvas de regressão, sendo a condutividade elétrica inicial de 450,42  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ . Na câmara, independente do tipo de embalagem, foi observado um decréscimo na condutividade elétrica dos diásporos de aroeira, durante o armazenamento. Exceto para os diásporos acondicionados em lata, que apresentaram uma tendência de estabilização no final

do período de armazenamento, os diásporos acondicionados nas outras embalagens apresentaram um decréscimo de comportamento linear.



**Figura 8** - Condutividade elétrica de diásporos de *Myracrodruon urundeuva* acondicionados em: lata (LT, □); e em sacos de polietileno (PL, ◇), de papel (PP, ▲), e de malha (RF, ●) em função do período de armazenamento em câmara (A) e, em ambiente (B). Condutividade elétrica inicial de  $450,42 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ . (ns) = regressão não significativa.

Com os diásporos mantidos em ambiente, independente da embalagem, a variação da condutividade apresentou comportamento de 3º grau. Exceto para os diásporos mantidos na embalagem de lata, os mantidos nas outras embalagens apresentaram um aumento na condutividade, aos seis meses, seguido de diminuição aos 12 e novo aumento aos 18 meses.

A análise da viabilidade desses diásporos armazenados na câmara revelou uma pequena diminuição nesta característica até os 30 meses, e, para os armazenados no ambiente, a diminuição se manifestou aos seis meses, aumentou aos 12 meses, e foi suprimida aos 18 meses. Desta forma, o esperado seria que os valores de condutividade aumentassem, para caracterizar a diminuição no vigor dos diásporos de aroeira, o que não foi observado.

Este teste está fundamentado no fato de que a semente menos vigorosa apresenta menor velocidade de restabelecimento na integridade das membranas celulares durante a embebição, com liberação de maiores quantidades de solutos para o meio exterior. Entre os

lixiviados são citados: açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, proteínas, enzimas e íons orgânicos (Marcos Filho, 2005). A média dos principais componentes químicos de diásporos de aroeira é: proteínas, 36,3% (albumina, globulina, prolamina e glutelina); 26,5% de lipídeos; açúcares solúveis, 3,5% (arabinitol, manitol, glucitol e xilitol); 0,1% de amido, e 15,2% de outras substâncias não identificadas (Abdala *et al.*, 2002).

Durante o armazenamento, a diminuição do vigor expressa o aumento da deterioração e a maior liberação de exsudados e íons para o meio líquido facilitam a passagem de uma corrente elétrica, cuja intensidade pode ser medida. Desta forma ocorre um aumento no valor da condutividade elétrica, em relação a uma medição anterior, com as sementes vigorosas, em relação à medição recente. Isto foi registrado para *Dalbergia nigra* (Marques *et al.*, 2002a), *Pterogyne nitens* (Tonin *et al.*, 2005), *Sebastiania commersoniana* (Santos e Paula, 2005) e *Caesalpinia peltophoroides* (Pontes *et al.*, 2006). De outro lado, Kohama *et al.* (2006) já encontraram aumentos significativos na condutividade elétrica de sementes de *Eugênia brasiliensis* com aumento do nível de secagem, antes do armazenamento. Nesses ensaios, os valores de condutividade variaram de 50 a 200  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  (Marques *et al.*, 2002a); 110 a 410  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  (Tonin *et al.*, 2005); 40 a 220  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  (Santos e Paula, 2005); 50 a 60  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  (Pontes *et al.*, 2006); de 5 a 21  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  (Kohama *et al.*, 2006).

Lotes de aroeira coletados em três anos consecutivos e armazenados por 5, 17 e 29 meses em ambiente, apresentaram para frutos e sementes, respectivamente a condutividade de: 426,0  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  e 384,7  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ , germinação de 87% e 75%; para 17 e 29 meses não houve germinação e os valores foram respectivamente de: 499,7  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  e 516,7  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ; e 597,9  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  e 596,8  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  (Duarte *et al.*, 2000), e os autores consideraram que houve maior perda de eletrólitos com o armazenamento. Para um teste de progênes com aroeira, Baleroni *et al.* (2001) encontraram uma correlação de -0,69 entre a média geral da condutividade e a germinação média, respectivamente de 582,02  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  e 18,4%.

O baixo valor encontrado para os coeficientes de correlação entre a condutividade e a germinação sobre papel (-0,152), e em areia (-0,113), bem como da emergência em areia (-0,090), e em substrato comercial (-0,088), não apresentaram significância, e ainda todas foram classificadas como baixas e negligenciáveis (Tabela 3).

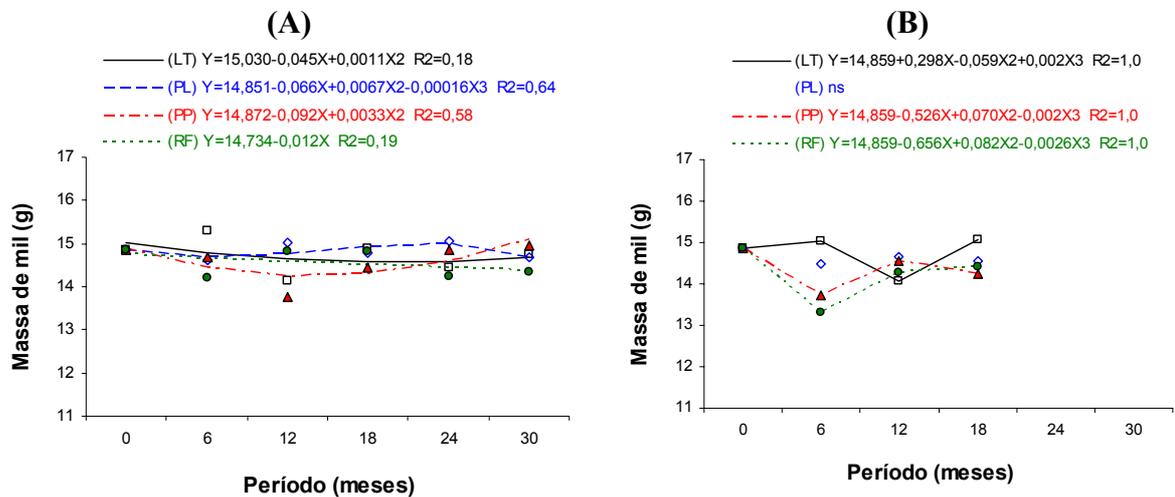
O fruto da aroeira exsuda um líquido de aspecto resinoso (Pacheco *et al.*, 2006), e este fato foi observado, pois chegou a manchar as embalagens usadas no seu acondicionamento. É provável que na análise inicial da condutividade este líquido tenha sido totalmente liberado para a água. Nas análises seguintes, parte deste líquido ficou retida na superfície interna da embalagem, contribuindo, assim, para a diminuição da condutividade. A variação observada pode estar relacionada com a casualidade de se retirar mais ou menos diásporos que, no acondicionamento, mantiveram mais ou menos contato com a superfície da embalagem.

Apesar desses resultados de condutividade apresentarem os pressupostos estatísticos de normalidade e de homocedasticidade, e de ter sido registrada significância entre os tratamentos, ainda assim, não coadunam com os resultados obtidos da germinação e da emergência durante o armazenamento nas diferentes condições. Por estas razões, foram dispensados, ainda que os valores registrados na literatura e neste trabalho estejam próximos, sendo necessária uma investigação mais profunda sobre o assunto.

### **Massa de mil diásporos**

Para a aroeira deve ser denominada de massa de mil diásporos, sendo utilizada para o cálculo da densidade de semeadura, na determinação da massa de uma amostra de trabalho, e para as análises de pureza de espécies que não tenham um padrão definido. Também pode fornecer uma idéia do estado de maturidade e sanidade das sementes (Brasil, 1992; Tillmann, 2005).

A variação da massa de mil diásporos, em função do período de armazenamento sob diferentes condições, está na Figura 9, sendo que o valor inicial foi de 14,98g.



**Figura 9** - Massa de mil diásporos de *Myracrodruon urundeuva* acondicionados em: **lata (LT, □)**; e em **sacos de polietileno (PL, ◇)**, de **papel (PP, ▲)**, e de **malha (RF, ●)** em função do período de armazenamento em câmara (A) e, em ambiente (B). Massa de mil diásporos inicial de 14,98g. (ns) regressão não significativa.

Duarte *et al.* (2000) registraram que a massa de mil diásporos de aroeira, para lotes coletados em três anos consecutivos e armazenados por 29, 17 e 5 meses, em ambiente de sala, foi respectivamente de 13,1g, 17,4g e 17,4g, e concluíram que houve degradação das reservas ao longo do tempo, pela variação registrada nesta característica. Contudo, os resultados expressos são relativos a lotes distintos, e coletados em anos distintos, portanto a comparação deveria ser com o valor inicial da massa de mil diásporos de cada lote.

Durante o período de armazenamento, a massa de mil diásporos apresentou diferentes comportamentos, de acordo com o tipo de embalagem e com o ambiente de armazenamento. Assim ocorreram aumentos e diminuições alternadas ou mesmo consecutivas, de acordo com a embalagem, que se expressaram na regressão através de equações de 3º grau, para os diásporos armazenados em câmara. Apesar da pequena dimensão dos diásporos de aroeira e a diferença das embalagens quanto à capacidade de troca de vapor de água, o pressuposto de

que a variação da massa de mil diásporos estivesse relacionada com o teor de água, não se confirmou, e a correlação entre estas variáveis (-0,170), além de ser baixa, ainda foi negativa.

Ainda que os resultados da massa de mil diásporos tenham atendido aos pressupostos de normalidade, e com diferenças significativas entre os tratamentos, não foi encontrada uma correlação entre esta variável e os valores obtidos para germinação sobre papel (0,187), e em areia (0,167). Isto ainda ocorreu entre os valores de emergência em areia (0,175), e em substrato comercial (0,145), sendo todos classificados como de baixa correlação.

## **CONCLUSÕES**

Os diásporos de aroeira podem ser armazenados, pelo menos, por até 30 meses em câmara controlada por condicionador de ar, acondicionados em embalagem de lata ou em sacos de polietileno. Em ambiente de sala, o acondicionamento deve ser em embalagem de lata, e o período de armazenamento não deve ser superior a seis meses.

No armazenamento de diásporos de aroeira, o uso do substrato sobre papel e sobre areia afeta a análise da viabilidade, mas o uso do substrato de areia e substrato comercial não afeta a análise do vigor.

O teste de condutividade elétrica e a massa de mil diásporos não são adequados para avaliar a qualidade desses diásporos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALA, L.; MORAES, M.L.T.; RECHIA, C.G.V.; GIORGINI, J.F.; SÁ, M.E.; POLIZELI, M. L.T. M. Biochemical traits useful for the determination of genetic variation in a natural population of *Myracrodruon urundeuva*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.7, p.909-916, 2002
- ALVES, E.U.; PAULA, R.C.; OLIVEIRA, A.P.; BRUNO, R.L.A.; DINIZ, A.A. Germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.24, n.1, p.169-178, 2002.
- ANDRADE, R.N.B.; FERREIRA A.G. Germinação e armazenamento de sementes de uvaia (*Eugenia pyriformis* Camb. – Myrtaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.2, p.118-125, 2000.
- ARAÚJO NETO, J.C.; AGUIAR, I.B.; FERREIRA, V.M.; RODRIGUES, T.J.D. Armazenamento e requerimento fotoblástico de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.27, n.1, p.115-124, 2005.
- BALERONI, C.R.S.; MORAES, M.L.T.; OLIVEIRA, S.A.; CESTARES, M.A.; SÁ, M.E. Avaliação da qualidade de sementes em um teste de progênies de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.). **Informativo Abrates**, Brasília, v.11, n.2, p.265, 2001.
- BARBOSA, D.C.A. Estratégias de germinação e crescimento de espécies lenhosas da caatinga com germinação rápida. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (eds.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. p.625-655.
- BAUDET, L.; VILLELA, F.A. Almacenamiento de Semillas. In: BAUDET, L; PESKE, S. **Semillas: Ciencia y Tecnología**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2005. p.259-288.
- BRASIL. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normas climatológicas (1961-1990)**. Brasília: SPI/EMBRAPA, 1992a. 84p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992b. 365p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Amazônia Legal. **Manejo da bacia hidrográfica do rio Coxipó-Açu para conservação de seus recursos hídricos**. Cuiabá: UFMT/ABEAS/SRH, 1997. 113p.

CALDEIRA, S.F.; SANTOS FILHO, P.L. Perfis estruturais da vegetação arbórea da bacia hidrográfica do rio Coxipó-Açu, Mato Grosso. **Agricultura Tropical**, Cuiabá, v.6, n.1, p.147-166, 2002.

CARNEIRO, J.G.A.; AGUIAR, I.B. Armazenamento de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (eds.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.333-350.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. v.1. Brasília: EMBRAPA - Informação Tecnológica, 2003. 1039p.

CASSARO-SILVA, M. Efeito da temperatura na germinação de sementes de manduirana (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn. – Caesalpiniaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.92-99, 2001.

CAVALLARI, D.A.N.; SALOMÃO, A.N. Qualidade de sementes de aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr.All.) Engler) armazenadas sob condições diversas. **Informativo Abrates**, Brasília, v.1, n.4, p.90, 1991.

CHAVES, M.D.F.; USBERTI, R. Previsão de longevidade de sementes de faveiro (*Dimorphandra mollis* Benth.). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.26, n.4, p.557-564, 2003.

CORLETT, F.M.F.; BARROS, A.C.S.A.; VILLELA, F.A. Qualidade fisiológica de sementes de urucum armazenadas em diferentes ambientes e embalagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.29, n.2, p.148-158, 2007.

CORVELLO, W.B.V.; VILLELA, F.A.; NEDEL, J.L.; PESKI, S.T. Época de colheita e armazenamento de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.28-34, 1999.

DAL'COL LÚCIO, A.; FORTES, F.O.; STORCK, L.; CARGNELUTTI FILHO, A. Abordagem multivariada em análise de sementes de espécies florestais exóticas. **Cerne**, Lavras, v.12, n.1, p.27-37, 2006.

DELPRATT, C.J. The influence of harvest method on seed yield, seed size and germination capacity of *Bulbine bulbosa* (R. Br.) Haw. (Liliaceae). In: NAVIE, S.C.; ADKINS, S.W.; ASHMORE, S.E. (Eds). **Seeds: Biology, development and ecology**. Wallingford, UK: CAB International, 2007. p.39-49.

DORNELES, M.C.; RANAL, M.A.; SANTANA, D.G. Germinação de diásporos recém-colhidos de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) ocorrente no cerrado do Brasil Central. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.28, n.2, p.399-408, 2005.

DUARTE, E.F.; MORAIS, O.M.; NAKAGAWA, J. Avaliação da germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* (Engler) Fr. Allem.) Anacardiaceae, em diferentes substratos, com e sem exo e mesocarpo. In: Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo, XIII, São Paulo, 4 a 6 Set 2000. **Resumos...** São Paulo: USP, 2000. Disponível em <<http://www.ib.usp.br/sbsp/congresso/fb.htm>>. Acesso em: 12 Fev 2007.

DUARTE, M.J. **Análise de sementes de seis espécies autóctones e alternativas para o reflorestamento na região semi-árida do Nordeste brasileiro**. Curitiba: UFPR, 1978. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná)

EGGERS, S.; ERDEY, D.; PAMMENTER, N.W.; BERJAK, P. Storage and germination response of recalcitrant seeds subjected to mild dehydration. In: NAVIE, S.C.; ADKINS, S.W.; ASHMORE, S.E. (Eds). **Seeds: Biology, development and ecology**. Wallingford, UK: CAB International, 2007. p.85-92.

FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos do envelhecimento precoce no vigor de sementes de *Chorisia speciosa* St.Hil. (Bombacaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.3, p.345-352, 2005.

FERRAZ, I.D.K.; SAMPAIO, P.T.B. Métodos simples de armazenamento das sementes de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl. e *Carapa procera* D.C. Meliaceae). **Acta Amazônica**, Manaus, v.26, n.3, p.137-144, 1996.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: 45<sup>a</sup> Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258. **Resumos...** Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/software.htm>>. Acesso em: 27 Mar 2006.

FIGLIOLIA, M.B.; OLIVEIRA, E.C.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (eds.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.137-174.

FLÖRSHEIM, S.M.B.; TOMAZELLO FILHO, M. Dendrologia e anatomia da madeira de aroeira – *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão (Anacardiaceae). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.6, n.único, p.75-85, 1994.

FRAYHA, I.M.V.M. **A germinação da aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* FR. ALL.): armazenamento, viabilidade dos propágulos e variabilidade intrapopulacional na germinação**. Belo Horizonte: UFMG, 1999. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Ciências Biológicas, UFMG). Disponível em: <<http://ecologia.icb.ufmg.br/~ecmvs/disset/Document73a.pdf>>. Acesso em: 12 Jan 2006.

FREITAS, M.L.M.; AUKAR, A.P.A.; SEBBENN, A.M.; MORAES, M.L.T.; LEMOS, E.G.M. Variação genética em progênies de *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão em três sistemas de cultivo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.3, p.319-329, 2006.

KOHAMA, S.; MALUF, A.M.; BILIA, D.A.C.; BARBEDO, C.J. Secagem e armazenamento de *Eugenia brasiliensis* LAM. (Grumixameira). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.1, p.72-78, 2006.

LEMONS, J.; VICTOR, R. Case studies on conserving and sustainably using biodiversity in arid and semiarid regions of Southern Nations. In: LEMONS, J.; VICTOR, R.; SCHAFFER, D. (Eds.) **Conserving biodiversity in arid regions**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2003. p.1-25.

LEÓN-LOBOS, P.; ELLIS, R.H. Seed survival in Chilean *Nothofagus* in response to desiccation and storage. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 15, p.113-123, 2005.

LIMAS, J.D.; SILVA e SILVA, B.M.; MORAES, W.S. Germinação e armazenamento de sementes de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. (Myristicaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.1, p.37-42, 2007.

MAI-HONG, T.; HONG, T.D.; HIEN, N.T.; HAI, H.H.; TUNG, T.D.; LE-TAM, V.T.; NGOC-TAM, B.; ELLIS, R.H. Seed development, maturation and storage behavior of *Mimusops elengi* L. **New Forest**, Netherlands, v.32, p.9-19, 2006.

MARCHI, J.L.; CÍCERO, S.M. Procedimentos para a condução do teste de condutividade elétrica em sementes. **Informativo Abrates**, Brasília, v.12, n.1,2,3, p.20-26, 2002.

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

MARQUES, M.A.; PAULA, R.C.; RODRIGUES, T.J.D. Adequação do teste de condutividade elétrica para determinar a qualidade fisiológica de sementes de Jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr.All. ex Benth.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.24, n.1, p.271-278, 2002a.

MARQUES, M.A.; PAULA, R.C.; RODRIGUES, T.J.D. Diferenciação de lotes de sementes de Jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr.All. ex Benth.) pelo teste de germinação em laboratório e viveiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.24, n.1, p.244-247, 2002b.

MARTINS-NETTO, D.A.; FAIAD, M.G.R. Viabilidade e sanidade de sementes de espécies florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.1, p.75-80, 1995.

MEDEIROS, A.C.S. **Comportamento fisiológico, conservação de germoplasma a longo prazo e previsão de longevidade de sementes de aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl.)**. Jaboticabal: UNESP, 1996. 127p. (Tese Doutorado – Produção Vegetal).

MEDEIROS, A.C.S.; CAVALLARI, D.A.N. Conservação de germoplasma de aroeira (*Astronium urundeuva* (FR. ALL.) ENGL.). I. Germinação de sementes após imersão em nitrogênio líquido (-196° C). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, n.1, p.73-75, 1992.

MEDEIROS, A.C.S.; CZARNESKI, C.M.; FREITAS, G.F. Criopreservação de sementes de aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl.). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, 1992, São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.4, parte 2, edição especial, p.544-547, 1992.

MEDEIROS, A.C.S.; SMITH, R.; PROBERT, R.; SADER, R. Comportamento fisiológico de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) em condições de armazenamento. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.40, p.85-98, 2000.

MEDEIROS, A.C.S.; PROBERT, R.J.; SADER, R.; SMITH, R.D. The moisture relations of seed longevity in *Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.26, n.2, p.289-298, 1998.

MERHAR, V.; CALISTRU, C.; BERJAK, P. Immunocytochemical localization of  $\beta$ -1,3-glucanase in wet-stored recalcitrant seeds of *Avicennia marina* infected by *Fusarium moniliforme*. In: NAVIE, S.C.; ADKINS, S.W.; ASHMORE, S.E. (Eds). **Seeds: Biology, development and ecology**. Wallingford, UK: CAB International, 2007. p.93-101.

MORAES, M.L.T.; MORAES, S.M.B.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; POLIZELI, M.L.T.M.; OLIVEIRA, S.A.; FREITAS, M.L.M. Composição química e germinação de sementes em populações de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All. - Anacardiaceae). **Informativo Abrates**, Brasília, v.9, n.1-2, p.159, 1999.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseado no desempenho das plantas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J. de B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 2, 24p.

PACHECO, M.V.; MATOS, V.P.; FERREIRA, R.L.C.; FELICIANO, A.L.P.; PINTO, K.M.S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.3, p.359-367, 2006.

PEREZ, S.C.J.G.A.; JARDIM, M.M. Viabilidade e vigor de sementes de paineira após armazenamento, condicionamento e estresses salino e térmico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.6, p.587-593, 2005.

PHARTYAL, S.S.; THAPLIYAL, R.C.; KOEDAM, N.; GODEFROID, S. *Ex-situ* conservation of rare and valuable forest tree species through seed-gene bank. **Current Science**, Bangalore, v.83, n.11, p.1351-1357, 2002.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B.; PEIXOTO, M.C. Testes de qualidade. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.283-297.

PONTES, C.A.; CORTE, V.B.; BORGES, E.E.L.; SILVA, A.G.; BORGES, R.C.G. Influência da temperatura de armazenamento na qualidade das sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (sibipiruna). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.1, p.43-48, 2006.

PRITCHARD, H.W.; DAWS, M.I.; FLETCHER, B.J.; GAMÉNÉ, C.S.; MSANGA, H.P.; OMONDI, W. Ecological correlates of seed desiccation tolerance in tropical African dryland trees. **American Journal of Botany**, Stanford, v.91, n.6, p.863-870, 2004,

SACANDÉ, M.; PRITCHARD, H.W.; DUDLEY, A.E. Germination and storage characteristics of *Prunus africana* seeds. **New Forest**, Netherlands, v.27, p.239-250, 2004.

SALOMÃO, A.N.; ALLEM, A.C. Polyembriomy in an angiospermous tree of the Brazilian Cerrado and Caatinga vegetation. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.15, n.3, p.369-378, 2001.

SANTANA, D.G.; RANAL; M.A. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2004a. 248p.

SANTANA, D.G.; RANAL; M.A. Análise estatística. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004b. p.197-208.

SANTOS, S.R.G.; AGUIAR, I.B. Germinação de sementes de branquilha (*Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs) em função do substrato e do regime de temperatura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.120-126, 2000.

SANTOS, S.R.G.; PAULA, R.C. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Bail) Smith & Downs – Euphorbiaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.27, n.2, p.136-145, 2005.

SAUTU, A.; BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C.; CONDIT, R. Studies on the seed biology of 100 native species of trees in a seasonal moist tropical forest, Panama, Central America. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.234, p.245-263, 2006.

SCALON, S.P.Q.; MUSSURY, R.M.; SCALON FILHO, H.; FRANCELINO, C.S.F.; FLORENCIO, D.K.A. Armazenamento e tratamentos pré-germinativos em sementes de Jacarandá (*Jacaranda cuspidifolia* Mart.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p.179-185, 2006.

SCALON, S.P.Q.; MUSSURY, R.M.; WATHIER, F.; GOMES, A.A.; SILVA, K.A.; PIEREZAN, L.; SCALON FILHO, H. Armazenamento, germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, Maringá, v.27, n.2, p.107-112, 2005.

SCHMIDT, L. **Guide to handling of tropical and subtropical Forest seed**. Humlebaek: Danida Forest Seed Centre, 2000. 511p.

SILVA, A.C.O.; ALBUQUERQUE, U.P. Woody medicinal plants of the caatinga in the state of Pernambuco (Northeast Brazil). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.19, n.1, p.17-26, 2005.

SILVA, L.M.M.; AGUIAR, I.B.; MORAIS, D.L.; VIEGAS, R.A.; SILVEIRA, J.A.G. Storage of seeds of *Cnidoculus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.4, p.591-595, 2005.

SILVA, L.M.M.; RODRIGUES, T.J.D.; AGUIAR, I.B. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.6, p.691-697, 2002.

SIQUEIRA, A.C.M.F.; FIGLIOLIA, M.B. Maturação de sementes de *Astronium urundeuva* (Fr. All.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 5, 1987, Gramado. **Resumos...** Brasília: ABRATES, 1987. p.152.

SOUSA, M.P.; BRAGA, L.F.; BRAGA, J.F.; SÁ, M.E.; MORAES, M.L.T. Influência da temperatura na germinação de sementes de sumaúma (*Ceiba pentandra* (Linn.) Gaertn. – Bombacaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.110-119, 2000.

SOUZA, S.M.; PIRES, I.E.; LIMA, P.C.F. Efeito do tipo de embalagens e condições de armazenamento na preservação de sementes de aroeira (*Astronium urundeuva* Engl.). In: EMBRAPA-CPATSA (org.). **Pesquisa florestal no nordeste semi-árido: sementes e mudas**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1980. p.25-30. (Boletim de Pesquisa, nº. 2).

TAKOS, I.; MEROU, T. Effect of storage conditions and seed treatment on germination of *Cedrus deodara* Loud. and *C. libani* A. Rich. **Silvae Genetica**, v.50, n.5-6, p.205-208, 2001.

TEÓFILO, E.M.; SILVA, S.O.; BEZERRA, A.M.E.; MEDEIROS FILHO, S.; SILVA, F.D.B. Qualidade fisiológica de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* ALLEMÃO) em função do tipo de embalagem, ambiente e tempo de armazenamento. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.35, n.2, p.371-376, 2004.

THAPLIYAL, R.C.; CONNOR, K.F. Effects of accelerated ageing on viability, leachate exudation, and fatty acid content of *Dalbergia sissoo* Roxb. seeds. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.25, v.2., p.311-319, 1997.

TILLMANN, M.A. Análisis de semillas. In: BAUDET, L; PESKE, S. **Semillas: Ciencia y Tecnología**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2005. p.101-158.

TONIN, G.A.; GATTI, A.B.; CARELLI, B.P.; PEREZ, S.C.J.G.A. Influência da temperatura de condicionamento osmótico na viabilidade e no vigor de sementes de *Pterogyne nitens* Tull. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.27, n.2, p.35-43, 2005.

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

VARELA, V.P.; FERRAZ, I.D.K.; CARNEIRO, N.B. Efeito da temperatura na germinação de sementes de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. – Bombacaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.170-174, 1999.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina, PR: ABRATES, 1999. Cap. 4, 26p.

## CAPÍTULO 2

### **ENVELHECIMENTO ACELERADO E O VIGOR DE DIÁSPOROS DE *Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem. ARMAZENADOS SOB DIFERENTES CONDIÇÕES**

**RESUMO** – Este trabalho estabeleceu os padrões para o teste de envelhecimento acelerado com diásporos de aroeira, e testou este padrão durante o armazenamento. Diásporos de uma área de coleta de sementes em Cuiabá foram beneficiados e acondicionados em embalagem de lata e em sacos de polietileno, de papel e de malha de polietileno e armazenados em câmara refrigerada por um condicionador de ar e em ambiente de laboratório. Após a coleta, diásporos foram submetidos aos períodos de 12, 18, 24, 30 e 36 horas de envelhecimento acelerado, combinados com as temperaturas de 40, 41, 42 e 45°C, e a subsequente germinação revelou que a temperatura de 45°C e os períodos de 12, 18 e 24 horas foram mais eficientes. Aos seis, 12, 18, 24 e 30 meses de armazenamento, os diásporos foram submetidos ao envelhecimento a 45°C e comparados os períodos de exposição de 12 e 24 horas. O período de 24 horas afetou mais intensamente o vigor dos diásporos armazenados, com menor quantidade de plântulas normais, em relação ao período de 12 horas. O período de 12 horas de envelhecimento foi mais sensível para detectar diferenças no vigor dos diásporos de aroeira durante o armazenamento, em relação ao período de 24 horas.

Palavras chave: aroeira, conservação, qualidade.

**ACCELERATED AGEING AND VIGOR OF DIASPORAS OF *Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem. STORED UNDER DIFFERENT CONDITIONS**

**ABSTRACT** – This work established the pattern for the test of ageing accelerated with diasporas of *Myracrodruon urundeuva* (“aroeira”), and tested this pattern during the storage. Diasporas of a seed collection area in Cuiabá, Brazil, were placed in tin container, and polyethylene bag, of paper, and of polyethylene mesh. They were stored in chamber which was refrigerated by an air conditioner, and in laboratory environment. After collections diasporas were submitted to periods of 12, 18, 24, 30 and 36 hours of accelerated ageing, combined with the temperatures of 40, 41, 42 and 45°C, and the subsequent germination revealed that temperature of 45°C and the periods of 12, 18 e 24 were more efficient. At age of six, 12, 18, 24 and 30 months of storage, the diasporas were submitted to the ageing at 45°C, and the exposition periods of 12 and 24 hours were compared. The 24-hour period affected more intensely the vigor, with lesser amount of normal seedlings, in relation to the period of 12 hours. The period of 12 hours of ageing was more sensible to detect differences in the vigor of the diasporas of “aroeira”, due to of conditioning apparatus, during the storage in controlled chamber, in relation to the 24-hour period.

Key words: “aroeira”, conservation, quality.

## INTRODUÇÃO

O vigor reflete a manifestação de um conjunto de características que determinam o potencial para a emergência rápida e uniforme de plântulas, e existem testes que avaliam aspectos bioquímicos, outros procuram identificar diferenças fisiológicas ou detectar a tolerância das sementes ao estresse de várias naturezas (Marcos Filho, 2005).

Para Krzyzanowski e França Neto (2001), a deterioração da semente pode ser simplificada como a perda de sua capacidade em produzir uma plântula normal, com a parte aérea e as raízes bem desenvolvidas, quando em processo de germinação e emergência. Estes autores concluíram que o vigor é o inverso da deterioração, sendo um atributo de qualidade que melhor expressa o desempenho da semente, na reprodução e propagação da espécie.

A reunião de informações sobre a qualidade das sementes possibilita estimar com eficiência o seu comportamento, quanto ao vigor de seus lotes, sem desconsiderar a influência genética, pois os resultados do teste de vigor são apenas comparativos e servem para ordenar os lotes quanto ao potencial fisiológico de suas sementes (Marcos Filho, 2005).

A finalidade dos testes de vigor é diferenciar os níveis de qualidade fisiológica que as sementes possuem, e que não podem ser determinados pelo teste de germinação, pela sua própria limitação em determinar apenas o percentual de plântulas normais, sem diferenciar critérios quanto ao seu desenvolvimento (Krzyzanowski e França Neto, 2001).

O teste de envelhecimento acelerado é considerado um dos mais sensíveis e eficientes para a avaliação do vigor entre lotes de sementes de diversas espécies (Schmidt, 2000; Piña-Rodrigues *et al.*, 2004; Marcos Filho, 2005; Tillmann, 2005), para fazer uma estimativa do potencial de desempenho das sementes em condições de campo (Piña-Rodrigues *et al.*, 2004; Tillmann, 2005). Também pode ser utilizado para determinar a capacidade potencial de armazenamento dos lotes (Schmidt, 2000; Tillmann, 2005).

A variação da qualidade da semente se reflete durante o armazenamento, pois a queda do vigor antecede a queda da germinação. Desta forma, sementes com valores de germinação próximos, podem apresentar níveis distintos de vigor no armazenamento e na época de semeadura, durante a emergência das plântulas, resultando em uma população desuniforme, ou mesmo, limitando o seu estabelecimento (Krzyzanowski e França Neto, 2001).

O teste de envelhecimento acelerado é uma das opções de grande importância para avaliar o declínio na qualidade fisiológica, durante o período de armazenamento em longo prazo (Phartyal *et al.*, 2002). Contudo, Tillmann (2005) recomendou a adequação deste teste para as diversas espécies, pois a tolerância à alta temperatura e à alta umidade relativa varia dependendo da espécie.

Assim, a padronização prévia das condições de condução do teste de envelhecimento acelerado é determinante para a sua utilização na avaliação do vigor de lotes de sementes de espécies florestais, ou da qualidade das sementes durante o seu armazenamento, ou, ainda para avaliar o seu vigor quando submetidas a diferentes tratamentos.

## **OBJETIVOS**

Os objetivos deste trabalho foram determinar as melhores condições para padronização do teste de envelhecimento acelerado para diásporos de *Myracrodruon urundeuva*, e, ainda, verificar se estas condições padronizadas são adequadas para avaliar o vigor dos diásporos de aroeira armazenados sob diferentes condições.

## REVISÃO DE LITERATURA

Para as espécies florestais nativas, é necessário considerar o bioma em que ocorrem, ainda que se trabalhe com a mesma espécie. Neste sentido, Carneiro e Aguiar (1993) lembram que a produção irregular de sementes destas espécies impõe estudos sobre armazenamento, para garantir a sua oferta e a sua conservação genética. A aroeira é uma espécie que se enquadra nestas condições, com uma ampla área de dispersão natural no Brasil, e em regiões com características ecológicas distintas. Em razão disso, Dorneles *et al.* (2005) recomendaram estudar os diásporos recém-colhidos, e Silva *et al.* (2002) de avaliar o seu comportamento durante o armazenamento em diferentes condições.

Os testes de vigor são utilizados em programas de controle de qualidade da semente, para a obtenção de parâmetros durante o processo produtivo, que resultem em sementes de alta qualidade. Também têm sido utilizados nos programas de melhoramento genético para a obtenção de genótipos de alta qualidade de sementes, conferido por algum atributo fisiológico ou constitucional do tecido (Krzyzanowski e França Neto, 2001). Ainda apresentam potencial para qualificar lotes para os programas de recuperação de áreas degradadas, garantindo a máxima variabilidade e o sucesso no estabelecimento da vegetação.

O envelhecimento acelerado é um teste de resistência ao estresse (Krzyzanowski e França Neto, 2001; Piña-Rodrigues, 2004; Marcos Filho, 2005), assim como os testes de frio, de deterioração controlada, de germinação a baixa temperatura, de submersão, de imersão em água quente, ou em solução osmótica, ou em soluções tóxicas à semente, além do teste de Hiltner, também conhecido como do tijolo moído. Ainda existem os testes bioquímicos, os fisiológicos, além dos físicos (Krzyzanowski e França Neto, 2001; Marcos Filho, 2005). O teste de envelhecimento acelerado também tem sido citado como de envelhecimento rápido ou envelhecimento artificial, como alternativas para substituir o termo envelhecimento

acelerado, como é preconizado na indústria (Carneiro e Guedes, 2002). Estes mesmos autores sugeriram a utilização do termo acelerado, por ser dimensionalmente o mais indicado.

O princípio do teste se baseia na exposição das sementes às condições ambientais mais importantes que influenciam na sua deterioração, que são as altas temperaturas e a alta umidade relativa, por curtos períodos de tempo (Schmidt, 2000; Tillmann, 2005). Estas condições levam a uma alta taxa de respiração e consumo das reservas e aceleram os processos metabólicos que levam à sua deterioração (Piña-Rodrigues *et al.*, 2004).

A metodologia para o teste de envelhecimento acelerado adotado pela ISTA (International Seed Testing Association) foi apresentada por Hampton e TeKrony (1995), além de uma ampla abordagem técnica efetuada por Marcos Filho (1999).

Segundo Carneiro e Guedes (2002), durante a condução do teste, existem três fatores que causam o estresse e são responsáveis diretamente pelo posterior desempenho germinativo que ocorre na amostra: a temperatura, a umidade no ambiente e o período de exposição das sementes; além do efeito de covariável exercido pelo conteúdo de água. Além destes fatores, Tillmann (2005) ainda acrescentou que o tipo de recipiente utilizado, e o uso de sementes com algum tipo de tratamento prévio, podem afetar o resultado do teste.

Para o fator temperatura, os níveis térmicos mais preconizados na literatura são de 40, 41 e 42°C, podendo chegar até 45°C, dependendo da espécie. A temperatura de 40°C foi utilizada para *Piptadenia communis* (Borges *et al.*, 1992) e *Anadenanthera colubrina* (Garcia *et al.*, 2004); enquanto a temperatura de 41°C foi indicada para *Carica papaya* (Viggiano *et al.*, 2000), e para sementes de um híbrido de *Sophora* (Fountain *et al.* 2002). A temperatura de 42°C é indicada para inúmeras espécies, como: *Lycopersicon esculentum* (Nascimento *et al.*, 1993); *Daucus carota* (Spinola *et al.*, 1998); *Eucalyptus grandis* (Camargo *et al.*, 2000; Nakagawa *et al.*, 2001); *Passiflora edulis* (Catunda *et al.*, 2003); *Copaifera langsdorffii* (Ferreira *et al.*, 2004; Carvalho *et al.*, 2006); e *Leucaena leucocephala* (Mendes, 2006). A

temperatura de 43°C foi utilizada para envelhecer as sementes de *Araucaria angustifolia* até 16 horas (Ramos e Carneiro, 1991), e *Dalbergia sissoo* por 72 horas (Thapliyal e Connor, 1997). Posteriormente, Fontes *et al.* (2001) utilizaram as temperaturas de 30° e 40°C para *Araucaria angustifolia*, durante períodos de 3 a 9 dias.

O teste de envelhecimento acelerado também foi conduzido com a temperatura de 45°C para as sementes das espécies: *Prosopis juliflora* (Perez e Nassif, 1998); *Peltophorum dubium* (Perez *et al.*, 1999); *Chorisia speciosa* (Fanti e Perez, 2003; 2005); *Aegiphyla sellowiana* (Biruel, 2006); e *Zea mays* (Fessel *et al.*, 2006). Esta temperatura também foi indicada para a condução do teste com *Tabebuia roseo-alba* e *T. impetiginosa*, pois as diferenças no vigor se manifestam primeiro em relação à temperatura de 40°C (Borba Filho, 2006); e também foi indicada para as sementes de *Sebastiania commersoniana*, comparada com a temperatura de 42°C (Santos e Paula, 2007).

Temperaturas mais altas foram utilizadas para sementes de *Cedrela fissilis*, que somente a temperatura de 50°C afetou a permeabilidade das membranas das sementes, em relação à temperatura de 40°C (Borges *et al.*, 1990). Enquanto para a espécie *Adenantha pavonina*, somente à temperatura de 60°C as sementes apresentaram maior sensibilidade, em relação à temperatura de 50°C (Fanti e Perez, 1999). Contudo, temperaturas altas podem ser letais a uma série de espécies, dependendo do tempo de exposição a estas temperaturas.

Com os diásporos de *Myracrodruon urundeuva* foi registrada a condução do teste à temperatura de 42°C por 72 horas (Teófilo *et al.*, 2004). Medeiros (1996) utilizou uma técnica diferenciada para avaliar a longevidade desses diásporos, que tiveram o seu teor de água reduzido para 5,7% e, após acondicionamento em recipientes de vidro hermeticamente fechados, permaneceram em estufa a 50°C e a 60°C, por diferentes períodos.

Quanto à umidade relativa durante a condução do teste de envelhecimento acelerado, a recomendação é que deve estar sempre próxima a 100% (Carneiro e Guedes, 2002). Nos

primeiros trabalhos, para execução deste teste foram utilizadas estufas, germinadores ou mesmo câmaras de envelhecimento, para estudar as sementes de: *Pinus elliottii* (Balistiero *et al.*, 1980); *Cedrela fissilis*, no escuro (Borges *et al.*, 1990); *Araucaria angustifolia* (Ramos e Carneiro, 1991; Fontes *et al.*, 2001); *Piptadenia communis* (Borges *et al.*, 1992); e *Prosopis juliflora* (Perez e Nassif, 1998). Garcia *et al.* (2004) acondicionaram as sementes de *Anadenanthera colubrina* em saquinhos de filó e, posteriormente foram depositados na câmara de envelhecimento acelerado a 95% de umidade relativa.

Atualmente são utilizadas mini-câmaras de caixas de plástico com tampas, que contém, em seu interior suporte para receber uma bandeja de tela de alumínio, onde as sementes são colocadas em camada única. No fundo da caixa, e abaixo da tela, é depositado um volume conhecido de água, e que não deve entrar em contato com a bandeja. As caixas fechadas são depositadas em germinadores com temperatura controlada por determinado período para promover o envelhecimento. Este procedimento foi executado com *Lycopersicon esculentum*, e foram utilizadas 50 sementes por caixa, e a menção de que o interior destas caixas apresenta de 95 a 100% de umidade relativa (Nascimento *et al.*, 1993), ou de 100% de umidade, com 50 sementes de: *Daucus carota* (Spinola *et al.*, 1998); *Carica papaya*, 3,5 gramas (Viggiano *et al.*, 2000); *Passiflora edulis*, 200 sementes (Catunda *et al.*, 2003), e *Zea mays*, 50 sementes (Fessel *et al.*, 2006).

Esta metodologia também é utilizada com espécies florestais, sendo que a quantidade de sementes depositada em cada bandeja de tela depende basicamente do seu tamanho, conforme utilizado com as espécies: *Adenanthera pavonina*, 200 sementes (Fanti e Perez, 1999); *Peltophorum dubium*, 200 sementes (Perez *et al.*, 1999); *Eucalyptus grandis*, 2 gramas (Camargo *et al.*, 2000); *Chorisia speciosa*, 200 sementes (Fanti e Perez, 2003; 2005); *Copaifera langsdorffii*, respectivamente 50 e 130 sementes (Ferreira *et al.*, 2004; Carvalho *et al.*, 2006); *Aegiphyla sellowiana*, 100 sementes (Biruel, 2006); e *Sebastiania commersoniana*,

150 sementes (Santos e Paula, 2007). Deve ser destacado que este método foi utilizado por Teófilo *et al.* (2004) com 25 diásporos de *Myracrodruon urundeuva*.

Independente da quantidade de sementes utilizada, Marcos Filho (2005) observou que basta a distribuição das sementes em uma camada uniforme ou a obtenção de um peso conhecido, de modo que contenha pelo menos 200 sementes. Contudo, para sementes de maior tamanho, comum em espécies florestais, pode ser necessária não só a sua contagem, mas também a utilização de câmaras individuais maiores, ou as câmaras de envelhecimento.

Viggiano *et al.* (2000) utilizaram 30 mL de água dentro de cada mini câmara e, ainda vedaram a tampa da caixa com fita tipo crepe, enquanto em todos os outros trabalhos anteriormente citados, foram utilizados 40 mL de água abaixo da bandeja de tela.

O terceiro fator que afeta a condução do teste de envelhecimento acelerado é o período de exposição, e que deve ser estabelecido também em função da espécie avaliada (Carneiro e Guedes, 2002). Neste sentido, Marcos Filho (2005) apresentou uma coletânea de quase seis dezenas de trabalhos com estas informações para 25 espécies agrícolas, sendo que Viggiano *et al.* (2000) utilizaram o período de 36 horas para acelerar o envelhecimento de sementes de *Carica papaya*, e Catunda *et al.* (2003) utilizaram 60 horas para *Passiflora edulis*.

No Brasil, um dos primeiros trabalhos com espécie florestal foi com sementes de *Pinus elliottii* (Balistiero *et al.*, 1980), que constataram que o envelhecimento durante 24 horas foi o mais eficiente para evidenciar as diferenças de vigor entre lotes armazenados em câmara fria por 6 e 26 meses, em relação ao período de 48 horas, que foi letal às sementes.

Resultado semelhante foi observado por Borges *et al.* (1990) para sementes de *Cedrela fissilis*, pois os períodos de 48, 72 e 96 horas foram letais às sementes desta espécie. Este mesmo período de 24 horas foi utilizado para envelhecer sementes de *Prosopis juliflora* (Perez e Nassif, 1998). Contudo, para sementes de *Piptadenia communis*, os períodos de 16, 20, 24 e 48 horas não foram determinantes na redução da qualidade (Borges *et al.*, 1992).

De outro lado, o vigor das sementes de *Anadenanthera colubrina* foi comprometido em todos os períodos de envelhecimento acelerado, 24, 48, 72 e 96 horas (Garcia *et al.*, 2004), enquanto Mendes (2006) registrou redução na viabilidade e no vigor de sementes de *Leucaena leucocephala*, com o aumento do tempo de envelhecimento de 24, 48 e 96 horas.

Sementes de *Copaifera langsdorffii* expostas ao envelhecimento por períodos de 24, 48, 72 e 96 horas, somente a partir de 48 horas apresentaram redução na viabilidade e no vigor (Ferreira *et al.*, 2004; Carvalho *et al.*, 2006). Sementes de *Anadenanthera pavonina* também apresentaram perda de viabilidade e de vigor quando submetidas ao envelhecimento por 48 e 72 horas de envelhecimento (Fanti e Perez, 1999). Resultado semelhante foi observado por Borba Filho (2006), com sementes de *Tabebuia roseo-alba* e *T. impetiginosa*, com redução na germinação de 48 até 96 horas e, a partir daí a germinação foi suprimida.

As sementes de *Dalbergia sissoo* apresentam redução no vigor após 72 horas de envelhecimento (Thapliyal e Connor, 1997). Sementes de *Chorisia speciosa* tem o vigor reduzido com o aumento do período de exposição ao envelhecimento (Fanti e Perez, 2003), sendo indicado o período de 72 horas como o mais adequado para este ensaio, quando apresentam redução significativa na emergência de plântulas (Fanti e Perez, 2005).

Camargo *et al.* (2000) registraram diminuição do vigor de sementes de *Eucalyptus grandis* envelhecidas artificialmente por 96 horas, em relação às sementes armazenadas por 13 anos, enquanto Nakagawa *et al.* (2001) registraram perdas significativas na germinação, e teor de água de 30%, quando as sementes foram envelhecidas por 72 horas, em relação ao período de 96 horas, sendo que os períodos de 8, 12, 24, 32 e 48 horas foram insuficientes para ocasionar o envelhecimento acelerado. Sementes de um híbrido de *Sophora* foram envelhecidas durante 72 e 120 horas à temperatura 41°C (Fountain *et al.* 2002).

Apesar de registrar um decréscimo progressivo na germinação e na velocidade de germinação, Ramos e Carneiro (1991) sugeriram o estudo de períodos superiores aos de 4, 8 e

16 horas para o envelhecimento acelerado de sementes de *Araucaria angustifolia*, enquanto Fontes *et al.* (2001) registraram que os períodos de 3 e 6 dias promoveram o envelhecimento, e o período de 9 dias foi letal para sementes desta espécie.

Períodos maiores foram indicados para envelhecimento das sementes de *Sebastiania commersoniana*, 96 horas (Santos e Paula, 2007), e de *Peltophorum dubium* só apresentaram redução significativa do número de plântulas emergidas a partir de 144 horas (Perez *et al.*, 1999). Para outras espécies, mesmo submetidas a longos períodos de envelhecimento, as sementes apresentam elevada porcentagem de germinação. Isto ocorre com as sementes de *Prosopis juliflora*, envelhecidas a 40°C até 45 dias (Perez e Tambelini, 1995), contudo, quando o envelhecimento é efetuado à temperatura de 45°C, o período de 24 horas foi eficiente (Perez e Nassif, 1998). Para sementes de *Myracrodruon urundeuva* o período de 72 horas foi suficiente para manifestar redução no seu vigor (Teófilo *et al.*, 2004).

Em alguns casos o resultado do envelhecimento acelerado pode expressar emergência superior às sementes não tratadas. Biruel (2006) observou que as sementes de *Aegiphyla sellowiana* envelhecidas por 6 horas apresentaram aumento na emergência de plântulas, em relação aos períodos de 12, 24 e 48 horas e também com aquelas não envelhecidas.

Considerando que a umidade relativa durante o envelhecimento é sempre próxima a 100%, devem ser considerados em conjunto os fatores temperatura e tempo de exposição para a adequada condução deste teste. Temperaturas excessivamente altas, associadas ou não com longos períodos de exposição, podem ocasionar a perda de viabilidade das sementes, ou ainda favorecer o desenvolvimento de microorganismos.

Sementes envelhecidas de *Copaifera langsdorffii* apresentaram maior incidência de fungos *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. e *Cladosporium* sp, a partir de 48 horas de envelhecimento artificial a 42°C (Carvalho *et al.*, 2006). Estes autores observaram que a

presença destes fungos pode ter contribuído para a redução da germinação e do vigor das sementes após o envelhecimento.

Quanto ao teor de água, para sementes de menor tamanho têm sido registradas diferenças acentuadas no comportamento das amostras avaliadas simultaneamente. Isto parece estar relacionado com a variação do teor de água das amostras de sementes, pois sementes mais úmidas são mais sensíveis às condições do teste, e sujeitas a deterioração mais intensa. Desta forma é recomendado que o teste seja instalado com amostras que não apresentem mais de 2,0% de variação no teor de água, e que esta variação seja menor que 4,0%, após a exposição ao envelhecimento (Marcos Filho, 2005).

Assim, o registro do teor de água dos lotes de sementes deve ser efetuado antes e após o período de envelhecimento. As alterações no teor de água em função da temperatura e do período de envelhecimento, foram de: em sementes de *Eucalyptus grandis* de 6,4% para 30,0%, após 72 horas a 42°C (Nakagawa *et al.*, 2001); *Copaifera langsdorffii* de 14,4% para 34,2% e 34,3%, após 48 horas a 42°C (Ferreira *et al.*, 2004; Carvalho *et al.*, 2006); *Zea mays* de 11,3 a 12,8% para 23,8 a 24,1%, após 72 horas a 45°C (Fessel *et al.*, 2006); e *Sebastiania commersoniana* de 7,5% para 37,3%, após 96 horas a 45°C (Santos e Paula, 2007).

O padrão de embebição das sementes, na temperatura ideal para germinação de uma espécie, fornece uma indicação do comportamento quanto à absorção de água, que pode servir de comparação com a absorção obtida no teste de envelhecimento acelerado.

Segundo Marcos Filho (2005), o padrão trifásico da curva de embebição apresenta na Fase I a rápida transferência de água do substrato para a semente, pela diferença entre os potenciais hídricos, e que independe da atividade metabólica da semente; esta fase pode durar de oito a 16 horas, com o aumento acentuado da atividade respiratória e liberação de energia para a germinação, ativação de enzimas e síntese de proteínas a partir do RNA-m armazenado no processo da maturação. A fase II é variável de acordo com a espécie, e se caracteriza pelas

reduções drásticas da velocidade de hidratação e da intensidade de respiração, e também por atividades constituintes do processo bioquímico preparatório, que pode ser necessária para a síntese de enzimas, de DNA e de RNA-m, exauridos durante a Fase I. Finalmente, a fase III é identificada pela protrusão da raiz primária, alcançada apenas por sementes vivas e não-dormentes, como consequência visível da retomada de crescimento do embrião.

A curva de embebição dos diásporos de aroeira apresentou modelo trifásico, onde a fase I foi completada em 30 horas e a fase III iniciou após 66 horas de embebição. Foi registrada variação no teor de açúcares redutores de acordo com a fase (Dantas *et al.*, 2006).

A função básica do teste de envelhecimento acelerado é detectar diferenças ou variações no vigor das sementes, e isto pode ser efetuado principalmente para comparar diferentes lotes ou amostras submetidas ao armazenamento ou a tratamentos prévios que visem diminuir a perda de vigor ou a sua deterioração.

Neste sentido, ao compararem respostas fisiológicas e bioquímicas de sementes de *Zea mays* envelhecidas natural e artificialmente, Gutiérrez *et al.* (1993) registraram que os genótipos vigorosos sofreram menos danos ou se recuperaram mais rapidamente do que os genótipos de baixo vigor. Sementes envelhecidas de cultivares de *Cajanus cajan* (guandu) apresentaram uma perda progressiva na viabilidade e no vigor, com diferenças significativas nas respostas das cultivares (Kalpana e Madhava Rao, 1995).

Durante o armazenamento, os resultados têm sido bastante distintos em função das diferentes condições testadas para diferentes espécies. Sementes de *Carica papaya* envelhecidas (41-1°C, 36 horas) tiveram a germinação favorecida no início do armazenamento com aumento significativo do vigor, a partir do segundo mês, que se manteve inalterado até o quinto mês de armazenamento (Viggiano *et al.*, 2000). Sementes de *Eucalyptus grandis* não apresentaram diferenças quando envelhecidas a 42°C durante 32 horas, mas o aumento do período para 72 horas resultou em perda significativa na germinação tanto em relação às

sementes não envelhecidas como para as armazenadas em câmara seca por duas semanas ou por 26 meses (Nakagawa *et al.*, 2001). Com sementes de um híbrido de *Sophora* o envelhecimento acelerado foi eficiente para diferenciar lotes de sementes armazenados durante diferentes períodos (Fountain *et al.*, 2002). Para sementes de *Passiflora edulis* armazenadas por 10 meses, o teste de envelhecimento acelerado com a temperatura de 42°C durante 60 horas mostrou-se eficiente para avaliação do vigor (Catunda *et al.*, 2003).

Com sementes de aroeira, o envelhecimento a 42°C durante 72 horas foi eficiente para avaliar a preservação do vigor até 12 meses em câmara fria, independente da embalagem, em relação ao ambiente natural (Teófilo *et al.*, 2004). A avaliação do vigor de sementes de *Zea mays*, armazenadas a 20°C e 30°C, foi mais sensível com os testes de envelhecimento (45°C e 72 horas) e de frio, em relação ao teste de condutividade elétrica (Fessel *et al.*, 2006).

Diferenças na viabilidade e no vigor de sementes armazenadas de *Tabebuia roseo-alba* e *T. impetiginosa* são detectadas mais cedo com o envelhecimento conduzido à temperatura de 45°C, em relação à de 40°C (Borba Filho, 2006). Com sementes armazenadas de *Caesalpinia peltophoroides*, o envelhecimento acelerado durante os períodos de 24, 48 e 72 horas foi eficiente para detectar redução significativa na sua qualidade (Pontes *et al.*, 2006).

Existem registros do uso do teste de envelhecimento para avaliar o vigor de sementes submetidas a outros tratamentos. A diferenciação do vigor de sementes de *Prosopis juliflora*, de acordo com a sua coloração, foi eficiente através do envelhecimento a 45°C durante 24 horas (Perez e Nassif, 1998). De outro lado, o envelhecimento conduzido a 50 e 60°C durante os períodos de 48 e 72 horas não apresentou eficiência para superar a dormência tegumentar de sementes de *Adenantha pavonina* (Fanti e Perez, 1999). O aumento do período de exposição ao envelhecimento de 24 até 120 horas a 45°C, reduziu o vigor das sementes de *Chorisia speciosa*, com ou sem condicionamento osmótico, sendo que aquelas condicionadas foram mais sensíveis ao envelhecimento acelerado (Fanti e Perez, 2003). Sementes de

*Pterogyne nitens* previamente osmocondicionadas a 27°C com PEG 6000 e, em seguida, submetidas ao envelhecimento durante 24, 48 e 72 horas, não germinaram, mas quando foram inicialmente envelhecidas durante 24 horas, e, em seguida condicionadas a 10°C, a germinação ocorreu e o processo foi mais eficiente do que a 27°C (Tonin *et al.*, 2005).

São diversas as alterações registradas com as sementes submetidas ao envelhecimento, e que podem variar de acordo com a espécie e o padrão de condução do teste. Schmidt (2000) destacou que a presença de microflora fúngica e o mecanismo de reparo das organelas celulares são os fatores que aparentemente mais prevalecem no envelhecimento acelerado, em relação ao envelhecimento natural.

Neste sentido, as respostas fisiológicas e bioquímicas de sementes de *Zea mays*, envelhecidas natural e artificialmente, apresentaram uma relação direta entre a deterioração e o metabolismo de DNA, e se manifestaram de acordo a constituição genética (Gutiérrez *et al.*, 1993). Sementes de cultivares de *Cajanus cajan* envelhecidas apresentaram reduções na absorção de água, aumento na saída de solutos e declínio na atividade respiratória, e estas mudanças foram interpretadas como resultado da deterioração da membrana, culminando com a perda progressiva na viabilidade e no vigor (Kalpana e Madhava Rao, 1995).

A ocorrência do evento denominado de “morte programada de células” (programmed cell death – PCD) foi detectada em sementes de *Glycine max* envelhecidas a 40°C durante diferentes períodos (Song *et al.*, 2007). Os autores detectaram que após 10 dias de envelhecimento o DNA começou a degradar, ainda que o DNA típico de aparência falha, não tenha sido observado; registraram ainda, aumento do número de nucleossomos e da atividade de nuclease total.

Sementes de *Cedrela fissilis*, mantidas a 50°C durante 24 horas, apresentaram um grande aumento na permeabilidade da membrana (Borges *et al.*, 1990). Com sementes de *Chorisia speciosa*, o aumento da lixiviação de eletrólitos do soluto foi diretamente

proporcional ao aumento do tempo de envelhecimento de 24 até 120 horas, a 45°C (Fanti e Perez, 2005), e também com sementes de *Copaifera langsdorffii*, envelhecidas a 42°C, com o aumento do tempo de 48 para 96 horas (Ferreira *et al.*, 2004); estes autores ainda observaram redução na viabilidade e no vigor, sendo o vigor mais afetado pela redução gradativa do IVG. Borges *et al.* (1992) não detectaram mudanças na permeabilidade da membrana celular de sementes de *Piptadenia communis* submetidas ao envelhecimento, mas registraram a maior utilização das reservas de lipídios e açúcares.

Com sementes de *Cedrela fissilis* mantidas a 40°C durante 24 horas não houve registro de variações nos níveis de carboidrato, lipídio, exsudados e porcentagem de germinação, enquanto a 50°C apresentaram um decréscimo no teor de carboidrato, porcentagem de germinação e grande aumento na permeabilidade da membrana (Borges *et al.*, 1990). Com sementes de *Dalbergia sissoo* as porcentagens totais de ácidos graxos saturados e insaturados variaram pouco durante o processo de envelhecimento, enquanto as quantidades individuais de todos os ácidos graxos decresceram (Thapliyal e Connor, 1997).

Sementes de *Araucaria angustifolia* envelhecidas a 43°C durante 4, 8 e 16 horas tiveram uma diminuição na sua qualidade, associada ao aumento dos teores de açúcares totais e decréscimo na quantidade de amido, enquanto o nitrogênio e as proteínas não apresentaram alterações, além de aumento de atividade da enzima amilase (Ramos e Carneiro, 1991). De outro lado, Fontes *et al.* (2001) registraram que sementes armazenadas da mesma espécie, quanto envelhecidas, apresentaram redução na germinação e no IVG, mas sem diferenças na taxa de divisão celular, porém houve aumento da frequência de anomalias, como: ocorrência de micronúcleos, núcleos fragmentados e anáfases com pontes, que são decorrentes, dentre outros fatores, de quebras nas moléculas de DNA.

Sementes de *Eucalyptus grandis* envelhecidas apresentaram menor germinação que as sementes armazenadas por 5, 10 e 15 anos. A atividade da peroxidase nas plântulas obtidas

com estas sementes foi baixa, mas de forma ascendente com o aumento da idade das sementes. Houve aumento nas atividades da malato desidrogenase e  $\alpha$ -esterase 2 e 3, e uma diminuição acentuada para a  $\alpha$ -esterase 1, e baixa para a fosfatase ácida. Os resultados acompanharam o aumento do tempo de estocagem das sementes e do estresse causado pelo envelhecimento acelerado (Camargo *et al.*, 2000). Em sementes de *Picea abies* ocorreu aumento na quantidade de algumas proteínas de baixo peso molecular, tanto nas sementes envelhecidas artificialmente e naturalmente, quando comparadas com o controle, mas indicaram níveis similares de atividade da enzima P-ATPase para as três condições das sementes (Nowakowska e Rakowski, 2002).

Com sementes de *Copaifera langsdorffii*, o envelhecimento reduziu a germinação e o vigor, sendo o vigor afetado mais rapidamente. Não foi constatada diferença no conteúdo de proteínas solúveis e de armazenamento, mas houve redução na atividade das enzimas esterase e peroxidase, à medida que as sementes foram envelhecidas (Carvalho *et al.*, 2006).

Sementes de *Peltophorum dubium* foram resistentes ao envelhecimento a 45°C, mas a partir de 120 horas a emergência de plântulas foi afetada, contudo, sem a redução na biomassa seca (Perez *et al.*, 1999). Com sementes de *Anadenanthera colubrina*, o envelhecimento comprometeu o vigor, reduziu drasticamente a viabilidade, com diminuição de plântulas normais e aumento das sementes deterioradas (Garcia *et al.*, 2004). Contudo, sementes de *Aegiphyla sellowiana* envelhecidas precocemente por 6 horas apresentaram maior emergência em relação às não envelhecidas e aquelas envelhecidas a 12, 24 e 48 horas. (Biruel, 2006).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Coleta e armazenamento dos diásporos

A área de coleta de sementes está localizada na bacia hidrográfica do rio Coxipó-Açu, município de Cuiabá, estado de Mato Grosso, em um paralelogramo formado pelo ponto da latitude 15° 21' 58" S com a longitude 56° 12' 39" W, e o ponto da latitude 15° 22' 17" S com a longitude 56° 12' 14" W. A área está em local com afloramento de rocha calcária, onde a aroeira é a espécie de maior frequência (Caldeira e Santos Filho, 2002). O clima apresenta os valores médios de temperatura de 25,7°C, umidade relativa de 74%, precipitação anual de 1450 mm, e evapotranspiração potencial de 1530 mm.ano<sup>-1</sup>; e o solo é do tipo Litólico Álico, de textura muito cascalhenta, relevo ondulado e afloramento rochoso (Brasil, 1997).

Em setembro de 2003, após a marcação de 61 matrizes foi estendida uma lona no solo, sob a copa de cada árvore, e com uma pequena agitação dos galhos promoveu-se a derrubada dos frutos alados, que foram acondicionados em sacos de papel Kraft e levados ao laboratório. Somente uma matriz não produziu frutos.

Os frutos da aroeira, que são seus diásporos, foram secos naturalmente no laboratório por cinco dias, beneficiados pela remoção dos cálices (alas) e de outras impurezas sobre uma peneira de 3 mm de malha, e o lote obtido, com cerca de seis quilogramas, foi homogeneizado em um “divisor de solos” (Brasil, 1992b).

O lote foi dividido em amostras, de 140 g cada, que foram acondicionadas nas embalagens de lata com tampa; saco de polietileno transparente de 0,15mm de espessura; saco de papel do tipo Kraft com 0,25mm de espessura; e em saco de malha de polietileno de forma hexagonal com dois mm de aresta.

Os diásporos embalados foram armazenados em câmara refrigerada por um aparelho condicionador de ar de 7500 BTU e de um aparelho desumidificador modelo “deumidair 250”, e em ambiente de sala de laboratório. Em ambos locais foi colocado um aparelho termohigrógrafo “Hidrologia” modelo THG-1 que registrou a temperatura e a umidade relativa do ar, durante o período de armazenamento, e possibilitou o cálculo dos valores médios compensados (Brasil, 1992a). Os valores médios compensados para a câmara controlada foram: temperatura de  $19,1^{\circ}\text{C} \pm 1,3^{\circ}\text{C}$ , e umidade relativa de  $70,5\% \pm 6,5\%$ ; no ambiente de sala de laboratório: temperatura de  $27,7^{\circ}\text{C} \pm 1,6^{\circ}\text{C}$ , e umidade relativa de  $63,1\% \pm 9,1\%$ .

O restante dos diásporos, cerca de 400 g, constituiu a amostra de trabalho utilizada para execução dos ensaios preliminares e para determinar as características iniciais do lote.

### **Padronização do teste envelhecimento acelerado**

Os ensaios foram conduzidos para escolher a temperatura e o tempo de exposição dos diásporos de aroeira para aplicação do teste de envelhecimento acelerado, e utilizar o padrão estabelecido para a avaliação do vigor desses diásporos durante o armazenamento.

O teor de água dos diásporos armazenados e após o envelhecimento foi determinado pelo método direto, pela pesagem de quatro amostras com cerca de 4 g de diásporos, em latas de alumínio com tampa, com 6 cm de diâmetro e 4,5 cm de altura, que foram colocadas em estufa a  $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas e novamente pesadas (Brasil, 1992b).

Para avaliar a viabilidade inicial foram utilizados 100 diásporos, divididos em quatro repetições, e depositados sobre duas folhas de papel mata-borrão, previamente esterilizadas e umedecidas com água destilada até o máximo de saturação, em caixas de plástico transparente de 11 x 11 x 3 cm, com tampa. Cada caixa foi envolvida com uma película de filme de PVC transparente, que foi furada com estilete, antes da colocação da tampa apropriada.

As caixas foram acondicionadas em câmara de germinação Fanem modelo 347-CDG, regulada à temperatura de 25°C e fotoperíodo de 8 horas, com o registro diário da presença de cotilédones abertos e normais até o 10º dia. A viabilidade dos diásporos foi avaliada pela porcentagem de germinação ao 10º dia.

Para determinar a curva de embebição, foram utilizados 800 diásporos de aroeira, divididos em quatro repetições, cada uma com massa inicial de 3,0 g, determinada com o uso de balança analítica. Os diásporos foram dispostos em caixas de plástico, da maneira descrita anteriormente, e, de hora em hora todas as sementes eram transferidas para um vidro de relógio tarado, e determinada a sua massa, com o uso de uma balança analítica. As sementes eram novamente depositadas na caixa de plástico e recolocadas na câmara de germinação.

Este procedimento foi conduzido até 70 horas, e foi utilizado o método indireto para determinar o seu teor de água, através da equação citada por Hampton e TeKrony (1995):

$$W_2 = \left( \frac{100 - A}{100 - B} \right) \cdot W_1 \quad \rightarrow \quad B = 100 - \left( \frac{W_1 (100 - A)}{W_2} \right)$$

Sendo que A é o teor de água inicial, em %, e B é o teor de água na hora considerada,  $W_1$  é a massa inicial, e  $W_2$  é a massa final dos diásporos. Os resultados médios permitiram a elaboração da curva de embebição, em função do período em horas.

Para verificar os efeitos da temperatura e da duração do período de envelhecimento sobre o potencial fisiológico dos diásporos de aroeira, os ensaios iniciais foram conduzidos em diversas temperaturas, e em cada temperatura, permaneceram por diferentes períodos.

Vinte amostras de 12 g, com aproximadamente 800 diásporos, foram depositadas em bandejas de tela de alumínio, em camada única, sem espaços vazios ou sobreposição entre os diásporos. Em seguida cada bandeja foi fixada no interior de uma caixa de plástico transparente de 11 x 11 x 3 cm, adaptada como mini-câmara, contendo 40 mL de água

destilada, que não entrou em contato com a tela ou com os diásporos. Cada conjunto de cinco caixas foi acondicionado em câmaras de germinação Fanem modelo 347-CDG, cada uma regulada na temperatura de 40, 41, 42 ou 45°C, e, cada uma das caixas, de cada conjunto, permaneceu na câmara por um dos períodos de 12, 18, 24, 30 ou 36 horas, no escuro.

De cada caixa foram retirados 100 diásporos, divididos em quatro repetições, e que foram submetidos ao teste de germinação de acordo com o método descrito para a determinação da viabilidade inicial. Também foram determinadas as porcentagens de plântulas anormais, e de diásporos duros ou deteriorados. Ainda foi determinado o teor de água dos diásporos após o envelhecimento, tanto pelo método direto, como pelo método indireto, ambos descritos anteriormente.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, analisado de forma independente para cada temperatura, em função dos períodos de envelhecimento.

### **Envelhecimento acelerado com os diásporos armazenados**

A partir de abril de 2004, após seis meses de armazenamento, os diásporos de cada um dos tratamentos, constituídos pelas embalagens e pelo ambiente de armazenamento, foram avaliados quanto à viabilidade, pelo testes de germinação como descrito anteriormente, e, quanto ao vigor, através do teste de envelhecimento acelerado.

Para o envelhecimento acelerado dos diásporos foi utilizada a mesma metodologia já descrita, contudo o teste foi conduzido apenas na temperatura de 45°C, e durante os períodos de 12 e 24 horas de duração, em função dos ensaios iniciais. Todo este mesmo procedimento foi novamente repetido aos 12, 18, 24 e 30 meses de armazenamento.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. Para as análises estatísticas foram utilizados os programas SISVAR 5.0 (Ferreira, 2000) e o SPSS 13.0.0. Os

dados foram submetidos aos testes de normalidade e de homocedasticidade. Atendido aos pressupostos destes testes foi efetuada a análise de variância, e, quando rejeitada a hipótese de nulidade, as médias foram comparadas pelo teste de Skott-Knott a 5%. Não atendida a hipótese de normalidade das variâncias, procedeu-se às transformações dos dados, os quais foram novamente submetidos ao teste de normalidade. (Santana e Ranal, 2004a; 2004b).

Os valores médios das variáveis foram submetidos à análise de agrupamento pelo método hierárquico aglomerativo do “vizinho mais distante”, e foi utilizada a distância Euclidiana para a ligação entre os grupos (Dal’Col Lucio *et al.*, 2006). Com os dendrogramas elaborados, utilizou-se como critério para a formação dos grupos o valor máximo de 20% de dissimilaridade, tomado em função do maior valor da variável utilizada.

Para verificar a variação da qualidade fisiológica dos diásporos durante o armazenamento, os resultados da germinação, antes e após o teste de envelhecimento acelerado, foram submetidos à análise de variância polinomial até 3º grau, e foram escolhidas as equações de maior grau e com significância estatística a 5% pelo teste de F.

Para verificar a similaridade entre as variáveis obtidas para os diferentes períodos de submissão ao envelhecimento acelerado, foram calculados os coeficientes de correlação de Kendall Tau para a combinação das variáveis (Sautu *et al.*, 2006). Os valores dos coeficientes foram adjetivados conforme a padronização citada por Dorneles *et al.* (2005).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

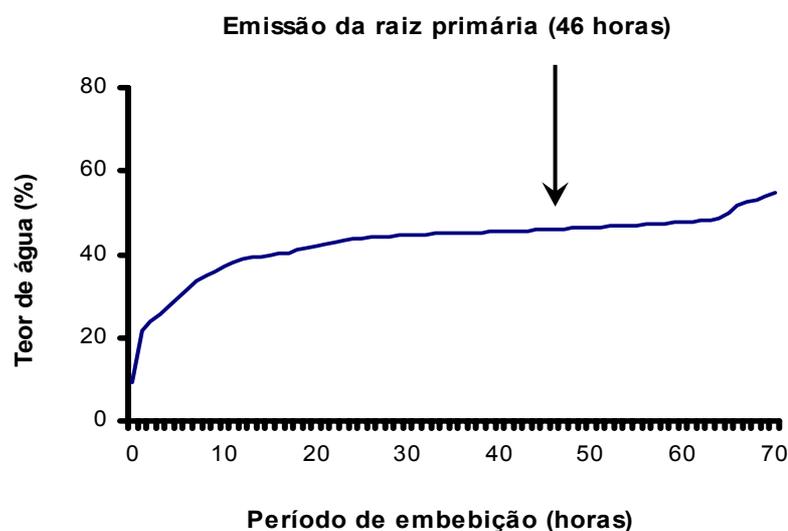
### Padronização do teste de envelhecimento acelerado

O teor de água inicial dos diásporos de aroeira foi de 9,7%, semelhante ao observado por Souza *et al.* (1980) e Martins Neto e Faiad (1995), para esta espécie. Na Figura 1 pode ser observada a variação do teor de água dos diásporos de aroeira em função do período de embebição, e na Figura 2 a variação do teor de água dos diásporos, submetidos às diferentes temperaturas para envelhecimento acelerado, em função do período de exposição.

A curva de embebição apresentou o modelo trifásico, onde a fase I foi completada em 10 horas e a fase III se iniciou após 46 horas, quando em todas as caixas foram observados mais de 50% dos diásporos com presença da raiz primária. O primeiro registro de diásporo com esta condição ocorreu com 31 horas de embebição, e, com 36 horas, mais de 10% dos diásporos, em todas as repetições, apresentavam esta característica.

Estes dados diferem daqueles apresentados por Dantas *et al.* (2006), cujos diásporos concluíram a fase I em 30 horas e a fase III se iniciou após 66 horas. Ainda que também tenha sido observado um aumento no teor de água, com 66 horas de embebição, este critério aparentemente não é o mais adequado para os diásporos de aroeira.

Ainda, é importante lembrar que os diásporos utilizados por Dantas *et al.* (2006) são da região do semi-árido no estado de Pernambuco, enquanto os utilizados neste trabalho são do bioma Cerrado no estado de Mato Grosso, e isto pode determinar diferenças na velocidade de embebição em função da origem de cada um desses diásporos. Esta possibilidade foi abordada por Dorneles *et al.* (2005), que, ao considerarem a ampla dispersão da aroeira em regiões com características ecológicas distintas, sugeriram a realização de pesquisas para verificar se ocorrem diferenças no comportamento da germinação.

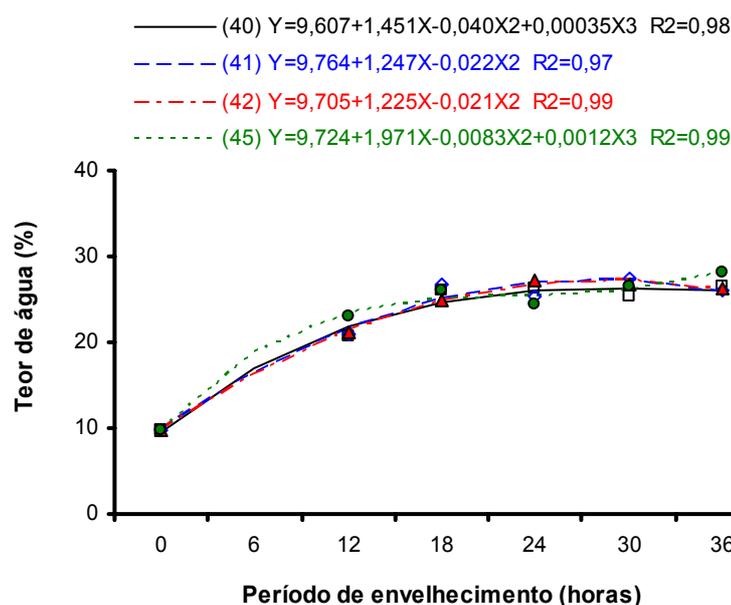


**Figura 1** – Curva de embebição de diásporos de *Myracrodruon urundeuva*.

Os diásporos de aroeira germinam muito rapidamente, em relação à maioria das espécies florestais. Neste trabalho, os diásporos recém colhidos apresentaram o tempo médio de 2,4 dias para protrusão da radícula, e de 3,6 dias para a presença de cotilédones abertos.

Quanto ao teor de água, quando os diásporos foram submetidos às diferentes temperaturas (Figura 2), é possível observar que, a partir do período de 12 horas os valores foram superiores a 20%, e aumentaram até 26% com 18 horas e, a partir daí, permaneceram com valores que oscilaram entre 26 e 28% até o período de 36 horas. Para cada temperatura, os teores de água foram diferentes em função dos períodos de envelhecimento testados.

Sementes de outras espécies apresentam comportamento semelhante na variação do teor de água em função do período de envelhecimento, contudo o período e o valor do teor de água em que ocorre a estabilização podem ser diferentes. Envelhecidas a 42°C, sementes de *Eucalyptus grandis* apresentaram estabilização do teor de água em torno de 30%, a partir de 72 horas (Nakagawa *et al.*, 2001), enquanto sementes de *Sebastiania commersoniana*, envelhecidas a 42 e 45°C, apresentaram oscilação com 72 horas e estabilização entre 96 e 120 horas em torno de 35% de teor de água (Santos e Paula, 2007).



**Figura 2** – Teor de água de diásporos de *Myracrodruon urundeuva* em função do período de envelhecimento nas temperaturas de 40°C (□), 41°C (◇), 42°C (▲) e 45°C (●).

Segundo Marcos Filho (2005), o teor de água das sementes envelhecidas deve ser superior a 20%. É possível verificar que isto ocorreu em todos os períodos aqui testados.

Durante a condução do trabalho foi possível observar que, a partir de 30 horas de exposição ao envelhecimento, ocorreu o desenvolvimento de uma massa micelial, proveniente de esporos fúngicos que provavelmente se aderiram aos diásporos quando ainda estavam presos às árvores matrizes. Isto é possível, pois os diásporos da aroeira são resinosos (Pacheco *et al.*, 2006), e isto é perceptível ao tato, o que facilitaria a adesão dos esporos micóticos.

Independente desta característica, o aumento da presença dos fungos pode estar associado ao envelhecimento que as sementes foram submetidas. Em *Cedrela fissilis* isto ocorre a partir de 48 horas de envelhecimento (Borges *et al.*, 1990); em *Anadenanthera colubrina* há um aumento na incidência de fungos (Garcia *et al.*, 2004); em *Copaifera langsdorffii*, após o envelhecimento a partir de 48 horas, aumenta a intensidade das espécies de *Aspergillus*, *Penicillium* e *Cladosporium*, nos testes de germinação (Ferreira *et al.*, 2004; Carvalho *et al.*, 2006); em *Chorisia speciosa*, após 72 horas de envelhecimento ocorre

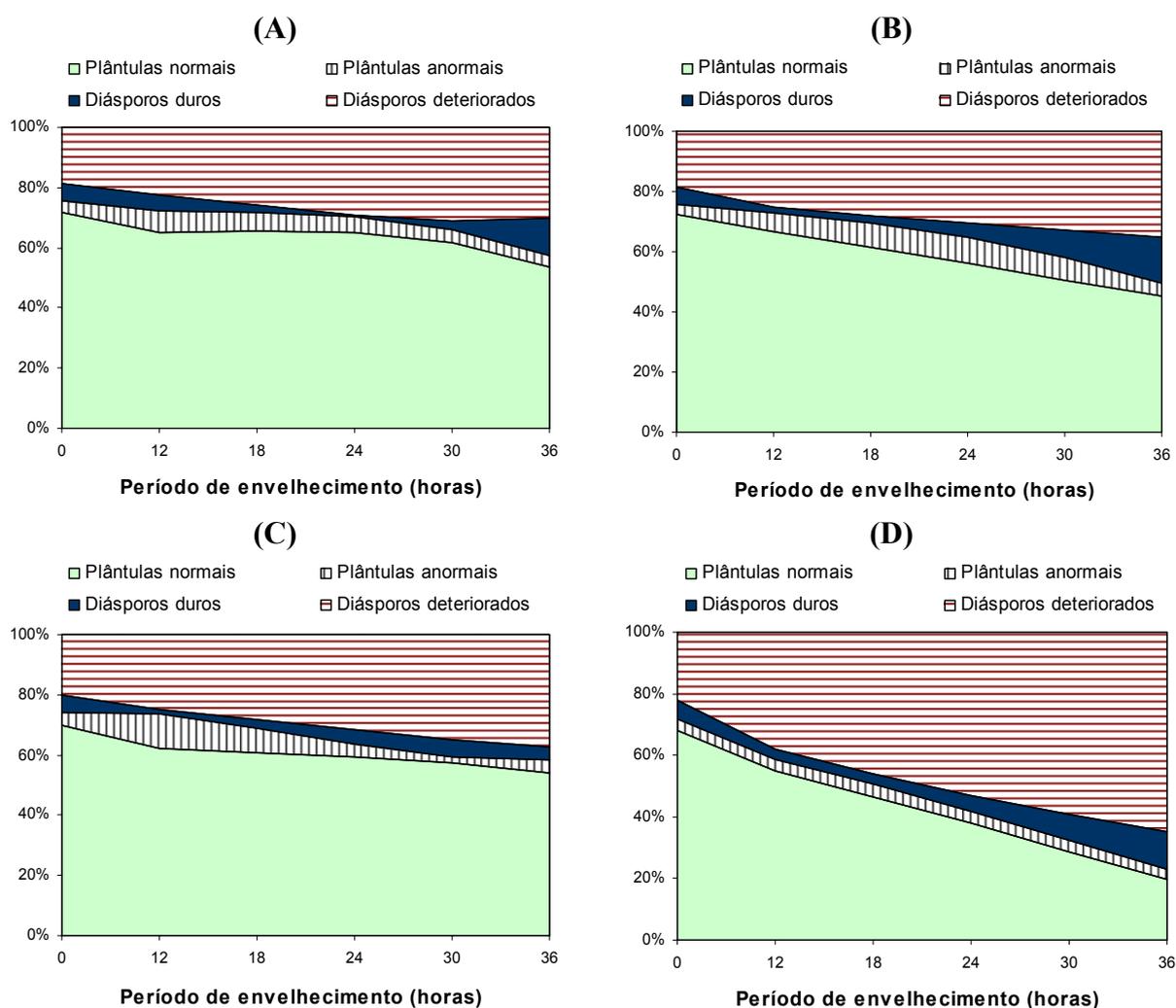
aumento de fungos na câmara de envelhecimento e após a instalação do teste de germinação (Fanti e Perez, 2005). Em todos os trabalhos, os autores consideraram a possibilidade dos fungos terem contribuído para o processo de degeneração dessas sementes.

Na Figura 3 estão as variações em porcentagem de plântulas normais ou anormais, e diásporos duros ou deteriorados de aroeira, para as temperaturas de 40°C, 41°C, 42°C, e 45°C, em função do período de envelhecimento. Os valores para a confecção das curvas foram obtidos a partir da regressão polinomial até de 3º grau, das equações de maior grau de significância a 5%, pelo teste de F, conforme utilizado por Santos e Paula (2007).

Enquanto as variações observadas para plântulas anormais e diásporos duros tiveram um comportamento quadrático ou cúbico, as variações para plântulas normais e diásporos deteriorados apresentaram o comportamento linear. Isto indica o efeito direto tanto do aumento da temperatura, quanto do tempo de exposição.

É possível verificar que praticamente não existe variação de plântulas anormais e de diásporos duros para as temperaturas e os períodos de envelhecimento utilizados, exceto um pequeno aumento de diásporos duros, observado a partir de 30 horas, nas temperaturas de 41 e 45°C (Figuras 3-B e 3-D) e, com 36 horas, para a temperatura de 40°C (Figura 3-A). Garcia *et al.* (2004) registraram uma maior porcentagem de plântulas anormais em relação às normais, com a germinação de sementes envelhecidas de *Anadenanthera colubrina*.

A variação da quantidade de plântulas normais e de diásporos deteriorados, com o aumento do tempo de envelhecimento, foi inversamente proporcional, com a diminuição da primeira. Esta variação é semelhante para as temperaturas de 40, 41 e 42°C, e maior para a temperatura de 45°C. Sementes envelhecidas de *Anadenanthera colubrina* apresentaram baixa porcentagem de plântulas normais e alta porcentagem de sementes deterioradas (Garcia *et al.*, 2004), e Ferreira *et al.* (2004) registraram um decréscimo significativo de plântulas normais à medida que as sementes de *Copaifera langsdorffii* foram envelhecidas.



**Figura 3** – Variação percentual de plântulas normais ou anormais, e de diásporos duros ou deteriorados de *Myracrodruon urundeuva*, em função do período de envelhecimento nas temperaturas de 40°C (A), 41°C (B), 42°C (C) e 45°C (D).

A viabilidade inicial dos diásporos de aroeira foi de 71% de plântulas normais. A germinação após o envelhecimento a 40°C e a 42°C não revelou qualquer diferença entre os diferentes períodos de exposição utilizados, e também em relação aos diásporos não envelhecidos. Após o envelhecimento a 41°C, a germinação dos diásporos expostos durante 30 e 36 horas foi significativamente menor em relação aos períodos de 12, 18 e 24 horas, e também em relação aos diásporos não envelhecidos.

De outro lado, Teófilo *et al.* (2004) conseguiram envelhecer diásporos de aroeira a 42°C, contudo as sementes ficaram expostas por um período de 72 horas. Sementes de

*Prosopis juliflora*, envelhecidas a 40°C por até 45 dias não apresentaram redução na germinação (Perez e Tambelini, 1995), contudo, à temperatura de 45°C, o período de 24 horas foi suficiente para o seu envelhecimento (Perez e Nassif, 1998).

Assim, o envelhecimento artificial à temperatura de 45°C interferiu diretamente na qualidade fisiológica dos diásporos de aroeira (Tabela 2), independentemente do período de exposição, exceto pela presença de fungos, a partir do período de 30 horas, e que pode ser uma causa adicional da diminuição da qualidade. A temperatura de envelhecimento a 45°C também foi utilizada com as espécies florestais: *Prosopis juliflora* (Perez e Nassif, 1998); *Peltophorum dubium* (Perez *et al.*, 1999); *Chorisia speciosa* (Fanti e Perez, 2003; 2005); *Aegiphyla sellowiana* (Biruel, 2006); *Tabebuia roseo-alba* e *T. impetiginosa*; (Borba Filho, 2006); e *Sebastiania commersoniana* (Santos e Paula, 2007).

Períodos de exposição menores que 24 horas não proporcionaram resultado no envelhecimento de sementes de *Araucaria angustifolia* (Ramos e Carneiro, 1991), e de *Piptadenia communis* (Borges *et al.*, 1992). Em função dos resultados aqui obtidos, foi adotada a temperatura de 45°C, e os períodos de 12 e de 24 horas para avaliar a qualidade fisiológica dos diásporos de aroeira armazenados sob diferentes condições. Desta forma, ainda se espera evitar a ocorrência dos fungos, que foram observados a partir de 30 horas de envelhecimento, e que pode ser um fator adicional para a deterioração das sementes (Ferreira *et al.*, 2004; Garcia *et al.*, 2004; Carvalho *et al.*, 2006).

### **Envelhecimento acelerado com os diásporos armazenados**

Os resultados da germinação dos diásporos armazenados, e após o envelhecimento acelerado na temperatura de 45°C, durante os períodos de 12 e 24 horas, estão na Tabela 1.

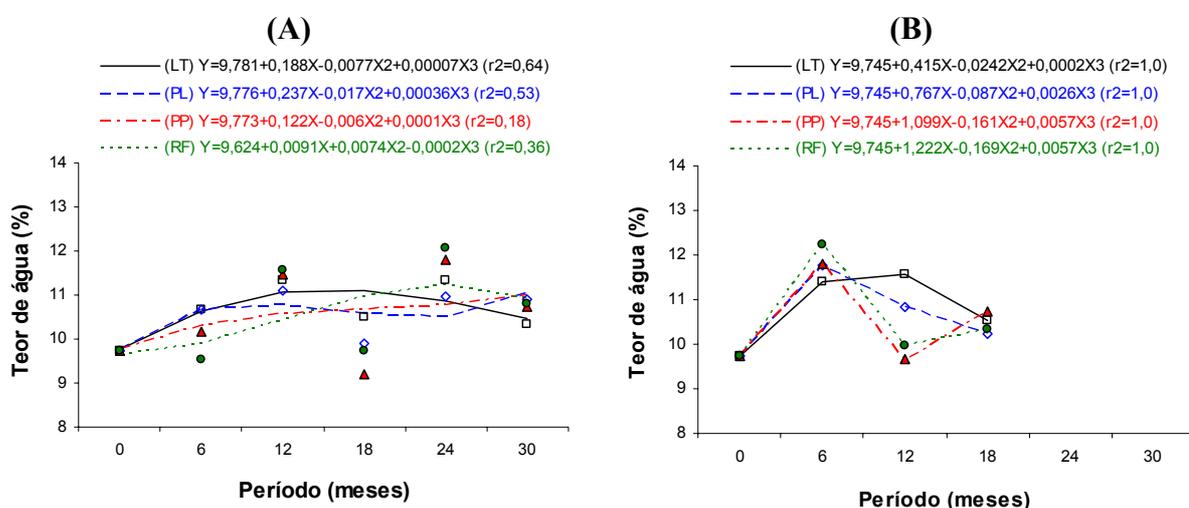
**Tabela 1** – Germinação (**G**) de diásporos armazenados de *Myracrodruon urundeuva*, e após o envelhecimento acelerado a 45°C por 12 e 24 horas e os percentuais de plântulas anormais (**PA**), e diásporos duros (**DU**) ou deteriorados (**DT**).

Código (*)	G (%)	Envelhecimento - 12 horas				Envelhecimento - 24 horas			
		G	PA	DU	DT	G	PA	DU	DT
INICIAL	71,0	51,0	3,0	3,0	43,0	41,0	2,0	12,0	45,0
<b>06LTCC</b>	<b>59,0</b>	<b>61,0</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>29,0</b>	<b>50,0</b>	5,0	<b>9,0</b>	<b>36,0</b>
06PLCC	59,0	69,0	3,0	6,0	22,0	34,0	<b>4,0</b>	13,0	49,0
<b>06PPCC</b>	<b>69,0</b>	<b>61,0</b>	<b>1,0</b>	<b>6,0</b>	<b>32,0</b>	<b>47,0</b>	5,0	<b>15,0</b>	<b>33,0</b>
06RFCC	60,0	56,0	4,0	6,0	34,0	41,0	<b>3,0</b>	19,0	37,0
<b>12LTCC</b>	<b>65,0</b>	<b>50,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>44,0</b>	<b>41,0</b>	2,0	<b>3,0</b>	<b>54,0</b>
12PLCC	68,0	50,0	6,0	5,0	39,0	47,0	<b>7,0</b>	4,0	42,0
<b>12PPCC</b>	<b>65,0</b>	<b>51,0</b>	<b>5,0</b>	<b>3,0</b>	<b>41,0</b>	<b>37,0</b>	6,0	<b>5,0</b>	<b>52,0</b>
12RFCC	73,0	45,0	6,0	1,0	48,0	37,0	<b>8,0</b>	3,0	52,0
<b>18LTCC</b>	<b>56,0</b>	<b>49,0</b>	<b>7,0</b>	<b>6,0</b>	<b>38,0</b>	<b>36,0</b>	3,0	<b>6,0</b>	<b>55,0</b>
18PLCC	62,0	48,0	7,0	10,0	35,0	32,0	<b>6,0</b>	4,0	58,0
<b>18PPCC</b>	<b>60,0</b>	<b>30,0</b>	<b>13,0</b>	<b>9,0</b>	<b>48,0</b>	<b>36,0</b>	8,0	<b>4,0</b>	<b>52,0</b>
18RFCC	66,0	39,0	16,0	6,0	39,0	30,0	<b>4,0</b>	6,0	60,0
<b>24LTCC</b>	<b>59,0</b>	<b>41,0</b>	<b>5,0</b>	<b>1,0</b>	<b>53,0</b>	<b>17,0</b>	2,0	<b>5,0</b>	<b>76,0</b>
24PLCC	58,0	41,0	5,0	0	54,0	24,0	<b>5,0</b>	2,0	69,0
<b>24PPCC</b>	<b>62,0</b>	<b>35,0</b>	<b>4,0</b>	<b>1,0</b>	<b>60,0</b>	<b>6,0</b>	1,0	<b>2,0</b>	<b>91,0</b>
24RFCC	57,0	20,0	6,0	4,0	70,0	11,0	<b>5,0</b>	2,0	82,0
<b>30LTCC</b>	<b>66,0</b>	<b>28,0</b>	<b>6,0</b>	<b>2,0</b>	<b>64,0</b>	<b>3,0</b>	3,0	<b>1,0</b>	<b>93,0</b>
30PLCC	57,0	31,0	8,0	0	61,0	11,0	<b>2,0</b>	0	87,0
<b>30PPCC</b>	<b>54,0</b>	<b>17,0</b>	<b>6,0</b>	<b>1,0</b>	<b>76,0</b>	<b>6,0</b>	4,0	<b>0</b>	<b>90,0</b>
30RFCC	59,0	8,0	8,0	0	84,0	3,0	<b>4,0</b>	0	93,0
<b>06LTSL</b>	<b>58,0</b>	<b>13,0</b>	<b>4,0</b>	<b>8,0</b>	<b>75,0</b>	<b>2,0</b>	<b>1,0</b>	<b>19,0</b>	<b>78,0</b>
06PLSL	27,0	5,0	0	13,0	82,0	0	0	24,0	76,0
<b>06PPSL</b>	<b>14,0</b>	<b>0</b>	<b>2,0</b>	<b>10,0</b>	<b>88,0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>21,0</b>	<b>79,0</b>
06RFSL	29,0	5,0	0	8,0	87,0	0	0	24,0	76,0
<b>12LTSL</b>	<b>17,0</b>	<b>2,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0</b>	<b>97,0</b>	<b>0</b>	<b>1,0</b>	<b>9,0</b>	<b>90,0</b>
12PLSL	14,0	0	0	1,0	99,0	0	0	3,0	97,0
<b>12PPSL</b>	<b>8,0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2,0</b>	<b>98,0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,0</b>	<b>99,0</b>
12RFSL	2,0	0	0	2,0	98,0	0	1,0	4,0	95,0
<b>18LTSL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8,0</b>	<b>92,0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7,0</b>	<b>93,0</b>
18PLSL	0	0	0	11,0	89,0	0	0	6,0	94,0
<b>18PPSL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10,0</b>	<b>90,0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2,0</b>	<b>98,0</b>
18RFSL	0	0	0	9,0	91,0	0	0	1,0	99,0

(\*) INICIAL = condição inicial; os dígitos representam o período de armazenamento (06, 12, 18, 24 e 30 meses); as duas letras centrais são as embalagens (LT = lata, PL, PP e RF respectivamente sacos de polietileno, papel e malha); as duas últimas letras são os ambientes de armazenamento (CC = câmara e SL = ambiente). Diásporos acondicionados em ambiente de sala perderam a viabilidade aos 18 meses de armazenamento.

A germinação foi avaliada pela porcentagem de plântulas normais, mas se verificaram também os percentuais de plântulas anormais, e de diásporos duros ou deteriorados, para cada condição de armazenamento, em função do período de envelhecimento. É possível verificar que os diásporos armazenados em ambiente de sala, independentemente da embalagem de acondicionamento, perderam a viabilidade já com 18 meses de armazenamento.

Na Figura 4 é apresentada a variação no teor de água dos diásporos de aroeira durante o período de armazenamento sob diferentes condições.



**Figura 4** – Teor de água dos diásporos de *Myracrodruon urundeuva* em função do período de armazenamento em câmara controlada (A) e, em ambiente de sala (B), acondicionados em: **lata (LT, □)**; e em **sacos de polietileno (PL, ◇)**; de **papel (PP, ▲)**; e de **malha (RF, ●)**.

O teor de água das sementes durante o armazenamento é importante, pois incrementos nestes valores aumentam a atividade respiratória e a maior atividade de microorganismos, que favorecem a elevação da temperatura da semente (Carvalho e Nakagawa, 2000).

Em cada período em que os diásporos foram analisados, as variações do teor de água não excederam à diferença de 2%, conforme a recomendação de Marcos Filho (2005), para que os diásporos, considerados como lotes, possam ser comparados quanto ao seu vigor, pelo teste de envelhecimento. Contudo, entre períodos distintos, foram registrados alguns valores cuja diferença no teor de água foi superior aos 2%. Este fato era esperado, considerando que

as embalagens utilizadas e os ambientes contribuem para uma maior estabilização, aumento ou diminuição do teor de água dos diásporos durante o armazenamento.

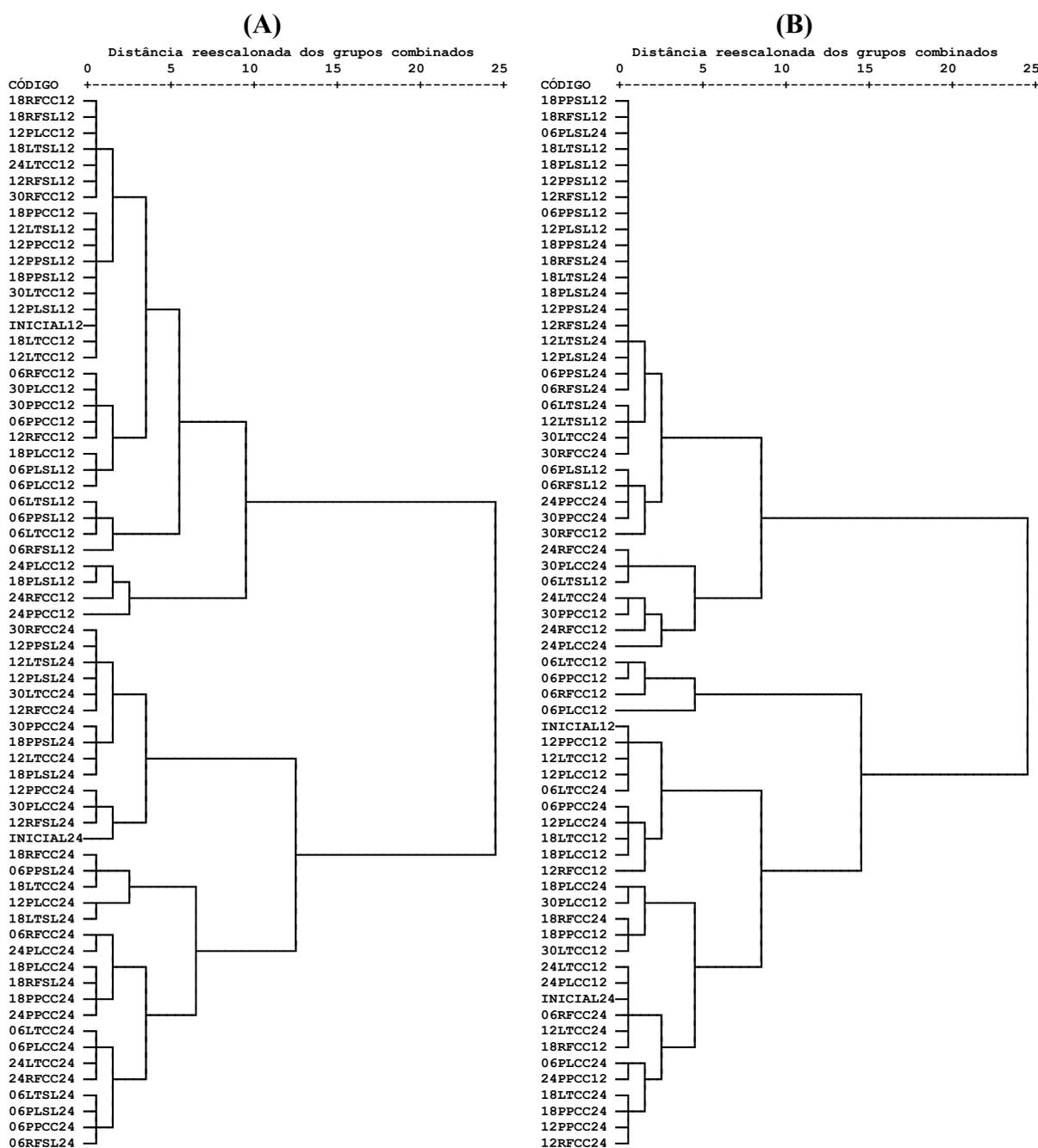
Considerando que os resultados do teor de água e da germinação dos diásporos armazenados de aroeira, após o envelhecimento, não apresentaram uma distribuição normal, foram então analisados pelo método hierárquico aglomerativo do vizinho mais distante, e agrupados pela distância Euclidiana. Assim, foi possível verificar os grupos de tratamentos que apresentaram respostas semelhantes na conservação do vigor desses diásporos.

Na Figura 5 são apresentados os dendrogramas de agrupamento, obtidos após o envelhecimento acelerado a 45°C, durante os períodos de 12 e 24 horas. O primeiro se refere à variação do teor de água, e o segundo é relativo à porcentagem de plântulas normais, sem os valores relativos aos períodos de 24 e 30 meses de armazenamento em ambiente de sala, pois aos 18 meses, neste ambiente, os diásporos tiveram a germinação suprimida.

A escala padrão é reescalada e proporcional ao menor e ao maior valor da variável utilizada, refletindo, assim a distância original entre dois grupos. A posição da linha vertical indica a distância existente entre os elementos fundidos. As fusões na origem indicam grupos formados homogêneos, e aqueles formados no final da escala são grupos heterogêneos.

Tanto para o teor de água quanto para a germinação após o envelhecimento, foram adotados os grupos formados no valor 5 da escala, equivalente a um valor máximo de agrupamento igual a 20% do maior valor da variável utilizada, isto se a linha vertical estiver exatamente nesta posição da escala. Com os tratamentos agrupados, os valores permitiram estabelecer uma faixa de variação para os tratamentos similares.

Os valores de teor de água para o envelhecimento durante 24 horas, ficaram nos grupos 1, 2 e 3, e correspondem respectivamente às faixas de: 30,0 a 31,6%, 28,7 a 29,7%, e 26,4 a 28,0%, enquanto após 12 horas de envelhecimento, ficaram nos grupos 4, 5 e 6, e correspondem às faixas de 23,9 a 25,0%, 21,9 a 23,4%, e 21,0 a 21,6%, respectivamente.



**Figura 5** – Dendrograma do agrupamento do teor de água (A) e da germinação (B) de plântulas normais dos diásporos de *Myracrodruon urundeuva* submetidos ao envelhecimento acelerado a 45°C durante 12 e 24 horas, durante o armazenamento sob diferentes condições. Código: INICIAL = condição inicial; os dois dígitos iniciais representam o período de armazenamento (06, 12, 18, 24 e 30 meses); as duas primeiras letras são as embalagens (LT = lata, e PL, PP e RF, respectivamente sacos de polietileno, de papel, e de malha); as duas letras seguintes são do ambiente de armazenamento (CC = câmara, e SL = ambiente); e os dois últimos dígitos referem ao período de envelhecimento (12 e 24 horas).

Na Tabela 2 é apresentado um resumo do agrupamento obtido através do dendrograma (Figura 5-A), em relação ao teor de água dos diásporos armazenados, após o envelhecimento acelerado. É possível observar que os menores valores de teor de água foram obtidos com 12 horas, e que foram observadas diferenças dentro de cada período de exposição.

**Tabela 2** – Teor de água dos diásporos de *Myracrodruon urundeuva* acondicionados em diferentes embalagens e armazenados em câmara (CC) e em ambiente (SL) durante diferentes períodos, após o envelhecimento acelerado (EA) a 45°C durante o período de 12 e de 24 horas.

Ambiente	Período (meses)	EA (horas)	Embalagem de acondicionamento							
			Lata	Polietileno	Papel	Malha				
CC	6	12	21,3	6	22,2	5	22,5	5	22,4	5
		24	<b>30,9</b>	<b>1</b>	<b>30,8</b>	<b>1</b>	<b>31,3</b>	<b>1</b>	<b>30,4</b>	<b>1</b>
	12	12	23,0	5	23,1	5	22,8	5	22,6	5
		24	<b>27,7</b>	<b>3</b>	<b>28,7</b>	<b>2</b>	<b>27,1</b>	<b>3</b>	<b>28,0</b>	<b>3</b>
	18	12	23,1	5	21,9	5	22,8	5	23,2	5
		24	<b>29,4</b>	<b>2</b>	<b>30,2</b>	<b>1</b>	<b>30,2</b>	<b>1</b>	<b>29,7</b>	<b>2</b>
	24	12	23,3	5	24,3	4	25,0	4	23,9	4
		24	<b>31,0</b>	<b>1</b>	<b>30,5</b>	<b>1</b>	<b>30,5</b>	<b>1</b>	<b>31,1</b>	<b>1</b>
	30	12	23,0	5	22,4	5	22,4	5	23,4	5
		24	<b>28,0</b>	<b>3</b>	<b>27,3</b>	<b>3</b>	<b>27,5</b>	<b>3</b>	<b>27,9</b>	<b>3</b>
SL (*)	6	12	21,5	6	22,0	5	21,6	6	21,0	6
		24	<b>31,4</b>	<b>1</b>	<b>31,3</b>	<b>1</b>	<b>29,6</b>	<b>2</b>	<b>31,6</b>	<b>1</b>
	12	12	22,8	5	22,9	5	23,0	5	23,3	5
		24	<b>28,0</b>	<b>3</b>	<b>28,0</b>	<b>3</b>	<b>27,9</b>	<b>3</b>	<b>26,9</b>	<b>3</b>
	18	12	23,2	5	24,5	4	23,0	5	23,2	5
		24	<b>29,0</b>	<b>2</b>	<b>27,8</b>	<b>3</b>	<b>27,5</b>	<b>3</b>	<b>30,2</b>	<b>1</b>

Teor de água inicial: após EA durante 12 horas, 23,0%, e durante 24 horas, 26,4%. (\*) Diásporos inviáveis aos 18 meses de armazenamento. Valores seguidos de números iguais pertencem ao mesmo grupo pelo método hierárquico aglomerativo do vizinho mais distante.

É possível verificar que as variações no teor de água, após o envelhecimento, não ultrapassaram a 4% (Marcos Filho, 2005). Após 12 horas de envelhecimento, os valores extremos foram 21,0 e 25,0%. Após 24 horas, os valores extremos foram 26,4 e 31,6% e, neste caso, alguns tratamentos extrapolaram este limite. Situação semelhante foi registrada com sementes de *Sebastiania commersoniana* que, após o envelhecimento, apresentaram diferenças próximas a 10% no teor de água entre os lotes tratados (Santos e Paula, 2007).

Este fato aponta para a necessidade de estudar o assunto para estabelecer critérios específicos na aplicação deste teste em espécies florestais nativas. Um fato importante a ser considerado está relacionado com a diversidade genética entre as matrizes fornecedoras das sementes florestais, comparada com as espécies agrícolas, além da proposta de Marcos Filho (2005) para que a diferença no teor de água de lotes envelhecidos diminua de 4% para 2%.

O vigor foi avaliado pelas plântulas normais obtidas com a germinação dos diásporos após o envelhecimento durante 12 e 24 horas. Os mesmos critérios foram utilizados para a análise da variação no teor de água, e obtido o dendrograma apresentado na Figura 5-B. A partir dos grupos estabelecidos, os resultados foram resumidos na Tabela 3, e os valores acompanhados dos números relativos aos grupos formados, com resultados semelhantes.

**Tabela 3** – Plântulas normais (%) obtidas com a germinação dos diásporos de *Myracrodruon urundeuva* acondicionados em diferentes embalagens e armazenados em câmara (CC) e em ambiente (SL) durante diferentes períodos, após o envelhecimento acelerado (EA) a 45°C durante o período de 12 e de 24 horas.

Ambiente	Período (meses)	EA (horas)	Embalagem de acondicionamento							
			Lata		Polietileno		Papel		Malha	
CC	6	12	61,0	1	69,0	1	61,0	1	56,0	1
	<b>6</b>	<b>24</b>	<b>50,0</b>	<b>2</b>	<b>34,0</b>	<b>3</b>	<b>47,0</b>	<b>2</b>	<b>41,0</b>	<b>3</b>
	12	12	50,0	2	50,0	2	51,0	2	45,0	2
	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>41,0</b>	<b>3</b>	<b>47,0</b>	<b>2</b>	<b>37,0</b>	<b>3</b>	<b>37,0</b>	<b>3</b>
	18	12	49,0	2	48,0	2	30,0	3	39,0	3
	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>36,0</b>	<b>3</b>	<b>32,0</b>	<b>3</b>	<b>36,0</b>	<b>3</b>	<b>30,0</b>	<b>3</b>
	24	12	41,0	3	41,0	3	35,0	3	20,0	4
	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>17,0</b>	<b>4</b>	<b>24,0</b>	<b>4</b>	<b>6,0</b>	<b>5</b>	<b>11,0</b>	<b>4</b>
	30	12	28,0	3	31,0	3	17,0	5	8,0	5
	<b>30</b>	<b>24</b>	<b>3,0</b>	<b>5</b>	<b>11,0</b>	<b>4</b>	<b>6,0</b>	<b>5</b>	<b>3,0</b>	<b>5</b>
SL (*)	6	12	13,0	4	5,0	5	0,0	5	5,0	5
	<b>6</b>	<b>24</b>	<b>2,0</b>	<b>5</b>	<b>0,0</b>	<b>5</b>	<b>0,0</b>	<b>5</b>	<b>0,0</b>	<b>5</b>
	12	12	2,0	5	0,0	5	0,0	5	0,0	5
	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>0,0</b>	<b>5</b>	<b>0,0</b>	<b>5</b>	<b>0,0</b>	<b>5</b>	<b>0,0</b>	<b>5</b>
	18	12	0,0	5	0,0	5	0,0	5	0,0	5
	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>0,0</b>	<b>5</b>	<b>0,0</b>	<b>5</b>	<b>0,0</b>	<b>5</b>	<b>0,0</b>	<b>5</b>

Plântulas normais iniciais: após EA durante 12 horas, 51,0%, e durante 24 horas, 41,0%. (\*) Diásporos inviáveis aos 18 meses de armazenamento. Valores seguidos de números iguais pertencem ao mesmo grupo pelo método hierárquico aglomerativo do vizinho mais distante.

O teste de envelhecimento acelerado foi sensível para a avaliação da qualidade fisiológica dos diásporos armazenados, e resultou na divisão de cinco grupos, tanto para o período de 12 como de 24 horas de exposição à temperatura de 45°C.

Nos três primeiros grupos somente estão presentes os tratamentos que foram mantidos em câmara, tanto dos diásporos submetidos ao envelhecimento por 12 quanto por 24 horas. No quarto grupo, além dos tratamentos mantidos em câmara, também está incluso um tratamento mantido em ambiente, constituído pelos diásporos acondicionados em lata e envelhecidos por 12 horas. No quinto grupo estão as outras combinações dos tratamentos mantidos em ambiente, e alguns mantidos em câmara, durante 30 meses de armazenamento. Esse aspecto ressalta a importância do ambiente de armazenamento para a conservação da qualidade fisiológica dos diásporos de aroeira, semelhante ao observado por Teófilo *et al.* (2004), e por Araújo Neto *et al.* (2005) para sementes de *Acacia polyphylla*.

O maior vigor foi obtido no primeiro grupo, 56 a 69% de plântulas normais, após 12 horas de envelhecimento, dos diásporos armazenados por seis meses em câmara, em qualquer tipo de embalagem. Deve ser destacado que estes valores são superiores ao vigor inicial, 51%, com 12 horas de envelhecimento, e de 41%, com 24 horas de envelhecimento, que foram agrupados, respectivamente no segundo e no terceiro grupos.

Este fato pode estar relacionado com diferenças na maturidade dos diásporos após a coleta. Assim é possível que uma parte que não germinou inicialmente, após o período de seis meses atingiu esta condição, enquanto aqueles que germinaram inicialmente, também mantiveram esta condição aos seis meses. Demonstra ainda a diferença obtida no vigor com a variação do período de 12 para 24 horas, indicando que o tempo excessivo de envelhecimento acelerado a 45°C pode subestimar o vigor dos diásporos armazenados de aroeira.

O envelhecimento acelerado pode resultar em efeitos diferentes do esperado. Foram registrados acelerações da germinação, com aumento do período de envelhecimento, com

sementes de *Cedrela fissilis* (Borges *et al.*, 1990), e de *Chorisia speciosa* (Fanti e Perez, 2005). Além do amolecimento do tegumento, estes autores inferiram que o aumento na exposição pode ter proporcionado uma pré-embebição que favoreceu as sementes.

Foi registrado um aumento significativo na porcentagem de emergência de plântulas de *Aegiphyla sellowiana* envelhecidas a 45°C, por seis horas, em relação ao controle e aos outros períodos de envelhecimento (Biruel, 2006). Santos e Paula (2007) observaram que, em alguns casos, pelo menos para sementes de alto vigor, o envelhecimento pode funcionar como um pré-condicionamento, favorecendo a porcentagem ou a velocidade de germinação.

No segundo grupo, 45 a 51%, estão incluídos os resultados da a porcentagem inicial de plântulas dos diásporos envelhecidos por 12 horas, e os resultados de alguns tratamentos formados pelo acondicionamento em todas as embalagens, e armazenados entre seis e 18 meses. A maioria é resultado do envelhecimento por 12 horas, enquanto os tratamentos envelhecidos por 24 horas são aqueles armazenados por seis meses.

No terceiro grupo, 28 a 41%, além das plântulas normais obtidas com a germinação inicial dos diásporos envelhecidos por 24 horas, estão incluídos tratamentos que foram armazenados de seis até 30 meses, com todas as embalagens. A maior parte destes tratamentos que foi submetida ao envelhecimento por 24 horas, refere-se aos períodos de armazenamento entre seis e 18 meses, enquanto aqueles submetidos ao envelhecimento por 12 horas são constituídos pelos diásporos armazenados entre 18 e 30 meses.

No quarto grupo, 11 a 24%, estão os diásporos envelhecidos durante 24 horas, e que, na maioria, são constituídos pelo armazenamento em câmara, durante 24 e 30 meses, nas diferentes embalagens. Também foi agrupado um tratamento mantido em ambiente de sala por seis meses, cujos diásporos foram acondicionados em lata e submetidos ao envelhecimento por 12 horas, com 13% de plântulas normais. Finalmente, o quinto grupo, 0 a 8%, é constituído pelos outros tratamentos mantidos em câmara, durante 30 meses, com as

diferentes embalagens e envelhecidos durante 24 horas, além de todos os outros tratamentos mantidos em ambiente.

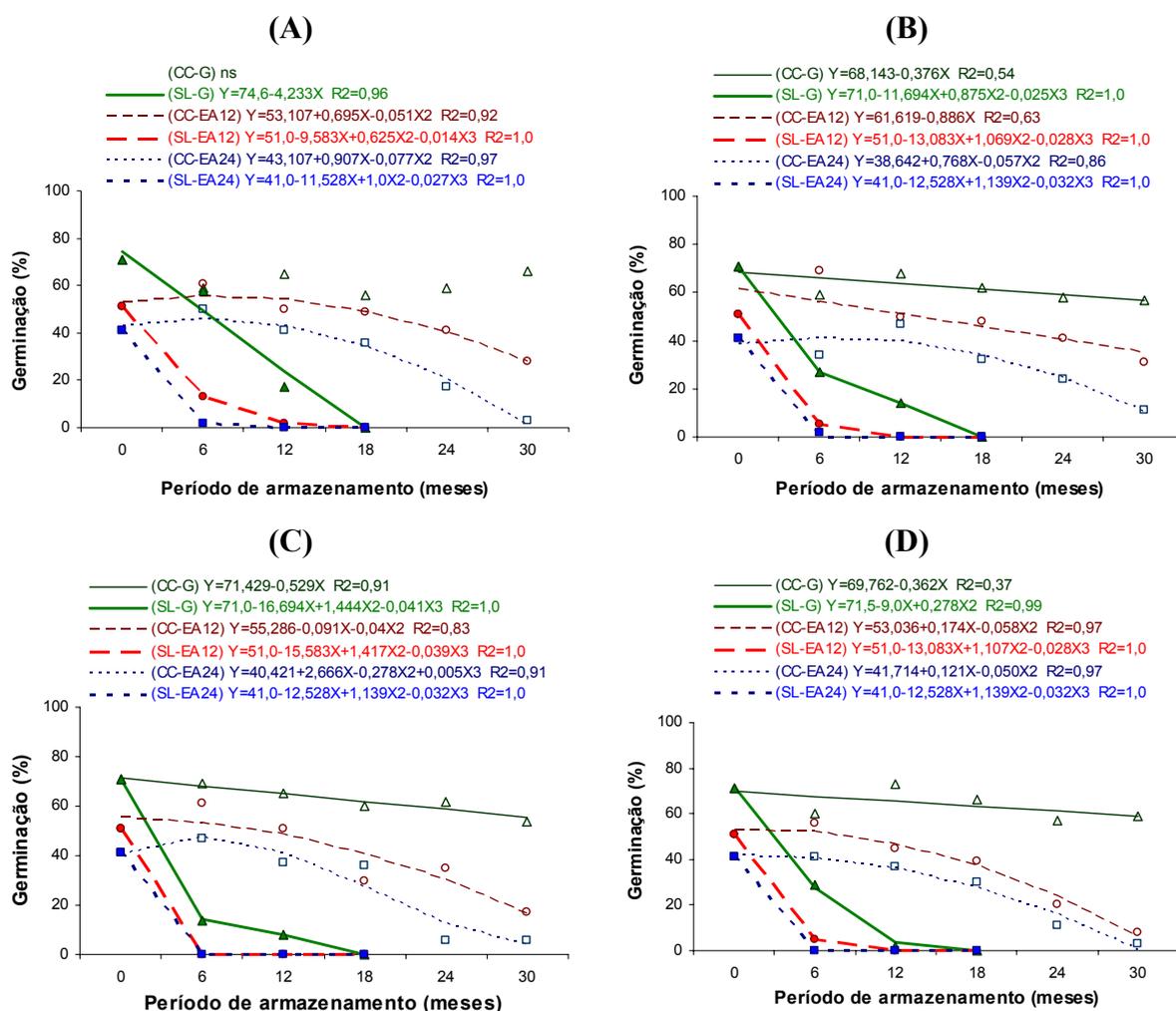
Além do ambiente, a embalagem proporcionou efeito na diminuição do vigor dos diásporos de aroeira, pois aqueles que foram acondicionados na embalagem impermeável e de menor permeabilidade, respectivamente a lata e o polietileno, apresentaram maior vigor, em relação àquelas de maior permeabilidade, o saco de papel, ou a permeável, a malha.

Este efeito também foi observado no ambiente, exclusivamente para os diásporos acondicionados em lata, que, aos seis meses, apresentaram maior vigor que o registrado para as outras embalagens, ou que apresentaram algum vigor, 2%, aos 12 meses, e que foi nulo para os diásporos mantidos nas outras embalagens. Contudo, este fato somente foi observado quando o envelhecimento foi conduzido durante o período de 12 horas.

Para os diásporos acondicionados em lata, e em sacos de polietileno e de papel, e mantidos em câmara, o período de envelhecimento resultou em diferenças na avaliação do vigor, durante todo o período de armazenamento. Os diásporos acondicionados em malha somente apresentaram diferença até 12 meses de armazenamento. Contudo é importante observar que, para a mesma condição de período de envelhecimento, não foram registradas diferenças entre as embalagens, ou se manifestaram de forma aleatória, não sendo possível estabelecer um padrão de comportamento quanto ao vigor desses diásporos.

Para os diásporos mantidos em ambiente, independente da embalagem, a perda do vigor ocorreu de forma extremamente rápida, e não foi possível registrar diferenças na sua avaliação, em função do período de envelhecimento. A única exceção foi para os diásporos acondicionados em lata até seis meses de armazenamento, e, neste caso, o vigor avaliado pela germinação após o envelhecimento durante 12 horas, 13%, foi superior a observada após o envelhecimento durante 24 horas, 2,0%. Para os diásporos mantidos nas outras embalagens, o vigor foi nulo aos seis meses de armazenamento, quando envelhecidos durante 24 horas.

Para facilitar o entendimento da variação da qualidade fisiológica dos diásporos de aroeira durante o armazenamento, os resultados da viabilidade, obtidos pela germinação sobre papel, e do vigor, obtidos pelo envelhecimento acelerado a 45°C por 12 e 24 horas, foram submetidos à análise de regressão de até 3º grau. As equações de maior significância, pelo teste de F a 5%, estão agrupadas por embalagem, para os dois ambientes (Figura 6).



**Figura 6** – Viabilidade de diásporos de *Myracrodruon urundeuva* acondicionados em lata (A), e em sacos de polietileno (B), de papel (C), e de malha (D), durante o armazenamento em câmara controlada (—) e em ambiente de sala. (—); e do vigor, após o envelhecimento acelerado a 45°C, por 12 horas (---) e (---), e por 24 horas (.....) e (.....), para os respectivos ambientes de armazenamento. Símbolos dos valores originais: viabilidade ( $\Delta$  e  $\blacktriangle$ ); vigor pelo envelhecimento por 12 horas ( $\circ$  e  $\bullet$ ); e por 24 horas ( $\square$  e  $\blacksquare$ ), respectivamente em câmara controlada e ambiente de sala.

Quanto à viabilidade, para os diásporos mantidos em câmara, independentemente da embalagem, os valores foram semelhantes, 54 a 73%, até 30 meses de armazenamento (linhas contínuas e finas da Figura 6-A, B, C, D).

Para os diásporos mantidos em ambiente, a viabilidade conservou-se apenas até seis meses de armazenamento e apenas para aqueles que foram acondicionados em lata, 58% (linha contínua e espessa da Figura 6-A). Nesse período, para as outras embalagens e, também para os diásporos mantidos em lata e em polietileno, até 12 meses, a viabilidade diminuiu para 14 a 29%. Para os diásporos mantidos em saco de papel e de malha, até 12 meses, a viabilidade foi respectivamente de 8,0 e 2,0%. Aos 18 meses, a deterioração foi completa, independente da embalagem (linhas contínuas e espessas da Figura 6).

Novamente, além do efeito do ambiente durante o período de armazenamento, existe efeito da embalagem na variação do vigor dos diásporos de aroeira, quando submetidos ao envelhecimento durante 24 horas (linhas pontilhadas da Figura 6). Ainda assim o efeito foi semelhante ao observado no envelhecimento durante 12 horas, onde se manifestou com menor intensidade (linhas tracejadas da Figura 6). De modo geral, para os diásporos armazenados em câmara, a quantidade de plântulas normais foi cerca de 10 a 20% menor, quando se comparou o período de exposição ao envelhecimento durante 12 horas (linha tracejada fina da Figura 6), com o período de 24 horas (linha pontilhada fina da Figura 6). Para os diásporos armazenados em ambiente, esta diferença de plântulas normais foi sempre menor que 10%, ao se comparar o envelhecimento durante 12 horas (linha tracejada espessa da Figura 6) com o período de 24 horas de exposição (linha pontilhada espessa da Figura 6).

Contudo, dentro de cada ambiente de armazenamento, é possível observar que a variação de plântulas normais tem comportamento semelhante para os períodos de 12 e 24 horas de exposição ao envelhecimento dos diásporos acondicionados nos diferentes tipos de embalagem, durante o período de armazenamento (Figura 6). Além disso, o período de

envelhecimento durante 24 horas diminuiu a quantidade de plântulas normais, em relação ao envelhecimento durante 12 horas, expressando a diminuição do vigor dos diásporos, em função do período de armazenamento.

A Tabela 4 contém os valores do coeficiente de correlação simples de Kendall Tau entre os valores das variáveis: germinação, plântulas anormais, e diásporos duros ou deteriorados de aroeira, armazenados sob diferentes condições e após submissão ao envelhecimento acelerado a 45°C, pelos períodos de 12 e 24 horas.

As correlações entre os valores da germinação obtidos para os diásporos envelhecidos durante 12 e 24 horas (0,839), bem como entre os diásporos deteriorados (0,712) nas mesmas condições foram altamente significativas, positivas e classificadas como muito altas. Este fato confirma o comportamento das curvas que são semelhantes e praticamente paralelas entre si.

**Tabela 4** – Coeficiente de correlação de Kendall Tau entre a germinação (**G12 e G24**), plântulas anormais (**PA12 e PA24**), diásporos duros (**DU12 e DU24**) e deteriorados (**DT12 e DT24**) de *Myracrodruon urundeuva* armazenados sob diferentes condições, e após a submissão ao envelhecimento acelerado a 45°C, respectivamente pelos períodos de 12 e 24 horas.

	<b>G12</b>	<b>PA12</b>	<b>DU12</b>	<b>DT12</b>	<b>G24</b>	<b>PA24</b>	<b>DU24</b>
<b>PA12</b>	<b>0,322</b> * <b>MD</b>						
<b>DU12</b>	-0,077 NG	-0,226 BX					
<b>DT12</b>	<b>-0,857</b> ** <b>MA</b>	<b>-0,398</b> ** <b>MD</b>	-0,091 NG				
<b>G24</b>	<b>0,839</b> ** <b>MA</b>	<b>0,400</b> ** <b>MD</b>	-0,095 NG	<b>-0,782</b> ** <b>MA</b>			
<b>PA24</b>	<b>0,558</b> ** <b>SB</b>	<b>0,630</b> ** <b>SB</b>	-0,168 BX	<b>-0,537</b> ** <b>SB</b>	<b>0,654</b> ** <b>SB</b>		
<b>DU24</b>	0,195 BX	-0,236 BX	<b>0,429</b> ** <b>MD</b>	-0,224 BX	0,091 NG	-0,118 BX	
<b>DT24</b>	-0,743 ** <b>MA</b>	-0,273 * <b>BX</b>	-0,058 NG	<b>0,712</b> ** <b>MA</b>	-0,774 ** <b>MA</b>	<b>-0,517</b> ** <b>SB</b>	<b>-0,356</b> ** <b>MD</b>

\*  $p < 0,05$  e \*\*  $p < 0,01$ . Adjetivos: NG: Negligenciável (0,001 a 0,099); BX: Baixa (0,100 a 0,299); MD: Moderada (0,300 a 0,499); SB: Substancial (0,500 a 0,699); MA: Muito alta (0,700 a 0,999); PF: Perfeita (1,000).

Outras correlações também se apresentaram altamente significativas e muito altas, contudo foram negativas. Isto foi registrado para as seguintes combinações entre as variáveis: germinação após 12 horas de envelhecimento, tanto com diásporos deteriorados por 12 horas (-0,857), e por 24 horas (-0,743); e também da germinação após 24 horas de envelhecimento, tanto com os diásporos deteriorados por 12 horas (-0,782), e por 24 horas (-0,774). Este fato não só reforça o efeito do envelhecimento acelerado que, ao diminuir a germinação sempre aumentou a quantidade de diásporos deteriorados, como é efetivamente possível avaliar o vigor através dessas duas variáveis.

Outras correlações foram altamente significativas e positivas, mas adjetivadas como substanciais, entre as variáveis: plântulas anormais obtidas após o envelhecimento com 12 e com 24 horas (0,630); entre a quantidade de plântulas anormais após 24 horas de envelhecimento, tanto com a germinação após o envelhecimento por 12 horas (0,558), e também por 24 horas (0,654).

Os mesmos resultados, mas como correlações negativas, foram registradas entre as plântulas anormais obtidas após o envelhecimento por 24 horas, tanto com a quantidade de diásporos deteriorados, após o envelhecimento por 12 horas (-0,537), como envelhecidas por 24 horas (-0,517). Este resultado é interessante, pois o aumento na quantidade de diásporos deteriorados resultou na diminuição na quantidade de plântulas anormais, indicando que o efeito do envelhecimento afeta igualmente o vigor de todos os tipos de diásporos, independente de características morfológicas que se expressam após a germinação.

Segundo Marcos Filho (1999), as alterações que ocorrem com a degeneração, em geral, podem ser desencadeadas pela desestruturação do sistema de membranas celulares, principalmente pela peroxidação de lipídios.

Durante o envelhecimento acelerado de sementes de *Glycine max*, Song *et al.* (2007) observaram que o teor de água das sementes aumentou, enquanto a porcentagem de

germinação, a taxa de germinação, e o subsequente crescimento das plântulas decresceram. Mudanças na taxa de respiração foram similares para as mudanças na produção de radicais superoxidados e superóxido de hidrogênio, e todas estas mudanças atingiram um pico após 10 dias de envelhecimento acelerado, quando o DNA começou a degradar.

O envelhecimento acelerado foi eficiente para detectar reduções significativas na qualidade dos diásporos de aroeira, de modo semelhante ao observado por Pontes *et al.* (2006) com sementes de *Caesalpinia peltophoroides*.

## CONCLUSÕES

O envelhecimento acelerado a 45°C, durante os períodos de 12 e 24 horas, é eficiente para avaliar a qualidade fisiológica dos diásporos de aroeira armazenados sob diferentes condições.

O período de 24 horas de envelhecimento afeta mais intensamente o vigor dos diásporos armazenados em câmara, independente da embalagem utilizada, em relação ao período de 12 horas, que é mais sensível para detectar diferenças no vigor desses diásporos, em função da embalagem de acondicionamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO NETO, J.C.; AGUIAR, I.B.; FERREIRA, V.M.; RODRIGUES, T.J.D. Armazenamento e requerimento fotoblástico de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.27, n.1, p.115-124, 2005.

BALISTIERO, M.; MÁRQUEZ, F.; KAGEYAMA, P.Y. **Utilização do teste de envelhecimento precoce para avaliar o vigor de lotes de sementes com diferentes idades e estágios de maturação**. Piracicaba: IPEF, Circular Técnica nº 118, 1980. 3p.

BIRUEL, R.P. Efeito do envelhecimento precoce e estresse térmico no vigor de sementes de *Aegiphyla sellowiana* Cham. In: \_\_\_\_\_. **Caracterização e germinação de sementes de *Aegiphyla sellowiana* Cham**. Cap. 3. São Carlos, UFSCar. 2006. (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais).

BORBA FILHO, A.B. Eficiência do envelhecimento acelerado em detectar variações no vigor de sementes de ipê-branco e de ipê-roxo. In: \_\_\_\_\_. **Aspectos da germinação e da conservação de sementes de espécies do gênero *Tabebuia* (Bignoniaceae)**. Cap. 3. São Carlos: UFSCar, 2006. (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais).

BORGES, E.E.L.; CASTRO, J.L.D.; BORGES, R.C.G. Alterações fisiológicas em sementes de Jacaré (*Piptadenia communis*) submetidas ao envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, n.1, p.9-12, 1992.

BORGES, E.E.L.; CASTRO, J.L.D.; BORGES, R.C.G. Avaliação fisiológica de sementes de cedro submetidas ao envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.12, n.1, p.56-62, 1990.

BRASIL. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normas climatológicas (1961-1990)**. Brasília: SPI/EMBRAPA, 1992a. 84p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992b. 365p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Amazônia Legal. **Manejo da bacia hidrográfica do rio Coxipó-Açu para conservação de seus recursos hídricos**. Cuiabá: UFMT/ABEAS/SRH, 1997. 113p.

CALDEIRA, S.F.; SANTOS FILHO, P.L. Perfis estruturais da vegetação arbórea da bacia hidrográfica do rio Coxipó-Açu, Mato Grosso. **Agricultura Tropical**, Cuiabá, v.6, n.1, p.147-166, 2002.

CAMARGO, M.L.P.; MORI, E.S.; MELLO, E.J.; ODA, S.; LIMA, G.P. Atividade enzimática em plântulas de *Eucalyptus grandis* provenientes de sementes envelhecidas artificialmente e naturalmente. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.10, n.2, p.113-122, 2000.

CARNEIRO, J.G.A.; AGUIAR, I.B. Armazenamento de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑARODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (eds.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.333-350.

CARNEIRO, J.W.P.; GUEDES, T.A. Dinâmica de ocorrências germinativas em amostras de sementes envelhecidas artificialmente: envelhecimento e sobrevivência. **Informativo Abrates**, n.12, n.1,2,3, p.44-51, 2002.

CARVALHO, D.; FERREIRA, R.A.; OLIVEIRA, L.M.; OLIVEIRA, A.F.; GEMAQUE, R.C.R.. Eletroforese de proteínas e isoenzimas em sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae Caesalpinioideae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.1, p.19-24, 2006.

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

CATUNDA, P.H.A.; VIEIRA, H.D.; SILVA, R.F.; POSSE, S.C.P. Influência do teor de água, da embalagem e das condições de armazenamento na qualidade de sementes de maracujá amarelo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.25, n.1, p.65-71, 2003.

DAL'COL LÚCIO, A.; FORTES, F.O.; STORCK, L.; CARGNELUTTI FILHO, A. Abordagem multivariada em análise de sementes de espécies florestais exóticas. **Cerne**, Lavras, v.12, n.1, p.27-37, 2006.

DANTAS, B.F.; LÚCIO, A.A.; SILVA, F.F.S.; PEREIRA, M.S.; SILVA, P.P.; RIBEIRO, L.S.; KIILL, L.H. Teor de açúcares durante as fases iniciais da germinação de sementes de aroeira-do-sertão *Myracrodruon urundeuva* (M. Allem). In: XX Seminário Panamericano de Sementes, Fortaleza, 14 a 17 Agosto 2006. **Resumos...** Fortaleza: FELAS, ABRASEM, 2006. 1p. (CD multimídia).

DORNELES, M.C.; RANAL, M.A.; SANTANA, D.G. Germinação de diásporos recém-colhidos de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) ocorrente no cerrado do Brasil Central. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.28, n.2, p.399-408, 2005.

FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeito do estresse hídrico e envelhecimento precoce na viabilidade de sementes osmocondicionadas de paineira (*Chorisia speciosa*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.4, p.537-543, 2003.

FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos do envelhecimento precoce no vigor de sementes de *Chorisia speciosa* St.Hil. (Bombacaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.3, p.345-352, 2005.

FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.A. Influência do substrato e do envelhecimento acelerado na germinação de olho-de-dragão (*Adenanthera pavonina* L. – Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.135-141, 1999.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria, 45<sup>a</sup>, **Resumos....** UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/software.htm>>. Acesso em: 27 Mar 2006.

FERREIRA, R.A.; OLIVEIRA, L.M.; CARVALHO, D.; OLIVEIRA, A.F.; GEMAQUE, R.C.R. Qualidade fisiológica de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae Caesalpinioideae) envelhecidas artificialmente. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.35, n.1, p.82-86, 2004.

FESSEL, S.A.; VIEIRA, R.D.; CRUZ, M.C.P.; PAULA, R.C.; PANOBIANCO, M. Electrical conductivity testing of corn seeds as influenced by temperature and period of storage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.10, p.1551-1559, 2006.

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

FOUNTAIN, D.W.; MCGILL, C.R.; SOUTHWARD, R.C.; SPORUL, R.V.; MACKAY, A.C.; OUTRED, H.A. Assessment of germination and vigour status of 24-year-old seeds of a *Sophora* hybrid. **New Zealand Journal of Botany**, New Zealand, v.40, p.383-387, 2002.

GARCIA, L.C.; NOGUEIRA, A.C.; ABREU, D.C.A. Influência do envelhecimento acelerado no vigor de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan - Mimosaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.14, n.1, p.85-90, 2004.

GUTIÉRREZ, G.; CRUZ, F.; MORENO, J.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, V.A.; VÁZQUEZ-RAMOS, J.M. Natural and artificial seed ageing in maize: germination and DNA synthesis. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 3, s.n., p.279-285, 1993.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. (Eds.) **Handbook of vigour test methods**. 3<sup>rd</sup> Ed. Zurich, Switzerland: ISTA, 1995. 177p.

KALPANA, R.K.; MADHAVA RAO, K.V. On the ageing mechanism in pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) seeds. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.23, n.1., p.1-9, 1995.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. Vigor de sementes. **Informativo Abrates**, Brasília, v.11, n.3, p.81-84. 2001.

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

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-24.

MARTINS-NETTO, D.A.; FAIAD, M.G.R. Viabilidade e sanidade de sementes de espécies florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.1, p.75-80, 1995.

MEDEIROS, A.C.S. **Comportamento fisiológico, conservação de germoplasma a longo prazo e previsão de longevidade de sementes de aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl.)**. Jaboticabal: UNESP, 1996. 127p. (Doutorado – Produção Vegetal).

MENDES, S.S. Qualidade fisiológica de sementes de leucena. In: \_\_\_\_\_. **Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) R. de Wit.): uma leguminosa de importância para os sistemas agrícolas do Nordeste**. Cap. 3. Maceió: Universidade Federal de Sergipe. 2006. (Dissertação de mestrado em Agroecossistemas).

NAKAGAWA, J.; MORI, E.S.; AMARAL, W.A.N.; MELLO, E.J. Envelhecimento acelerado em sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden classificadas por tamanho. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.60, p.99-108, 2001.

NASCIMENTO, W.M.; BARROS, B.C.G.; PESSOA, H.B.S.V. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.15, n.2, p.251-253, 1993.

NOWAKOWSKA, J.; RAKOWSKI, K. Accelerated and natural ageing processes change the properties of plasma membrane in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) seeds during storage. **Dendrobiology**, Polska, v.47, Supplement, p.79-82, 2002.

PACHECO, M.V.; MATOS, V.P.; FERREIRA, R.L.C.; FELICIANO, A.L.P.; PINTO, K.M.S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.3, p.359-367, 2006.

PEREZ, S.C.J.G.A.; FANTI, S.C.; CASALI, C.A. Influência do armazenamento, substrato, envelhecimento precoce e profundidade de semeadura na germinação de canafístula. **Bragantia**, Campinas, v.58, n.1, p.57-68, 1999.

PEREZ, S.C.J.G.A.; NASSIF, S.M.L. Efeitos do envelhecimento precoce, polietilenoglicol e substratos na viabilidade e vigor de sementes de algarobeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.12, p.2055-2064, 1998.

PEREZ, S.C.J.G.A.; TAMBELINI, M. Efeitos dos estresses salino e hídrico e do envelhecimento precoce na germinação de algarobeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.11, p.1289-1295, 1995.

PHARTYAL, S.S.; THAPLIYAL, R.C.; KOEDAM, N.; GODEFROID, S. *Ex-situ* conservation of rare and valuable forest tree species through seed-gene bank. **Current Science**, Bangalore, v.83, n.11, p.1351-1357, 2002.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B.; PEIXOTO, M.C. Testes de qualidade. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.283-297.

PONTES, C.A.; CORTE, V.B.; BORGES, E.E.L.; SILVA, A.G.; BORGES, R.C.G. Influência da temperatura de armazenamento na qualidade de sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (sibipiruna). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.1, p.43-48, 2006.

RAMOS, A.; CARNEIRO, J.G.A. Envelhecimento artificial de sementes do Pinheiro do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.1, p.19-24, 1991.

SANTANA, D.G.; RANAL; M.A. **Análise da germinação**. Um enfoque estatístico. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2004a. 248p.

SANTANA, D.G.; RANAL; M.A. Análise estatística. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004b. p.197-208.

SANTOS, S.R.G.; PAULA, R.C. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do vigor de lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilho) – Euphorbiaceae. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.19, n.1, p.1-12, 2007.

SAUTU, A.; BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C.; CONDIT, R. Studies on the seed biology of 100 native species of trees in a seasonal moist tropical forest, Panama, Central America. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.234, p.245-263, 2006.

SCHMIDT, L. **Guide to handling of tropical and subtropical Forest seed**. Humlebaek: Danida Forest Seed Centre, 2000. 511p.

SILVA, L.M.M.; RODRIGUES, T.J.D.; AGUIAR, I.B. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.6, p.691-697, 2002.

SONG, S.Q.; TIAN, X.; FU, J.R. Possible involvement of programmed cell death events during accelerated ageing of *Glycine max* axes. In: NAVIE, S.C.; ADKINS, S.W.; ASHMORE, S.E. (Eds). **Seeds: biology, development and ecology**. Wallingford, UK: CAB International, 2007. p.71-84.

SOUZA, S.M.; PIRES, I.E.; LIMA, P.C.F. Efeito do tipo de embalagens e condições de armazenamento na preservação de sementes de aroeira (*Astronium urundeuva* Engl.). In: EMBRAPA-CPATSA (org.). **Pesquisa florestal no nordeste semi-árido: sementes e mudas**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1980. p.25-30. (Boletim de Pesquisa, nº. 2).

SPINOLA, M.C.M.; CALIARI, M.F.; TESSARIOLI-NETO, J. Comparação entre métodos para avaliação do vigor de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, PR, v.20, n.2, p.301-305, 1998.

TEÓFILO, E.M.; SILVA, S.O.; BEZERRA, A.M.E.; MEDEIROS FILHO, S.; SILVA, F.D.B. da. Qualidade fisiológica de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* ALLEMÃO) em função do tipo de embalagem, ambiente e tempo de armazenamento. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.35, n.2, p.371-376, 2004.

THAPLIYAL, R.C.; CONNOR, K.F. Effects of accelerated ageing on viability, leachate exudation, and fatty acid content of *Dalbergia sissoo* Roxb. seeds. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.25, v.2., p.311-319, 1997.

TILLMANN, M.A. Análisis de semillas. In: BAUDET, L; PESKE, S. **Semillas: ciencia y tecnología**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2005. p.101-158.

TONIN, G.A.; GATTI, A.B.; CARELLI, B.P.; PEREZ, S.C.J.G.A. Influência da temperatura de condicionamento osmótico na viabilidade e no vigor de sementes de *Pterogyne nitens* TULL. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.27, n.2, p.35-42, 2005.

VIGGIANO, J.R.; VIEIRA, H.D.; SILVA, R.F.; ARAÚJO, E.F.; VIANA, A.P. Conservação de sementes de mamão (*Carica papaya* L.) em função do grau de umidade, tipo de embalagem e ambiente de armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.2, p.279-287, 2000.

### CAPÍTULO 3

#### **QUALIDADE DE MUDAS DE *Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem. PRODUZIDAS COM DIÁSPOROS ARMAZENADOS SOB DIFERENTES CONDIÇÕES**

**RESUMO** – O objetivo deste trabalho foi verificar a qualidade das mudas produzidas a partir de diásporos de *Myracrodruon urundeuva* armazenados sob diferentes condições. Diásporos de aroeira colhidos em Cuiabá foram acondicionados em lata, e em sacos de polietileno, de papel e de malha de polietileno, e armazenados em câmara refrigerada por um condicionador de ar, e em ambiente de sala. A altura, o diâmetro e a massa seca total das plântulas foram avaliados aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura em tubetes com substrato comercial de diásporos recém colhidos, e armazenados por seis, 12, 18, 24 e 30 meses. A altura, diâmetro e a massa seca total das plântulas com 30 dias após a semeadura de diásporos armazenados em câmara diminuíram com o aumento do período de armazenamento, independente da embalagem utilizada, quando foram comparados com as plântulas produzidas com os diásporos recém coletados. A qualidade das plântulas de aroeira é afetada com o uso de diásporos armazenados. O armazenamento em câmara, independente da embalagem, permite a sua utilização, pelo menos, até 30 meses após a coleta. O armazenamento em ambiente só propicia o seu uso até seis meses, desde que mantidos em embalagem de lata. As diferenças observadas na qualidade inicial das plântulas, decorrentes do vigor dos diásporos armazenados não se mantêm durante o desenvolvimento da muda, sendo observado aumento e diminuição, em relação à primeira avaliação e à qualidade inicial.

Palavras-chave: aroeira, conservação, vigor.

**QUALITY OF SEEDLINGS OF *Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem. PRODUCTED  
WITH DIASPORAS STORED UNDER DIFFERENT CONDITIONS**

**ABSTRACT** – The objective of this work was to verify the quality of seed produced from diasporas of *Myracrodruon urundeuva*, “aroeira”, stored under different conditions. Diasporas of a seed collection area in Cuiabá, Brazil, were placed in tin container, and polyethylene bag, of paper, and of polyethylene mesh. They were stored in chamber which was refrigerated by an air conditioner, and in room environment. The height, the diameter and the total dry mass of seedlings were evaluated at 30, 60 and 90 days after the sowing of diasporas just harvested and stored by 6, 12, 18, 24 and 30 months, in tubes containing commercial substratum. The height, diameter and the total dry mass of seedlings with 30 days after sowing of diasporas stored in chamber diminished with the increase of the period of storage, independent packing being used, when they were compared with seedlings produced with the diasporas just collected. The quality of seedlings of “aroeira” is affected with the use of stored diasporas. The storage in chamber, independent of the packing, allows its use, at least, up to 30 months. The storage in environment only propitiates its use up to six months, since that are kept in can packing. The differences observed in the initial quality of seedlings, due to the vigor of the stored diasporas do not keep themselves during the development of the seedling, being observed increase and reduction, in relation to the first evaluation and the initial quality.

Key words: “aroeira”, conservation, vigor.

## INTRODUÇÃO

As sementes são responsáveis pela garantia de sobrevivência das espécies de plantas de multiplicação sexuada, pela continuidade da sucessão de gerações, e podem ainda garantir o estabelecimento de genes interessantes à humanidade, em meio à competitividade influenciada pelo ambiente (Marcos Filho, 2005).

Também, independente das inúmeras técnicas modernas de multiplicação vegetal, a fonte mais popular e comum de propágulos reprodutivos em larga escala, é a semente, principalmente para atender programas de florestamento e reflorestamento (Phartyal *et al.*, 2002). Neste sentido, o desenvolvimento destes programas e de sistemas agroflorestais funcionais são formas eficientes para diminuir os efeitos dos desmatamentos (Neya, 2006).

No Brasil, a necessidade de conservação das florestas tropicais e o fortalecimento da política ambiental promoveram um aumento da demanda de sementes de espécies nativas, que constituem insumo básico nos programas de recuperação e conservação de ecossistemas (Carvalho *et al.*, 2006). Os avanços nas práticas de manejo de viveiro estão diretamente relacionados à qualidade das sementes utilizadas, sendo que as sementes provenientes de pomares clonais têm apresentado melhor desempenho, ainda que sejam muito mais caras do que as provenientes de áreas de produção (Carneiro, 1995).

Ainda que se trabalhe com a mesma espécie florestal, sempre deve ser considerada a diversidade em relação ao bioma de ocorrência, independente do local de coleta das sementes, como de áreas de coleta, de fragmentos florestais, ou de árvores isoladas. Carneiro e Aguiar (1993) lembram que a produção irregular de sementes destas espécies impõe a necessidade de estudos sobre armazenamento, para garantir a sua oferta e a sua conservação genética.

A deterioração da semente pode ser simplificada como a perda de sua capacidade em produzir uma plântula normal, com a parte aérea e as raízes bem desenvolvidas, quando em

processo de germinação e emergência. Desta forma, sementes com valores de germinação próximos, podem apresentar níveis distintos de vigor no armazenamento e na época de semeadura, durante a emergência das plântulas, resultando em uma população desuniforme, ou mesmo, limitando o seu estabelecimento (Krzyzanowski e França Neto, 2001).

O vigor reflete a manifestação de um conjunto de características que determinam o potencial para a emergência rápida e uniforme de plântulas (Marcos Filho, 2005). Quando isto não ocorre, a produção de mudas florestais é comprometida, bem como os programas dos plantios produtivos, de revegetação ou de recuperação de áreas alteradas.

Considerando a importância da aroeira, tanto pela sua exploração excessiva, como pela descaracterização dos biomas em que ocorre, Dorneles *et al.* (2005) recomendaram estudos de diásporos recém-colhidos, enquanto Silva *et al.* (2002), do comportamento durante diferentes condições de armazenamento.

Desta forma, a perda de qualidade das sementes armazenadas afeta a qualidade inicial das plântulas e o desenvolvimento da muda, durante o processo produtivo.

## **OBJETIVOS**

O objetivo do presente trabalho foi verificar responder às seguintes questões:

A qualidade das plântulas de *Myracrodruon urundeuva* é afetada pela condição de armazenamento de seus diásporos?

Diferenças na qualidade das plântulas de *Myracrodruon urundeuva* produzidas com diásporos armazenados permanecem com o desenvolvimento das mudas?

## REVISÃO DE LITERATURA

Na produção de mudas florestais vários fatores afetam o seu desenvolvimento, alguns relacionados à técnica de produção, outros de caráter abiótico, além daqueles de origem biótica. Os fatores técnicos estão relacionados com o processo de produção, e envolvem o tipo de muda produzida, bem como as práticas de repicagem, fertilização, irrigação, poda radicular ou aérea, micropropagação, entre outras. Os de caráter abiótico estão relacionados principalmente com a embalagem, substratos, grau de sombreamento, além das diversas causas de doenças não infecciosas ou distúrbios abióticos. Finalmente, entre os bióticos se destacam as doenças infecciosas, a micorriza e as sementes (Carneiro, 1995).

As mudas podem ser produzidas tanto através da via sexuada, com o uso de sementes, como pela via assexuada, através da brotação de gemas de partes vegetativas. Atualmente, para produção em larga escala, existe a técnica de micropropagação vegetativa, com o uso de soluções nutritivas em ambiente asséptico.

Para as espécies florestais nativas este uso ainda é limitado, e o processo mais comum é a utilização de sementes. Durante a produção, é possível utilizar sementeiras para a germinação seguida da repicagem para as embalagens. Outra possibilidade é a semeadura direta de duas ou mais sementes por embalagem, dependendo da sua qualidade, com posterior raleio ou a repicagem do excesso de plântulas.

Este processo é indicado para a produção de mudas de aroeira, e a repicagem é efetuada a partir de quatro semanas, quando apresenta tecido de reserva e tubérculo na raiz principal, e a muda fica apta para o plantio aos seis meses (Carvalho, 2003). Este autor ainda cita que a aroeira pode ser produzida com raízes nuas, e que a propagação vegetativa é muito fácil. Assim, Andrade *et al.* (2000) informaram que sua propagação “*in vitro*” é possível, e pode dar suporte a outros projetos que envolvem outras técnicas de biotecnologia.

Em viveiros mecanizados é comum utilizar a semeadura de duas ou mais sementes diretamente na embalagem e posteriormente proceder ao raleamento ou a repicagem das mudas em excesso (Carneiro, 1995), e este método também é eficiente para a aroeira.

Os recipientes mais utilizados para a produção de mudas de espécies florestais nativas são os sacos de polietileno e os tubetes de polipropileno. Com tubetes, os substratos orgânicos são os mais utilizados, e, para os sacos é utilizada a terra de subsolo ou orgânica (Gonçalves *et al.*, 2000). O uso de terra orgânica pura aumentou o diâmetro e a altura de mudas de aroeira, em relação aos uso de vermiculita, areia e as suas combinações (Costa *et al.*, 1993).

Durante o desenvolvimento das mudas, o uso de sombreamento parcial ou a pleno sol depende da espécie e tem relações com a classificação ecológica da espécie. As pioneiras são mais exigentes de luz, em relação às secundárias ou clímax. Assim, a translocação de assimilados, avaliada pela massa seca, foi maior para a parte aérea de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* mantidas a 30% de sombreamento, enquanto a 50% foi proporcionalmente maior para as raízes, enquanto a variação da altura e do diâmetro do colo apresentou um comportamento linear até 111 dias de idade (Scalon *et al.*, 2005).

O adequado fornecimento de água é fundamental para o desenvolvimento das mudas. A atividade fotossintética de plantas jovens de aroeira, sob estresse hídrico e em baixos níveis de luz, é reduzida mais em função das limitações da condutância estomática, apesar de terem sido detectados níveis elevados de peroxidação de lipídios logo após a reidratação (Queiroz *et al.*, 2002). Em trabalho desenvolvido para verificar o efeito de diferentes níveis de água na produção de mudas de aroeira até três meses de idade, Moraes (2002) observou a presença de tuberosidade nas mudas; enquanto Figueirôa *et al.* (2004) registraram que diferentes regimes hídricos não afetaram o comprimento da raiz, mas alteraram a altura, a massa foliar e a produção de massa seca, e verificaram que a aroeira é hipoestomática, com estômatos do tipo anomocítico e densidade estomática variando de 372 a 524 estômatos.mm<sup>-2</sup>.

Segundo Gonçalves *et al.* (2000), a nutrição das mudas e o uso de substratos de cultivo apropriado são fatores essenciais para definição de uma adequada fertilização, garantindo a produção de mudas com qualidade e aptas ao desenvolvimento no local de plantio definitivo. Neste sentido, estudos nutricionais com mudas de aroeira chegaram aos seguintes resultados: a aplicação de fósforo e zinco afeta o crescimento e a nutrição dessas plantas, e os melhores resultados foram com a aplicação de  $450 \text{ mg.dm}^{-3}$  e  $5 \text{ mg.dm}^{-3}$ , respectivamente (Barbosa, 1994); e a omissão de fósforo e de cálcio é mais limitante ao desenvolvimento das mudas, enquanto a omissão de cobre, ferro, manganês e zinco não prejudicou o crescimento até o quarto mês, apesar de afetarem o aspecto visual (Mendonça *et al.*, 1999).

Melloni *et al.* (2000) observaram que a salinidade prejudicou a absorção de nutrientes em mudas de aroeira, e que as concentrações utilizadas de cálcio, potássio e magnésio não foram suficientes para impedir o efeito negativo do estresse osmótico provocado na redução no diâmetro do colo e matéria seca de raiz, caule e folha. Efeitos prejudiciais semelhantes foram observados por Silva *et al.* (2000), que registraram uma relação inversa no diâmetro do colo, a matéria seca de raiz, caule e folhas, e nos nutrientes acumulados (N, P, K, Ca e Mg), com o aumento das doses de sal, sugerindo que sua utilização em solos salinos é limitada.

Em solução nutritiva foi detectada a toxidez de níquel para mudas de aroeira, cujo nível crítico foi de  $1,02 \text{ mg L}^{-1}$ , sendo que, exceto o diâmetro do colo, a altura de plantas, e produção de matéria seca de raiz, caule e folha apresentou redução significativa com o aumento das doses de níquel (Paiva *et al.*, 2001). O crescimento e teores foliares de nutrientes de mudas de aroeira foram afetados pela relação cálcio e magnésio do calcário corretivo, com melhores respostas em altura de plantas, diâmetro do caule e matéria seca das plantas obtidas com os tratamentos de  $\text{CaCO}_3 + \text{Mg}$  nas relações 2:1 e 1:1 (Venturin *et al.*, 2000).

Quanto aos fatores bióticos é necessário relatar aquelas relações que podem prejudicar o desenvolvimento das mudas, bem como aquelas que podem favorecer. No primeiro caso

estão enquadradas as simbioses antagônicas, ou as fitomoléstias, causadas principalmente por fungos, enquanto no segundo caso estão as simbioses mutualísticas: as micorrizas e os rizóbios, que envolvem fungos ou bactérias, respectivamente, sendo o segundo típico de algumas espécies da família Leguminosae, onde não se enquadra a aroeira.

Quanto às doenças é necessário destacar uma nova espécie de fungo, a *Mycovellosiella myracrodruonis*, que apresentou ação fitopatogênica nas folhas de aroeira (Inácio e Dianese, 1999), além da queima da folha causada por *Phomopsis* sp. (Anjos *et al.*, 2001).

Por outro lado, o controle biológico é uma ferramenta potencial para estes problemas fitossanitários, e a incorporação ao solo de substratos colonizados com fungos antagônicos *Trichoderma viride* e *T. harzianum* eliminou parcialmente outros fungos das sementes, elevou o percentual de germinação, e teve efeito positivo no desenvolvimento das plântulas de aroeira (Santos, 1993). Outro fato que merece relato é que o consórcio de aroeira e angico, indicado para recomposição na região do semi-árido, é favorecido pela inoculação de rizóbio e de micorriza no crescimento das duas espécies (Corrêa *et al.*, 2000).

Uma opção que pode envolver tanto a questão nutricional como o controle biológico é o uso de fungos, simbiontes formadores de micorriza, que também podem trazer benefícios pelo acesso a uma maior quantidade de água, incrementam o crescimento e desenvolvimento, além de otimizar a sua resistência aos estresses bióticos e abióticos. *Myracrodruon urundeuva* e *Spondias tuberosa* apresentaram colonização micorrízica na raiz, contudo a aroeira foi menos tolerante do que o umbu ao déficit hídrico, e este também apresentou maior incremento das raízes micorrizadas, na fase inicial de crescimento (Amorim *et al.*, 2004).

Finalmente o último fator está relacionado com a qualidade fisiológica das sementes, e é importante trabalhar com sementes de qualidade no processo de produção de mudas.

Todos esses aspectos são importantes de serem conhecidos e considerados, pois, segundo Schmidt (2000), a comparação de diferentes lotes de sementes, através do

crescimento de plântulas, deve obviamente ser conduzida sob a estrita observação das condições de germinação padronizada e duração do período de teste. Isto implica que as plântulas não devem ser removidas durante o teste, como é costume durante a avaliação da germinação normal. Esse autor mencionou que a importância do teste de crescimento de plântulas está relacionada com o fato de que o crescimento inicial ser altamente influenciado pela semente. Desta forma, a avaliação do vigor das plântulas, expressa pela massa de matéria seca, ou avaliadas em classes de tamanho, é uma consequência do vigor das sementes.

Segundo Carneiro (1995), os parâmetros utilizados para determinar a qualidade das mudas podem ser morfológicos ou fisiológicos. Entre os morfológicos, podem ser citados: a altura da parte aérea, diâmetro do colo, relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do colo, a massa seca da parte aérea e da raiz, a porcentagem da massa seca de raiz em relação à massa seca total, o percentual de redução de massa de matéria verde, a massa de matéria seca, a infecção de fungos micorrízicos, entre outros.

Carneiro (1995) ainda relacionou os parâmetros fisiológicos: potencial hídrico; estado nutricional; ecofisiologia das raízes; e potencial de regeneração de raízes. De forma complementar, Figueirôa *et al.* (2004) utilizaram a densidade estomática para avaliar o efeito de regimes hídricos sobre o crescimento de mudas de aroeira.

Os parâmetros morfológicos são mais fáceis de serem avaliados e os mais utilizados, além das pesquisas demonstrarem que existe uma forte correlação entre a porcentagem de sobrevivência no local de plantio definitivo e o diâmetro do colo das mudas, que é muito simples e rápido para ser obtido (Carneiro, 1995).

Assim, alguns trabalhos têm utilizado exclusivamente a determinação da altura e o diâmetro do colo, ou a sua relação, para avaliar o efeito de fatores sobre o desenvolvimento de mudas de espécies florestais, como na avaliação de níveis de sombreamento no desenvolvimento de mudas de aroeira (Albrecht *et al.*, 1984), e também no de *Caesalpinia*

*pelyophoroides*, *Pterogyne nitens* e *Inga uruguensis* (Scalon *et al.*, 2002). Esses últimos autores registraram que o diâmetro do colo foi uma característica valiosa na avaliação do potencial de sobrevivência e crescimento após o plantio.

A altura de mudas foi utilizada para avaliar o efeito de substratos no desenvolvimento de mudas de aroeira (Costa *et al.*, 1993); e para avaliar o efeito da inoculação de rizóbio e fungos micorrízicos no crescimento de *Anandenanthera peregrina* e espécies consorciadas, *Myracrodruon urundeuva*, *Schinopsis brasiliensis* e *Acacia* sp. (Corrêa *et al.*, 2000).

A avaliação da massa de plântulas ou mudas, foi utilizada para avaliar plântulas de *Cedrela fissilis*, produzidas a partir de sementes armazenadas (Corvello *et al.*, 1999), e a de mudas foi utilizada para verificar diferenças que *Myracrodruon urundeuva* e *Spondias tuberosa* apresentaram à colonização micorrízica (Amorim *et al.*, 2004).

Também foram utilizados a altura, o diâmetro, e a massa de matéria seca das mudas, para avaliar o efeito de diferentes ensaios ou condições do processo produtivo. Assim, Garcia e Vieira (1994) utilizaram todas estas variáveis para avaliar o efeito de tratamento de sementes de *Hevea brasiliensis* com fungicidas durante o seu armazenamento.

O nível de sombreamento em mudas de *Enterolobium contortisiliquum* foi avaliado pela altura e diâmetro do colo, além da área foliar, massa seca total, da parte aérea, das folhas e das raízes, além da relação massa seca da parte aérea e a massa seca da raiz das mudas por Scalon *et al.* (2005). Outro estudo com mudas de aroeira, cuja avaliação utilizou a combinação desses parâmetros, foi para verificar o efeito de diferentes regimes hídricos durante o processo de produção de mudas (Figueirôa *et al.*, 2004);

Em trabalhos sobre nutrição, além de avaliar a quantidade acumulada dos nutrientes estudados, é comum a avaliação da altura e diâmetro do colo da muda, combinada com a avaliação da massa seca e de partes das mudas. Entre os trabalhos, podem ser citados os estudos de exigências nutricionais de fósforo e zinco (Barbosa, 1994), ou de macro e de

micronutrientes (Mendonça *et al.*, 1999); de cálcio, magnésio, potássio e salinidade (Melloni *et al.*, 2000); estresse salino (Silva *et al.*, 2000); relação cálcio:magnésio do corretivo do solo (Venturin *et al.*, 2000); e doses de níquel em solução nutritiva (Paiva *et al.*, 2001).

Outros trabalhos verificaram os efeitos decorrentes das condições de armazenamento sobre a qualidade das mudas produzidas. O aumento do período de armazenamento das sementes reduziu o comprimento da parte aérea e a matéria seca de plântulas de *Hevea brasiliensis*, com maior efeito sobre a matéria seca (Garcia e Vieira, 1994). A matéria seca de plântulas de *Cedrela fissilis*, aos 45 dias de idade, apresentou redução com o período de armazenamento até 12 meses (Corvello *et al.*, 1999). Souza *et al.* (2005) concluíram que sementes de *Tabebuia serratifolia* armazenadas no ambiente de laboratório perderam mais rapidamente a viabilidade, em relação ao ambiente de câmara e de geladeira, constatado tanto pelo comprimento radicular como pela massa seca da parte aérea e de raiz das plântulas.

Perez e Nassif (1998) observaram que plântulas de *Prosopis juliflora* provenientes de sementes de coloração mais clara, submetidas a diferentes concentrações de polietilenoglicol (PEG), apresentaram diminuição da proporção entre a parte aérea e a parte radicular, a partir de -0,2 MPa. Os autores ainda registraram que o aumento da profundidade reduziu o número de plântulas emergidas, a velocidade de emergência e a matéria seca das plântulas.

Em plântulas de *Eucalyptus grandis* obtidas com sementes envelhecidas, a atividade de peroxidase foi baixa, mas de forma ascendente com o aumento da idade das sementes. Houve aumento nas atividades da malato desidrogenase e  $\alpha$ -esterase 2 e 3, e uma diminuição acentuada para a  $\alpha$ -esterase 1, e baixa para a fosfatase ácida. Os resultados acompanharam o aumento do tempo de estocagem das sementes e do estresse causado pelo envelhecimento acelerado (Camargo *et al.*, 2000).

Plântulas de *Chorisia speciosa* obtidas a partir de sementes submetidas ao envelhecimento por 120 horas a 45°C, sofreram interferência no seu desenvolvimento, com

menor teor de massa seca da parte aérea, além do tratamento se revelar bastante agressivo para estas sementes e resultarem em baixa porcentagem de germinação e alto valor de condutividade elétrica (Fanti e Perez, 2005). Os autores observaram que menores períodos de envelhecimento não apresentaram variação significativa da massa seca da parte subterrânea.

A assepsia de sementes e o tipo de substrato utilizado afetaram a emergência e a massa fresca e seca das plântulas de espécies florestais; a assepsia influenciou a avaliação inicial da emergência, quando as plântulas ainda são dependentes da qualidade das sementes para mostrarem o seu potencial fisiológico, enquanto no final do trabalho, o tipo de substrato utilizado foi mais importante (Muniz *et al.*, 2007).

Como o crescimento inicial é altamente influenciado pela semente, a importância do teste de crescimento de plântulas está relacionada com a expressão das variações no tamanho e vigor das plântulas, em relação ao grupo de sementes que produziram plântulas normais. O teste padrão de germinação apenas distingue entre as sementes viáveis, aquelas que apresentaram plântulas normais ou anormais (Schmidt, 2000).

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no viveiro florestal da Faculdade de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Mato Grosso, com os diásporos de aroeira coletados em uma área de coleta de sementes localizada na bacia hidrográfica do rio Coxipó-Açu, em Cuiabá, Mato Grosso. A área está definida por um paralelogramo formado pelo ponto da latitude 15° 21' 58" S com a longitude 56° 12' 39" W, e o ponto da latitude 15° 22' 17" S com a longitude 56° 12' 14" W. A área está em local com afloramento de rocha calcária, onde a aroeira é a espécie de maior frequência (Caldeira e Santos Filho, 2002). O clima se caracteriza com as médias de temperatura de 25,7°C, umidade relativa de 74%, precipitação anual de 1450 mm, e evapotranspiração potencial de 1530 mm.ano<sup>-1</sup>; e o solo é do tipo Litólico Álico, de textura muito cascalhenta, relevo ondulado e afloramento rochoso (Brasil, 1997).

Em setembro de 2003, após a marcação e caracterização de 61 matrizes, foi estendida uma lona no solo, sob a copa de cada árvore, e com uma pequena agitação dos galhos promoveu-se a derrubada dos frutos alados, que foram acondicionados em sacos de papel Kraft e levados ao laboratório. Somente uma matriz não produziu frutos. Os frutos da aroeira, seus diásporos, foram secos naturalmente no laboratório por cinco dias, beneficiados pela remoção dos cálices (alas) e de outras impurezas, e o lote obtido, com cerca de seis quilogramas, foi homogeneizado em um "divisor de solos" (Brasil, 1992b).

O lote foi dividido em amostras de 140 g cada uma, e que foram acondicionadas em embalagens individuais de lata com tampa, saco de polietileno transparente de 0,15 mm de espessura, saco de papel do tipo Kraft com 0,25 mm de espessura, e em saco de malha hexagonal com 2 mm de polietileno. O restante dos diásporos, cerca de 400 g, constituiu a amostra de trabalho utilizada para determinar as características das mudas produzidas com os diásporos após a coleta.

Os diásporos embalados foram armazenados em câmara controlada (CC) por meio de um aparelho condicionador de ar de 7500 BTU e de um aparelho desumidificador modelo “deumidair 250”, e também em ambiente de laboratório (SL). Em ambos locais foi colocado um aparelho termo higrógrafo “Hidrologia” modelo THG-1 que registrou a temperatura e a umidade relativa do ar, durante o período de armazenamento, e possibilitou o cálculo dos valores médios compensados (Brasil, 1992a). Os valores médios para a câmara controlada foram: temperatura de  $19,1^{\circ}\text{C} \pm 1,3^{\circ}\text{C}$ , e umidade relativa de  $70,5\% \pm 6,5\%$ ; no ambiente de sala: temperatura de  $27,7^{\circ}\text{C} \pm 1,6^{\circ}\text{C}$ , e umidade relativa de  $63,1\% \pm 9,1\%$ .

Os diásporos recém coletados foram semeados em substrato comercial Plantmax® à profundidade de 0,5 a 1,0 cm, em tubetes de  $175\text{ cm}^3$ , com 5 cm de diâmetro interno e 13 cm de altura, dispostos em grades-suporte para 54 tubetes, totalizando quatro grades-suporte que foram dispostas em casa de vegetação e irrigadas com sistema de micro-aspersão, pelo menos duas vezes ao dia. Foram semeados três diásporos em cada tubete e 10 dias após a semeadura foi efetuado o raleamento do excesso de plântulas, utilizando-se como critério a retirada de plântula com qualquer tipo de anomalia física, a de menor altura, e aquela localizada mais próxima à extremidade do tubete.

Aos 30, 60, 90, 110 e 130 dias após a semeadura, eram sorteadas quatro linhas das grades-suporte, cada uma com nove mudas, que constituíram os blocos, utilizados como repetições. Com auxílio de um paquímetro digital foi registrado o diâmetro do coleto ou do colo, na superfície do substrato, e com auxílio de uma régua, a altura, a partir da superfície do substrato, até o ponto de inserção da última folha emitida.

Em seguida, sobre peneira com 0,5 cm de malha, a parte aérea da plântula foi cortada e a parte subterrânea separada do substrato, e cada uma delas depositada em sacos de papel de 500 g de capacidade, previamente secos e pesados em balança analítica Fisher Scientific. Os sacos foram depositados em estufa com ventilação forçada, Quimis modelo 314D242, na

temperatura de 70°C, durante três dias, quando foram novamente pesados, e a diferença entre os valores determinou a massa de matéria seca da parte aérea e da parte subterrânea.

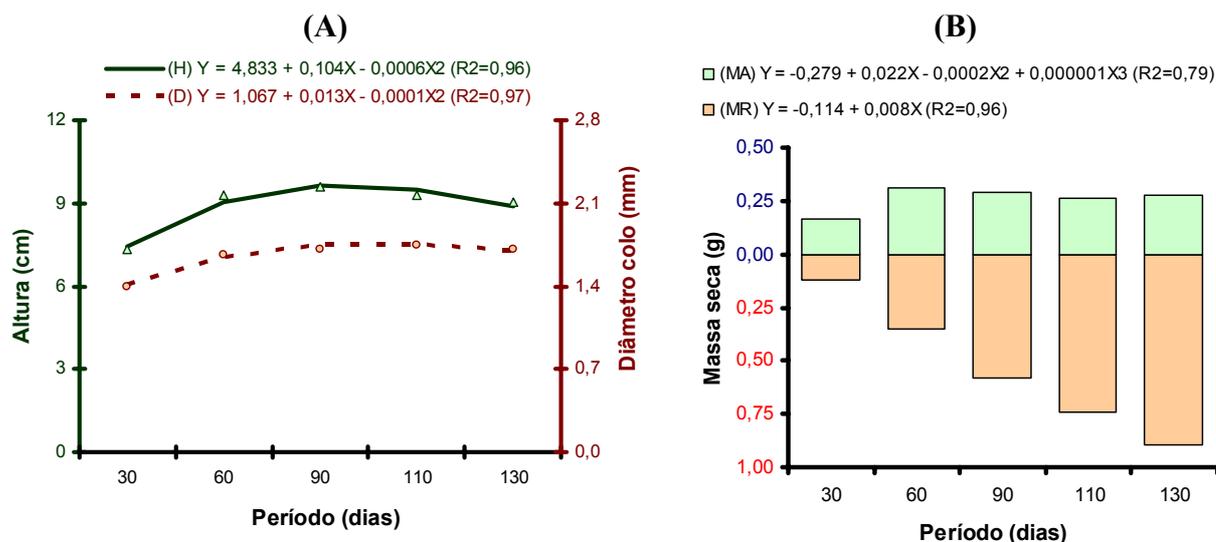
O mesmo procedimento metodológico foi novamente repetido aos seis, 12, 18, 24 e 30 de armazenamento dos diásporos, nos ambientes de câmara e de sala, acondicionados nas diferentes embalagens. Contudo as avaliações foram efetuadas apenas com 30, 60 e 90 dias após a semeadura.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 2 x 5 constituídos pela embalagem, ambiente e período de armazenamento. As variáveis utilizadas foram: altura, diâmetro do coleto ou do colo, e massa de matéria seca das plântulas aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura. Para as análises estatísticas foram utilizados os programas estatísticos SISVAR 5.0 (Ferreira, 2000) e o SPSS 13.0.0. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e de homocedasticidade. Atendido aos pressupostos destes testes foi efetuada a análise de variância, e quando rejeitada a hipótese de nulidade, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Skott-Knott a 5% (Santana e Ranal, 2004a; 2004b). Para comparar as variáveis com o tratamento controle, os resultados foram submetidos ao teste unilateral de Dunnett a 5% de probabilidade.

Os valores da altura, do diâmetro do coleto ou do colo, e da massa de matéria seca total foram submetidos à regressão polinomial de até 3º grau, e foram escolhidas as equações de maior grau e com significância a 5% pelo teste de F. Para verificar a similaridade entre as variáveis obtidas nos respectivos períodos após a semeadura, foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson para a combinação das variáveis. Os valores dos coeficientes foram adjetivados conforme a padronização citada por Dorneles *et al.* (2005).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação da altura, do diâmetro do colo, e da massa seca total de mudas de aroeira, até 130 dias após a semeadura de diásporos recém colhidos, pode ser observada na Figura 1.



**Figura 1** – **Altura** ( $\Delta$ ) e **diâmetro do colo** ( $\circ$ ) (A), e a massa seca total (B) de plântulas de *Myracrodruon urundeuva* até 130 dias após a semeadura de diásporos recém colhidos.

A curva de regressão para a altura e o diâmetro do coleto das plântulas apresentou comportamento de segundo grau, com uma estabilização dos valores a partir de 90 dias de idade após a semeadura. A massa seca aumentou até os 130 dias, sendo que a contribuição para este aumento é oriunda da massa de matéria seca da raiz, considerando que a massa de matéria seca da parte aérea se estabilizou aos 60 dias após a semeadura.

Como foi utilizado apenas o substrato comercial para o desenvolvimento das mudas, estas variações podem estar relacionadas com o seu próprio crescimento e com a ocupação do volume do substrato utilizado no tubete de 175 mL. Por outro lado, o aumento da massa da raiz é esperado pela própria característica de crescimento da aroeira, que apresenta tuberosidade nas mudas (Moraes, 2002). Essa tuberosidade pode funcionar como reserva para o período seco, considerando que a espécie é decídua, e nos biomas de Cerrado e Caatinga, a

profundidade de estabelecimento das raízes pode ser determinante para propiciar condições de sobrevivência às mudas.

O armazenamento dos diásporos em câmara propiciou a manutenção da viabilidade em diferentes níveis até 30 meses, e foi possível avaliar as mudas produzidas. Contudo, no ambiente, aos 12 meses de armazenamento a viabilidade diminuiu para valores inferiores a 8% para o acondicionamento em sacos de papel e de malha, não sendo possível produzir o número mínimo de mudas necessário. Desta forma, somente foram produzidas mudas a partir dos diásporos acondicionados em embalagem de lata e em saco de polietileno.

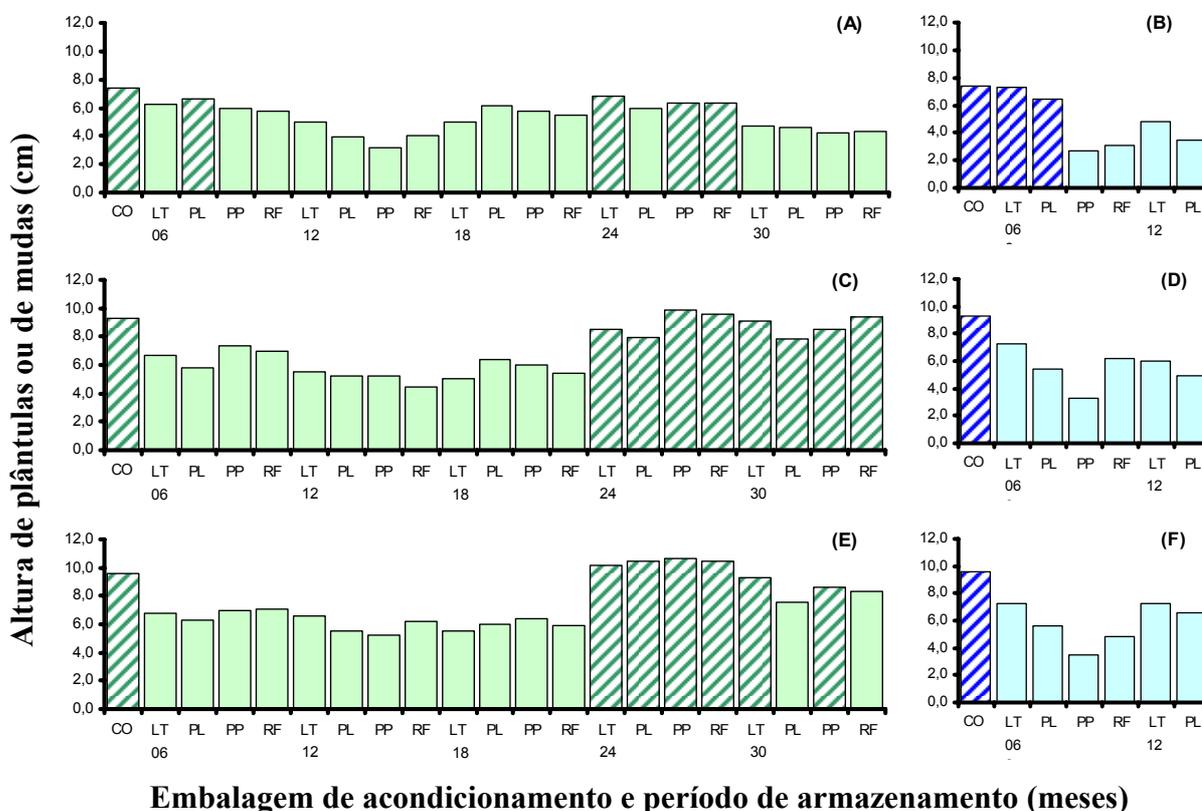
### **Altura das plântulas**

Para verificar as diferenças na qualidade das mudas de aroeira produzidas a partir dos diásporos armazenados, em relação à qualidade inicial, as alturas foram comparadas através do teste unilateral de Dunnett, aos 30 dias (Figura 2-A, B), 60 dias (Figura 2-C, D), e aos 90 dias (Figura 2-E, F), de acordo com as embalagens e períodos de armazenamento, em câmara (Figura 2-A, C, E) e no ambiente (Figura 2-B, D, F), respectivamente.

Com 30 dias após a semeadura dos diásporos armazenados em ambiente de câmara, a altura somente foi semelhante à condição inicial, o controle, para os diásporos acondicionados em polietileno, aos seis meses, e em lata, aos 24 meses em lata, papel e malha (Figura 2-A). Para os diásporos armazenados em ambiente este fato ocorreu apenas com os que foram acondicionados em lata e em saco de polietileno, aos seis meses (Figura 2-B).

A mesma comparação efetuada aos 60 dias após a semeadura, revelou que a altura das mudas produzidas com os diásporos armazenados em câmara (Figura 2-C) foi semelhante a do controle, para os diásporos armazenados por 24 e 30 meses, exceto para a embalagem de

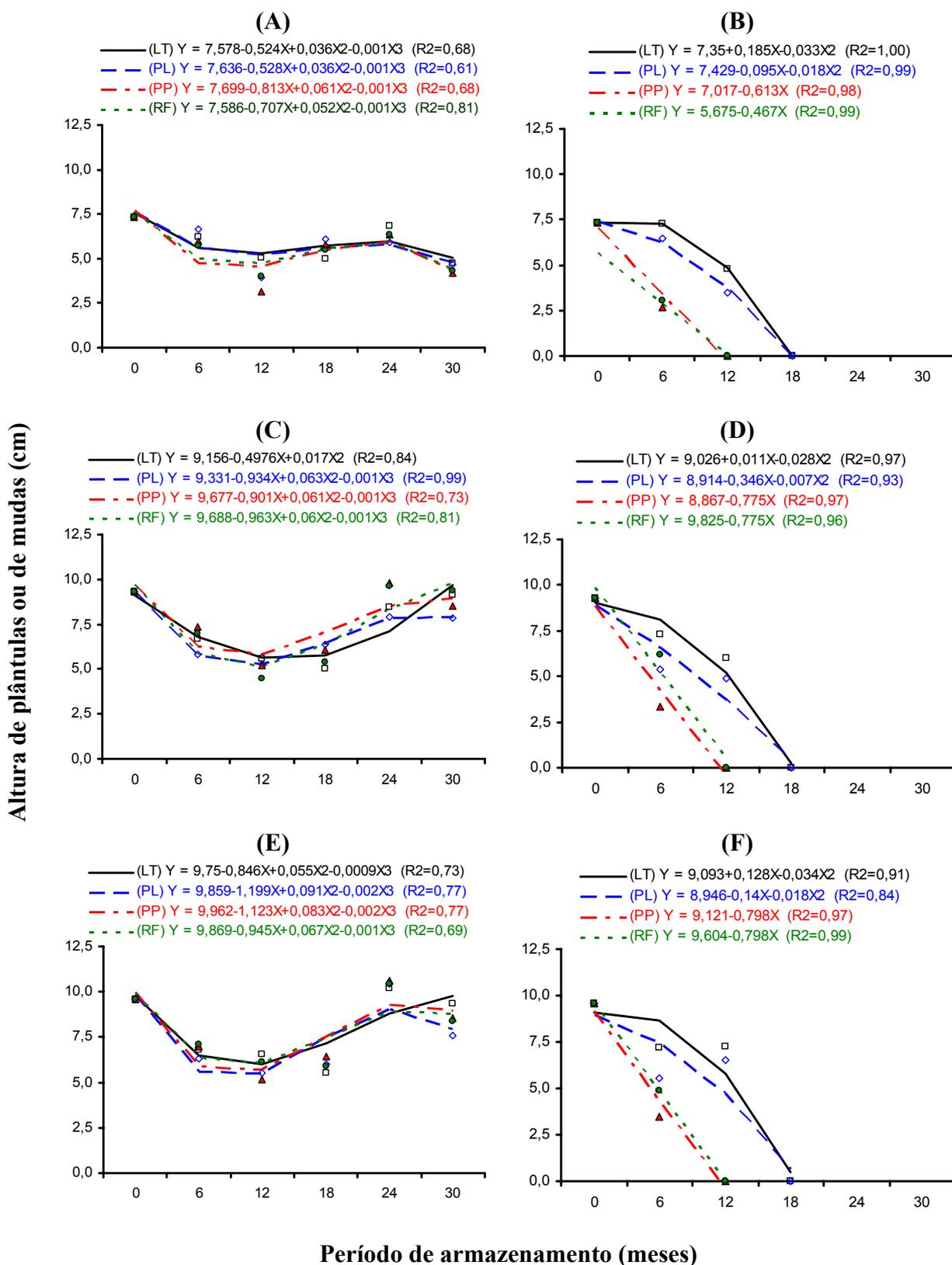
saco de polietileno. Para os diásporos armazenados em ambiente, todos os tratamentos apresentaram a altura inferior à inicial (Figura 2-D).



**Figura 2** – Altura de plântulas aos 30 dias (A e B) e de mudas aos 60 (C e D) e 90 dias (E e F) de *Myracrodruon urundeuva*, após a sementeira de diásporos acondicionados em lata (LT) e em sacos de polietileno (PL), de papel (PP) e de malha (RF), e armazenados até 30 meses em **câmara** (A, C e E) e em **ambiente** (B, D e F). Barra com cor contínua indica tratamento diferente do controle (CO) pelo teste unilateral de Dunnett a 5%.

A comparação da altura aos 90 dias após a sementeira resultou em condição semelhante àquela observada aos 60 dias para as mudas obtidas com os diásporos armazenados em câmara até 24 meses, independente da embalagem, e até os 30 meses para os mantidos em embalagem de lata em saco de papel (Figura 2-E). Para as mudas produzidas com os diásporos mantidos em ambiente (Figura 2-F), a altura das plântulas aos 90 dias foi inferior ao tratamento controle, como já havia ocorrido aos 60 dias.

Na Figura 3 é apresentada a variação da altura das plântulas aos 30 dias de idade, produzidas com os diásporos armazenados, em função do período de armazenamento.



**Figura 3** – Altura de plântulas aos 30 dias (A e B) e de mudas aos 60 (C e D) e 90 dias (E e F) de *Myracrodruon urundeuva*, após a semeadura de diásporos acondicionados em lata (LT, □), e em sacos de polietileno (PL, ◇), de papel (PP, ▲), e de malha (RF, ●), em função do período de armazenamento em câmara (A, C e E) e em ambiente (B, D e F).

Para as plântulas produzidas com os diásporos armazenados em câmara (Figura 3-A) foi detectado um efeito cúbico na variação da altura, independentemente da embalagem. Este comportamento revelou uma diminuição da altura aos seis meses de armazenamento, que se estabilizou até os 24 meses, seguida de uma diminuição aos 30 meses de armazenamento.

As alturas das plântulas produzidas a partir dos diásporos armazenados em ambiente (Figura 3-B) apresentaram comportamento quadrático para os que foram acondicionadas em lata e em saco de polietileno, e comportamento linear para os dos sacos de papel e de malha.

Independentemente da embalagem, ocorreu efeito positivo da câmara na diminuição da deterioração dos diásporos de aroeira. Por outro lado, o tipo de embalagem apresentou maior efeito na manutenção da qualidade dos diásporos, quando foram armazenados em ambiente. Assim, a deterioração foi mais lenta para aqueles que foram acondicionados em embalagem impermeável, lata, e naquela de menor permeabilidade, o saco de polietileno, em relação ao saco de papel e a malha de polietileno, que são embalagens permeáveis.

A variação da altura das mudas aos 60 dias após a semeadura dos diásporos armazenados, em função do período de armazenamento, está na Figura 3. Para os diásporos armazenados em câmara (Figura 3-C), o comportamento foi cúbico, exceto para aqueles mantidos na embalagem de lata, que foi quadrático. A altura das mudas produzidas com os diásporos armazenados por 24 e 30 meses foi semelhante à altura do controle indicando que o efeito do armazenamento não se manteve após a avaliação efetuada com 30 dias.

Por outro lado, para as mudas produzidas com os diásporos armazenados em ambiente (Figura 3-D), o comportamento da altura aos 60 dias foi semelhante ao obtido na avaliação com 30 dias após a semeadura. Neste caso, é possível inferir que a diminuição da qualidade dos diásporos mantidos em ambiente, ainda mantém efeito sobre a altura das mudas. Os diásporos armazenados em câmara por períodos mais longos expressaram ganhos na altura decorrentes da maior qualidade inicial, aos 60 dias após a semeadura.

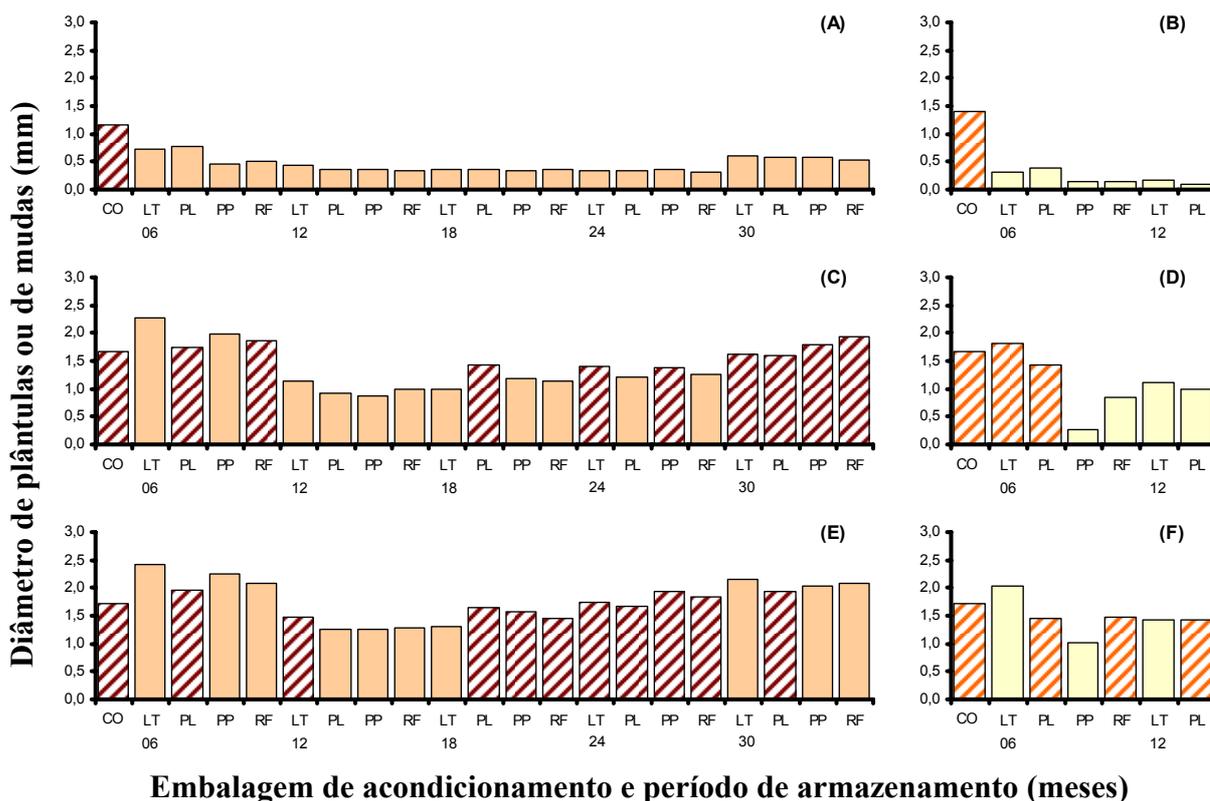
A variação da altura das mudas aos 90 dias após a semeadura dos diásporos armazenados, em função do período de armazenamento, está na Figura 3. O comportamento observado aos 60 dias se repetiu nesta idade, com apenas a diferença no comportamento dos diásporos acondicionados na embalagem de lata e armazenados em câmara. Neste caso, aos 90 dias, o comportamento foi cúbico.

### **Diâmetro do coleto das plântulas**

O diâmetro do coleto das plântulas de aroeira produzidas a partir dos diásporos armazenados, também foi comparado com o daquelas produzidas com os diásporos após a colheita, que foi o tratamento controle. Foi utilizado o teste unilateral de Dunnett, aos 30 dias (Figura 4-A, B), 60 dias (Figura 4-C, D), e aos 90 dias (Figura 4-E, F), de acordo com as embalagens e períodos de armazenamento, em câmara (Figura 4-A, C, E) e no ambiente (Figura 4-B, D, F).

O diâmetro das plântulas aos 30 dias de idade do tratamento controle foi superior aos diâmetros das plântulas produzidas com os diásporos armazenados, tanto na câmara (Figura 4-A) como no ambiente (Figura 4-B).

Aos 60 dias de idade, as mudas que foram produzidas com diásporos armazenados em câmara até seis meses, e acondicionados em sacos de polietileno e de malha apresentaram diâmetro semelhante ao controle. Isto também ocorreu com aqueles que foram mantidos em sacos polietileno aos 18 meses, e na embalagem de lata e de papel, aos 24 meses, e em todas as embalagens, aos 30 meses (Figura 4-C). Para aquelas que foram produzidas com os diásporos armazenados em ambiente, o diâmetro foi semelhante ao controle apenas para os acondicionados em lata e saco de polietileno aos seis meses de armazenamento (Figura 4-D).

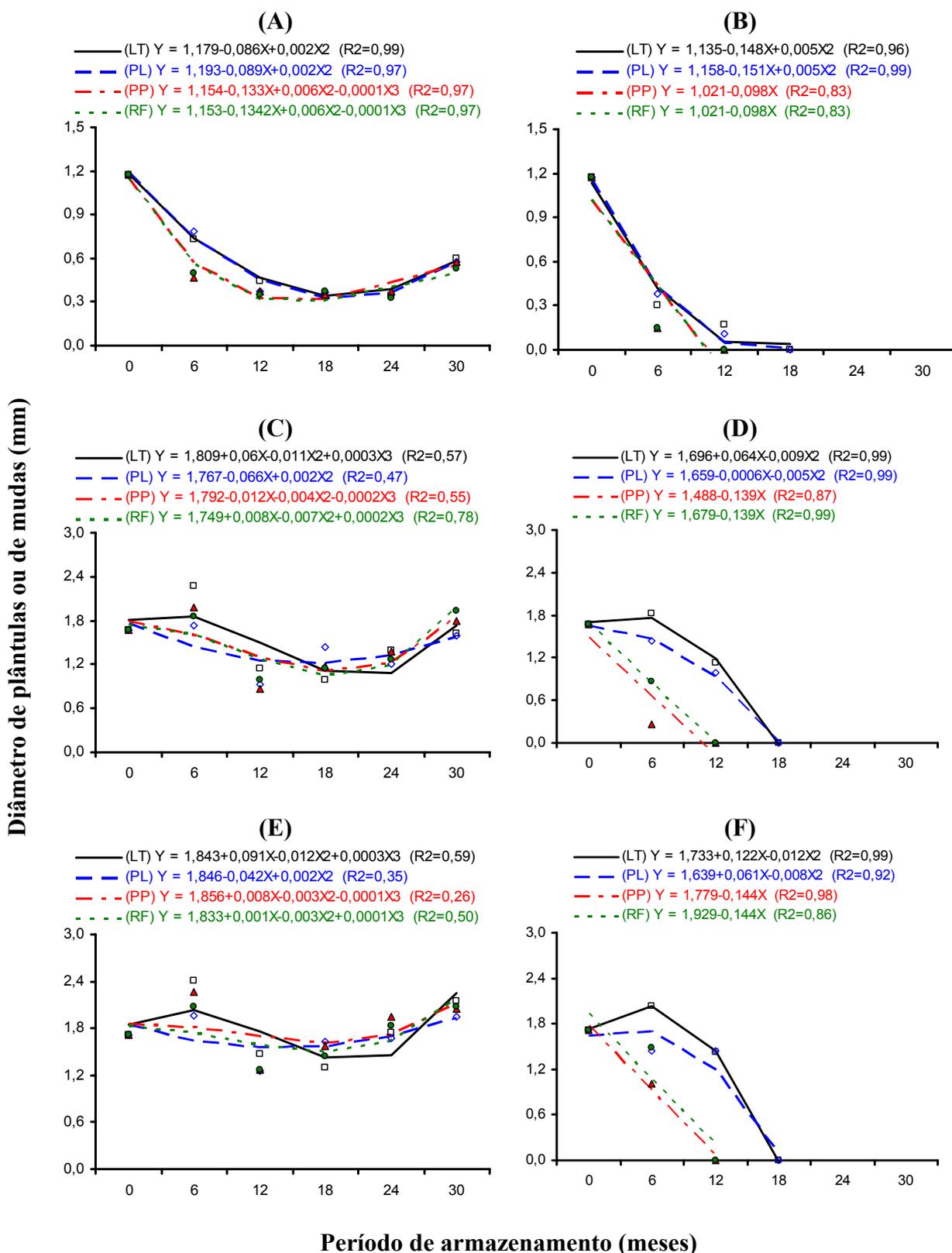


**Embalagem de acondicionamento e período de armazenamento (meses)**

**Figura 4** – Diâmetro de plântulas aos 30 dias (A e B) e de mudas aos 60 (C e D) e 90 dias (E e F) de *Myracrodruon urundeuva*, após a semeadura de diásporos acondicionados em lata (LT) e em sacos de polietileno (PL), de papel (PP) e de malha (RF), e armazenados até 30 meses em **câmara** (A, C e E) e em **ambiente** (B, D e F). Barra com cor contínua indica tratamento diferente do controle (CO) pelo teste unilateral de Dunnett a 5%.

O diâmetro das mudas aos 90 dias foi semelhante ao tratamento controle para aquelas produzidas com diásporos armazenados em câmara, e acondicionados em polietileno, aos seis e 30 meses; em lata, aos 12 meses; e em todas as embalagens, aos 24 meses (Figura 4-E). Com os diásporos armazenados em ambiente (Figura 4-F), o diâmetro foi semelhante ao controle para aqueles acondicionados nas embalagens de polietileno, aos seis e 12 meses, e de malha, aos seis meses de armazenamento.

A variação do diâmetro das plântulas produzidas a partir dos diásporos armazenados sob diferentes condições, em função do período de armazenamento, foi efetuada através de regressão polinomial para os períodos de 30, 60 e 90 dias após a semeadura, respectivamente apresentada na Figura 5.



**Figura 5** – Diâmetro de plântulas aos 30 dias (A e B) e de mudas aos 60 (C e D) e 90 dias (E e F) de *Myracrodruon urundeuva*, após a semeadura de diásporos acondicionados em **lata** (LT, □), e em **sacos de polietileno** (PL, ◇), de **papel** (PP, ▲), e de **malha** (RF, ●), em função do período de armazenamento em câmara (A, C e E) e em ambiente (B, D e F).

Com os diásporos armazenados na câmara, a variação do diâmetro em função do período (Figura 5-A) expressou comportamento quadrático para os que foram acondicionados na embalagem de lata e de polietileno, e comportamento cúbico para os diásporos da embalagem de papel e de malha. Ainda assim, ocorreu diminuição no diâmetro com o aumento do período de armazenamento até 18 meses, cujo valor se manteve até 24 meses, e um pequeno aumento aos 30 meses, independente da embalagem.

Com os diásporos armazenados em ambiente (Figura 5-B), a variação do diâmetro expressou comportamento quadrático para os acondicionados em embalagem de lata e de polietileno, e um comportamento linear para as outras embalagens. Verifica-se para todas as embalagens redução acentuada do diâmetro já aos seis meses de armazenamento, e que diminuiu mais ainda aos 12 meses, para os diásporos acondicionados na embalagem de lata e de polietileno, visto que não ocorreu produção de mudas nos demais tratamentos.

Aos 60 dias, a variação do diâmetro das mudas produzidas com os diásporos armazenados na câmara (Figura 5-C) apresentou comportamento cúbico, exceto para aqueles mantidos em polietileno, que foi quadrático. Com os diásporos mantidos em ambiente (Figura 5-D), as curvas se expressaram com os mesmos graus observados aos 30 dias (Figura 5-B). Contudo, os maiores diâmetros para os diásporos acondicionados nas embalagens de lata e de polietileno, afastaram estas curvas, daquelas obtidas para as outras embalagens.

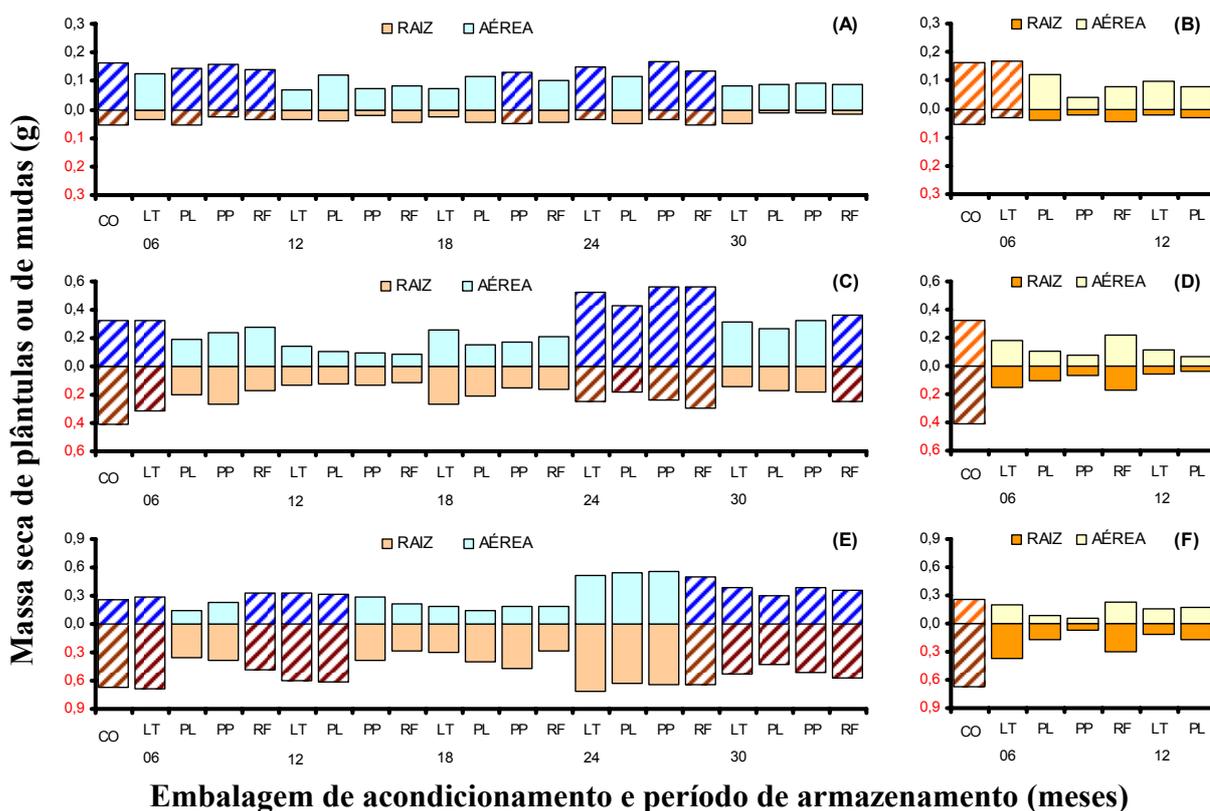
A variação do diâmetro das mudas obtidas com os diásporos armazenados na câmara (Figura 5-E) e no ambiente (Figura 5-F) expressou comportamento semelhante ao registrado anteriormente, aos 60 dias após a semeadura.

O efeito da qualidade das sementes se expressa melhor no desenvolvimento inicial das plântulas. Assim, o diâmetro aos 30 dias reflete esta característica, enquanto aos 60 e 90 dias o efeito está mais relacionado com a variabilidade da espécie, do que com a qualidade das

sementes. Isto porque o metabolismo que inicialmente dependia das reservas das sementes, agora depende da energia produzida pela fotossíntese.

### Massa seca das plântulas

A massa de matéria seca total das plântulas aos 30, 60 e 90 dias, a partir dos diásporos armazenados, também foi comparada com o controle através do teste unilateral de Dunnett, respectivamente na Figura 6. Nestas figuras foram destacados os valores da massa da parte aérea e da parte radicular, apesar da análise ter sido efetuada em função da massa total.



**Figura 6** – Massa seca de plântulas aos 30 dias (A e B) e de mudas aos 60 (C e D) e 90 dias (E e F) de *Myracrodruon urundeuva*, após a semeadura de diásporos acondicionados em lata (LT) e em sacos de polietileno (PL), de papel (PP) e de malha (RF), e armazenados até 30 meses em **câmara** (A, C e E) e em **ambiente** (B, D e F). Barra com cor contínua indica tratamento diferente do controle (CO) pelo teste unilateral de Dunnett a 5%.

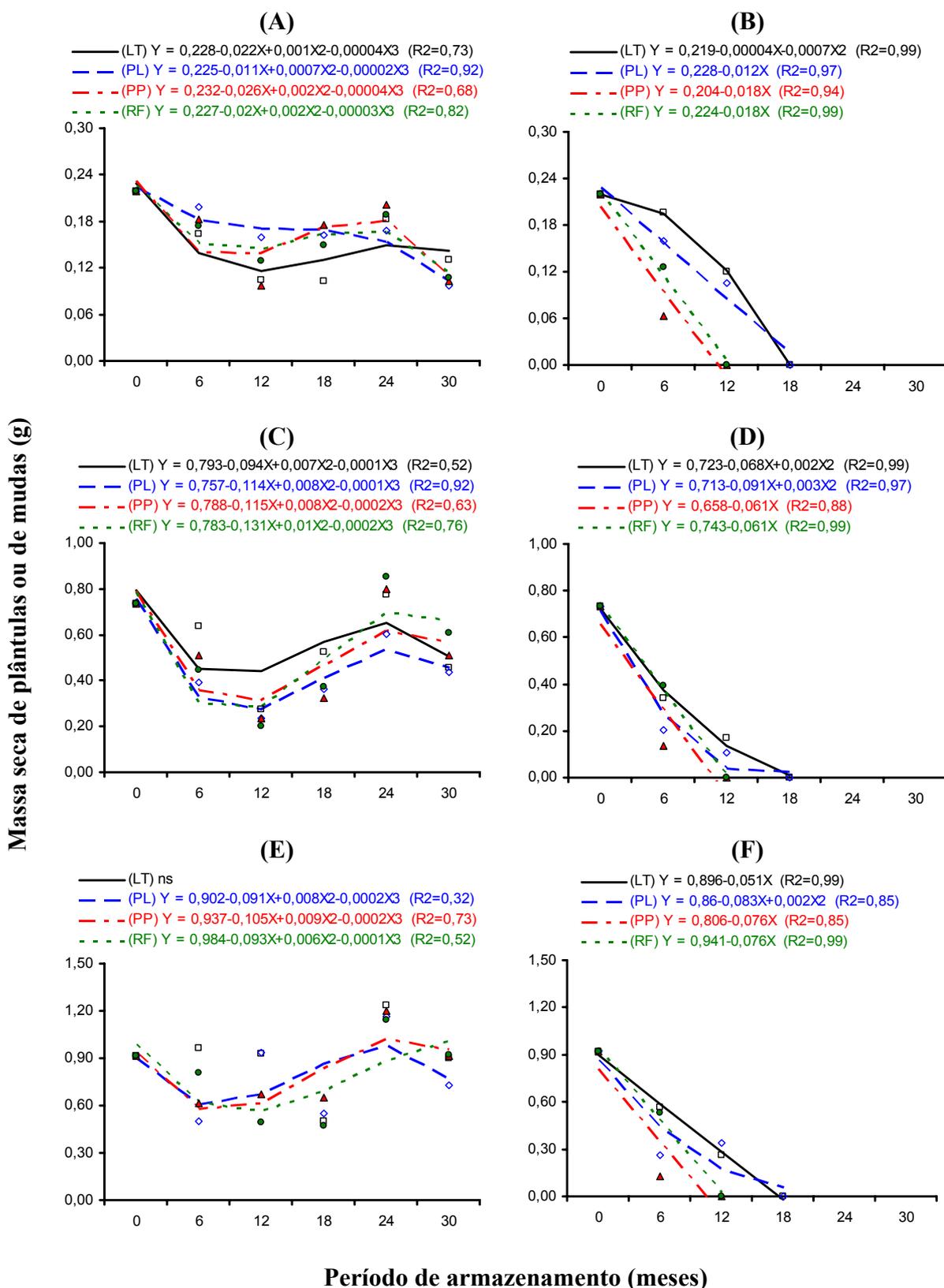
A variação da massa seca total em função do período de armazenamento foi expressa por curvas de regressão polinomial, respectivamente, na Figura 7.

Para as plântulas com 30 dias, a massa seca foi semelhante ao controle, para as aquelas produzidas com os diásporos acondicionados em sacos de polietileno, de papel e de malha, e armazenados em câmara por seis meses; e com os diásporos acondicionados nas embalagens de papel, com 18 meses, e de lata e nos sacos de papel e de malha, aos 24 meses na câmara (Figura 6-A). Para as plântulas produzidas com os diásporos mantidos em ambiente, a massa seca foi semelhante ao controle apenas para aqueles que foram acondicionados em embalagem de lata, durante seis meses (Figura 6-B).

Para os diásporos armazenados na câmara, independente do tipo de embalagem, a variação da massa seca das plântulas expressou um comportamento cúbico (Figura 7-A). Para aqueles diásporos armazenados em ambiente, o comportamento foi linear, exceto para os diásporos acondicionados em lata, cujo comportamento foi quadrático (Figura 7-B).

A massa seca aos 60 dias foi semelhante à do controle para as mudas produzidas com os diásporos armazenados em câmara, e acondicionados na embalagem de lata, aos seis meses; com todas as embalagens aos 24 meses; e acondicionados em malha, aos 30 meses (Figura 6-C). Quando as mudas foram produzidas com os diásporos armazenados em ambiente, todos os tratamentos resultaram em massa seca inferior ao controle (Figura 6-D).

A variação da massa seca das mudas com 60 dias e produzidas com os diásporos armazenados na câmara, em função do período de armazenamento, apresentou o mesmo comportamento registrado aos 30 dias (Figura 7-C). Para os que foram armazenados em ambiente, o comportamento foi quadrático, para os acondicionados nas embalagens de lata e de polietileno, e linear para as outras embalagens (Figura 7-D).



**Figura 7** – Massa seca de plântulas aos 30 dias (A e B) e de mudas aos 60 (C e D) e 90 dias (E e F) de *Myracrodruon urundeuva*, após a sementeira de diásporos acondicionados em **lata** (LT, □), e em **sacos de polietileno** (PL, ◇), de **papel** (PP, ▲), e de **malha** (RF, ●), em função do período de armazenamento em câmara (A, C e E) e em ambiente (B, D e F).

Aos 90 dias após a semeadura, a massa seca foi semelhante à do controle para as mudas obtidas com os diásporos armazenados em câmara e acondicionados nas embalagens de lata e no saco de malha, aos seis meses; nas embalagens de lata e no saco de polietileno, aos doze meses; somente para os mantidos em saco de malha, aos 24 meses; e para todas as embalagens aos 30 meses (Figura 6-E).

A massa seca das mudas produzidas com os diásporos armazenados por 24 meses apresentou valor superior ao do controle, para aqueles acondicionados em lata e em sacos de polietileno e de papel. Quando as mudas foram produzidas com os diásporos armazenados em ambiente, a massa seca foi inferior para todas as condições de armazenamento (Figura 6-F).

A variação da massa seca aos 90 dias, em função do período de armazenamento, das mudas obtidas com os diásporos mantidos na câmara, não foi significativo para os acondicionados na embalagem de lata; e foi cúbico para os mantidos nas outras embalagens (Figura 7-E). Para os diásporos armazenados em ambiente, a variação da massa seca foi quadrática, para aquelas produzidas com os diásporos mantidos no polietileno; e linear para os diásporos acondicionadas nas outras embalagens (Figura 7-F).

A germinação de sementes vigorosas proporciona maior transferência da energia de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário, resultando em plântulas com maior acúmulo de massa de matéria seca (Nakagawa, 1999). Este fato foi observado com os diásporos recém colhidos de aroeira, em relação aos diásporos armazenados, principalmente quando foram mantidos em ambiente. Quando os diásporos foram mantidos em câmara houve manutenção do vigor, e foram observados ganhos semelhantes em massa seca.

A altura, diâmetro e massa seca das plântulas de aroeira produzidas com os diásporos armazenados foram distintos daqueles obtidos por Ramos e Carneiro (1991), que submeteram sementes de *Araucaria angustifolia* ao envelhecimento e as plântulas apresentaram

acréscimos na altura com o aumento do período de envelhecimento; o diâmetro do coleto foi favorecido quando as sementes permaneceram por 16 horas sob envelhecimento e a matéria seca da parte aérea apresentou maiores valores com 8 e 16 horas de envelhecimento.

Por outro lado, Perez e Nassif (1998) não registraram diferenças na massa seca de plântulas de *Prosopis juliflora* obtidas a partir de sementes envelhecidas; enquanto Perez *et al.* (1999) observaram que sementes de *Peltophorum dubium* envelhecidas por mais de 144 horas apresentaram redução significativa do número de plântulas emergidas, contudo não houve redução significativa da biomassa seca.

Fanti e Perez (2005) observaram que o período de 120 horas de envelhecimento foi bastante agressivo para sementes de *Chorisia speciosa*, e interferiu no desenvolvimento das plântulas, e que apresentaram menor valor de massa seca da parte aérea. Contudo, a massa seca da parte subterrânea foi afetada pelos períodos de envelhecimento de 24 a 144.

Estudando o efeito de distintos regimes hídricos no crescimento de plantas jovens de aroeira, Figueirôa *et al.* (2004) encontraram valores médios de altura de 13,2 cm, aos 30 dias, superiores aos registrados neste trabalho. Contudo, essas mudas foram transplantadas aos 11 dias após a germinação, que durou cinco dias, com 2,15 cm de altura, para sacos de polietileno, de 5 litros de capacidade, contendo solo do local de coleta dos diásporos. Estes aspectos explicam o maior desenvolvimento, em relação às plântulas deste trabalho, semeadas diretamente em tubetes de 175 mL, contendo apenas substrato, e avaliadas aos 30 trinta dias após a semeadura. Estas condições também explicam a maior massa seca total, entre 0,25 a 0,63 obtida por Figueirôa *et al.* (2004) e as registradas neste trabalho, entre 0,1 e 0,2 g.

Souza *et al.* (2005) também registraram diminuição na massa seca da parte aérea e da raiz de plântulas de ipê-amarelo, obtidas com sementes armazenadas em diferentes condições. O comportamento da variação da massa seca com o período de armazenamento se expressou tanto de forma linear, como quadrática e cúbica.

Para as avaliações aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura, as variações observadas para a altura, diâmetro e massa seca das plântulas, produzidas a partir dos diásporos armazenados em diferentes condições, aparentam o efeito da qualidade dos diásporos apenas na primeira avaliação, aos 30 dias. Nas avaliações seguintes, os resultados distintos podem estar mais relacionados com a própria variabilidade da espécie, que depende da energia da fotossíntese, e não mais das reservas das sementes. Ainda assim, a qualidade da semente é fundamental.

A aroeira apresenta maior variabilidade entre os indivíduos de uma população do que entre populações, detectada em diversos trabalhos: com sementes (Frayha, 1999); na forma de plantio misto (Sebbenn e Etori, 2001); em sistema agroflorestal (Fonseca *et al.*, 2003); em áreas de coleções e em populações naturais (Reis e Grattapaglia, 2004), e em testes de progênie (Freitas *et al.*, 2005).

Outros trabalhos têm procurado relacionar o comportamento das sementes a tolerância à dessecação, no desenvolvimento e longevidade, e na estocagem de proteínas e protetores termais, com as suas características genéticas. Assim, Berjak e Pammenter (2007) consideraram comum que, para muitas espécies, algumas características de tolerância à dessecação sejam focadas na participação das proteínas, geralmente da “embriogênese abundante tardia” (late embryogenesis abundant, LEA) com os açúcares no estado vítreo intracelular; nos radicais livres, espécie de oxigênio ativo e antioxidante; e recentes evidências de que, mesmo sob condições ideais, as sementes armazenadas ampliaram a viabilidade, mas não de forma infinita.

Segundo Groot *et al.* (2007), durante a maturação as sementes adquirem tolerância ao estresse e aumentam a longevidade, que são perdidas completamente ou parcialmente durante o pré-tratamento (priming), e a germinação. A secagem lenta pode restaurar parcialmente a longevidade das sementes. Estes autores conseguiram marcar dois de seis genes de sementes

de *Brassica oleraceae* para analisar a expressão dos genes durante estes processos, para obter protocolo visando a produção de sementes com elevado nível de longevidade.

Com técnicas de imunocitoquímica, Mtwisha *et al.* (2007) confirmaram o papel da proteína no armazenamento da semente, ao localizarem proteína não somente nos vacúolos dos cotilédones, mas também nas paredes das células axiais e dos cotilédones de sementes maduras. Demonstraram que a proteína indicou a estrutura secundária definida, que foi mantida mesmo em temperatura alta. A proteína foi encontrada para inibir completamente a agregação da dependência de temperatura da “proteína da parte branca do ovo” (egg white protein), sugerindo um papel de proteção contra o estresse ao calor.

Para verificar o efeito da embalagem, não foi possível utilizar a análise em esquema fatorial como havia sido prevista, pela perda da viabilidade dos diásporos armazenados em ambiente. A análise foi desmembrada em duas partes: a primeira foi efetuada somente com os resultados das mudas produzidas a partir dos diásporos armazenados em câmara. Assim, foi adotado o esquema fatorial 4 x 5, em blocos ao acaso (Tabelas 1, 2 e 3).

A segunda análise foi de blocos ao acaso, com a mesma variável, obtida com as mudas produzidas a partir dos diásporos armazenados em ambiente, que foram comparadas entre si e com os mesmos tratamentos mantidos em câmara. Nesse caso, os tratamentos foram constituídos a partir dos diásporos acondicionados em todos os tipos de embalagem, até seis meses de armazenamento, e também para aqueles acondicionados em lata e em saco de polietileno, até 12 meses de armazenamento (Tabelas 4, 5 e 6).

Exclusivamente para os diásporos armazenados em câmara, a análise do efeito da embalagem não demonstrou diferenças que pudessem associar alterações na altura. Assim, a altura registrada aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura apresentou valores superiores ou inferiores com as embalagens testadas (Tabela 1). A análise do efeito da embalagem em cada período de armazenamento não registrou efeito na altura das plântulas aos 30 dias após a

semeadura, para os períodos de seis, 24 e 30 meses. Aos 12 meses a altura das plântulas produzidas com os diásporos acondicionados na embalagem de lata foi superior à altura das plântulas produzidas com os diásporos das outras embalagens, contudo, aos 18 meses, foi observado o resultado inverso.

**Tabela 1** – Altura (cm) de plântulas de *Myracrodruon urundeuva* aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura de diásporos acondicionados em diferentes embalagens (LT = lata; PL, PP e RF = sacos de polietileno, de papel e de malha) e armazenados em câmara.

Armazenamento (meses)	30 dias após a semeadura			
	LT	PL	PP	RF
6	6,2 A	6,7 A	6,0 A	5,8 A
12	5,0 A	4,0 B	3,2 C	4,0 B
18	5,0 B	6,1 A	5,8 A	5,5 A
24	6,8 A	5,9 A	6,3 A	6,3 A
30	4,8 A	4,7 A	4,2 A	4,3 A
		F = 3,552		CV = 9,5 %
60 dias após a semeadura				
6	6,7 A	5,8 A	7,4 A	7,0 A
12	5,6 A	5,2 A	5,2 A	4,5 A
18	5,0 A	6,3 A	6,0 A	5,4 A
24	8,5 B	7,9 B	9,8 A	9,6 A
30	9,1 A	7,8 B	8,5 B	9,4 A
		F = 2,834		CV = 11,3 %
90 dias após a semeadura				
6	6,8 A	6,3 A	7,0 A	7,1 A
12	6,5 A	5,5 B	5,2 B	6,2 A
18	5,5 A	6,0 A	6,4 A	5,9 A
24	10,2 A	10,5 A	10,6 A	10,5 A
30	9,3 A	7,6 C	8,6 B	8,4 B
		F = 2,709		CV = 8,0 %

Médias seguidas de mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott a 5%.

Para as mudas com 60 dias de idade, a altura foi semelhante aos seis, 12 e 18 meses de armazenamento, independente da embalagem de acondicionamento dos diásporos. Aos 24 meses de armazenamento, as mudas produzidas com os diásporos acondicionados em lata e em saco de polietileno apresentaram menor altura que as outras embalagens, mas, aos 30 meses, este fato ocorreu com aquelas que foram produzidas a partir dos diásporos

acondicionados em saco de polietileno e de papel. A altura com 90 dias de idade também foi semelhante aos seis, 18 e 24 meses de armazenamento, independente do tipo de embalagem utilizado. Contudo, aos 12 meses de armazenamento a altura foi superior para as mudas produzidas com os diásporos mantidos em lata e em saco de malha, e, aos 30 meses de armazenamento, somente para aquelas que foram produzidas com os diásporos da embalagem de lata.

Ainda para os diásporos mantidos exclusivamente na câmara (Tabela 2), é possível observar que o efeito do período de armazenamento em cada tipo de embalagem no diâmetro do coleto das plântulas aos 30, 60 e 90 dias, apresentou alternância entre valores superiores ou inferiores, para todas as embalagens. Contudo, aquelas que foram produzidas com os diásporos mantidos na embalagem de lata e de polietileno, e armazenados por seis meses, apresentaram diâmetro superior aos outros períodos. Por outro lado, o efeito da embalagem dentro de cada período de armazenamento no diâmetro aos 30 dias após a semeadura, foi semelhante para todas as embalagens nos períodos de 12, 18, 24 e 30 meses de armazenamento. Contudo, esta variável foi superior nas plântulas produzidas com os diásporos acondicionados na embalagem de lata e de polietileno, apenas aos seis meses de armazenamento.

O diâmetro aos 60 dias somente foi semelhante para as mudas produzidas com os diásporos armazenados por 24 meses, independente da embalagem. Nos outros períodos o comportamento foi variável. Aos seis e 12 meses de armazenamento, os diásporos acondicionados na embalagem de lata resultaram em maior diâmetro comparado aos diásporos mantidos nas outras embalagens. Este fato ocorreu aos 18 meses com os diásporos acondicionados em saco de polietileno, e aos 30 meses, com aqueles mantidos tanto no saco de papel como no de malha. O diâmetro aos 90 dias, independente da embalagem, foi semelhante para as plântulas produzidas com os diásporos armazenados por 12 e 30 meses.

Nos outros períodos, os maiores valores foram: com seis meses de armazenamento, os acondicionados em embalagem de lata e saco de papel; com 18 meses, os acondicionados em saco de polietileno e de papel, e, aos 24 meses, os que foram mantidos em sacos de papel e de malha (Tabela 2).

**Tabela 2** – Diâmetro (mm) de plântulas de *Myracrodruon urundeuva* aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura de diásporos acondicionados em diferentes embalagens (LT = lata; PL, PP e RF = sacos de polietileno, de papel e de malha) e armazenados em câmara.

Armazenamento (meses)	30 dias após a semeadura			
	LT	PL	PP	RF
6	0,7 A	0,8 A	0,5 B	0,5 B
12	0,4 A	0,4 A	0,4 A	0,4 A
18	0,4 A	0,4 A	0,4 A	0,4 A
24	0,3 A	0,4 A	0,4 A	0,3 A
30	0,6 A	0,6 A	0,6 A	0,5 A
		F = 4,730		CV = 17,6 %
60 dias após a semeadura				
6	2,3 A	1,7 B	2,0 B	1,9 B
12	1,1 A	0,9 B	0,9 B	1,0 B
18	1,0 B	1,4 A	1,2 B	1,1 D
24	1,4 A	1,2 A	1,4 A	1,3 A
30	1,6 B	1,6 B	1,8 A	1,95 A
		F = 2,834		CV = 11,3 %
90 dias após a semeadura				
6	2,4 A	2,0 B	2,3 A	2,1 B
12	1,5 A	1,3 A	1,3 A	1,3 A
18	1,3 B	1,6 A	1,6 A	1,4 B
24	1,7 B	1,7 B	1,9 A	1,8 A
30	2,2 A	1,9 A	2,0 A	2,1 A
		F = 2,709		CV = 8,0 %

Médias seguidas de mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott a 5%.

Na Tabela 3 estão os valores da massa seca das plântulas produzidas com os diásporos armazenados exclusivamente na câmara. Semelhante ao observado tanto para a altura, como para o diâmetro do coleto, esta variável também apresentou valores superiores e inferiores, de acordo com o período de armazenamento, para cada embalagem utilizada, na avaliação aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura.

**Tabela 3** – Massa seca (g) de plântulas de *Myracrodruon urundeuva* aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura de diásporos acondicionados em diferentes embalagens (LT = lata; PL, PP e RF = sacos de polietileno, de papel e de malha) e armazenados em câmara.

Armazenamento (meses)	30 dias após a semeadura								
	LT		PL		PP		RF		
6	0,1644	A	0,1983	A	0,1825	A	0,1744	A	
12	0,1039	B	0,1588	A	0,0968	B	0,1285	A	
18	0,1023	B	0,1623	A	0,1754	A	0,1497	A	
24	0,1832	A	0,1675	A	0,2011	A	0,1884	A	
30	0,1310	A	0,0972	A	0,1033	A	0,1074	A	
F = 4,533				CV = 14,3 %					
Armazenamento (meses)	60 dias após a semeadura								
	LT		PL		PP		RF		
6	0,6382	A	0,3914	B	0,5106	B	0,4437	B	
12	0,2758	A	0,2358	A	0,2352	A	0,2016	A	
18	0,5262	A	0,3639	B	0,3224	B	0,3721	B	
24	0,7738	A	0,6031	B	0,8010	A	0,8537	A	
30	0,4576	B	0,4345	B	0,5092	B	0,6090	A	
F = 4,183				CV = 15,7% %					
Armazenamento (meses)	90 dias após a semeadura								
	LT		PL		PP		RF		
6	0,9642	A	0,5028	B	0,6131	B	0,8052	A	
12	0,9276	A	0,9334	A	0,6690	B	0,4923	C	
18	0,4987	A	0,5473	A	0,6518	A	0,4726	A	
24	1,2362	A	1,1635	A	1,1995	A	1,1431	A	
30	0,9030	A	0,7310	B	0,9117	A	0,9248	A	
F = 5,655				CV = 15,0 %					

Médias seguidas de mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott a 5%.

O efeito da embalagem em cada período de armazenamento sobre a massa seca apresentou situações distintas. As plântulas com 30 dias não apresentaram diferenças quando foram produzidas com diásporos armazenados por seis, 24 e 30 meses, acondicionados em qualquer embalagem. Com 12 meses de armazenamento, a massa foi superior quando as mudas foram produzidas com os diásporos acondicionados em polietileno e malha, e com 18 meses, a massa foi menor, com os diásporos acondicionados na embalagem de lata.

A massa seca foi semelhante, para mudas com 60 dias que foram produzidas com os diásporos armazenados por 12 meses, em qualquer embalagem. A massa foi superior para as mudas produzidas com os diásporos armazenados durante seis e 18 meses e acondicionados

na embalagem de lata. Com os diásporos armazenados por 24 meses e acondicionados em polietileno, a massa seca foi menor. Aos 30 meses, as mudas com maior massa foram aquelas produzidas com os diásporos acondicionados em saco de malha. Mudanças com 90 dias após a semeadura apresentaram massa semelhante quando os diásporos utilizados foram armazenados por 18 e 24 meses, em qualquer embalagem. Nos outros períodos, a maior massa foi daquelas produzidas com os diásporos acondicionados na embalagem de lata; além daqueles mantidos em saco de malha, mas apenas aos seis e 30 meses; em saco de polietileno aos 12 meses; e em saco de papel aos 30 meses (Tabela 3).

O resultado da análise de blocos ao acaso, para os tratamentos que propiciaram a produção de mudas, a partir do armazenamento dos diásporos de aroeira, nos dois ambientes, é apresentado nas Tabelas 4, 5 e 6. Neste caso foram comparados os tratamentos formados pelo acondicionamento dos diásporos nos quatro tipos de embalagem e armazenados por seis meses, além daqueles acondicionados na embalagem de lata e no saco de polietileno e armazenados por 12 meses, tanto em câmara como no ambiente.

Aos 30 dias após a semeadura, apresentaram a maior altura, diâmetro e massa seca as plântulas que foram produzidas com os diásporos acondicionados em saco de polietileno e armazenados na câmara durante seis meses. Especificamente para a altura, os melhores resultados foram obtidos com os diásporos armazenados em câmara, independente da embalagem, até seis meses, e também com aqueles acondicionados em embalagem de lata e de saco de polietileno e armazenados até seis meses no ambiente (Tabela 4).

Quanto ao diâmetro, os melhores resultados se restringiram às plântulas produzidas com os diásporos armazenados até seis meses na câmara, independente da embalagem. Além daqueles acondicionados em lata e armazenados em câmara por 12 meses. A maior massa seca foi registrada para as plântulas produzidas a partir dos diásporos armazenados até seis meses em câmara, independente da embalagem. Estes tratamentos não diferiram dos

diásporos armazenados em ambiente, em embalagem de lata e em saco de polietileno, nem daqueles acondicionados em saco de polietileno e armazenados até 12 meses em câmara.

**Tabela 4** – Altura (H), diâmetro (D) e massa seca total (MS) de plântulas de *Myracrodruon urundeuva* aos 30 dias após a semeadura de diásporos acondicionados em diferentes embalagens (LT = lata; PL, PP e RF = sacos de polietileno, de papel e de malha) e armazenados em câmara (CC) e em ambiente (SL).

Período (meses)	Embalagem	Ambiente	30 dias após a semeadura		
			H (cm)	D (mm)	MS (g)
6	LT	CC	6,2 B	0,7 A	0,1644 A
	PL	CC	6,7 A	0,8 A	0,1983 A
	PP	CC	6,0 B	0,5 B	0,1825 A
	RF	CC	5,8 B	0,5 B	0,1744 A
	LT	SL	7,3 A	0,3 C	0,1962 A
	PL	SL	6,5 B	0,4 C	0,1588 A
	PP	SL	2,7 E	0,2 D	0,0629 C
	RF	SL	3,0 E	0,1 D	0,1252 B
12	LT	CC	5,0 C	0,4 B	0,1039 B
	PL	CC	4,0 D	0,4 C	0,1588 A
	LT	SL	4,8 C	0,2 D	0,1206 B
	PL	SL	3,5 D	0,1 D	0,1048 B
		F	49,56	42,99	11,37
		CV	8,5 %	20,9 %	17,1 %

Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott a 5%.

Aos 60 dias, a altura das mudas foi maior para aquelas produzidas com os diásporos acondicionados na embalagem de lata, nos sacos de papel e de malha e mantidos em câmara durante seis meses, além daqueles acondicionados na embalagem de lata e mantidos em ambiente até seis meses (Tabela 5). O maior diâmetro do coleto foi obtido apenas pelas plântulas produzidas com os diásporos acondicionados na embalagem de lata e mantidos em câmara por seis meses, e que também propiciou a maior massa seca. De modo geral, é possível verificar que houve um decréscimo nestas duas variáveis, à medida que a embalagem apresentou maior permeabilidade e com o aumento do período de armazenamento.

As maiores alturas aos 90 dias foram das mudas produzidas de tratamentos distintos obtidos nos períodos anteriores. Para o diâmetro e a massa seca, os melhores resultados se

repetiram para as mudas obtidas com os diásporos acondicionados em embalagem de lata e mantidos em câmara durante seis meses. Também apresentaram maior diâmetro as mudas produzidas com os diásporos acondicionados em saco de papel e mantidos em câmara por seis meses. A massa seca também foi maior para as mudas que foram produzidas com os diásporos armazenados em câmara e acondicionados em malha durante seis meses; e na embalagem de lata e em saco de polietileno, durante 12 meses (Tabela 6).

**Tabela 5** – Altura (H), diâmetro (D) e massa seca total (MS) de plântulas de *Myracrodruon urundeuva* aos 60 dias após a sementeira de diásporos acondicionados em diferentes embalagens (LT = lata; PL, PP e RF = sacos de polietileno, de papel e de malha) e armazenados em câmara (CC) e em ambiente (SL).

Período (meses)	Embalagem	Ambiente	60 dias após a sementeira		
			H (cm)	D (mm)	MS (g)
6	LT	CC	6,7 A	2,3 A	0,6382 A
	PL	CC	5,8 B	1,7 C	0,3914 C
	PP	CC	7,4 A	2,0 B	0,5106 B
	RF	CC	7,0 A	1,9 C	0,4437 C
	LT	SL	7,3 A	1,8 C	0,3382 C
	PL	SL	5,4 C	1,4 D	0,2058 D
	PP	SL	3,3 D	0,3 G	0,1357 E
	RF	SL	6,2 B	0,9 F	0,3925 C
12	LT	CC	5,6 C	1,1 E	0,2758 D
	PL	CC	5,2 C	0,9 F	0,2358 D
	LT	SL	6,0 B	1,1 E	0,1716 E
	PL	SL	4,9 C	1,0 F	0,1070 E
		F	13,55	57,88	38,72
		CV	10,4 %	11,2 %	16,2 %

Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott a 5%.

Resultados semelhantes foram observados na avaliação do comprimento da parte aérea de plântulas de *Tabebuia serratifolia* por Souza *et al.* (2005), que registraram redução no vigor de sementes ao longo do período de armazenamento em câmara, com oscilações entre as embalagens de papel e de polietileno, até 160 dias de armazenamento. Para as sementes que foram mantidas em laboratório, as oscilações entre as embalagens também foram constatadas, mas a perda de vigor ocorreu aos 120 dias. Estes autores ainda observaram para a massa seca

da parte aérea e da raiz de plântulas provenientes de sementes armazenadas tanto na câmara como no ambiente, que aquelas que foram acondicionadas em embalagem de papel apresentaram menor vigor do que as mantidas em saco de polietileno, com perda mais rápida para aquelas mantidas em ambiente.

**Tabela 6** – Altura (H), diâmetro (D) e massa seca total (MS) de plântulas de *Myracrodruon urundeuva* aos 90 dias após a semeadura de diásporos acondicionados em diferentes embalagens (LT = lata; PL, PP e RF = sacos de polietileno, de papel e de malha) e armazenados em câmara (CC) e em ambiente (SL).

Período (meses)	Embalagem	Ambiente	90 dias após a semeadura		
			H (cm)	D (mm)	MS (g)
6	LT	CC	6,8 B	2,4 A	0,9642 A
	PL	CC	6,3 B	2,0 B	0,5028 B
	PP	CC	7,0 A	2,3 A	0,6131 B
	RF	CC	7,1 A	2,1 B	0,8052 A
	LT	SL	7,2 A	2,0 B	0,5680 B
	PL	SL	5,6 C	1,4 C	0,2653 C
	PP	SL	3,5 D	1,0 D	0,1258 C
	RF	SL	4,9 C	1,5 C	0,5289 B
12	LT	CC	6,5 B	1,5 C	0,9276 A
	PL	CC	5,5 C	1,3 D	0,9334 A
	LT	SL	7,2 A	1,4 C	0,2626 C
	PL	SL	6,5 B	1,4 C	0,3419 C
		F	23,39	43,07	19,14
		CV	7,7 %	7,9 %	23,1 %

Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott a 5%.

Na Tabela 7 são apresentados os coeficientes de correlação de Pearson entre a altura, o diâmetro do coleto e a massa seca das plântulas de aroeira, produzidas a partir de diásporos armazenados sob diferentes condições. As correlações são distintas para as diferentes épocas de avaliação, quando as mudas apresentavam 30, 60 e 90 dias após a semeadura dos diásporos armazenados.

Apesar de todos os coeficientes apresentarem significância, é necessário destacar que foram adjetivados como muito altas as correlações entre a altura e a massa seca das plântulas avaliadas aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura dos diásporos.

**Tabela 7** – Coeficiente de correlação simples de Pearson entre a altura (H), diâmetro (D), e massa seca total (MT) de plântulas de *Myracrodruon urundeuva* com 30, 60 e 90 dias após a semeadura de diásporos armazenados sob diferentes condições.

	H30	D30	H60	D60	H90	D90
<b>D30</b>	0,458 ** MD					
<b>MT30</b>	0,775 ** MA	0,363 ** MD				
<b>D60</b>	–	–	0,561 ** SB			
<b>MT60</b>	–	–	0,783 ** MA	0,481 ** MD		
<b>D90</b>	–	–	–	–	0,536 ** SB	
<b>MT90</b>	–	–	–	–	0,759 ** MA	0,451 ** MD

\*  $p < 0,05$  e \*\*  $p < 0,01$ . Adjetivos: NG: Negligenciável (0,001 a 0,099); BX: Baixa (0,100 a 0,299); MD: Moderada (0,300 a 0,499); SB: Substancial (0,500 a 0,699); MA: Muito alta (0,700 a 0,999); PF: Perfeita (1,000).

Por outro lado, a correlação entre a altura e o diâmetro do coleto das plântulas aos 30 dias foi adjetivada como moderada e nas avaliações seguintes, aos 60 e 90 dias, o coeficiente foi maior e, em ambos os casos, foram adjetivados como substanciais. Isto indica que neste período o desenvolvimento foliar é maior e, posteriormente há um equilíbrio entre a altura e o diâmetro do colo, que se mantém dos 60 aos 90 dias após a semeadura.

As correlações entre o diâmetro do coleto e a massa seca foram moderadas nas três idades de avaliação das plântulas.

## CONCLUSÕES

A qualidade das plântulas de aroeira é afetada com o uso de diásporos armazenados. O armazenamento em câmara, independente da embalagem, permite a sua utilização, para a produção de mudas, pelo menos, até 30 meses. O armazenamento em ambiente só propicia o seu uso até 12 meses, desde que mantidos em embalagem de lata e em saco de polietileno.

As diferenças observadas na qualidade inicial das plântulas, decorrentes do vigor dos diásporos armazenados não se mantêm durante o desenvolvimento da muda, sendo observado aumento e diminuição, em relação à primeira avaliação e à qualidade inicial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRECHT, J.M.F.; SCHMIDT, J.R.B.; COSTA, R.B. Efeito de sombreamento parcial sobre a qualidade de mudas de *Astronium urundeuva* (aroeira). **Universidade**, Cuiabá, v.IV, n.2, p.105-108, 1984.

AMORIM, S.M.C.; PAIM, A.C.B.; SILVA, M.G. Estudo ecofisiológico sobre endomicorrizas. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v.7, n.33, p.23-26, 2004.

ANDRADE, M.W.; LUZ, J.M.Q.; LACERDA, A.S.; MELO, P.R.A. Micropropagação da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.). **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.24, n.1, p.174-180, 2000.

ANJOS, J.R.N.; CHARCHAR, M.J.A.; GUIMARÃES, D.P. Ocorrência de queima das folhas causada por *Phomopsis* sp. Em aroeira no Distrito Federal. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, n.3. p.649-650, 2001.

BARBOSA, Z. **Efeito do fósforo e do zinco na nutrição e crescimento de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (aroeira-do-sertão)**. Lavras, UFLA, 1994. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras). Disponível em: <[http://www.posgrad.ufla.br/ASP/Teses/edit\\_tese.asp](http://www.posgrad.ufla.br/ASP/Teses/edit_tese.asp)>. Acesso em: 09 Fev. 2007.

BERJAK, P.; PAMMENTER, N.W. Recent progress towards the understanding of desiccation tolerance. In: NAVIE, S.C.; ADKINS, S.W.; ASHMORE, S.E. (Eds). **Seeds: Biology, development and ecology**. Wallingford, UK: CAB International, 2007. p.17-27.

BRASIL. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normas climatológicas (1961-1990)**. Brasília: SPI/EMBRAPA, 1992a. 84p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992b. 365p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Amazônia Legal. **Manejo da bacia hidrográfica do rio Coxipó-Açu para conservação de seus recursos hídricos**. Cuiabá: UFMT/ABEAS/SRH, 1997. 113p.

CALDEIRA, S.F.; SANTOS FILHO, P.L. Perfis estruturais da vegetação arbórea da bacia hidrográfica do rio Coxipó-Açu, Mato Grosso. **Agricultura Tropical**, Cuiabá, v.6, n.1, p.147-166, 2002.

CAMARGO, M.L.P.; MORI, E.S.; MELLO, E.J.; ODA, S.; LIMA, G.P. Atividade enzimática em plântulas de *Eucalyptus grandis* provenientes de sementes envelhecidas artificialmente e naturalmente. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.10, n.2, p.113-122, 2000.

CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451p.

CARNEIRO, J.G.A.; AGUIAR, I.B. Armazenamento de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑARODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (eds.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.333-350.

CARVALHO, L.R.; SILVA, E.A.A.; DAVIDE, A.C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.2, p.15-25, 2006.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. v.1. Brasília: EMBRAPA - Informação Tecnológica, 2003. 1039p.

CORRÊA, E.J.A.; LIMA, M.M.N.; SCOTTI, M.R. Efeito da inoculação de rizóbio e fungos micorrízicos no crescimento de *Anadenanthera peregrina* e das espécies consorciadas (*Myracrodruon urundeuva*, *Schinopsis brasiliensis* e *Acácia* sp.) cultivadas no semi-árido de Minas Gerais. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, XIII, São Paulo, 4 a 6 de setembro de 2000. **Resumos...** São Paulo: USP. Disponível em <<http://www.ib.usp.br/sbsp/congresso/fb.htm>>. Acesso em: 12 Jan. 2007.

CORVELLO, W.B.V.; VILLELA, F.A.; NEDEL, J.L.; PESKI, S.T. Época de colheita e armazenamento de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.28-34, 1999.

COSTA, R.B.; PASSOS, C.A.M.; VAZ, E.B.; MORAES, L.A.F.; BARBOSA, D.S.M. Avaliação do efeito do substrato no desenvolvimento inicial de mudas de aroeira (*Astronium urundeuva*). **Informativo Abrates**, v.3, n.3, p.125, 1993.

DORNELES, M.C.; RANAL, M.A.; SANTANA, D.G. Germinação de diásporos recém-colhidos de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) ocorrente no cerrado do Brasil Central. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.28, n.2, p.399-408, 2005.

FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos do envelhecimento precoce no vigor de sementes de *Chorisia speciosa* St. Hil. – Bombacaceae. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.3, p.345-352, 2005.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria, 45<sup>a</sup>, **Resumos....** UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/software.htm>>. Acesso em: 27 Mar 2006.

FIGUEIRÔA J.M.; BARBOSA, D.C.A.; SHIMABUKURO, E.A. Crescimento de plantas jovens de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídricos. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.18, n.3, p.573-580, 2004.

FONSECA, A.J.; MORAES, M.L.T.; AGUIAR, A.V.; LACERCA, A.C.M.B. Variação genética em progênies de duas populações de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. em sistema agroflorestal. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.15, n.2, p.97-107, 2003.

FRAYHA, I.M.V.M. **A germinação da aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* FR. ALL.): armazenamento, viabilidade dos propágulos e variabilidade intrapopulacional na germinação.** Belo Horizonte: UFMG, 1999. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Ciências Biológicas, UFMG). Disponível em: <<http://ecologia.icb.ufmg.br/~ecmvs/disset/Document73a.pdf>>. Acesso em: 12 Jan 2006.

FREITAS, M.L.M.; AUKAR, A.P.A.; SEBBENN, A.M.; MORAES, M.L.T.; LEMOS, E.G.M. Variabilidade genética intrapopulacional em *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. Por marcador AFLP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.68, p.21-28, 2005.

GARCIA, A.; VIEIRA, R.D. Germinação, armazenamento e tratamento fungicida de sementes de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.2, p.128-133, 1994.

GONÇALVES, J.L.M.; SANTARELLI, E.G.; MORAES NETO, S.B.; MANARA, M.P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 309-383.

GROOT, S.P.C.; SOEDA, Y.; VAN DER GEEST, A.H.M. Gene expression in relation to seed development and longevity. In: NAVIE, S.C.; ADKINS, S.W.; ASHMORE, S.E. (Eds.). **Seeds: Biology, development and ecology**. Wallingford, UK: CAB International, 2007. p.28-38.

INÁCIO, C.A.; DIANESE, J.C. A new *Mycovellosiella* species on *Myracrodruon urundeuva*. **Mycotaxon**, New York, v.72, p.251-263, 1999.

KRZYŻANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. Vigor de sementes. **Informativo Abrates**, Brasília, v.11, n.3, p.81-84. 2001.

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

MELLONI, R.; SILVA, F.A.M.; CARVALHO, J.G. Cálcio, Magnésio e Potássio como amenizadores dos efeitos da salinidade sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*). **Cerne**, v.6, n.2, p.35-40, 2000.

MENDONÇA, A.V.R.; NOGUEIRA, F.D.; VENTURIN, N.; SOUZA, J.S. Exigências nutricionais de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (aroeira do serão). **Cerne**, Lavras, v.5, n.2, p.65-75, 1999.

MORAES, J.M.F. **Efeitos de diferentes níveis de água na germinação e no crescimento de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae)**. Recife: UFPE, 2002. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco).

MTWISH, L.; FARRANT, J.M.; BRANDT, W.; HLONGWANE, C.; LINDSEY, G.G. ASP53, a 53kDa Cupin-containing protein with a dual role: storage protein and thermal protectant. In: NAVIE, S.C.; ADKINS, S.W.; ASHMORE, S.E. (Eds). **Seeds: Biology, development and ecology**. Wallingford, UK: CAB International, 2007. p.57-70.

MUNIZ, M.F.B.; SILVA, L.M.; BLUME, E. Influência da assepsia e do substrato na qualidade de sementes e mudas de espécies florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.29, n.1, p.140-146, 2007.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseado no desempenho das plantas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 2, 24p.

NEYA, O. **Conservation of tree seeds from tropical dry-lands**. Netherlands: Wageningen Universiteit, 2006. 159p. (PhD thesis, Wageningen University, The Netherlands).

PAIVA, H.N.; CARVALHO, R.; SILVA, F.P.; CARVALHO, J.G.; MELLONI, R. Influência de doses de Níquel sobre o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) em solução nutritiva. **Cerne**, v.7, n.1, p.114-121, 2001.

PEREZ, S.C.J.G.A.; FANTI, S.C.; CASALI, C.A. Influência do armazenamento, substrato, envelhecimento precoce e profundidade de semeadura na germinação de canafistula. **Bragantia**, Campinas, v.58, n.1, p.57-68, 1999.

PEREZ, S.C.J.G.A.; NASSIF, S.M.L. Efeitos do envelhecimento precoce, polietilenoglicol e substratos na viabilidade e vigor de sementes de algarobeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.12, p.2055-2064, 1998.

PHARTYAL, S.S.; THAPLIYAL, R.C.; KOEDAM, N.; GODEFROID, S. *Ex-situ* conservation of rare and valuable forest tree species through seed-gene bank. **Current Science**, Bangalore, v.83, n.11, p.1351-1357, 2002.

QUEIROZ, C.G.S.; GARCIA, Q.S.; LEMOS FILHO, J.P. Atividade fotossintética e peroxidação de lipídeos de membrana em plantas de aroeira-do-sertão sob estresse hídrico e após reidratação. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, v.14, n.1, p.59-63, 2002.

RAMOS, A.; CARNEIRO, J.G.A. Envelhecimento artificial de sementes do Pinheiro do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.1, p.19-24, 1991.

REIS, A.M.M.; GRATTAPAGLIA, D. RAPD variation in a germplasm collection of *Myracrodruon urundeuva* (Anacardiaceae), an endangered tropical tree: Recommendations for conservation. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Netherlands, v. 51, n.5, p. 529-538, 2004.

SANTANA, D.G.; RANAL; M.A. **Análise da germinação**. Um enfoque estatístico. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2004a. 248p.

SANTANA, D.G.; RANAL; M.A. Análise estatística. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (orgs.). **Germinação: Do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004b. p.197-208.

SANTOS, G.J.C. **Efeito biológico de *Trichoderma viride* Pers. Ex S.F. Gray e *T. harzianum* Rifai no tratamento de sementes de aroeira do sertão (*Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl.) e na incorporação do solo**. Lavras: UFLA, 1993. (Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras). Disponível em: <[http://www.posgrad.ufla.br/ASP/Teses/edit\\_tese.asp](http://www.posgrad.ufla.br/ASP/Teses/edit_tese.asp)>. Acesso em: 09 Fev 2007.

SCALON, S.P.Q.; MUSSURY, R.M.; RIGONI, M.R.; VERALDO, F. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, v.1, p.1-5, 2002.

SCALON, S.P.Q.; MUSSURY, R.M.; WATHIER, F.; GOMES, A.A.; SILVA, K.A.; PIEREZAN, L.; SCALON FILHO, H. Armazenamento, germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, Maringá, v.27, v.2, p.107-112, 2005.

SCHMIDT, L. **Guide to handling of tropical and subtropical Forest seed**. Humlebaek: Danida Forest Seed Centre, 2000. 511p.

SEBBENN, A.M.; ETTORI, L.C. Conservação genética *ex situ* de *Esenbeckia leiocarpa*, *Myracrodruon urundeuva* e *Peltophorum dubium* em teste de progênie misto. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.13, n.2, p.201-211, 2001.

SILVA, F.A.M.; MELLONI, R.; MIRANDA, J.R.P.; CARVALHO, J.G. Efeito do estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) cultivadas em solução nutritiva. **Cerne**, Lavras, v.6, n.1, p.52-59, 2000.

SILVA, L.M.M.; RODRIGUES, T.J.D.; AGUIAR, I.B. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.6, p.691-697. 2002.

SOUZA, V.C.; BRUNO, R.L.A.; ANDRADE, L.A. Vigor de sementes armazenadas de Ipê-amarelo *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.833-841, 2005.

VENTURIN, R.P.; BASTOS, A.R.R.; MENDONÇA, A.V.R.; CARVALHO, J.G. Efeito da relação Ca:Mg do corretivo no desenvolvimento e nutrição mineral de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.). **Cerne**, Lavras, v.6, n.1, p.30-39, 2000.

## CONCLUSÕES GERAIS

Diásporos de aroeira coletados no Cerrado localizado em Cuiabá, Mato Grosso, germinam na faixa de 15°C a 40°C, sendo a faixa ótima de 20°C a 30°C.

Os diásporos de aroeira podem ser armazenados em ambiente refrigerado por aparelho condicionador de ar, pelo menos, por até 30 meses, em embalagem de lata ou em saco de polietileno. Em ambiente de sala de laboratório, o armazenamento não deve ser superior a seis meses e o acondicionamento deve ser em lata.

O tipo de substrato utilizado afeta o resultado na análise da viabilidade, mas não afeta a análise do vigor de diásporos de aroeira durante o armazenamento.

Os testes de condutividade elétrica e da massa de mil diásporos não são adequados para avaliar a qualidade fisiológica dos diásporos de aroeira armazenados.

O envelhecimento acelerado conduzido a 45°C, durante 12, 18 e 24 horas é adequado para avaliar o vigor de diásporos de aroeira.

Diásporos de aroeira armazenados e submetidos ao envelhecimento artificial a 45°C, durante 24 horas, apresentam menor germinação, em relação ao período de 12 horas.

O armazenamento em câmara propicia diásporos para a produção de mudas, pelo menos, até 30 meses, em qualquer embalagem; armazenados em ambiente de sala de laboratório, até 12 meses, desde que acondicionados em lata e em saco de polietileno.

A viabilidade dos diásporos de aroeira pode ser mantida, pelo menos, até 30 meses, a baixo custo, e o envelhecimento acelerado é o método mais adequado para esta avaliação.