

## Germinação de espécies arbóreas de floresta estacional decidual do vale do rio Paranã em Goiás após três tipos de armazenamento por até 15 meses

Victor Vinícius Ferreira de Lima<sup>1</sup>, Daniel Luís Mascia Vieira<sup>2,4</sup>,

Anderson Cássio Sevilha<sup>1</sup> & Antonieta Nassif Salomão<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Ecologia e Conservação, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia,  
CP 02372, CEP 70770-900, Brasília, DF, Brasil,

e-mail: victorlima@cenargen.embrapa.br, sevilha@cenargen.embrapa.br

<sup>2</sup>Embrapa Tabuleiros Costeiros,

Av. Beira Mar, 3250, Jardins, CEP 49025-040, Aracaju, SE, Brasil

<sup>3</sup>Laboratório de Fisiologia de Sementes, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia,  
CP 02372, CEP 70770-900, Brasília, DF, Brasil, e-mail: antoniet@cenargen.embrapa.br

<sup>4</sup>Autor para correspondência: Daniel Luís Mascia Vieira, e-mail: dvieira@cpatc.embrapa.br

LIMA, V.V.F., VIEIRA, D.L.M., SEVILHA, A.C. & SALOMÃO A.N. 2008. **Germination of tropical dry forest tree species of Paranã river basin, Goiás state, after three types of storage and up to 15 months.** Biota Neotrop. 8(3): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n3/en/abstract?article+bn01008032008>.

**Abstract:** Seed dispersal in tropical deciduous forests occurs mostly in the dry season and germination at the onset of the rainy season. The delay of the first rains and dry spells are major mortality factors in dry forest regions. Storing seeds to plant during the constant rains could increase germination and seedling survival. We investigated the germination percentage of deciduous forest tree species after being stored i) at  $-20^{\circ}\text{C}$  and  $-196^{\circ}\text{C}$  (liquid nitrogen), and ii) at natural conditions for three and 15 months. Seeds of 19 tree species of deciduous forests of Paranã river basin, Goiás state, were collected from August to October 2005. Two experiments were run: i) storage for three and 15 months in brown bags at environmental temperature, ii) storage for 72 hours at  $-20^{\circ}\text{C}$  cameras, liquid nitrogen ( $-196^{\circ}\text{C}$ ) and a control. Storage at environmental temperature decreased germination of only two species after three months, *Cordia trichotoma* (73 to 38%) and *Copaifera langsdorffii* (85 to 65%). Three species decreased germination after 15 months (*Cordia trichotoma*, 73 to 5%; *Cavanillesia arborea*, 77% to 12%; and *Anadenanthera colubrina*, 93% to 76%) and two species, *Aspidosperma pyriforme* and *Tabebuia impetiginosa*, lost completely their germination. Temperatures  $-20$  and  $-196^{\circ}\text{C}$  decreased germination of only one species each, *Tabebuia impetiginosa* (90 to 70%) and *Aspidosperma pyriforme* (90 to 43%), respectively. In general, environmental temperature storage up to 15 months and  $-20$  and  $-196^{\circ}\text{C}$  storage were efficient to preserve seed germinability of many dry forest tree species from Paranã river basin. These are feasible options to ex situ conservation and to increase germination for direct seeding strategies of restoration.

**Keywords:** tropical deciduous forests, ex situ conservation, criopreservation, forest seeds, direct seeding.

LIMA, V.V.F., VIEIRA, D.L.M., SEVILHA, A.C. & SALOMÃO A.N. 2008. **Germinação de espécies arbóreas de floresta estacional decidual do vale do rio Paranã em Goiás após três tipos de armazenamento por até 15 meses.** Biota Neotrop. 8(3): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n3/pt/abstract?article+bn01008032008>.

**Resumo:** Em florestas decíduais a dispersão de sementes ocorre principalmente na estação seca e a germinação no início da estação chuvosa. O atraso das primeiras chuvas e a ocorrência de veranicos são importantes causas de mortalidade de sementes e plântulas. Armazenar sementes e plantá-las na estação chuvosa poderia aumentar a germinação e a sobrevivência de plântulas. Para isso é necessário verificar se as sementes mantêm sua germinabilidade após armazenamento. No presente estudo, investigamos se sementes de espécies arbóreas de floresta decidual alteram sua germinabilidade após i) serem armazenadas em condições naturais por três e 15 meses, e ii) em banco de germoplasma a  $-20$  e  $-196^{\circ}\text{C}$ . Coletamos sementes de 19 espécies de florestas estacionais decíduais do vale do rio Paranã, Goiás, nos meses de agosto a outubro de 2005. Um lote foi separado para a realização do teste de germinação, logo após a coleta. Uma quantidade deste lote permaneceu em câmaras a  $-20^{\circ}\text{C}$  e outra foi imersa em nitrogênio líquido por 72 horas. Outros dois lotes foram armazenados em condições naturais por três e 15 meses antes do teste de germinação. Após três meses de armazenamento, apenas duas espécies, *Cordia trichotoma* (73 para 38%) e *Copaifera langsdorffii* (85 para 65%), reduziram sua germinabilidade. Após 15 meses, três espécies reduziram significativamente sua germinabilidade, *Cordia trichotoma* (73 para 5%), *Cavanillesia arborea* (77 para 12%) e *Anadenanthera colubrina* (93 para 76%), e duas espécies, *Aspidosperma pyriforme* e *Tabebuia impetiginosa*, perderam completamente sua germinabilidade. As temperaturas  $-20$  e  $-196^{\circ}\text{C}$  reduziram a germinabilidade de uma espécie cada, *Tabebuia impetiginosa* (90 para 70%) e *Aspidosperma pyriforme* (90 para 43%), respectivamente. O ambiente natural e o armazenamento a  $-20$  e  $-196^{\circ}\text{C}$  se mostraram eficazes quanto à preservação das qualidades fisiológicas de sementes de grande parte das espécies arbóreas de florestas estacionais decíduais do vale do rio Paranã, sendo alternativas para a conservação ex situ e para aumentar a germinação em campo em projetos de restauração via semeadura direta.

**Palavras-chave:** floresta estacional decidual, conservação ex situ, criopreservação, sementes florestais, semeadura direta.

## Introdução

As florestas estacionais ocorrem onde a média anual de temperatura é maior que 17 °C, a média anual de precipitação é de 250 a 2000 mm e o potencial de evapotranspiração é maior que a precipitação anual (Holdridge 1967). Cabe ressaltar que a precipitação é um fator significativo para a estrutura e o funcionamento desse ecossistema (Murphy & Lugo 1986). Durante a estação seca, as florestas decíduas apresentam um forte grau de deciduidade foliar do componente arbóreo, sendo que mais de 90% dos indivíduos perdem completamente as folhas.

O período de dispersão de sementes anemocóricas em florestas estacionais decíduas ocorre principalmente na estação seca e de sementes zoocóricas no início da estação chuvosa (Figueiredo 2002, Vieira & Scariot 2006a). As sementes dispersas durante a estação seca e no início da estação chuvosa germinam imediatamente após as primeiras chuvas (Garwood 1983). A concentração da germinação no início da estação chuvosa parece ser uma característica selecionada evolutivamente em florestas estacionais decíduas, por maximizar o aproveitamento da estação chuvosa pela plântula, que resulta em maior probabilidade de estabelecimento e desenvolvimento (Garwood 1983). Contudo, o atraso nas primeiras chuvas e a ocorrência de veranicos (períodos secos durante a estação chuvosa) são freqüentes em regiões onde ocorrem florestas estacionais (Blain & Kellman 1991, Murphy & Lugo 1995, Sampaio 1995). A ocorrência de veranicos é um importante fator de mortalidade devido à dessecação de sementes e de plântulas recentemente germinadas (Garwood 1983, Ray & Brown 1995, McLaren & McDonald 2003, Engelbrecht et al. 2006).

Coletar sementes em sua época de dispersão, armazená-las e plantá-las quando o solo apresenta umidade suficiente na estação chuvosa poderia, portanto, aumentar a germinação de sementes e o estabelecimento de plântulas (Vieira & Scariot 2006a). Este método seria particularmente importante para a restauração de áreas abertas, onde a dessecação de sementes e plântulas é mais crítica (Ray & Brown 1995, McLaren & McDonald 2003, Vieira & Scariot 2006b). Outra vantagem da dispersão atrasada é a redução do tempo em que às sementes estão disponíveis para predadores, que é outro grande obstáculo para a germinação de sementes e conseqüentemente para a regeneração da floresta (Nepstad et al. 1996, Holl & Lulow 1997, Guarino 2004).

Florestas estacionais estão entre os ecossistemas tropicais mais ameaçados e degradados devido sua conversão em pastagens, agricultura e florestas secundárias (Janzen 1988, Khurana & Singh 2001). No vale do rio Paranã, nordeste do estado de Goiás, a situação não é diferente, uma vez que há hoje uma paisagem com matriz de pastagem com fragmentos florestais, que ainda assim, são constantemente ameaçados por exploração madeireira e pastoreio de gado (Scariot & Sevilha 2000). As espécies de alto valor comercial são as mais ameaçadas, principalmente *Myracrodruon urundeuva* (Fr. All.), *Schinopsis brasiliensis* (Engl.), *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC) Stand., *Cedrela fissilis* (Vell), *Hymenaea courbaril* (L.), *Aspidosperma pyrifolium* (Mart.), *Amburana cearensis* (Fr. Allem) A.C. Smith e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell) (Scariot & Sevilha 2005). Portanto, a restauração dessas áreas, assim como técnicas de coleta e conservação de germoplasma ex situ para posterior re-introdução são importantes estratégias para sua conservação.

A coleta de germoplasma para assegurar a conservação de sementes é de extrema importância, uma vez que tem como função preservar a qualidade fisiológica das mesmas, manter a variabilidade genética de espécies ameaçadas e subsidiar programas de reintrodução de populações extintas (Degan et al. 2001, Randon et al. 2001, Cabral et al. 2003, Salomão & Sousa-Silva 2003). Considerando-se o armazenamento de sementes, há espécies que podem ser desidratadas

e posteriormente armazenadas a baixas temperaturas (Medeiros & Cavallari 1992). Roberts (1973) definiu o termo ortodoxo para sementes capazes de manter sua viabilidade após serem desidratadas e expostas a baixas temperaturas e recalitrantes para aquelas que não suportam a desidratação e a exposição a baixas temperaturas. O armazenamento de sementes em banco de germoplasma convencional a -20 e a -196 °C (nitrogênio líquido) tem como objetivo prolongar a viabilidade das sementes em longo prazo (Stanwood 1984, Salomão 2002, Wetzel et al. 2003). Temperaturas abaixo de zero permitem que grande parte dessas atividades metabólicas seja significativamente reduzida, proporcionando a paralisação da deterioração biológica. Técnicas de criopreservação, conservação de material biológico em temperaturas ultra baixas, têm sido muito utilizadas para a conservação em longo prazo de sementes em bancos de germoplasma. No entanto, poucos estudos têm sido realizados com sementes de espécies de clima tropical.

Este trabalho é um passo preliminar no desenvolvimento de estratégias de restauração de florestas estacionais decíduas por semeadura direta. Dessa forma o seu objetivo foi testar a viabilidade das sementes de 19 espécies arbóreas armazenadas por dois períodos de tempo. No primeiro, as sementes foram armazenadas por três meses, situação que evitaria que as plântulas sofressem desidratação devido a veranicos e atrasos na precipitação. No segundo, as sementes foram armazenadas por 15 meses, para testar a viabilidade das sementes quando estocadas até o período chuvoso do ano seguinte. Foram testadas condições de armazenamento simples, em temperatura ambiente e em sacos de papel, uma vez que o método pode vir a ser realizado por proprietários rurais.

Outra estratégia para a conservação das espécies selecionadas seria armazenar suas sementes por longo prazo (ex situ), afim de reintroduzi-las em campo quando houver áreas destinadas à conservação destas espécies e das florestas estacionais decíduas. Portanto, outro objetivo deste trabalho foi determinar se as sementes podem ser armazenadas em banco de germoplasma convencional a -20 °C e em nitrogênio líquido -196 °C.

## Material e Métodos

### 1. Área de estudo: as florestas estacionais decíduas do vale do Rio Paranã

Localizado no nordeste do estado de Goiás e sudeste do estado de Tocantins, entre as coordenadas 13° 20' -15° 40' S e 46° 35' -47° 35' W, o vale do rio Paranã possui uma das principais manchas de floresta estacional decidual do Brasil (Ratter 1992). As florestas ocupam o fundo do vale, caracterizado de planícies com altitude de cerca de 500 m, com morros de afloramento calcário (IBGE 1995). A geologia é de rochas calcárias e o solo dominante é o Nitossolo, com alta fertilidade. O clima é do tipo Aw (Kopen) com variação para CWa. A pluviosidade média anual é de 1236 ± 255 mm (1969-1994) com 89% da precipitação ocorrendo entre outubro e março (compilado de www.hidroweb.ana.gov.br). A temperatura média anual é superior a 23 °C, constante durante o ano (IBGE 1995).

A vegetação da região é composta principalmente de cerrado sensu stricto, florestas decíduas e semidecíduas. As florestas decíduas do vale do Paranã apresentam um dossel de 17-23 m de altura e área basal média de 23-28 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>. Levantamentos florísticos encontraram 128 espécies de árvores (44 espécies/ha), muitas das quais encontradas também nos biomas Caatinga, Amazônia e da Mata Atlântica. A família mais representativa foi Leguminosae (subfamília Mimosoideae, 11 gêneros e 14 espécies; Faboideae, 10 gêneros e 18 espécies e; Caesalpinoideae, sete gêneros e oito espécies), que representa 31% dos gêneros de espécies arbóreas amostrados na região

(Scariot & Sevilha 2005). Na região do vale do Paranã, a proporção de espécies anemocóricas e zoocóricas é praticamente a mesma, 45 e 44% respectivamente (Figueiredo 2002).

## 2. Métodos

Foram utilizadas sementes de 19 espécies arbóreas (Tabela 1), que representam quase metade das espécies encontradas em estudos de fitossociologia e a maior parte dos indivíduos em florestas decíduais do vale do Paranã (Scariot & Sevilha 2005). Objetivou-se coletar todas

as espécies em dispersão no período de coleta. As coletas de sementes foram realizadas nas primeiras quinzenas dos meses de agosto, setembro e outubro, do ano de 2005, na estação seca e na transição para a estação chuvosa. As sementes e/ou frutos foram coletados em árvores presentes nas pastagens, com podão ou embaixo da planta mãe, e acondicionados em sacos de papel para transporte até o laboratório de Fisiologia de Sementes da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia em Brasília. Num raio de aproximadamente 100 km foram coletadas de 3 a 10 matrizes por espécie (não georeferencia-

**Tabela 1.** Características das espécies estudadas de árvores de floresta estacional decidual do vale do rio Paranã, GO e TO. Anemo = anemocórica, zoo = zoocórica e auto = autocórica. a) Sementes pesadas com tegumento. b) Sementes medidas com ala. c) Fonte: Salomão et al. (2003). e d) Sementes não estudadas em setembro de 2005.

**Table 1.** Characteristics of studied species from tropical deciduous forests of Paranã river basin, Goiás and Tocantins states. Anemo = anemochorous, zoo = zoochorous and auto = autochorous. a) Seeds weighted with tegument. b) Seeds measured with wing. c) Source: Salomão et al. (2003). and d) Seeds were not studied in September 2005.

Espécie	Família	Nome Popular	Peso (g) <sup>a</sup>	Comp./Larg. (cm)	Tolerância Dessecação e Frio <sup>c</sup>	Época Dispersão	Tipo Dispersão	U (%) set./nov./nov. 2006	Sementes por repetição
<i>Acacia polyphylla</i> (DC)	MIMOSACEAE	Priquiteira	0,25	1,25/0,82	Tolerante	jul./ago.	auto	9,4 - 10,2-12,0	15
<i>Amburana cearensis</i> (Fr. All.) A.C. Smith	FABACEAE	Amburana	0,56	1,67/1,15	Tolerante	ago./set.	anemo	8,9 - 7,7 - 10,0	15
<i>Anadenanthera colubrina</i> (L.) Speg	MIMOSACEAE	Angico	0,25	1,79/1,46	Tolerante	ago./set.	auto	8,8 - 8,0 - 10,7	25
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	APOCYNACEAE	Peroba	0,36	5,35/4,60 <sup>b</sup>	Sem info.	jul./ago.	anemo	6,8 - 6,8 - 9,2	25
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott.	ANARCADIACEAE	Gonçalo	0,05	1,30/0,30	Tolerante	ago./set.	anemo	5,9 - 8,7 - 8,6	15
<i>Cavanillesia arborea</i> K Schum.	BOMBACACEAE	Barriguda	6,50	5,48/2,40	Sem info.	set./out.	anemo	8,5 - 10,6 <sup>d</sup>	4
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	MELIACEAE	Cedro	0,03	2,90/1,04 <sup>b</sup>	Tolerante	jul./ago.	anemo	8,0 - 7,2 - 12,8	13
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	CAESALPINIACEAE	Copaíba	0,66	1,25/0,95	Tolerante	ago./set.	zoo	5,9 - 6,2 - 9,1	15
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell) Arrab. ex Steud.	BORAGINACEAE	Córdia	0,04	0,60/0,20	Tolerante	ago./set.	zoo	7,3 - 10,4 - 15,5	15
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	MIMOSACEAE	Tamboril	0,75	1,75/1,00	Tolerante	ago./set.	zoo	7,3 - 6,8 - 6,7	15
<i>Hymenaea courbaril</i> var. <i>stillbocarpa</i> (H) Lee & L.	CAESALPINIACEAE	Jatobá	3,78	3,10/2,20	Tolerante	jul./ago.	zoo	5,8 - 6,7 - 6,9	15
<i>Jacaranda brasiliana</i> (Lam.) Pers.	BIGNONIACEAE	Caroba	0,04	0,75/0,88	Ortodoxa	jul./ago.	anemo	5,7 - 6,0 - 7,7	15
<i>Lonchocarpus montanus</i> Tozzi	FABACEAE	Tapicurú	0,30	1,30/0,75	Ortodoxa	jul./ago.	anemo	5,3 - 5,7 - 9,0	15
<i>Machaerium scleroxylon</i> Tull.	FABACEAE	Pau-ferro	0,16	1,57/0,95	Sem info.	jul./ago.	anemo	8,5 - 9,8 - 11,2	15
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All.	ANACARDIACEAE	Aroeira	0,01	0,40/0,35	Tolerante	ago./set.	anemo	12,0 - 9,4 - 16,6	15
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	ANACARDIACEAE	Braúna	0,24	1,40/0,90	Tolerante	ago./set.	anemo	7,3 - 7,9 - 9,9	15
<i>Sterculia striata</i> A. St. Hil. & Naud.	STERCULIACEAE	Chichá	1,30	1,67/1,13	Tolerante	ago./set.	zoo	10,9 - 7,4 - 8,7	5
<i>Tabebuia aurea</i> (Manso) Benth e Hook	BIGNONIACEAE	Ipê Amarelo	0,25	1,17/2,50 <sup>b</sup>	Tolerante	ago./set.	anemo	6,7 - 7,9 - 9,6	15
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart.) Standl.	BIGNONIACEAE	Ipê Roxo	0,17	1,40/3,00 <sup>b</sup>	Tolerante	ago./set.	anemo	7,5 - 7,4 - 7,3	15

das), dependendo da disponibilidade de indivíduos, buscando o maior número possível para aumentar a variabilidade genética.

No laboratório as sementes foram retiradas do fruto, contadas, homogeneizadas entre as matrizes e armazenadas em sacos de papel, que são permeáveis e deixam as sementes expostas, permitindo a troca de umidade entre o ambiente e a semente (González & Torres 2003). Os frutos de *C. fissilis*, *J. brasiliiana*, *H. courbaril* e *E. contortisiliquum* foram colocados para secar em pleno sol, e após sua maturação e abertura (*C. fissilis* e *J. brasiliiana*) as sementes foram beneficiadas. As sementes que apresentavam sinais de danos por insetos e/ou má formação foram descartadas. Para caracterizar as sementes, estas foram pesadas com balança de precisão (Marte AS 200C) e medidas com paquímetro digital (Starret Digital Caliper 0-150 mm). Foram medidas e pesadas 30 sementes para cada espécie.

De acordo com a disponibilidade de sementes coletadas, estas foram subdivididas em três lotes. Um lote foi separado para a realização do teste de germinação, logo após a coleta e o beneficiamento, em setembro de 2005. Este teste serviu como referência, sendo considerado tempo zero (T0). Outro lote de sementes permaneceu armazenado por um período de 60 a 90 dias, de acordo com o tempo de coleta de cada espécie, e foi colocado para germinar no meio da estação chuvosa, em novembro de 2005, tempo um (T1). O terceiro lote permaneceu armazenado por um período de 14 a 15 meses, sendo colocado para germinar em novembro de 2006, tempo dois (T2). Uma nota técnica prévia foi publicada comparando apenas T0 x T1 (Lima et al. 2007).

Para o lote T0, uma quantidade das sementes foi acondicionada em embalagens herméticas constituídas por papel aluminizado, fechadas com selagem a calor e levada em seguida para câmaras a  $-20^{\circ}\text{C}$  ou imersa em nitrogênio líquido a  $-196^{\circ}\text{C}$ . As sementes permaneceram expostas às temperaturas de  $-20^{\circ}\text{C}$  e  $-196^{\circ}\text{C}$  por 72 horas. Após o período de armazenamento as sementes foram descongeladas em temperatura ambiente, e posteriormente submetidas ao teste de germinação.

O conteúdo de umidade das amostras foi avaliado de acordo com as Regras de Análise de Sementes (Brasil, 1992). Três repetições de cinco, 10, 15 ou 20 sementes por espécie, dependendo da disponibilidade, foram colocadas em estufa (Tecnal com renovação e circulação de ar), a  $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$  por 24 horas, sendo o peso das sementes avaliado antes e depois desse período.

Antes dos testes de germinação as sementes foram lavadas com detergente neutro, seguindo-se com sucessivos enxágües. Os testes foram conduzidos em substrato de papel Germtest, à temperatura de incubação de  $25^{\circ}\text{C}$  constante e fotoperíodo de 16/8 horas. Foram utilizadas quatro repetições de número variado de sementes, conforme a disponibilidade (Tabela 1). Sementes de *H. courbaril*, *E. contortisiliquum* e *M. scleroxylon*, por apresentarem dormência física (Eira et al. 1993, Melo et al. 2004, Moreira et al. 2005) foram submetidas aos tratamentos pré-germinativos de escarificação mecânica, escarificação química (10 minutos no ácido sulfúrico) e desponte, respectivamente.

A contagem de sementes germinadas foi efetuada diariamente a partir do segundo dia até no máximo 11 dias, até que todas as sementes germinassem ou ficassem deterioradas. Foram consideradas germinadas aquelas sementes que emitiram radícula e/ou parte aérea. A duração do teste variou de acordo com a velocidade de germinação de cada espécie.

O procedimento adotado para determinar a porcentagem de germinação (germinabilidade ou capacidade germinativa) das sementes armazenadas em condições naturais por um período de 60 a 90 dias (T1) e posteriormente por 15 meses (T2), foi o mesmo descrito para o tratamento testemunha (T0).

As sementes de *C. arborea* são dispersas nos meses de outubro e novembro, portanto não foi possível avaliara germinação inicial junto com as demais espécies (T0).

Foram utilizadas ANOVAs para cada espécie para comparar as porcentagens de germinação entre T0, T1 e T2, e testes posteriores de Tukey. Para comparar a porcentagem de germinação inicial (T0) com os tratamentos de armazenamento  $-20^{\circ}\text{C}$  e a  $-196^{\circ}\text{C}$  foram utilizadas ANOVAs e testes posteriores de Tukey para cada espécie.

## Resultados

A média no teor de umidade inicial das 19 espécies estudadas, determinado em setembro de 2005, foi de 7,47%. As sementes com menor teor de umidade foram *J. brasiliiana* (5,7%), *L. montanus* (5,3%) e *H. courbaril* (5,8), enquanto as sementes com maior teor foram *M. urundeuva* (12%), *S. striata* (10,9%) e *A. polyphyla* (9,4). Após o período de armazenamento de setembro a novembro de 2005, 10 espécies tiveram aumento no teor de umidade (em até 3,1) e sete tiveram diminuição (em até 3,5%). Já o teor de umidade das sementes, determinado em novembro de 2006, 16 espécies aumentaram (em até 8,2%) e três diminuíram (em até 2,2%), em relação ao determinado em setembro de 2005. Em ambos os períodos de armazenamento, o maior aumento e a maior diminuição no teor de umidade foram vistos para sementes de *C. trichotoma* e *S. striata*, respectivamente (Tabela 1).

Apenas duas espécies *C. trichotoma* e *C. langsdorffi*, tiveram diminuição significativa na porcentagem de germinação de T0 para T1 (Figura 1). No entanto, cinco espécies *C. trichotoma*, *C. arborea*, *A. colubrina*, *A. pyriforme* e *T. impetiginosa*, tiveram perda em sua capacidade germinativa de T0 para T2. Destas, *A. pyriforme* e *T. impetiginosa* tiveram perda total de sua viabilidade após o período de armazenamento (Figura 1).

O armazenamento em sacos de papel e temperatura ambiente permitiu que grande parte das sementes mantivesse viável, apresentando valores de germinação acima de 60% após o armazenamento de três e 15 meses. Sementes de *A. polyphyla*, *A. cearensis*, *A. colubrina*, *A. fraxinifolium*, *C. langsdorffi*, *J. brasiliiana*, *E. contortisiliquum*, *L. montanus*, *S. brasiliensis*, *S. striata* e *T. aurea* tiveram germinação superior a 70% em T0, T1 e T2 (Figura 1). Sementes de *H. courbaril* tiveram maior germinação após o armazenamento (T1 e T2) que logo após a coleta (T0; Figura 1).

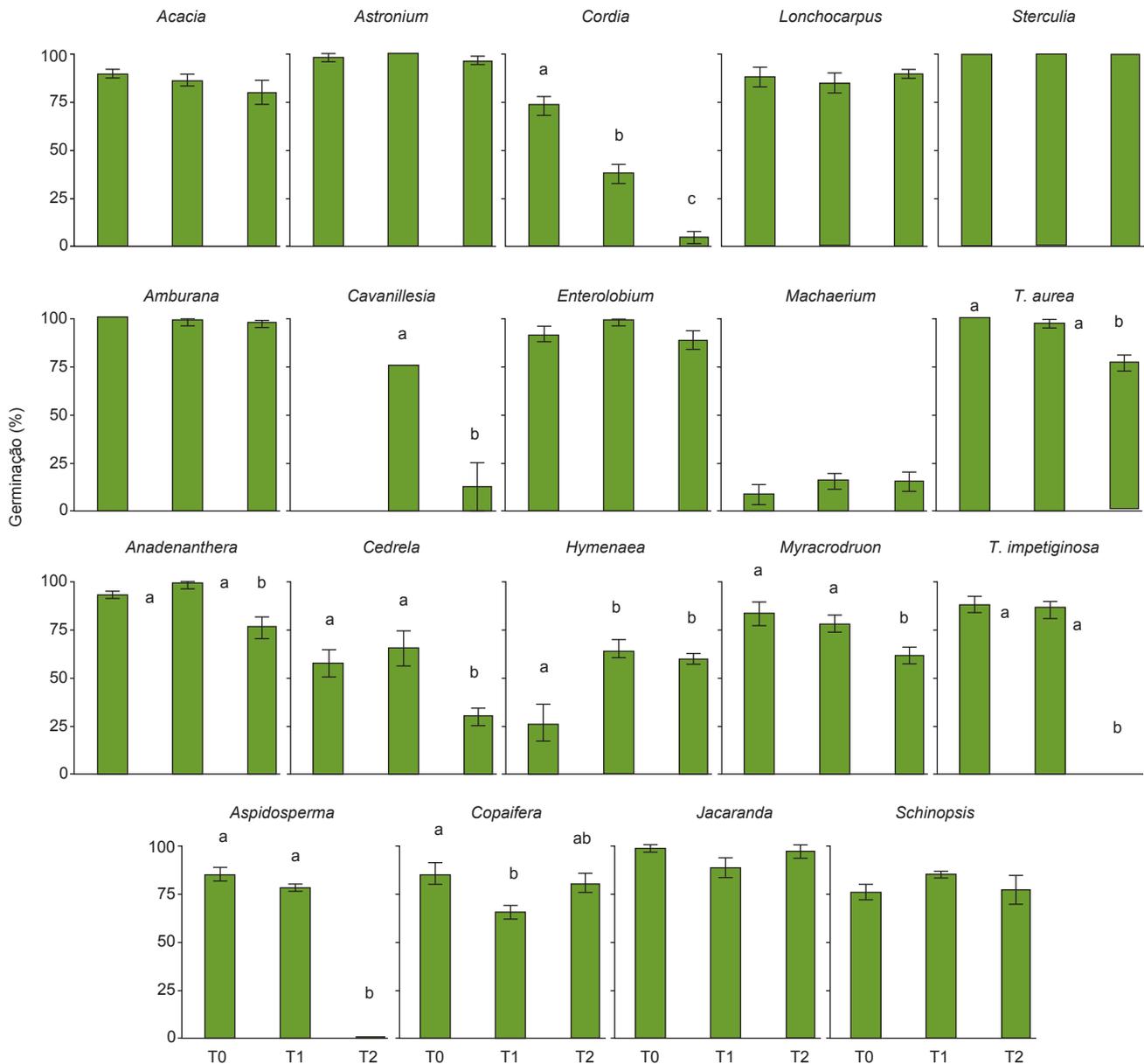
*M. scleroxylon* teve valores inexpressivos de germinação, não atingindo mais do que 10% para todos os períodos de semeadura (Figura 1). Estes valores podem ser atribuídos à baixa qualidade sanitária dos diásporos, seja pelo alto índice de incidência fúngica, seja pela predação por insetos, que nem sempre pode ser observada sem abrir as sementes; ou pela possibilidade do tratamento de escarificação utilizado não ter sido eficiente.

A grande maioria das sementes tolerou as condições de armazenamento em banco de germoplasma convencional a  $-20^{\circ}\text{C}$  (câmara fria) e a  $-196^{\circ}\text{C}$  (nitrogênio líquido; Figura 2). Sementes de *T. impetiginosa* tiveram germinação menor após armazenamento em  $-20^{\circ}\text{C}$  que após o armazenamento em  $-196^{\circ}\text{C}$  e a testemunha. Sementes de *H. courbaril* tiveram germinação maior em  $-20^{\circ}\text{C}$  do que em  $-196^{\circ}\text{C}$ . *A. pyriforme* teve germinação maior no tratamento testemunha e em  $-20^{\circ}\text{C}$  do que em  $-196^{\circ}\text{C}$ . Portanto, das 19 espécies apenas *H. courbaril* e *A. pyriforme* não responderam de forma positiva ao armazenamento em nitrogênio líquido.

## Discussão

Quando comparados o teor de umidade em setembro e novembro de 2005, 10 espécies tiveram aumento do teor de umidade e sete tiveram diminuição. Em novembro de 2006, 16 espécies tiveram aumento

Germinação de espécies de floresta decidual



**Figura 1.** Porcentagens de germinação de 19 espécies de árvores de floresta estacional decidual do vale do rio Paranã, GO, após a coleta (T0, setembro de 2005), três meses de armazenamento (T1, novembro de 2005) e 15 meses após armazenamento (T2, novembro de 2006). Valores são Média +EP.

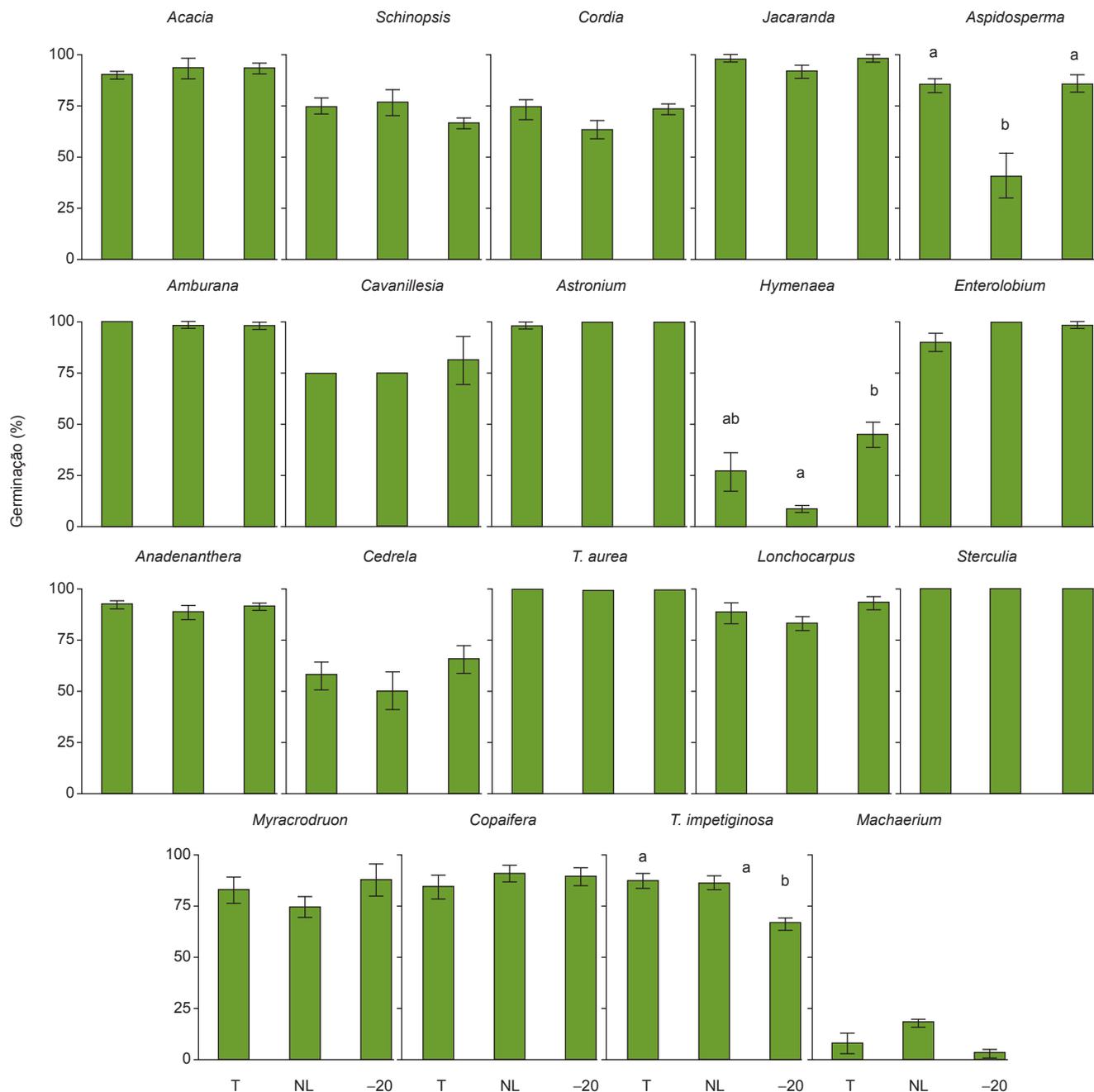
**Figure 1.** Germination percentages of 19 tree species from tropical deciduous forests of the Paranã river basin, Goiás state, immediately after seed collection (T0, September 2005), three months stored (T1, November 2005) and 15 months stored (T2, November 2006). Values are Mean +SE.

no teor de umidade e três tiveram diminuição, quando comparados aos valores de setembro de 2005 (Tabela 1). Dois fatores são decisivos para a viabilidade das sementes durante o período de armazenamento: conteúdo de umidade e temperatura de exposição (Salomão & Sousa-Silva 2003, Sautu et al. 2006). O teor de umidade é de fundamental importância porque ele pode indicar o grau de maturação da semente e influenciar na manutenção de sua qualidade fisiológica durante o armazenamento (Salomão & Sousa-Silva 2003, Fonseca et al. 2005). Ele influencia diretamente os processos metabólicos das sementes, sendo que o aumento no teor de umidade aumenta a velocidade respiratória e, conseqüentemente, a atividade metabólica (Popinigis 1977, Gentil 2001, Corletti et al. 2007). O baixo teor de umidade em sementes ortodoxas é uma das principais características que lhes

confere grande viabilidade (Fowler 2000). Sementes quando dispersas na estação seca têm um conteúdo de umidade menor do que as dispersas na estação chuvosa (Sautu et al. 2006).

Os baixos valores de umidade das espécies estudadas favorecem a manutenção da viabilidade das mesmas. Os altos valores de germinação para algumas espécies sugerem que as sementes i) haviam atingido sua maturação fisiológica na época de coleta, ii) conseguiram manter a viabilidade durante o período de armazenamento, e iii) responderam positivamente à temperatura de incubação de 25 °C, a luz e ao substrato utilizado no teste de germinação. Alguns trabalhos abordaram a conservação ex situ por meio de banco germoplasma de sementes, descrevendo as características físicas e fisiológicas e o comportamento de sementes de espécies nativas do bioma

Lima, V.V.F. et al.



**Figura 2.** Porcentagens de germinação de 19 espécies de árvores de floresta estacional decidual do vale do rio Paranã, GO, após a coleta (Testemunha), após armazenamento por 72 horas em nitrogênio líquido (NL) e a  $-20^{\circ}\text{C}$  ( $-20$ ). Valores são Média +EP.

**Figure 2.** Germination percentages of 19 tree species from tropical deciduous forests of the Paranã river basin, Goiás state, immediately after seed collection (Control), stored for 72 hours in liquid nitrogen (N2L) and at  $-20^{\circ}\text{C}$  ( $-20$ ). Values are Mean +SE.

Cerrado, quanto à tolerância ao dessecamento (diminuição no teor de umidade) e ao armazenamento em condições ambiente (Medeiros & Zanon 1998, Salomão et al. 2003, Sousa et al. 2005, Scalon et al. 2006, Carvalho et al. 2006). Esses estudos verificaram que é comum espécies de Cerrado, como por exemplo, *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae), *Jacaranda cuspidifolia* (Bignoniaceae), *Tabebuia serratifolia* (Bignoniaceae), *Tabebuia roseo-alba* (Bignoniaceae), *Anadenanthera colubrina* (Mimosaceae), *Styphnodendron adstringens* (Leguminosae – Mimosoideae), suportarem o dessecamento e/ou o armazenamento, por um período superior a dois meses em condições naturais.

O aumento na porcentagem de germinação de *H. courbaril* após o armazenamento sugere que as sementes recém coletadas ainda não tinham atingido maturidade fisiológica, a qual foi atingida durante o armazenamento. Outro aspecto relacionado à semente de *H. courbaril* com relação à presença de dormência, esta pode ter sido superada, parcialmente, durante o armazenamento. Melo et al. (2004) observaram dificuldade na semente de *Hymenaea intermedia* var. *adenotricha* (Ducke) Lee e Lang mesmo quando utilizaram métodos para quebra de dormência. Portanto, o fato da semente apresentar dormência e inicialmente não apresentar sua maturidade fisiológica máxima pode ter resultado em uma menor germinação em T0 (setembro).

*C. trichotoma*, *C. arborea*, *C. fissilis*, e principalmente *A. pyrifolium* e *T. impetiginosa*, não responderam de forma positiva às condições de armazenamento após o período de 15 meses (Figura 1), apesar de algumas dessas espécies serem consideradas ortodoxas (Melo & Eira 1995, Salomão 2002). Portanto, o armazenamento em temperatura ambiente em sacos de papel por um período de um ano não é indicado para essas espécies. Destas espécies, *A. pyrifolium* e *C. arborea* já foram estudadas e descritas como não dormentes (Barbosa et al. 1989, Ferreira & Cunha 2000). Assim, a redução da germinabilidade ao longo do tempo pode ser considerada normal pela própria característica fisiológica da semente dessas espécies, uma vez que com tegumento e endocarpo menos resistentes, perdem sua viabilidade com mais facilidade e são mais susceptíveis ao ataque de patógenos (Barbosa et al. 1989, Ferreira & Cunha 2000, Daws et al. 2005).

A causa para a diminuição considerável na germinabilidade de algumas espécies após o armazenamento em condições naturais pode estar relacionada a vários fatores, como i) o envelhecimento natural das mesmas, que aumenta a susceptibilidade às adversidades ambientais e causa danos aos mecanismos bioquímicos (Popinigis 1977, Ferreira et al. 2004); ii) variação na temperatura, no ambiente de armazenamento e o aumento do teor de umidade, que pode ocasionar um decréscimo no seu poder germinativo, visto que prejudicam todo o processo metabólico, como respiração e transpiração da semente, além de favorecer o desenvolvimento de fungos que podem causar deterioração das sementes (Borges & Rena 1993, Degan et al. 2001); iii) elevado teor de óleo em sua composição química, sementes ricas em óleo perdem a viabilidade com mais facilidade, devido à instabilidade química das moléculas lipídicas, quando comparadas às de amido mais estáveis (Harrington 1972); iv) a presença de alguns fungos em sementes, que causam patogenicidade, prejudicam a qualidade fisiológica e conseqüentemente perda de sua viabilidade e longevidade (Araújo & Rossetto 1987, Carneiro 1990, Santos et al. 1992). A contaminação de sementes florestais se dá predominantemente no solo, incluindo saprófitos e parasitas facultativos (Medeiros et al. 1992). Como grande parte destas sementes foi coletada diretamente do solo é provável que muitas dessas já estivessem contaminadas por fungos. Medeiros et al. (1992) detectou a presença de 25 diferentes gêneros de fungos associados a sementes de *M. urundeuva*. Fungos encontrados em sementes se reproduzem muito rápido, facilitando a contaminação de outras sementes durante o armazenamento (Wetzel 1987).

A manutenção da germinabilidade após o armazenamento a  $-20$  e  $-196$  °C indica que a maioria das espécies estudadas tende têm comportamento ortodoxo. Sementes ortodoxas podem ser levadas a um baixo teor de umidade e expostas a baixas temperaturas sem que sofram danos (Roberts 1973, Melo & Eiras 1995, Salomão & Fujichima 2002, Fonseca & Freire 2003). O baixo conteúdo de umidade e as principais reservas de armazenamento como amidos, lipídios, algumas proteínas e açúcares específicos são sintetizados de forma tardia no desenvolvimento da semente ortodoxa e podem estar relacionados à sua tolerância à dessecação e exposição abaixo de zero (Castro et al. 2004). O baixo teor de umidade de sementes ortodoxas impede a formação de cristais de gelo durante o período de armazenamento, o que poderia causar danos e declínio na viabilidade das sementes (Medeiros & Cavallari 1992). Sementes ortodoxas, quando dispersas, apresentam conteúdo de água em torno de 5 a 10% de seu peso fresco, enquanto sementes recalitrantes, geralmente, ao final de seu desenvolvimento, apresentam elevado conteúdo de água, cerca de 60 a 75% do seu peso fresco (Castro et al. 2004). A diminuição significativa no poder germinativo de *A. pyrifolium* e *H. courbaril*, após a exposição ao nitrogênio líquido ( $-196$  °C) e de *T. impetiginosa* (Figura 2), após a exposição a  $-20$  °C pode ser devido a fatores individuais como, conteúdo de umidade inadequado,

contaminação fúngica e efeito prejudicial do rápido congelamento (Salomão 2002).

Das 19 espécies estudadas, apenas *A. pyrifolium* e *H. courbaril* não responderam de forma positiva ao armazenamento em nitrogênio líquido, o que indica ser a conservação ex situ uma importante estratégia de conservação a ser adotada para a maioria das espécies de florestas secas do Brasil Central, para auxiliar sua conservação in situ. Salomão (2002) e Wetzel et al. (2003) descreveram o comportamento de sementes de espécies tropicais quanto ao armazenamento em condições criogênicas a  $-20$  °C e ao nitrogênio líquido ( $-196$  °C), concluindo que a criopreservação pode ser uma alternativa promissora para a conservação de várias espécies do bioma Cerrado. Salomão (2002) estudando 66 espécies tropicais verificou que apenas seis apresentaram diminuição significativa no seu poder germinativo após imersão no nitrogênio líquido. Wetzel et al. (2003), estudando o armazenamento a  $-20$  e a  $-196$  °C, de sementes de 13 espécies de Cerrado, verificou diminuição significativa no poder germinativo de apenas uma espécie.

O armazenamento em sacos de papel em temperatura ambiente mostrou-se eficaz para conservar a qualidade fisiológica de sementes de espécies arbóreas fitossociologicamente importantes de floresta estacional decidual por três e 15 meses. Dessa forma, a estratégia de coletar sementes em sua época de dispersão, armazená-las e plantá-las no período em que as chuvas se tornam constantes, poderia favorecer a germinação de sementes e o estabelecimento de plântulas em floresta estacional decidual, evitando que estas sofressem dessecação devido aos veranicos. Para as espécies que não mantiveram a germinabilidade, como *T. impetiginosa*, *A. pyrifolium*, *C. arborea* e *C. trichotoma* o armazenamento a  $-20$  e a  $-196$  °C se mostrou uma estratégia eficaz. Em condições de campo, devem-se investir esforços nas espécies mais tolerantes como, por exemplo, *A. cearensis*, *S. striata*, *L. montanus* e *J. brasiliensis*.

## Agradecimentos

A Nilton Barbosa e Hélder Consolaro pelo auxílio na coleta de sementes. A Rosângela Mundim e Glauciana dos Santos pelo auxílio com os testes de germinação. A Maurício Sampaio, Ernestino Guarino e Isabel Figueiredo pelas sugestões constantes no desenvolvimento do trabalho. A dois revisores anônimos pelas sugestões. A Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia e Fundo Nacional do Meio Ambiente pelo auxílio financeiro no desenvolvimento do trabalho.

## Referências Bibliográficas

- ARAÚJO, E. & ROSSETTO, E.A. 1987. Doenças e injúrias de sementes. In Patologia de sementes (J. Soave & M.M.V.S. Wetzel, eds.). Fundação Cargill, Campinas, p. 146-161.
- BARBOSA, D.C.A., HAMBURGO ALVES, J.L., PRAZERES, S.M. & PAIVA, A.M.A. 1989. Dados fenológicos de 10 espécies arbóreas de uma área de caatinga (Alagoinha - PE). Acta Bot. Bras. 3(2):109-117.
- BLAIN, D. & KELLMAN, M. 1991. The effect of water supply on tree seed-germination and seedling survival in a tropical seasonal forest in Veracruz, Mexico. J. Trop. Ecol. 7(1):69-83.
- BORGES, E.E.L. & RENA, A.B. 1993. Germinação de Sementes. In Sementes florestais tropicais (I.B. Aguiar, F.C.M. Piña-Rodrigues & M.B. Figlioli, eds.). Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Brasília, p. 83-135.
- BRASIL. 1992. Regras para análise de semente. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Brasília, 365p.
- CABRAL, E.L., BARBOSA, D.C.A. & SIMABUKURO, E.A. 2003. Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth & Hook. f. ex. S. Moore. Acta Bot. Bras. 17(4):609-617.

- CARNEIRO, J.S. 1990. Qualidade sanitária de sementes de espécies florestais em Paraopeba, MG. *Fitopatol. Bras.* 15 (1):75-77.
- CARVALHO, L.R., SILVA, E.A.M. & DAVIDE, A.C. 2006. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. *Rev. Bras. Sementes* 28(2):15-25.
- CORLETTI, F.M.F., BARROS, A.C.S.A. & VILLELA, F.A. 2007. Qualidade fisiológica de sementes de urucum armazenadas em diferentes ambientes e embalagens. *Rev. Bras. Sementes* 29(2):148-158.
- DAWS, M.I., GARWOOD, N.C. & PRITCHARD, H.W. 2005. Traits of recalcitrant seeds in a semi-deciduous tropical forest in Panamá: some ecological implications. *Funct. Ecol.* 19(5):874-885.
- DE CASTRO, R.D., BRADFORD, K.J. & HILHORST, H.W.M. 2004. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In *Germinação: Do básico ao aplicado* (A.G. Ferreira & F. Borghetti, eds.). Artmed, Porto Alegre, p. 51-68.
- DEGAN, P., AGUIAR, I.B., SABER, R., PERECIN, D. & PINTO, L.R. 2001. Influência de método de secagem de sementes de Ipê branco. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.* 5(3):492-496.
- DOS SANTOS, G.R., ARAÚJO, E. & BRUNO, R.L.A. 1992. Investigações preliminares sobre detecção e patogenicidade da microflora de sementes de urucu (*Bixa orellana* L.). *Rev. Bras. Sementes* 14(1):13-15
- EIRA, M.T.S., FREITAS, R.W.A. & MELLO, C.M.C. 1993. Superação de dormência em sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell) Morong. – Leguminosae. *Rev. Bras. Sementes* 15(2):177-181.
- ENGELBRECHT, B.M.J., DALLING, J.W., PEARSON, T.R.H., WOLF, R.L., GÁLVEZ, D.A., KOEHLER, T., TYREE, M.T. & KUSSAR, T.A. 2006. Short dry spells in the wet season increase mortality of tropical pioneer seedlings. *Oecologia* 148(2):258-269.
- FERREIRA, R.A. & CUNHA, M.C.L. 2000. Aspectos morfológicos de sementes, plântulas e desenvolvimento da muda de craibeira (*Tabebuia caraiba* (Mart.) Bur. – Bignoniaceae) e pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart. – Apocynaceae). *Rev. Bras. Sementes* 22(1):134-143.
- FERREIRA, R.A., OLIVEIRA, L.M., CARVALHO, D., OLIVEIRA, A.F. & GERMAQUE, R.C.R. 2004. Qualidade fisiológica de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. envelhecidas artificialmente. *Rev. Cienc. Agríc.* 35(1):82-86
- FIGUEIREDO, I.B. 2002. Padrões de polinização e dispersão de sementes de espécies arbóreas de floresta estacional decidual, Brasil Central. Trabalho de monografia, Unesp, Rio Claro.
- FONSECA, S.C.L. & FREIRE H.B. 2003. Sementes recalcitrantes: problemas na pós-colheita. *Bragantia* 62(2):297-303.
- FONSECA, F.L., MANEGARIO, C., MORI, E.S. & NAKAGAWA, J. 2005. Maturidade fisiológica de sementes de Ipê Amarelo, *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl. *Sci. For.* 69:136-141.
- FOWLER, J.A.P. 2000. Superação de dormência e armazenamento de sementes de espécies florestais. In *Reflorestamento de propriedades para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais* (A.P.M. Galvão, ed.). Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Brasília; Embrapa Florestas, Colombo, p. 77-90.
- GARWOOD, N.C. 1983. Seed germination in a seasonal tropical forest in Panama: a community study. *Ecol. Monographs* 53:159-181.
- GENTIL, D.F.O. 2001. Conservação de sementes de café: Resultados discordantes ou complementares. *Bragantia* 60(3):149-154.
- GONZÁLES, S. & TORRES, R.A.A. 2003. Coleta de sementes e produção de mudas. In *Germinação de Sementes e Produção de Mudanças e Plantas do Cerrado* (A.N. Salomão et al., eds.). Rede de Sementes do Cerrado, Brasília, p. 11-22.
- GUARINO, E.S.G. 2004. Germinação de sementes e estabelecimento de plântulas de árvores em florestas estacionais decíduais e pastagens abandonadas. Tese de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília.
- HARRINGTON, J.F. 1972. Seed Storage and Longevity. In *Seed Biology* (T.T. Kolowski, ed.). Academic Press, New York, p. 145-245.
- HOLDRIDGE, L.R. 1967. Life Zone Ecology. Tropical Science Center, San Jose, Costa Rica, 266p.
- HOLL, K.D. & LULOW, M.E. 1997. Effects of species, habitat, and distance from edge on post-dispersal seed predation in a tropical rainforest. *Biotropica* 29(4):459-468.
- IBGE. 1995. Zoneamento geoambiental e agroecológico do estado de Goiás: região nordeste. IBGE/ Divisão de Geociências do Centro-Oeste, Rio de Janeiro, Brasil.
- JANSEN, D.H. 1988. Tropical dry forest: The most endangered major tropical ecosystem. In *Biodiversity* (E.O. Wilson, ed.). Natural Academic Press, Washington, p. 130-137.
- KHURANA, E. & SINGH, J.S. 2001. Ecology of seed and seedling growth for conservation and restoration of tropical dry forest: a review. *Env. Cons.* 28(1):39-52.
- LIMA, V.V.F., VIEIRA, D.L.M., SALOMÃO, A.N. & SEVILHA, A.C. 2007. Germinação de espécies de floresta decidual após armazenamento: implicações para restauração. *Rev. Bras. Bioc.* 5(supl. 2):96-98.
- MCLAREN, K.P. & MCDONALD, M.A. 2003. The effects of moisture and shade on seed germination and seedling survival in tropical dry forest in Jamaica. *For. Ecol. Manage.* 183(1):61-75.
- MEDEIROS, A.C.S. & CAVALLARI, D.A.N. 1992. Conservação de germoplasma de aroeira (*Astronium urundeuva* (FR. ALL.) ENG. ). *Rev. Bras. Sementes* 14(1):73-75.
- MEDEIROS, A.C.S., MENDES, M.A.S., FERREIRA, M.A.S.V. & ARAGÃO, F.J.L. 1992. Avaliação quali-quantitativa de fungos associados a sementes de aroeira (*Astronium urundeuva* (FR. ALL.) ENGL.). *Rev. Bras. Sementes* 14(1):50-54.
- MEDEIROS, A. C. & ZANON, A. 1998. Conservação de sementes de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* RADDI). *Bol. Pesq. Florestal* 36:11-20.
- MELO, C.M.C. & EIRA, M.T.S. 1995. Conservação de sementes de ipês (*Tabebuia* spp.). *Rev. Árvore* 19(4):427-432.
- MELO, M.G., MENDONÇA, M.S. & MENDES, A.M. 2004. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* var. *adenothicha* (Ducke) Lee & Lang.- Leguminosae-caesalpinioideae). *Acta Amaz.* 34(1):9-14.
- MOREIRA, M.A.T., SOBRINHO, S.P., SILVA, S.J. & SIQUEIRA, A.G. 2005. Superação de dormência em sementes de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). Universidade Estadual de Goiás, Goiás, 6p.
- MURPHY, P.G. & LUGO, A.E. 1995. Dry forests of Central America and Caribbean islands. In *Seasonally dry tropical forests* (S.H. Bullock, H. Mooney & E. Medina, eds.). Cambridge University Press, New York, p. 9-34.
- MURPHY, P.G. & LUGO, A.E. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 17:67-88.
- NEPSTAD, D.C., UHL, C., PEREIRA, C.A. & SILVA, J.M.C. 1996. A comparative study of tree establishment in abandoned pasture and mature forest of eastern Amazonia. *Oikos* 76(1):25-39.
- POPINIGIS, F. 1977. Fisiologia da Semente. Agiplan, Brasília, 289p.
- RANDON, J.N., SASSAKI, R.M., ZAIDAN, L.B.P. & FELIPPE G.M. 2001. Effects of moisture content and temperature during storage on germination of the achenes of *Bidens gardneri* Baker. *Rev. Bras. Bot.* 24(1):35-41
- RATTER, J.A. 1992. Transitions between cerrado and forest vegetation in Brazil. In *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries* (P.A. Furley, J. Proctor & J.A. Ratter, eds). Chapman & Hall, London, p.51-76.
- RAY, G.J. & BROWN, B.J. 1995. Restoring Caribbean dry forests: evaluation of tree propagation techniques. *Rest. Ecol.* 3(2):86-94.
- ROBERTS, E.H. 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed Sci. Technol.* 1(3):499-514.
- SALOMÃO, A.N. 2002. Tropical seed species responses to liquid nitrogen exposure. *Braz. J. Plant Physiol.* 14(2):133-138.
- SALOMÃO, A.N. & FUJICHIMA, A.G. 2002. Respostas de sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore. (Bignoniaceae) à dessecação e ao congelamento em temperaturas a subzero. Circular Técnico 76. Embrapa – Cenargen, Brasília, 4p.

## Germinação de espécies de floresta decidual

- SALOMÃO, A.N. & SOUSA-SILVA, J.C. 2003. Germinação, análise e armazenamento de sementes. In Germinação de Sementes e Produção de Mudanças e Plantas do Cerrado (A. N. Salomão et al., ed.). Rede de Sementes do Cerrado, Brasília, p. 3-10.
- SALOMÃO, A.N., SOUSA-SILVA, J.C., DAVIDE, A.C., GONZÁLES, S., TORRES, R.A.A., WETZEL, M.M.V.S., FIRETTI, F. & CALDAS, L.S. 2003. Germinação de Sementes e Produção de Mudanças e Plantas do Cerrado (A. N. Salomão et al., ed.). Rede de Sementes do Cerrado, Brasília, 96p.
- SAMPAIO, E. 1995. Overview of the Brazilian caatinga. In Seasonally dry tropical forests (S. H. Bullock, H. A. Mooney & E. Medina eds.). Cambridge University Press, New York, p. 35-63.
- SAUTU, A., BASKIN, J.M., BASKIN, C.C. & CONDIT, R. 2006. Studies on the seed biology of 100 native species of trees in a seasonal moist tropical forest, Panama, Central America. *For. Ecol. Manage.* 234(1-3):245-263.
- SCALON, S.P.Q., MASSURY, R.M., FILHO, H.S., FRANCELINO, C.S.F. & FLORENCIO, D.K.A. 2006. Armazenamento e tratamento pré-germinativo em sementes de Jacarandá (*Jacaranda cuspidifolia* Mart.). *Rev. Arvore.* 30(2):179-185.
- SCARIOT, A. & SEVILHA, A.C. 2005. Biodiversidade, estrutura e conservação de florestas estacionais deciduais no Cerrado. In Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação (A. SCARIOT, J.C. SOUSA-SILVA & J.M. FELFELI). Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p. 122-139.
- SCARIOT, A. & SEVILHA, A.C. 2000. Diversidade, estrutura e manejo de florestas deciduais e as estratégias para a conservação. Tópicos atuais em botânica. In Palestras convidadas do 51º Congresso Nacional de Botânica. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, p. 183-188.
- SOUSA, V. C., BRUNO, R. L. A. & ANDRADE, L. A. 2005. Vigor de sementes armazenadas de ipê-amarelo *Tabebuia serratifolia* (VAHL). *NICH. Rev. Arvore* 29(6):833-841.
- STANWOOD, P.C. 1984. Cryopreservation of seeds: a preliminary guide to the practical preservation of seeds germplasm in liquid nitrogen. In International Board for Plant Resources (FAO ed.). IBPGR Advisory Committee on Seed Storage, Roma, p. 8-27.
- VIEIRA, D.L.M. & SCARIOT, A. 2006a. Principles of natural regeneration of tropical dry forest for restoration. *Rest. Ecol.* 14(1):11-20.
- VIEIRA, D.L.M. & SCARIOT, A. 2006b. Effects of logging, liana tangles and pasture on seed fate of dry forest tree species in Central Brazil. *For. Ecol. Manage.* 230(1-3):197-205.
- WETZEL, M.M.V.S. 1987. Fungos do armazenamento. In Patologia de sementes (J. SOAVE & M.M.V.S. WETZEL). Fundação Cargill, Campinas, p. 260-274.
- WETZEL, M.M.V.S., REIS, R.B. & RAMOS, K.M. 2003. Métodos para criopreservação de sementes de espécies florestais nativas. Circular técnica 26. Embrapa – Cenargen, Brasília, 4p.

Recebido em 17/10/07  
Versão Reformulada recebida em 01/07/08  
Publicado em 01/08/08