

**Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos
Naturais**

**Avaliação do retardamento do crescimento
de plântulas de espécies arbóreas nativas**

André Moisés Banci

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre junto o Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais.

**São Carlos-SP
Brasil
2013**

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

B213ar

Banci, André Moisés.

Avaliação do retardamento do desenvolvimento de plântulas de espécies arbóreas nativas / André Moisés Banci. -- São Carlos : UFSCar, 2013.
64 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2013.

1. Reflorestamento. 2. Plantas - desenvolvimento. 3. Ecologia de restauração. 4. Crescimento de plântulas. 5. Viveiros. I. Título.

CDD: 634.956 (20ª)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

Relatório de Defesa de Dissertação
Candidato: André Moisés Banci

Aos 15/03/2013, às 14:00, realizou-se na Universidade Federal de São Carlos, nas formas e termos do Regimento Interno do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, a defesa de dissertação de mestrado sob o título: Avaliação do Retardamento do Desenvolvimento de Plântulas de Espécies Arbóreas Nativas, apresentada pelo candidato André Moisés Banci. Ao final dos trabalhos, a banca examinadora reuniu-se em sessão reservada para o julgamento, tendo os membros chegado ao seguinte resultado:

Participantes da Banca

Prof. Dr. Sergius Gandolfi
Profa. Dra. Dalva Maria da Silva Matos
Prof. Dr. Ricardo Ribeiro Rodrigues

Função Instituição
Presidente ESALQ/USP
Titular UFSCar
Titular ESALQ/USP

Conceito
Aprovado
Aprovado
Aprovado

Resultado Final: Aprovado

Parecer da Comissão Julgadora*:

O trabalho apresentado usou de que documento o método científico e produziu resultados muito promissores e inovadores, resultando numa contribuição significativa para a restauração de floresta nativa

Encerrada a sessão reservada, o presidente informou ao público presente o resultado. Nada mais havendo a tratar, a sessão foi encerrada e, para constar, eu, João Augusto da Silva Affonso, representante do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, lavrei o presente relatório, assinado por mim e pelos membros da banca examinadora.

Sergius Gandolfi
Prof. Dr. Sergius Gandolfi

Dalva M. Silva Matos
Profa. Dra. Dalva Maria da Silva Matos

Ricardo Ribeiro Rodrigues
Prof. Dr. Ricardo Ribeiro Rodrigues

Representante do PPG: João Augusto da Silva Affonso

(X) Não houve alteração no título da dissertação () Houve. O novo título passa a ser:

*Obs: Se o candidato for reprovado por algum dos membros, o preenchimento do parecer é obrigatório.

Para gozar dos direitos do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais, o candidato ainda precisa ter sua dissertação homologada pelo Conselho de Pós-Graduação da UFSCar.

Dedico a minha mãe e minha esposa
por toda paciência, apoio e incentivo.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a minha esposa, Giu, por toda paciência, ajuda, apoio e incentivo em todos os momentos difíceis de nossa vida.

Agradeço imensamente minha mãe, Miriam, a quem devo toda minha formação pessoal e profissional, e que sozinha me criou. Espero ainda lhe dar muito orgulho e convicção de que ela é responsável por um homem de bem.

Ao professor Sergius Gandolfi, pela acolhida, ensinamentos, ideias, paciência, toda ajuda, discussões e sobre tudo pela confiança em me orientar.

Ao Viveiro BioFlora, por me fornecer todas as sementes utilizadas nesse estudo, pela utilização da câmara fria e toda estrutura disponível no viveiro. Agradecimento especial ao professor André Naves, ao Felipe, Carol, Natália, Alessandro e outros colegas do viveiro que sempre estavam bem dispostos a ajudar quando necessário.

À professora Dalva Matos, pelo profissionalismo e a pronta ajuda sempre que solicitada.

Ao professor Ricardo Rodrigues, pela disponibilidade e pronto atendimento ao convite de participar da banca examinadora.

Ao professor Flávio Gandara, pela disponibilização de seu laboratório, seus técnicos e toda a estrutura que foi muito útil a esse estudo.

Ao meu diretor Danilo, aos Gerentes Márcio e Marisa e Supervisora Ivânia, pela compreensão e ajuda sempre que precisei e que era possível me ausentar do trabalho para concluir esse sonho.

Ao técnico do LERF, Chicão, à Rafaela e Marina, pelas ajudas com as análises estatísticas no “R”. Ao Fausto e à técnica Elza pelos ensinamentos e as ajudas das atividades em laboratório.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, pela oportunidade e crescimento profissional. Aos secretários Beth, Roseli e Sueli.

À Universidade Federal de São Carlos, ao CCBS e o Centro Acadêmico da Biologia e a todos os professores que contribuíram para minha formação. Em especial às professora Odete Rocha, Denise Freitas e Ana Luiza Perdigão pelas orientações, incentivos, compreensão, ensinamentos, confiança e amizade.

Aos meus amigos e colegas que estiveram sempre ao meu lado nessa longa e dura jornada: Andressa, Aline, Andréa, Loany, Gisele, Bel, Suely, Cido, Phillip, Bira, Dani e Rogério.

À todos e todas que de forma direta ou indireta contribuíram para minha formação e realização desse trabalho. Muito obrigado!

**“A ciência nunca resolve um problema sem antes
criar, pelo menos, outros dez”
George Bernard Shaw**

Sumário

• Resumo	08
• Abstract	09
• Lista de Tabelas	10
• Lista de Figuras	11
• Introdução	13
• Objetivos	17
• Material e métodos	17
• Resultados e discussão	30
○ Massa e grau de umidade das sementes	30
○ Germinação das sementes	30
○ Crescimento das radículas	31
○ Sobrevivência	38
• Considerações gerais sobre a técnica de armazenamento de plântulas à baixas temperaturas	52
• Considerações finais	56
• Referências bibliográficas	58

Resumo

Avaliação do retardamento do crescimento e sobrevivência de plântulas de espécies arbóreas nativas armazenadas sob baixa temperatura

As elevadas taxas de degradação ambiental e as consequências deste processo para a população trouxeram à tona a urgência na recuperação ambiental dessas áreas. A restauração de uma área degradada pode ser realizada por meio de diversas técnicas utilizadas isoladamente ou em conjunto. Tendo em vista o elevado custo demonstrado no sistema tradicional de restauração de áreas degradadas, através do plantio de mudas, e às limitações de garantia de germinação de sementes utilizando-se a técnica de semeadura direta, este estudo avaliou se seria possível, experimentalmente, o crescimento e o desenvolvimento de plântulas de sete espécies arbóreas nativas, sem sofrerem alterações significativas, após suas sementes, recém-germinadas, serem armazenadas por períodos que variavam de 7 a 28 dias em câmara fria. Os resultados indicam que é possível retardar o crescimento das radículas de plântulas submetidas ao armazenamento em câmara fria (15 °C), quando comparado com plântulas armazenadas em germinador (25 °C). Das sete espécies estudadas, quatro (*Marlierea eugeniopsoides*, *Cordia americana*, *Cedrela fissilis* e *Hymenaea courbaril*), apresentaram uma taxa de sobrevivência das plântulas, que permaneceram armazenadas por 14 dias em câmara fria, maior que 77 %, após 60 dias que foram plantadas em tubetes no viveiro, uma taxa de sobrevivência equivalente ao das plântulas não submetidas à câmara fria. Três espécies (*Marlierea eugeniopsoides*, *Luehea grandiflora* e *Hymenaea courbaril*) apresentaram taxas de sobrevivência de suas plântulas submetidas à câmara fria por 21 dias superior a 75%. A espécie *Marlierea eugeniopsoides* não apresentou variação estatisticamente significativa da taxa de sobrevivência de suas plântulas, mesmo quando armazenadas por 28 dias em câmara fria.

Palavras-chave: Retardamento do crescimento; Técnica de restauração; Plântulas; Câmara fria; Viveiro.

Abstract

Assessing delayed growth and survival of seedlings from native tree species stored under low temperature

Due to the high rates of environmental degradation and their consequences to the population, environmental recovery in many areas is an urgent need. Recovering degraded areas may be done by using several techniques alone or in combination. The traditional recovery system by means of seedling planting is expensive and has limited guarantee of germination using no-tillage sowing. Therefore, this study tested the viability of experimentally growing seedlings from seven native tree species without them suffering significant changes, after storing the sprouts in cold chambers for periods ranging from 7 to 28 days. The results showed that it is possible to delay the growing of radicles in seedlings stored in cold chambers (15°C) when compared to seedlings stored in germinator (25°C). In four out of seven species (*Marlierea eugeniopsoides*, *Cordia americana*, *Cedrela fissilis* e *Hymenaea courbaril*) stored for 14 days in cold chambers, the seedlings' survival rates were higher than 77% 60 days after they were seeded in the nursery containers. This survival rate was similar to the rate of seedlings not stored in cold chambers. In three species (*Marlierea eugeniopsoides*, *Luehea grandiflora* e *Hymenaea courbaril*) stored for 21 days the survival rates were higher than 75%. The species *Marlierea eugeniopsoides* did not show significant survival changes even after storage in cold chamber for 28 days.

Keywords: Delayed growth, recovery technique, seedlings, cold chamber, nursery.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Nome científico, nome popular e família das sete espécies arbóreas nativas utilizadas no experimento.	20
TABELA 2. Massa (g) e grau de umidade (%) média das sementes das sete espécies utilizadas no experimento.	30
TABELA 3. Teste T e Teste não-paramétrico de Mann-Whitney-Wilcoxon para média de crescimento da radícula de sete espécies em dois tratamentos (Câmara Germinadora e Câmara Fria).....	33
TABELA 4. Massas médias (g) das sementes das sete espécies e porcentagem média do retardamento do crescimento das radículas das plântulas armazenadas na câmara fria.	36
TABELA 5. Crescimento médio das radículas das plantulas mantidas por 14 dias no germinador/controle, na câmara fria e a porcentagem do retardamento das plantulas armazenadas em câmara fria em relação com as plantulas mantidas no germinador.	38
TABELA 6. Simulação do aproveitamento final de mudas sobreviventes, com base nos resultados obtidos nesse experimento, extrapolando os resultados para a disponibilidade de 1.000 sementes de cada espécie.	50
TABELA 7. Estimativa de indivíduos vivos após cruzamento de informações de germinação com sobrevivência ao armazenamento de plântulas por 14 dias em câmara fria..	51
TABELA 8: Parâmetros a serem observados para a utilização da técnica de armazenamento de plântulas sob baixa temperatura.....	56

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1. Fotografia da preparação, em laboratório, de sementes em “Gerbox” para germinação na câmara de germinação das espécies *Hymenaea courbaril* (A), *Cordia americana* (B), *Heliocarpus popayanensis* (C) e *Marlierea eugeniopsoides* (D). (USP-ESALQ, 2012)..... 21
- FIGURA 2. Esquema simplificado da metodologia utilizada no experimento com todas as etapas realizadas com cada espécie. 23
- FIGURA 3. Fotografia mostrando o sulco onde foi realizado a semeadura com as sementes recém-germinadas na área de Reflorestamento pertencente à USP-ESALQ, localizada no município de Piracicaba-SP, às margens da SP-147, Rodovia Deputado Laércio Corte, km 143. (Piracicaba, 2012)..... 24
- FIGURA 4. Fotografia mostrando em detalhe a semeadura de sementes recém-germinadas em tubetes (Viveiro BioFlora, 2012). 25
- FIGURA 5. Fotografia evidenciando o armazenamento, em câmara fria, dos sacos contendo sementes recém-germinadas colocado em vermiculita úmida (Viveiro Bioflora, 2012)..... 26
- FIGURA 6. Área de reflorestamento, pertence à USP-ESALQ (Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz) localizada no município de Piracicaba -SP, às margens da SP-147, Rodovia Deputado Laércio Corte, km 143 (Vista de satélite do Google Earth, coordenada: -22.702266 S, -47.64439 O) (2012)..... 28
- FIGURA 7. Número de sementes colocadas no germinador, número de sementes germinadas e porcentagem de germinação das sete espécies estudadas. 31
- FIGURA 8. Fotografia da avaliação do crescimento das radículas de plântulas de *Luehea grandiflora* após 14 dias em dois tratamentos (câmara fria e câmara germinadora) (USP-ESAQ, 2012)..... 32
- FIGURA 9. Média e desvio padrão para o crescimento da radícula (em cm) das sete espécies em dois tratamentos durante 14 dias. Câmara Fria (CF) e Câmara Germinadora (CG). Letras iguais significam médias estatisticamente iguais e letras diferentes significam médias diferentes.. 34
- FIGURA 10. Gráfico de porcentagens de sobrevivência das plântulas da espécie *Marlierea eugeniopsoides* submetidas ao tratamento de 0, 7, 14, 21 e 28 dias em câmara fria, após 60 dias que foram transplantadas para tubetes. Letras iguais, sobre as barras, indicam porcentagens de sobrevivência iguais, letras diferentes indicam porcentagens estatisticamente diferentes ($X^2 = 2.9572$, g.l. = 4, $P = 0.565$)..... 39
- FIGURA 11. Gráfico de porcentagens de sobrevivência das plântulas da espécie *Luehea grandiflora* submetidas ao tratamento de 0, 7, 14, 21 e 28 dias em câmara fria, após 60 dias que foram transplantadas para tubetes. Letras iguais, sobre as barras, indicam porcentagens de

sobrevivência iguais, letras diferentes indicam porcentagens estatisticamente diferentes ($X^2 = 41.6174$, g.l. = 4, $P = 2.002e-08$)..... 40

FIGURA 12. Gráfico de porcentagens de sobrevivência das plântulas da espécie *Hymenaea courbaril* submetidas ao tratamento de 0, 7, 14, 21 e 28 dias em câmara fria, após 60 dias que foram transplantadas para tubetes. Letras iguais, sobre as barras, indicam porcentagens de sobrevivência iguais, letras diferentes indicam porcentagens estatisticamente diferentes ($X^2 = 64.5333$, g.l. = 4, $P = 3.227e-13$)..... 41

FIGURA 13. Gráfico de porcentagens de sobrevivência das plântulas da espécie *Cordia americana* submetidas ao tratamento de 0, 7, 14, 21 e 28 dias em câmara fria, após 60 dias que foram transplantadas para tubetes. Letras iguais, sobre as barras, indicam porcentagens de sobrevivência iguais, letras diferentes indicam porcentagens estatisticamente diferentes ($X^2 = 89.0087$, g.l. = 4, $P < 2.2e-16$) 42

FIGURA 14. Gráfico de porcentagens de sobrevivência das plântulas da espécie *Cedrela fissilis* submetidas ao tratamento de 0, 7, 14, 21 e 28 dias em câmara fria, após 60 dias que foram transplantadas para tubetes. Letras iguais, sobre as barras, indicam porcentagens de sobrevivência iguais, letras diferentes indicam porcentagens estatisticamente diferentes ($X^2 = 132.6933$, g.l. = 4, $P < 2.2e-16$)..... 43

FIGURA 15. Gráfico de porcentagens de sobrevivência das plântulas da espécie *Heliocarpus popayensis* submetidas ao tratamento de 0, 7, 14, 21 e 28 dias em câmara fria, após 60 dias que foram transplantadas para tubetes. Letras iguais, sobre as barras, indicam porcentagens de sobrevivência iguais, letras diferentes indicam porcentagens estatisticamente diferentes ($X^2 = 22.4834$, g.l. = 4, $P = 0.0001606$)..... 44

FIGURA 16. Gráfico de porcentagens de sobrevivência das plântulas da espécie *Guazuma ulmifolia* submetidas ao tratamento de 0, 7, 14, 21 e 28 dias em câmara fria, após 60 dias que foram transplantadas para tubetes. Letras iguais, sobre as barras, indicam porcentagens de sobrevivência iguais, letras diferentes indicam porcentagens estatisticamente diferentes ($X^2 = 26.8156$, g.l. = 4, $P = 2.166e-05$)..... 45

FIGURA 17. Gráfico com as porcentagens de sobrevivência das plântulas das sete espécies utilizadas no experimento, nos cinco tratamentos, após 60 dias que as plântulas foram transplantadas para tubetes..... 46

Introdução

Elevadas taxas de degradação ambiental podem ser encontradas em diversas regiões do mundo como reflexo de décadas de extração de recursos naturais, expansão desordenada da fronteira agrícola e industrialização (RODRIGUES 2000; YOUNG 2005; CHAZDON 2008) que tem gerado um ciclo de degradação e pobreza da população local (BLIGNAUT 2007). Este panorama de degradação ambiental e as consequências deste processo para a população trouxeram à tona a urgência na recuperação ambiental dessas áreas. A preocupação com a reparação de danos provocados pelo homem aos ecossistemas não é recente, sendo que no Brasil plantações florestais têm sido estabelecidas desde o século XIX com diferentes objetivos conservacionistas, como proteção de mananciais, estabilização de encostas, recuperação de habitat para a fauna entre outros (ENGEL 2003).

A restauração de uma área degradada pode ser realizada por meio de diversas técnicas utilizadas isoladamente ou em conjunto, variando de acordo com a escala, intensidade e grau de perturbação da área, além de levar em consideração as características do ecossistema, o histórico de perturbação da área e a proximidade com outros remanescentes (BARBOSA 2000; KAGEYAMA 2000; VIEIRA 2006. GANDOLFI 2007; RODRIGUES 2009; HOLL 2011). Os procedimentos e técnicas para a restauração de uma área vão desde a simples remoção da perturbação permitindo ao ecossistema a recuperação dos processos ecológicos de forma natural (PALMER 2006) até procedimentos bastante complexos como a restauração de áreas de mineração (SENGUPTA 1993; HUTTL 2001).

Segundo Alvarenga (2004), Silva (2008) e Lamb (2005), no Brasil, o método de restauração mais comum é o reflorestamento por plantio de mudas, que apresentou várias experiências de sucesso, conforme demonstram, Franco (1992) e Rodrigues (2009 e 2011). Uma das vantagens é que essa técnica não depende da disponibilidade de sementes no local, além de haver um maior controle sobre a densidade e espaçamento entre as espécies, o que pode facilitar o manejo das áreas reflorestadas (BOTELHO 2001; BOTELHO 2002; RODRIGUES 2009). No entanto, o elevado custo desta técnica, devido à utilização intensiva de mão-de-obra e equipamentos, frequentemente dificulta a sua aplicação em grandes extensões de áreas degradadas (BARNETT 1991; CAMARGO 2002; LAMB 2005).

Outra técnica alternativa de reintrodução de espécies nativas em áreas degradadas é a semeadura direta, que consiste em adicionar sementes e recobri-las com uma leve camada de substrato, de maneira que fiquem totalmente enterradas para diminuir as probabilidades de predação e de dessecação (BOTELHO 2002; RODRIGUES 2005).

Esse método tem um custo bem menor, se comparado com o plantio de mudas, e propicia a reintrodução de espécies não tolerantes ao transplante na fase de plantas jovens. Assim, a semeadura direta parece ser um método com alto potencial na restauração vegetação de florestas tropicais, visto que, em clareiras e propagações de remanescentes, esse método é o principal meio de regeneração vegetal (BOTELHO 2001).

Em regiões de clima temperado, a semeadura direta proporciona bons resultados ecológicos e econômicos, principalmente em pequenas e médias propriedades (WINSA1994). Todavia, nos países tropicais, essa técnica ainda é pouco utilizada, e as informações de resultados de experimentos envolvendo semeadura direta são muito escassas (ALVARENGA 2004; LAMB 2005; FERREIRA 2007; RODRIGUES 2009).

Porém, a técnica de restauração por meio da semeadura direta apresenta como principal limitação à incerteza da viabilidade das sementes, mesmo após a realização de testes de viabilidade e germinação em lotes de sementes e a menor taxa de germinação das sementes no campo, ao comparado com a germinação em laboratório. (ISERHAGEN 2010; LACERDA 2009). Uma alternativa é a introdução direta de plântulas no campo, que além de contornar as dificuldades à germinação no campo, podem permitir uma redução de custos de mão-de-obra e de transporte em relação aos plantios convencionais feitos com mudas de tubetes ou de saquinho, e de custo de cada unidade, uma vez que menores investimentos de recursos e insumos são necessários nos viveiros para se produzir mudas.

Embora haja poucos resultados disponíveis com essa técnica, os já existentes são bastante promissores. Santos (2011) coletou plântulas de uma área que seria legalmente suprimida, transportou para tubetes em viveiro, visando a produção de mudas e posteriormente enriqueceu uma fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em processo de restauração, localizado no município de Santa Bárbara d'Oeste, SP. As vinte espécies de mudas plantadas apresentaram elevadas taxas de sobrevivência, sendo

superior a 90% após 13 meses de plantio.

Entretanto nem sempre há disponibilidade imediata de realizar o plantio, no campo ou em viveiros, das plântulas oriundas de áreas que serão desmatadas legalmente, que necessitam ser coletadas imediatamente. Por essa razão, seria interessante se pudéssemos armazenar plântulas por dias ou semanas sem que perdessem consideravelmente seu poder de crescimento e viabilidade. Com essa possibilidade de armazenamento também poderíamos contribuir para a produção e venda de mudas em viveiros. Ao utilizarmos uma técnica para armazenar plântulas sob baixas temperaturas os viveiros poderiam vender essas plântulas ao invés de sementes. Isso poderia reduzir os problemas da comercialização de sementes, que necessitam apresentar testes de viabilidade e garantia de germinação, já que o viveiro estaria comercializando plântulas.

Outro ganho para o viveiro seria na produção de mudas oriundas de sementes recalcitrantes. Essas sementes poderiam ser germinadas logo após a coleta e armazenadas em uma câmara fria, caso não tenha tubetes, espaços ou mão-de-obra necessária para a produção imediata de mudas. E após alguns dias, ou semanas, quando esses problemas do viveiro fossem sanados ou houvesse comprador para essas plântulas, essas seriam retiradas da câmara fria, aclimatadas, por duas a quatro horas sob sombra em temperatura ambiente, e seguir para tubetes, saquinhos ou para a venda direta de plântulas.

Atualmente, das 6.721 espécies consideradas de importância econômica 7% possuem sementes que, além de serem sensíveis à dessecação, não toleram armazenamento de suas sementes sob baixas temperaturas, dificultando sua conservação por períodos prolongados. A curta longevidade restringe o prazo de utilização das sementes, sendo necessário realizar a semeadura logo após sua extração dos frutos (FONSECA 2003).

Há diversos estudos sobre a preservação de espécies vegetais. A conservação desses recursos genéticos implica na manutenção de coleções *in situ*, ou seja, nos seus locais de ocorrência, ou *ex situ* (VALOIS, 1998). Podem ser mantidos indivíduos, sementes, embriões ou outras estruturas vegetais, sob diferentes condições, dependendo do material utilizado: no campo ou em casas de vegetação, em câmaras secas sob baixa temperatura, em meio de cultura com baixa concentração salina (conservação *in vitro*)

ou criopreservadas (CGIAR 1993). A criopreservação é definida como a conservação de material biológico em nitrogênio líquido a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$, ou em sua fase de vapor a $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ (KARTHA 1985).

Durante o armazenamento, a temperatura é um dos fatores ambientais que afeta a longevidade da semente. Sementes com elevados teores de água, ortodoxas ou recalcitrantes, são suscetíveis a danos causados por temperaturas negativas, devido à formação de cristais de gelo nos tecidos, provocando perda da viabilidade (BASS 1979). A principal consequência disso é a ruptura mecânica, tanto da estrutura citoplasmática quanto da membrana celular, pela expansão da água congelada, resultando na desagregação celular (FUJIKAWA 1980). Por outro lado, dentro de limites, a redução da temperatura influencia todas as atividades metabólicas das sementes, resultando no melhoramento das condições de armazenamento e, conseqüentemente, na conservação da sua qualidade (POPINIGIS 1985).

Gentil (1999) verificou a influência da temperatura de armazenamento e do grau de umidade de sementes de café na manutenção da sua qualidade. Sementes com 51%, 41%, 34%, 23%, 16% e 10% de água, acondicionadas em sacos de polietileno e mantidas sob temperaturas de 30, 20 e $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante 48 semanas de armazenamento, foram submetidas às avaliações fisiológicas e sanitárias periódicas. O autor concluiu que a redução do grau de umidade a 10% e da temperatura a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ foi a combinação mais favorável à manutenção da qualidade das sementes durante o armazenamento.

O armazenamento de sementes à baixas temperaturas reduz o metabolismo da semente e de muitos microrganismos que estão associados à ela durante o armazenamento, contribuindo para sua manutenção e viabilidade. Além disso, também é benéfico para muitas espécies, algumas vezes essencial, porém nem todas as espécies suportam baixas temperaturas (KING 1982; CHIN 1989; ANDRADE 1997; NORMAH 1997; SUNILKUMAR 1998; BILIA 1999).

Em um experimento com *Caesalpinia echinata*, Barbedo e colaboradores (2002) acondicionaram, em câmara fria ($7 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$), sementes em embalagens permeáveis por 18 meses. 81% das sementes mantiveram a capacidade germinativa e 19% delas a capacidade de desenvolver plântulas normais, contrariamente à descrição existente na literatura sobre a baixa longevidade de sementes dessa espécie (AGUIAR 1985).

Esse armazenamento de sementes recém-germinadas, sob baixa temperatura, permitira contornar a incerteza da germinação de sementes no campo, e melhor planejar o plantio direto de sementes recém-germinadas em viveiros, permitindo-se, dadas as suas pequenas dimensões, reduzir custos de transporte, plantio e insumos agrícolas.

Nesse estudo, era esperado que houvesse um retardamento no crescimento das plântulas armazenadas na câmara fria e que essas não tivessem seu crescimento e desenvolvimento comprometidos após serem plantadas em tubetes ou no campo.

Assim, tendo em vista o elevado custo demonstrado no sistema tradicional de restauração de áreas degradadas, por meio do plantio de mudas, às limitações de garantia de germinação de sementes utilizando-se a técnica de semeadura direta e a otimização do planejamento de armazenamento e estoque de uma maior diversidade de espécies disponíveis para a comercialização, este estudo avaliou se seria possível, experimentalmente, o crescimento e o desenvolvimento de plântulas de sete espécies arbóreas nativas, sem sofrerem alterações significativas, após suas sementes, recém-germinadas, serem armazenadas de 7 a 28 dias em câmara fria.

Objetivos

O objetivo desse trabalho foi avaliar se o armazenamento em câmara fria, por períodos que variavam de 7 a 28 dias, afetaria significativamente a sobrevivência e o retardamento do desenvolvimento das radículas de plântulas de sete espécies arbóreas nativas.

Material e métodos

Descrição das espécies utilizadas nesse estudo

Fizemos uma breve descrição das sete espécies arbóreas nativas utilizadas nesse estudo.

A espécie *Guazuma ulmifolia* Lam. é conhecida popularmente por mutambo ou embira e pertence à família Sterculiaceae. É uma espécie arbórea caducifólia (as folhas caem na estação seca) que pode atingir 30 m de altura e 60 cm de DAP (diâmetro à altura do peito medido a 1,30 m do solo). Sua inflorescência é em panícula ramificada e

suas flores pequenas, alvo-amareladas, medindo de 5 mm a 10 mm de comprimento. Possui fruto em cápsula seca, verde a negra, de 1,5 cm a 3,5 cm de comprimento com 46 sementes, em média. Suas sementes são ovóides, de cor castanho a negra, duras, com 3 mm a 5 mm de diâmetro (CARVALHO 2007; PAIVA 1999). A espécie é classificada como pioneira ou secundária inicial (FERRETTI 1995). Para a superação da dormência, imergimos as sementes em água a 90 °C, por 5 minutos, em seguida deixamos as sementes por mais 12 horas em água à temperatura ambiente (VALERI 2000).

A espécie *Luehea grandiflora* Mart. & Zucc., conhecida popularmente por Açoita-cavalo-graúdo, pertence à família Malvaceae. É uma espécie arbórea caducifólia com 6 a 14 m de altura e 30 a 50 cm de DAP. Suas folhas são grandes, entre 11,0 e 24,0 cm de comprimento, simples, alternas, com três nervuras e margem serrilhada. Suas Inflorescências são em paniculadas. O fruto é uma cápsula seca, lenhosa, oblonga, pentalocular, de cor castanho, que contém, em média, 122 sementes aladas, dispostas em duas séries longitudinais. Suas flores são esbranquiçada e vistosas com cerca de 2,5 cm de comprimento. Classificada como espécie secundária inicial ou clímax exigente de luz. Não há necessidade de tratamento pré-germinativo em suas sementes (PAOLI 1992; LORENZI 1992).

A espécie *Heliocarpus popayanensis* Kunth, conhecida popularmente como algodoeiro ou jangada-brava pertence à família Malvaceae. É uma árvore decídua que atingem dimensões próximas a 20 m de altura e 70 cm de DAP. Possui inflorescência em panículas terminais grande, medindo de 10 cm a 25 cm de comprimento, com numerosas flores. Suas folhas são alternas, simples, grandes, medindo de 10 cm a 20 cm de comprimento por 5 cm a 18 cm de largura, com cinco a sete nervuras principais desde a base. As flores masculinas são amarelas, e as femininas, róseas ou lilases. Seus frutos são providos de cerdas duras e com pelos, medindo de 10 mm a 15 mm de diâmetro. Tem coloração roxo-purpúreo ou castanho. Suas sementes são elipsóides, de coloração castanha, medindo 2 mm de comprimento e não requerem tratamento pré-germinativo (PISICCHIO 2010; LORENZI 2002; BRANCALION 2008). É uma espécie pioneira (ROBYNS 1964).

A espécie *Cordia americana* L., conhecida popularmente por guaiuvira ou guagibira, pertence à família Boraginaceae. É uma espécie arbórea semicaducifólia, com 10 a 15 m de altura e 20 a 40 cm de DAP, podendo alcançar até 30 m de altura e

100 cm de DAP. Suas folhas são simples, alternas, subcoriáceas, discoloras, com 3 a 10 cm de comprimento e 1 a 3 cm de largura. As flores são perfumadas, brancas ou bege, com 5 mm de comprimento e os frutos são em forma de drupa subglobosa com 4 a 6 mm de comprimento. As semente são globosas, com até 3 mm de diâmetro e 5 mm de comprimento, marrom-escuro, com um prolongamento pontudo no ápice e não apresentam dormência (CARVALHO 2004). A espécie é classificada como secundária inicial (VACCARO 1999) a secundária tardia (DURIGAN 1990).

A espécie *Cedrela fissilis* Vell. é conhecida popularmente por cedro rosa ou acaiaçá e pertence à família Meliaceae. É uma espécie arbórea caducifólia, com altura entre 10 e 25 m e DAP entre 40 e 80 cm. Possui folhas compostas de 25 a 45 cm (LORENZI 2002). Suas flores são pequenas, brancas com tons esverdeados e rosado. São agrupadas e as flores masculinas são mais alongadas que as femininas. Os frutos dessa espécie são cápsulas periformes, lenhosos, ásperos, marrons, com 30 a 100 sementes aladas, de coloração bege a castanho, com cerca de 3,5 cm de comprimento por 1,5 cm de largura. A espécie se comporta como secundária inicial ou secundária tardia. (ANGELI 2005). As sementes não apresentam dormência (DURIGAN 2002).

A espécie *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang, é conhecida popularmente por jatobá ou jutaí, e pertence à família Fabaceae. É uma espécie arbórea que pode alcançar 40 m de altura e 2 m de DAP. Suas folhas são compostas, coriáceas, com 2 folíolos oblíquos, por folha, têm entre 6 a 14 cm de comprimento e 3 a 5 cm de largura. As flores são brancas com 8 cm de largura. Os frutos são indeiscentes, oblongos, duros, pardo-escuros, medem geralmente entre 8 a 15 cm de comprimento por 3 a 5 cm de largura, contendo de 3 a 6 sementes grandes, globosa a oval, de coloração parda-escuro. O jatobá pertence ao grupo sucessional de secundária tardia a clímax exigente à luz (ROSSI, 2008). Suas sementes apresentam dormência, que pode ser superada por escarificação mecânica ou imersas em água à 70 °C por 8 minutos (DEFAVARI 2006).

A espécie *Marlierea eugeniopsoides* (D. Legrand & Kausel), também é conhecida popularmente por guamirim. Essa espécie, pertencente à família Myrtaceae, é uma árvore de pequeno a médio porte, cerca de 5 m de altura, possui folhas lanceoladas ou oblongo-lanceoladas de cerca de 10 cm por 5 cm de largura, discoloras. Possuem inflorescências em panículas reduzidas, ramificadas. Seus frutos são globosos, com 1 a

2,5 cm de diâmetro, negros quando maduros. (SOBRAL 2003). Frutos com uma ou duas sementes (ROSARIO 2006). Embora o viveiro que forneceu as sementes tenha informado que a espécie possui sementes recalcitrantes, para essa espécie não foi localizado, em bibliografia especializada, nenhuma informação sobre seu tipo de semente, se é ortodoxa ou recalcitrante.

O experimento foi conduzindo no laboratório de Ecologia vegetal do Departamento de Ciências Biológicas da USP-ESALQ (Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz) e no viveiro BioFlora, ambos localizados na cidade de Piracicaba, SP – Brasil.

No experimento, utilizamos em média, 500 sementes de cada uma das sete espécies arbóreas nativas (Tabela 1). Essas sementes foram colocadas para germinar em caixas plásticas, do tipo “Gerbox”, numa câmara de germinação da marca Marconi e modelo MA-402 sob temperatura constante de 25 °C e foto período de luz branca fluorescente alternada, 12 horas de luz e 12 horas de escuro (Figura 1). As sementes das espécies *G. ulmifolia* e *H. courbaril* foram pré-tratadas para a superação de dormência conforme (VALERI 2000; DEFAVARI 2006).

TABELA 1. Nome científico, nome popular e família das sete espécies arbóreas nativas utilizadas no experimento.

Espécie	Nome Popular	Família	Grupo sucessional
<i>Luehea grandiflora</i> Mart & Zucc.	Açoita-cavalo graúdo	Malvaceae	Não pioneira
<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth	Algodoeiro	Malvaceae	Pioneira
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Mutambo/Embira	Sterculiaceae	Pioneira
<i>Cordia americana</i> L.	Guaiuvira	Boraginaceae	Não pioneira
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro rosa	Meliaceae	Não pioneira
<i>Marlierea eugeniopsoides</i> (D. Legrand & Kausel)	Guamirim	Myrtaceae	Não pioneira
<i>Hymenaea courbaril</i> L. var. <i>stilbocarpa</i> (Hayne) Lee et Lang.	Jatobá	Fabaceae	Não pioneira

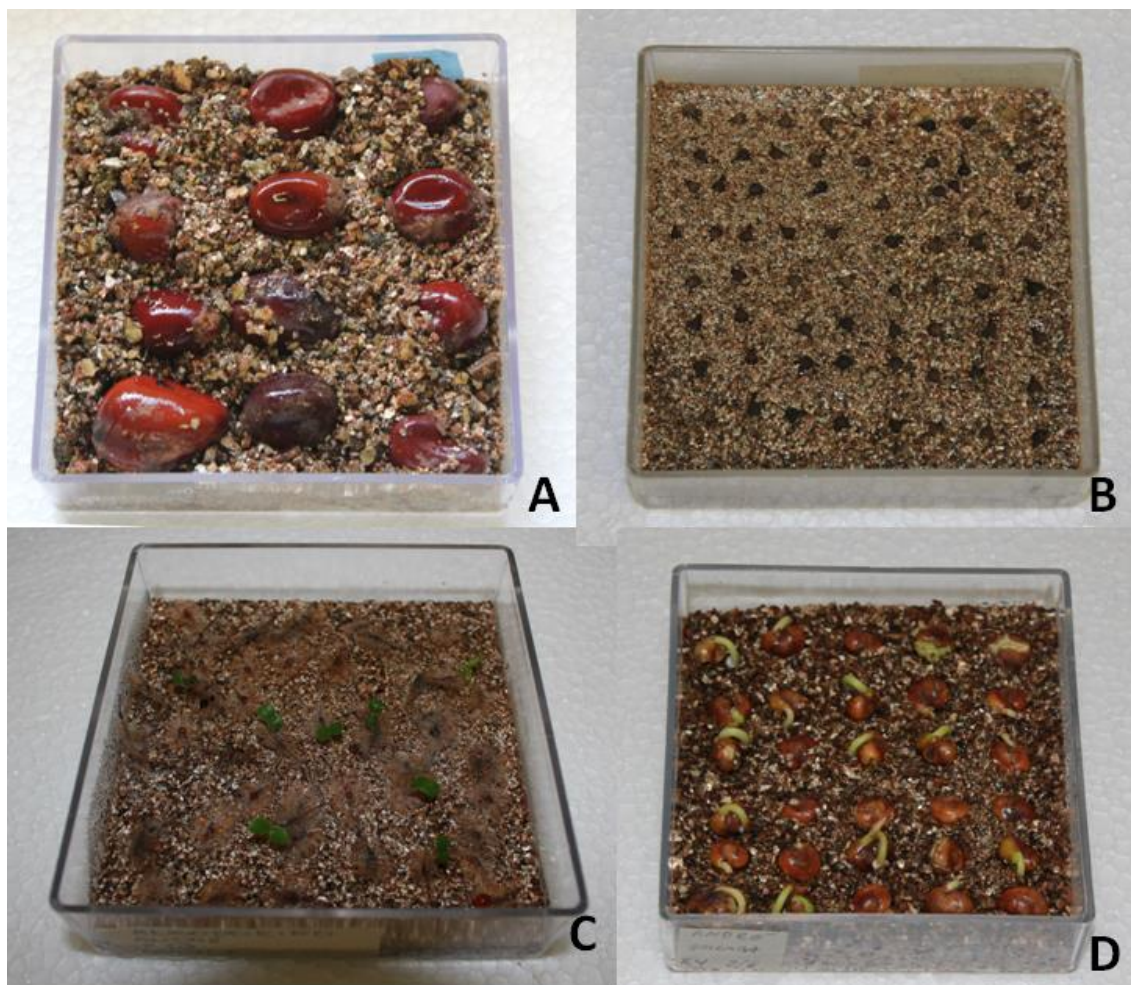


FIGURA 1. Fotografia da preparação, em laboratório, de sementes em “Gerbox” para germinação na câmara de germinação das espécies *Hymenaea courbaril* (A), *Cordia americana* (B), *Heliocarpus popayanensis* (C) e *Marlierea eugeniopsoides* (D). (USP-ESALQ, 2012).

As sementes de todas as espécies foram fornecidas pelo viveiro BioFlora, de Piracicaba - SP. O viveiro já tinha em estoque as sementes de algumas espécies. Essas sementes estavam devidamente acondicionadas na câmara fria do viveiro, com temperatura e umidade constante de 15 °C e 30% de umidade. Já as sementes da espécie *M. eugeniopsoides* foram coletadas dias antes de serem utilizadas no experimento.

As caixas de plástico tipo “Gerbox” foram previamente esterilizadas em autoclave e minutos antes do uso, foram limpas com algodão umedecido com solução de hipoclorito de sódio à 10%.

Toda a vermiculita utilizada no estudo foi esterilizada em estufa seca sem ar forçado a 100 °C por 24 horas. Como substrato, nos “Gerbox”, foram utilizados 200 mL

de vermiculita de granulação média ou fina, dependendo da espécie. Para umedecer a vermiculita e possibilitar a germinação e o crescimento das plântulas nos “Gerbox”, foram colocados 80 mL de água deionizada. Nos testes com as espécies de tamanhos de semente menores, como *L. grandiflora*, *H. popayanensis*, *G. ulmifolia*, *C. americana* e *C. fissilis*, foi utilizada vermiculita peneirada, em peneira com abertura de malha de 2 mm.

Do total de sementes postas para germinar, de 300 a 820, dependendo de cada espécie, obtivemos pelo menos 240 sementes recém-germinadas. Depois de germinadas, emitirem ao menos 2 mm da radícula, as sementes foram divididas em seis lotes, de 40 sementes recém-germinadas cada (Figura 2).

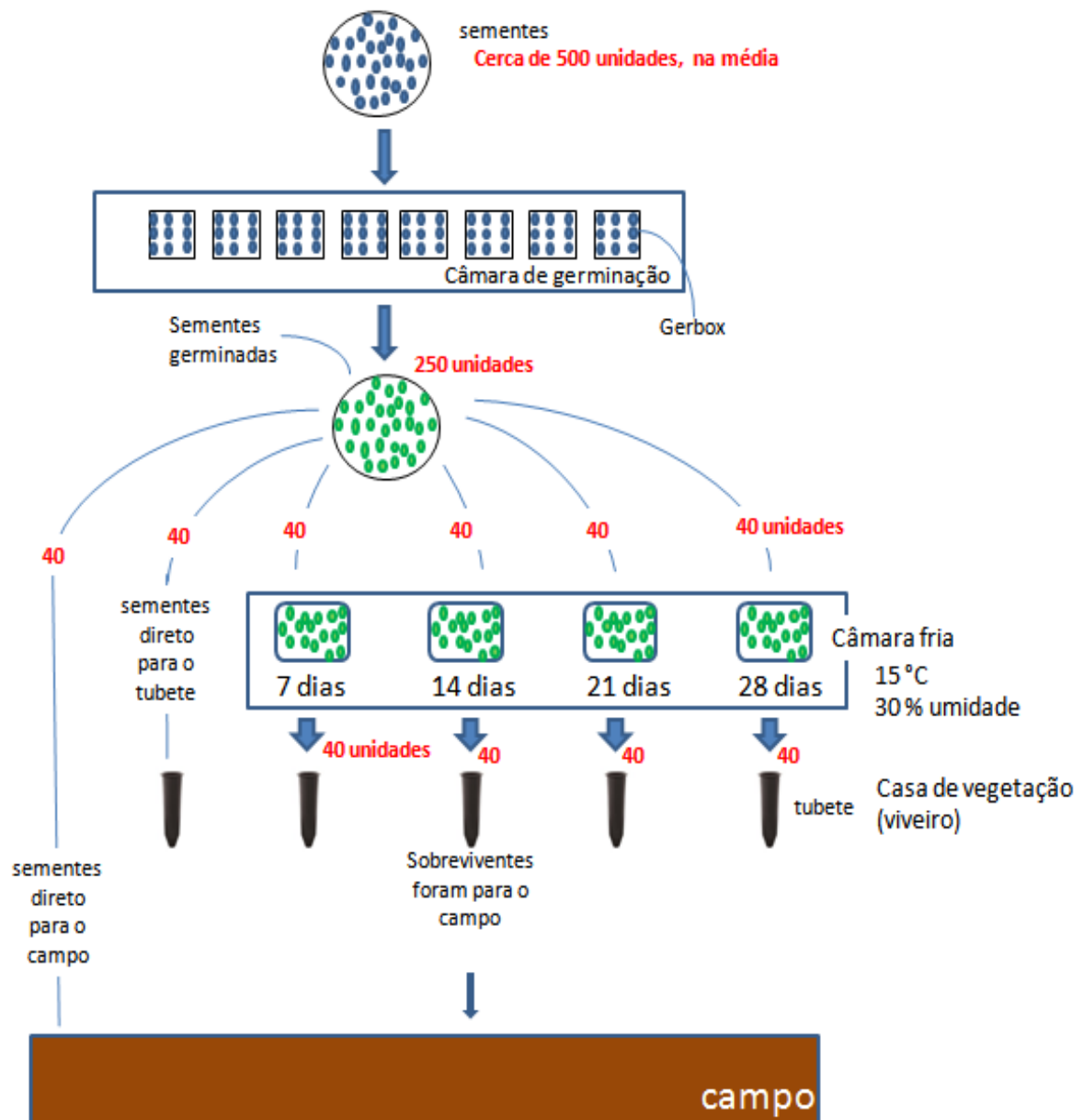


FIGURA 2. Esquema simplificado da metodologia utilizada no experimento com todas as etapas realizadas com cada espécie.

Usamos a expressão “semente recém-germinada” para nos referir às sementes germinadas no germinador, mas que ainda não foram armazenadas na câmara fria nem plantadas em tubetes ou no campo.

As sementes do primeiro lote, contendo 40 unidades recém-germinadas, foram plantadas em uma área de restauração florestal. Essas sementes foram colocadas sobre um sulco superficial feito no solo e cobertas com uma camada de cerca de um centímetro de terra do próprio local (Figura 3).



FIGURA 3. Fotografia mostrando o sulco onde foi realizado a semeadura com as sementes recém-germinadas na área de Reflorestamento pertencente à USP-ESALQ, localizada no município de Piracicaba-SP, às margens da SP-147, Rodovia Deputado Laércio Corte, km 143. (Piracicaba, 2012).

O segundo lote de sementes recém-germinadas, foi plantado diretamente em tubetes de 12 cm de altura e 53 cm³, com o mesmo substrato composto já utilizado no viveiro e cobertas com uma fina camada, de cerca de um centímetro, desse substrato. Esses dois primeiros lotes serviram como controles ao serem comparados com os lotes de sementes que foram submetidos ao armazenamento em câmara fria para se avaliar eventuais danos ou deformações das plântulas quando submetidas ao armazenamento em câmara fria (Figura 4).

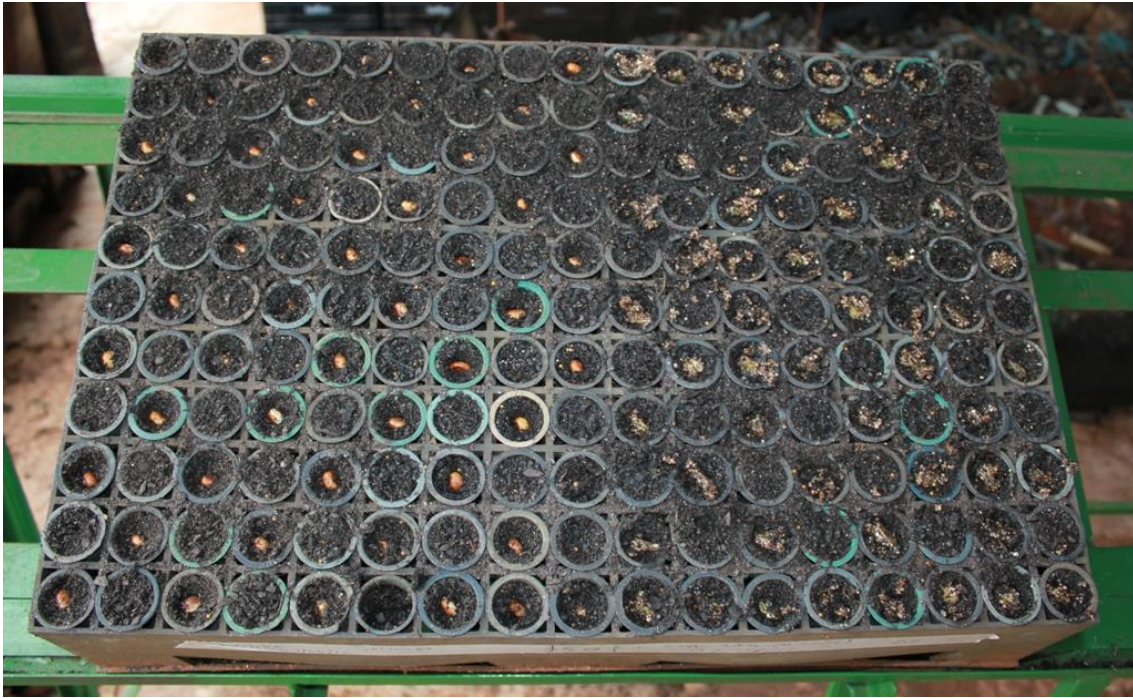


FIGURA 4. Fotografia mostrando em detalhe a sementeira de sementes recém-germinadas em tubetes (Viveiro BioFlora, 2012).

O substrato composto utilizado no viveiro é o substrato Tropstrato®, constituído por casca de pinus, vermiculita expandida, casca de arroz carbonizada e enriquecido por macro e micronutrientes de liberação lenta.

O terceiro lote era constituído de quatro sacos plásticos transparente, com vermiculita e 40 sementes recém-germinadas em cada saco. Esses sacos foram armazenados em câmara fria à temperatura e umidades constante de 15 °C e 30%, respectivamente, e constantemente escura. A vermiculita contida nos sacos foi levemente umedecida com água deionizada para manter a umidade das sementes ensacadas durante o período de armazenamento na câmara fria. Antes de serem armazenados, na câmara fria, os sacos foram lacrados com fita adesiva e identificados com o nome da espécie e as datas de entrada e saída na câmara fria (Figura 5).



FIGURA 5. Fotografia evidenciando o armazenamento, em câmara fria, dos sacos contendo sementes recém-germinadas colocado em vermiculita úmida (Viveiro Bioflora, 2012).

Os quatro sacos, com 40 sementes recém-germinadas cada, armazenados na câmara fria, ficaram diferentes períodos de tempo na câmara fria, um saco ficou por 7 dias, outro saco por 14 dias, outro saco por 21 dias e por fim, o último saco, com sementes recém-germinadas, permaneceu por 28 dias na câmara fria. Passado o período em que cada saco deveria permanecer na câmara fria, esse saco era aberto, inspecionado visualmente para ver se o armazenamento aparentemente havia afetado as plântulas e deixado por duas horas, para aclimação, à sombra, em temperatura ambiente. Em seguida as plântulas eram plantadas em tubetes e transferidas para imediatamente para a área do viveiro coberta com “sombrite” 50 %, onde permaneciam por 60 dias. Essas plântulas eram regadas duas vezes ao dia, utilizando-se o mesmo procedimento automatizado de produção de mudas comerciais do viveiro.

A fim de se avaliar se o tratamento térmico afetou o crescimento das plântulas no campo, após 60 dias, essas plântulas que ficaram armazenadas por 14 dias na câmara fria e posteriormente foram plantadas em tubetes, foram introduzidas na mesma floresta em restauração que as sementes do primeiro lote.

Após 60 dias que as plântulas foram armazenadas à baixa temperatura e plantadas em tubetes, foi calculado a taxa de sobrevivência das plântulas para verificarmos se havia diferenças significativas entre o número de dias que as plântulas permaneceram na câmara fria.

Para analisar a sobrevivência de mudas para cada tratamento, em cada espécie vegetal, realizamos o teste qui-quadrado. Adotamos como significativos os valores inferiores a 0,05 (GOTELLI 2011).

A área de reflorestamento, em que as sementes recém-germinadas e as plântulas armazenadas por 14 dias na câmara fria foram plantadas pertence à USP-ESALQ (Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz) e localiza-se no município de Piracicaba -SP, às margens da SP-147, Rodovia Deputado Laércio Corte, km 143. A área corresponde a uma Floresta Estacional Semidecidual em restauração plantada a cerca de oito anos e possui uma alta diversidade de espécies arbustivo-arbóreas. No trecho escolhido para a transferência das sementes recém-germinadas e das plântulas havia um dossel com cerca de sete metros e um sub-bosque sombreado (Figura 6).



FIGURA 6. Área de reflorestamento, pertence à USP-ESALQ (Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz) localizada no município de Piracicaba -SP, às margens da SP-147, Rodovia Deputado Laércio Corte, km 143 (Vista de satélite do Google Earth, coordenada: -22.702266 S, -47.64439 O) (2012).

A fim de se observar se haveria alguma relação entre o retardamento do crescimento das plântulas e as massas e graus de umidades das sementes das espécies, realizamos os testes para determinação do grau de umidade das sementes em estufa a 105 ± 3 °C, por 24 horas, utilizando-se duas amostras para cada lote, segundo as instruções das Regras para Análise de Sementes (BRASIL 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem média por lote. Tal teste foi realizado no Laboratório de Reprodução e Genética de Espécies Arbóreas, do Departamento de Ciências Florestais, da USP-ESALQ.

Para avaliar se as plântulas submetidas à câmara fria sofreram um retardamento efetivamente do crescimento de suas radículas, pegamos um lote de 28 sementes recém-germinadas de cada uma das sete espécies, medimos as radículas de todas essas

sementes, para descrição do tamanho da radícula inicial e dividimos em dois grupos de 14 sementes recém-germinadas cada. Um grupo foi acondicionado em um saco transparente com vermiculita umedecida com água deionizada e levado para a câmara fria, onde permaneceu por 14 dias. O outro grupo, controle, permaneceu os 14 dias na câmara de germinação, nos “Gerbox” com vermiculita umedecida com água deionizada. Ao término dos 14 dias, as radículas das plântulas desses dois grupos foram novamente medidas.

A sequência e posição das sementes foram identificadas no “Gerbox” para que o resultado fosse individualizado, semente a semente. A medição das radículas foi feita com uma régua graduada em milímetros.

Esses dados foram submetidos ao teste de homogeneidade de variâncias (Bartlett teste) que é o pressuposto para o Teste T. Caso apresentassem homogeneidade de variâncias procedeu-se ao Teste T, que compara média duas a duas. Caso não apresentassem homogeneidade, os dados foram submetidos a uma transformação pelo método Box-Cox. Se mesmo após transformação os dados não se tornassem homogêneos foi efetuado o teste não paramétrico de Mann-Whitney-Wilcoxon. Adotamos como significativos os valores inferiores a 0,05.

Para quantificar o retardamento médio das radículas das plântulas armazenadas em câmara fria, em relação às radículas das plântulas que permaneceram no germinador, foi calculado o crescimento médio das radículas de cada espécie nos dois tratamentos, germinador e câmara fria. A partir desses valores calculamos o percentual de retardamento das radículas armazenadas em câmara fria. O valor era obtido a partir do seguinte cálculo:

$$\frac{(\text{crescimento médio das radículas na CG} - \text{crescimento médio das radículas na CF}) \times 100}{\text{crescimento médio das radículas na CF}}$$

os valores do crescimento médio das radículas nos dois tratamentos estão expressos em centímetro. CG: Câmara Germinadora. CF: Câmara Fria.

Resultados e discussão

Massa e grau de umidade das sementes

As massas das sementes das espécies utilizadas nesse estudo diferiam em grande amplitude. Utilizamos esse gradiente de massas das sementes a fim de verificarmos alguma relação dessa variável com o crescimento das plântulas submetidas ao armazenamento sob baixa temperatura e a taxa de sobrevivência. Essas relações foram realizadas e estão descritas no decorrer dos resultados.

TABELA 2. Massa (g) e grau de umidade (%) média das sementes das sete espécies utilizadas no experimento.

Espécies	Massa da semente (g)	Umidade da semente (%)
<i>Luehea grandiflora</i>	0,007	22,22
<i>Heliocarpus popayanensis</i>	0,008	19,09
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,008	12,92
<i>Cordia americana</i>	0,027	15,10
<i>Cedrela fissilis</i>	0,041	11,15
<i>Marlierea eugeniopsoides</i>	1,050	-
<i>Hymenaea courbaril</i>	4,141	12,23

Não foi possível determinar o grau de umidade da espécie *M. eugeniopsoides*, devido ao número limitado de sementes dessa espécie disponível e pelo fato de serem recalcitrantes não foi possível obter mais sementes viáveis para realizar o teste de grau de umidade.

Germinação das sementes

Para chegarmos ao número mínimo de sementes germinadas para o experimento tivemos que colocar para germinar quantidades diferentes de sementes de acordo com as espécies. Não foi observado correlação entre massas das sementes e taxa de germinação (Figura 7).

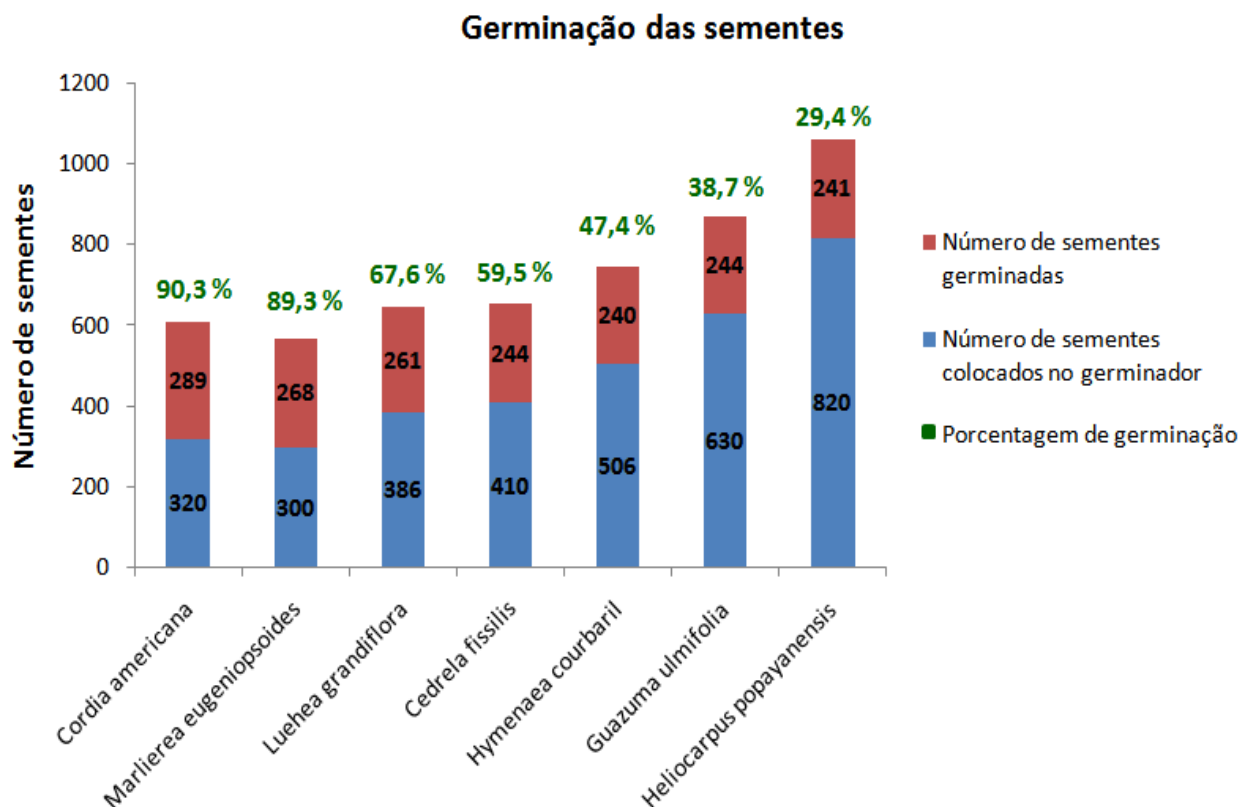


FIGURA 7. Número de sementes colocadas no germinador, número de sementes germinadas e porcentagem de germinação das sete espécies estudadas.

Crescimento das radículas

A figura 8 mostra a diferença comparativa dos tamanhos das radículas da espécie *L. grandiflora* submetidas ao teste de retardamento de crescimento após serem submetidas à câmara fria.

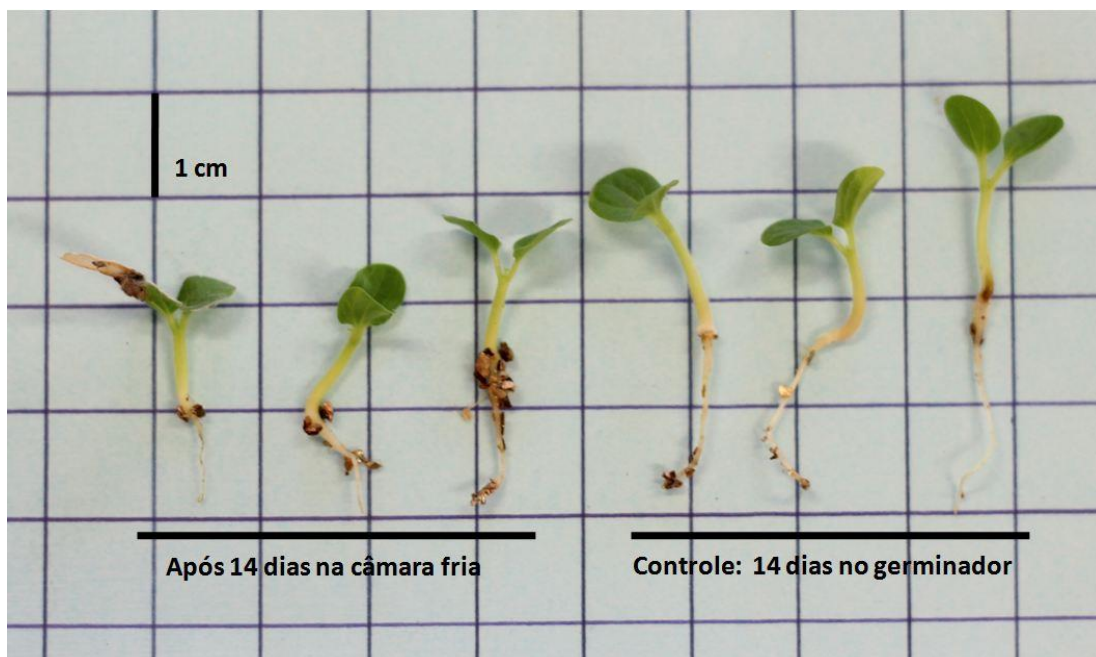


FIGURA 8. Fotografia da avaliação do crescimento das radículas de plântulas de *Luehea grandiflora* após 14 dias em dois tratamentos (câmara fria e câmara germinadora) (USP-ESQA, 2012).

Os resultados obtidos com o teste para verificar se o crescimento das radículas das plântulas são influenciadas pelo armazenamento dessas em câmara fria, indicam que há uma diferença estatisticamente significativa entre o controle (sementes recém-germinadas mantidas no germinador) e o tratamento (sementes recém-germinadas mantidas em câmara fria). Foi possível observar que as radículas das plântulas armazenadas na câmara fria tiveram seu crescimento retardado quando comparado com as radículas que permaneceram os mesmos 14 dias no germinador, havendo uma interferência negativa no crescimento das radículas por conta da baixa temperatura da câmara fria (Figura 9).

Para a espécie *C. americana* não houve homogeneidade de variâncias, mesmo após transformação pelo método Box-Cox, portanto procedeu-se ao teste não-paramétrico de Mann-Whitney-Wilcoxon. Para todas as outras espécies houve homogeneidade de variâncias, sendo possível a realização do Teste T (Tabela 3).

TABELA 3. Teste T e Teste não-paramétrico de Mann-Whitney-Wilcoxon para média de crescimento da radícula de sete espécies em dois tratamentos (Câmara Germinadora e Câmara Fria).

	VARIÂNCIA	TESTE T		MANN-WHITNEY-WILCOXON	
	Bartlett teste	T	p valor	W	p valor
<i>Luehea grandiflora</i>	0.1354	-35.962	0.001576*	145.5	0.02911*
<i>Heliocarpus popayanensis</i>	0.5329	-50.329	0.0000334*		
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.3074	-63.442	0.001449*		
<i>Cordia americana</i>	7.933e⁻⁰⁵ *				
<i>Cedrela fissilis</i>	0.5248	-30.579	0.005222*		
<i>Marlierea eugeniopsoides</i>	0.7406	-0.9214	0.3654 n.s.		
<i>Hymenaea courbaril</i>	0.6797	0.8289	0.4148 n.s.		

*valores significativos a 5%.

n.s. valores não significativos.

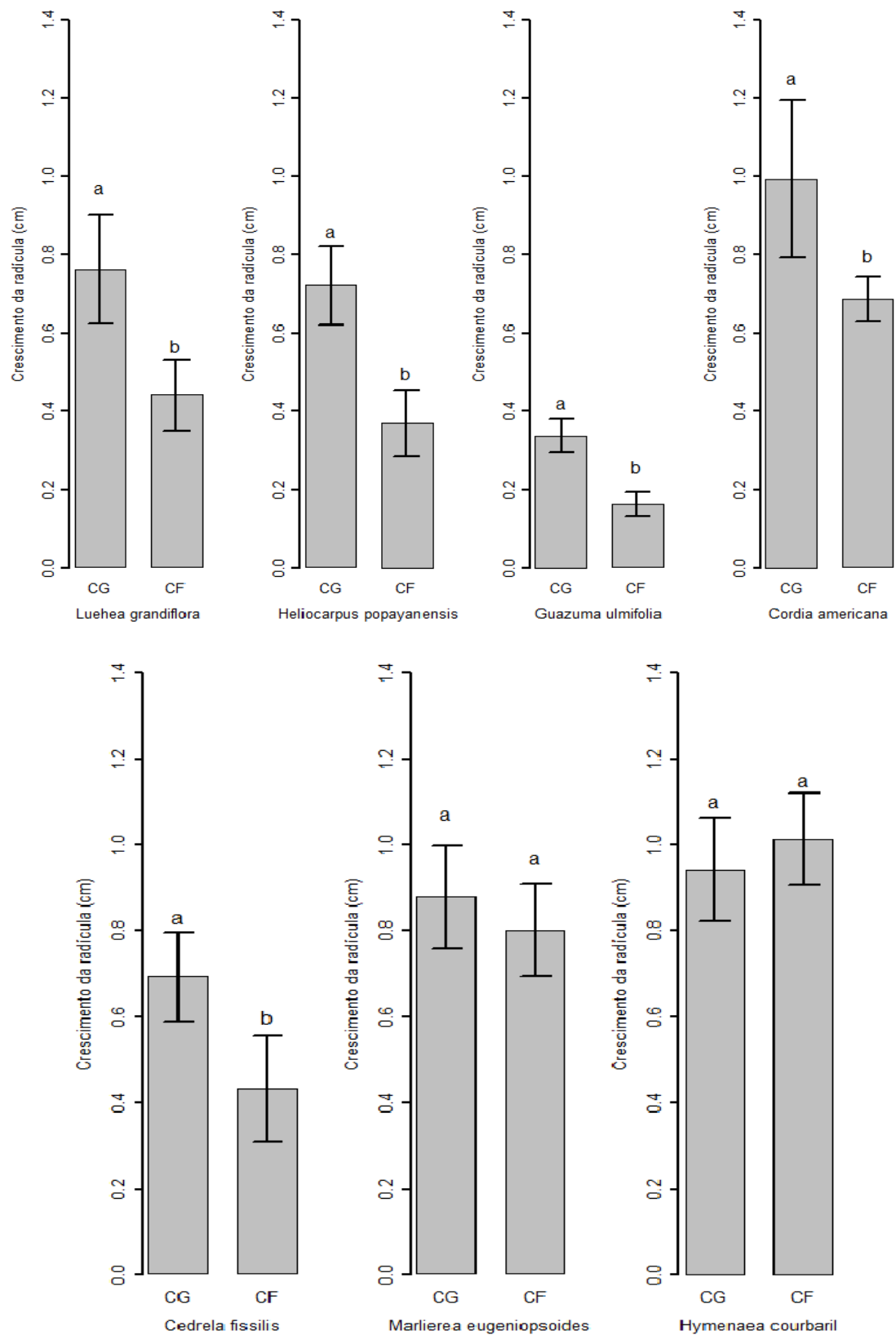


FIGURA 9. Média e desvio padrão para o crescimento da radícula (em cm) das sete espécies em dois tratamentos durante 14 dias. Câmara Fria (CF) e Câmara Germinadora (CG). Letras iguais significam médias estatisticamente iguais e letras diferentes significam médias diferentes.

Apenas as espécies *M. eugeniopsoides* e *H. courbaril* não apresentaram diferenças estatisticamente significativas de crescimento da radícula entre os tratamentos em Câmara Germinadora e Câmara Fria. Para todas as outras espécies houve diferença significativa com maior crescimento das radículas que foram armazenadas na Câmara Germinadora.

As espécies *L. grandiflora*, *H. popayanensis*, *G. ulmifolia*, *C. americana* e *C. fissilis* obtiveram uma maior diferença nas medidas das radículas entre os dois tratamentos. Foi observado que essa diferença no crescimento das radículas é relativamente proporcional à massa das sementes. Essas cinco espécies que apresentaram diferenças estatisticamente significativas no crescimento das radículas possuem massa de semente muito inferior se comparadas com as duas espécies em que a diferença das radículas não foi significativa, *M. eugeniopsoides* e *H. courbaril*.

As espécies *M. eugeniopsoides* e *H. courbaril* possuem menores massas de sementes quando comparadas às outras cinco espécies utilizadas nesse experimento. Essa diferença de massa das sementes é no mínimo 25 vezes maior, chegando à ordem 500 vezes de diferença, ao compararmos a espécie com menor massa (*L. grandiflora*) e a espécie com maior massa de semente (*H. courbaril*) (Tabela 4).

Portanto, parece haver uma relação inversamente proporcional entre o retardamento do crescimento das radículas e a massa das sementes. Há uma tendência das espécies com maiores reservas energéticas, parecem menos suscetíveis às influências das baixas temperaturas da câmara fria no crescimento das radículas.

TABELA 4. Massas médias (g) das sementes das sete espécies e porcentagem média do retardamento do crescimento das radículas das plântulas armazenadas na câmara fria.

Espécies	Massa média das sementes (g)	Retardamento (%)
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,008	110%
<i>Heliocarpus popayanensis</i>	0,008	95%
<i>Luehea grandiflora</i>	0,007	72%
<i>Cedrela fissilis</i>	0,041	61%
<i>Cordia americana</i>	0,027	45%
<i>Marlierea eugeniopsoides</i>	1,050	10%
<i>Hymenaea courbaril</i>	4,141	-7%

Embora não localizamos experimentos que correlacionam a massa da semente com o desenvolvimento radicular sob baixas temperaturas, um dos mecanismos envolvidos parece ser o “efeito de reserva” presente em grande quantidade nas sementes com elevadas massas, ou sementes grandes. Pois a quantidade de reservas nutricionais em sementes grandes seria desproporcionalmente maior do que em sementes pequenas, que poderiam ser disponibilizadas para a sobrevivência e crescimento em condições de estresses hídricos e de temperatura, escassez de nutrientes, além da substituição de tecidos fotossintéticos perdidos por herbivoria ou danos mecânicos (KIDSON 2000; GREEN 2004).

Na inspeção visual das plântulas, realizado após a abertura dos sacos plásticos armazenados na câmara fria, observou-se que essas plântulas não aparentavam nenhuma deterioração ou degradação visíveis a olho nú, tanto para as radículas quanto para as partes aéreas, já presentes em algumas plântulas.

É importante salientar que, embora a temperatura baixa da câmara fria tenha retardado o crescimento das radículas das plântulas, mesmo assim houve o crescimento das radículas. Ou seja, o crescimento das radículas não foi totalmente inibido pela baixa temperatura, e sim, retardado ou desacelerado.

São escassos estudos que relacionam a influencia de baixas temperaturas no crescimento de plantulas e radículas. A grande maioria dos experimentos que observam a influencia da temperatura nas espécies vegetais são relacionadas com a germinação de sementes, mas não correlacionam a baixa temperatura ao crescimento das plântulas,

como Pereira (1994), em estudo da germinação de sementes de *Psidium guajava* (goiabeira) recomendam temperatura na faixa de 15-35 °C. Albuquerque (1998) sugere temperaturas entre 20-30 °C para germinar sementes de *Colubrina glandulosa* (saraguagi). Medeiros (1998) recomendaram a temperatura de 30 °C para germinar sementes de *Sebastiania commersoniana* (branquilho) e de 25 °C para germinar sementes de *Podocarpus lambertii* (pinheiro-bravo).

Bewley (1994) afirmam que a temperatura possui grande influência na porcentagem e velocidade de germinação, influenciando a absorção de água pela semente e as reações bioquímicas que regulam todo o processo metabólico. As sementes são capazes de germinar sob ampla faixa de temperaturas, definida para cada espécie com uma temperatura máxima e uma mínima, acima e abaixo das quais a germinação não ocorre. Entretanto não correlacionam a temperatura com o crescimento das radículas.

Segundo Reis (1989), possíveis restrições no crescimento radicular, podem ocasionar má formação inicial das raízes podendo persistir após o plantio, prejudicando o crescimento das plantas. A forma, a profundidade e a distribuição das raízes dependem do ambiente e do potencial genético de cada espécie. O crescimento do sistema radicular é um dos fatores de grande importância no tombamento de árvores (COUTTS 1983).

O comportamento das sementes em relação à temperatura ótima é bastante variável entre as espécies arbóreas. A maioria das espécies tropicais apresenta bom desempenho germinativo na faixa de 20 a 30 °C (BORGES 1993), podendo variar de acordo com as temperaturas encontradas em sua região de origem. Para algumas espécies, o desempenho germinativo das sementes é favorecido por temperaturas constantes, como em *Genipa americana* (ANDRADE 2000), por alternância de temperatura, a exemplo de *Sebastiania commersoniana* (SANTOS 2000) e por insensibilidade ao regime de temperatura utilizado, como foi observado nas sementes de *Vochysia haenkiana* (SILVA 2000). Essas características estão diretamente associadas ao comportamento ecológico das espécies nos seus habitats (ALBUQUERQUE 2003).

TABELA 5. Crescimento médio das radículas das plantulas mantidas por 14 dias no germinador/controle, na câmara fria e a porcentagem do retardamento das plantulas armazenadas em câmara fria em relação com as plantulas mantidas no germinador.

	<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Heliocarpus popayanensis</i>	<i>Luehea grandiflora</i>	<i>Cedrela fissilis</i>	<i>Cordia americana</i>	<i>Marlierea eugeniopsoides</i>	<i>Hymenaea courbaril</i>
Crescimento médio germinador (cm)	0,34	0,72	0,76	0,69	0,99	0,88	0,94
Crescimento médio CF (cm)	0,16	0,37	0,44	0,43	0,69	0,80	1,01
Porcentual de retardamento	110%	95%	72%	61%	45%	10%	-7%

Sobrevivência

Após 60 dias que as plântulas, submetidas à baixa temperatura foram transplantadas para tubetes, com o mesmo substrato composto já utilizado no viveiro, observamos uma tendência de que essas plântulas diminuísse a taxa de sobrevivência de acordo com os tratamentos em que as plântulas ficavam mais dias na câmara fria. Observamos uma exceção a essa tendência com a espécie *M. eugeniopsoides*, em que as plântulas que permaneceram por 28 dias na câmara fria e depois foram transplantadas em tubetes, apresentaram uma alta taxa de sobrevivência, 92,5% (Figura 10).

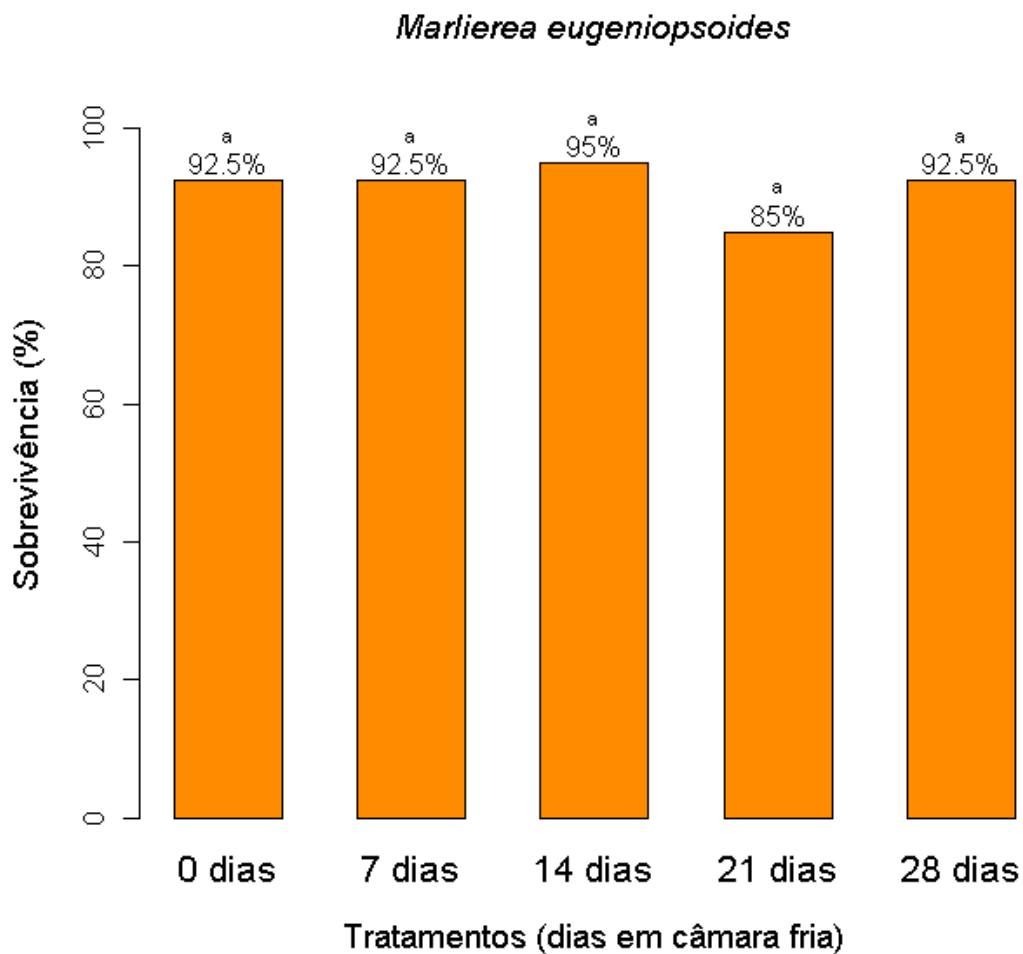


FIGURA 10. Gráfico de porcentagens de sobrevivência das plântulas da espécie *Marlierea eugeniopsoides* submetidas ao tratamento de 0, 7, 14, 21 e 28 dias em câmara fria, após 60 dias que foram transplantadas para tubetes. Letras iguais, sobre as barras, indicam porcentagens de sobrevivência iguais, letras diferentes indicam porcentagens estatisticamente diferentes ($X^2 = 2.9572$, g.l. = 4, $P = 0.565$).

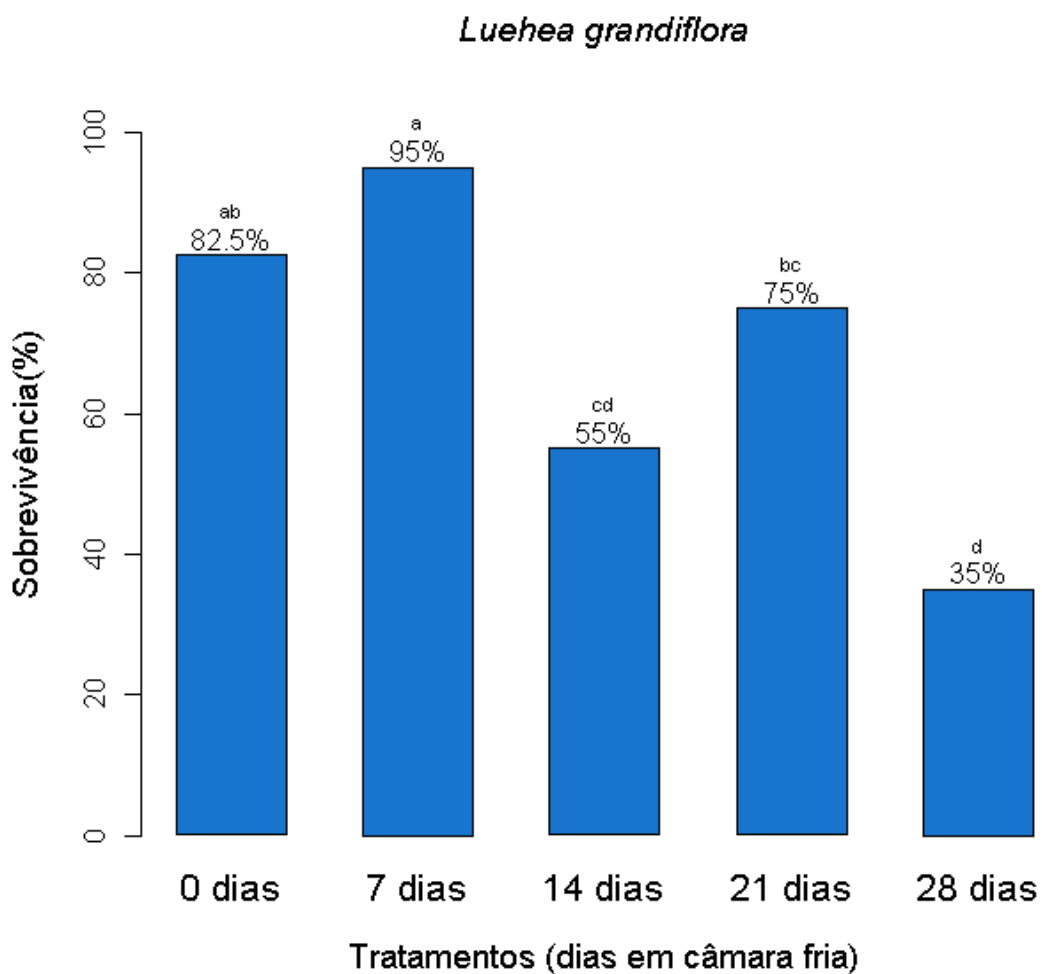


FIGURA11. Gráfico de porcentagens de sobrevivência das plântulas da espécie *Luehea grandiflora* submetidas ao tratamento de 0, 7, 14, 21 e 28 dias em câmara fria, após 60 dias que foram transplantadas para tubetes. Letras iguais, sobre as barras, indicam porcentagens de sobrevivência iguais, letras diferentes indicam porcentagens estatisticamente diferentes ($X^2 = 41.6174$, g.l. = 4, $P = 2.002e-08$).

Hymenaea courbaril

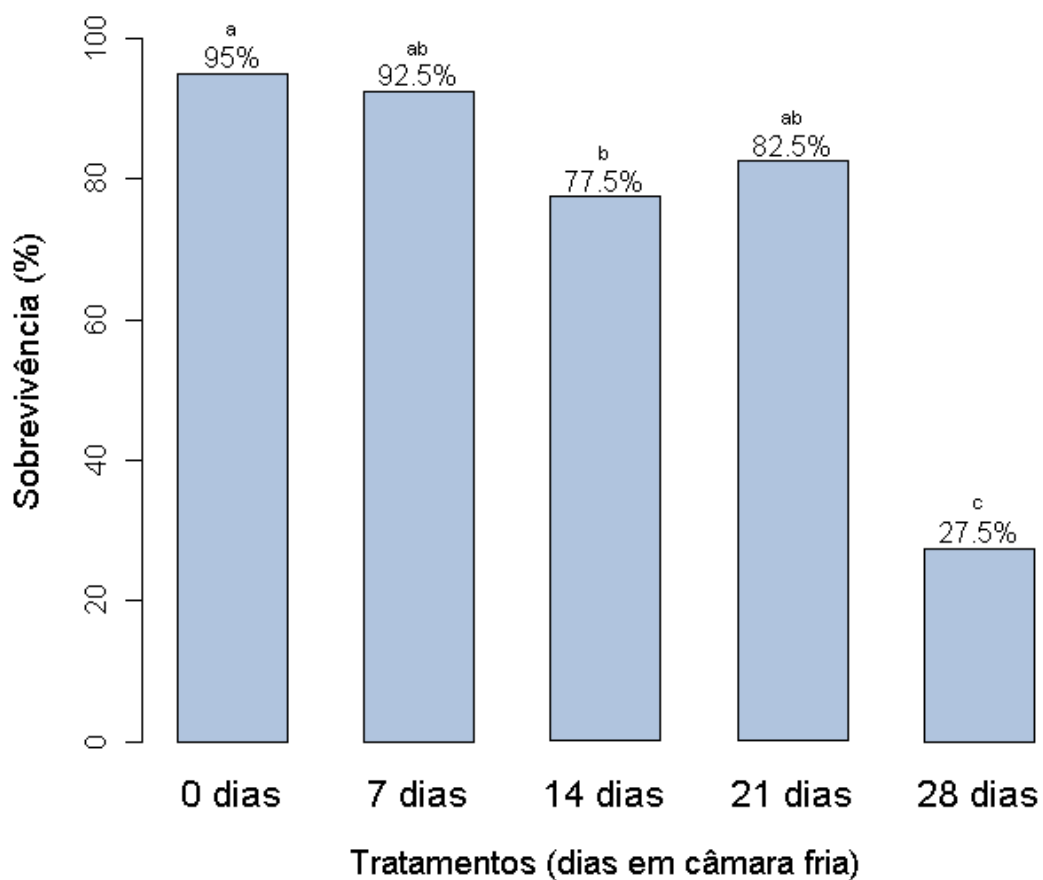


FIGURA 12. Gráfico de porcentagens de sobrevivência das plântulas da espécie *Hymenaea courbaril* submetidas ao tratamento de 0, 7, 14, 21 e 28 dias em câmara fria, após 60 dias que foram transplantadas para tubetes. Letras iguais, sobre as barras, indicam porcentagens de sobrevivência iguais, letras diferentes indicam porcentagens estatisticamente diferentes ($X^2 = 64.5333$, g.l.= 4, $P = 3.227e-13$).

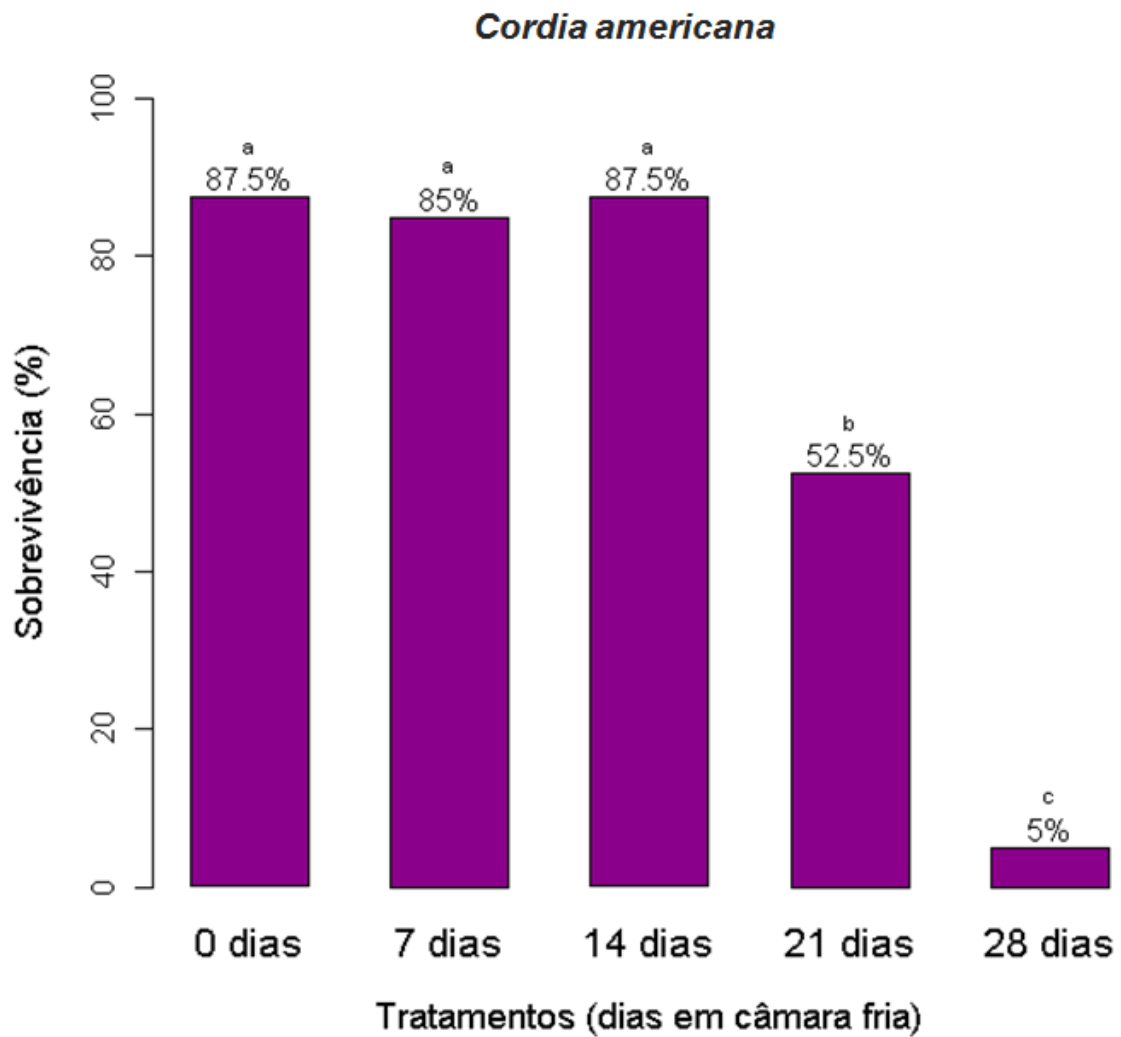


FIGURA 13. Gráfico de porcentagens de sobrevivência das plântulas da espécie *Cordia americana* submetidas ao tratamento de 0, 7, 14, 21 e 28 dias em câmara fria, após 60 dias que foram transplantadas para tubetes. Letras iguais, sobre as barras, indicam porcentagens de sobrevivência iguais, letras diferentes indicam porcentagens estatisticamente diferentes ($X^2 = 89.0087$, g.l. = 4, $P < 2.2e-16$).

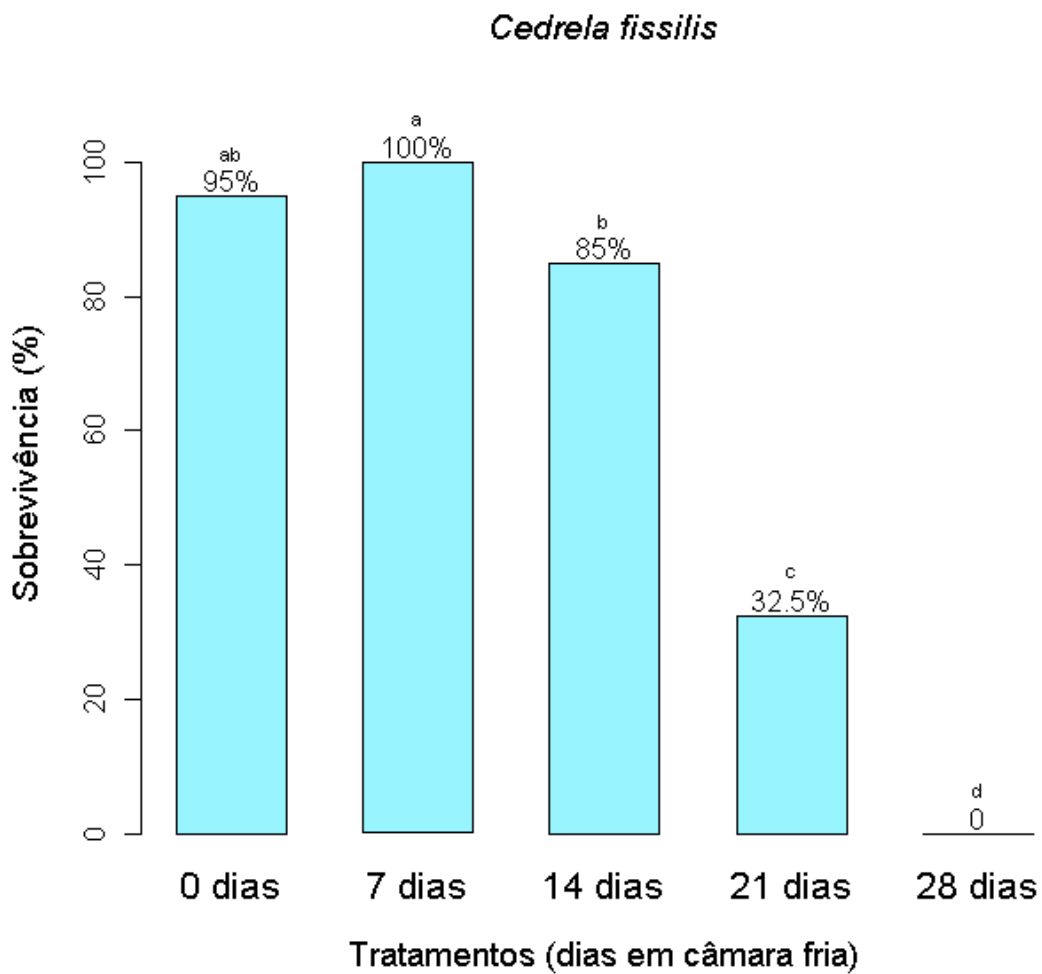


FIGURA 14. Gráfico de porcentagens de sobrevivência das plântulas da espécie *Cedrela fissilis* submetidas ao tratamento de 0, 7, 14, 21 e 28 dias em câmara fria, após 60 dias que foram transplantadas para tubetes. Letras iguais, sobre as barras, indicam porcentagens de sobrevivência iguais, letras diferentes indicam porcentagens estatisticamente diferentes ($X^2 = 132.6933$, g.l. = 4, $P < 2.2e-16$).

Heliocarpus popayanensis

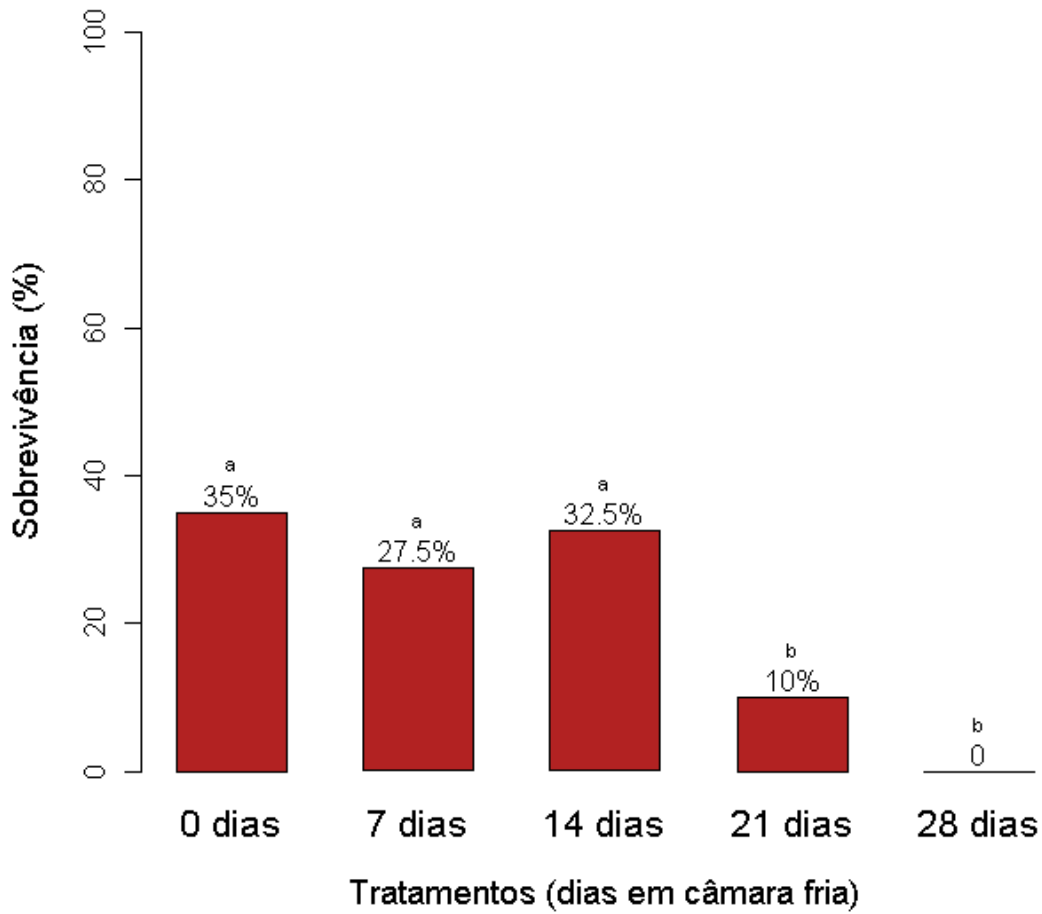


FIGURA 15. Gráfico de porcentagens de sobrevivência das plântulas da espécie *Heliocarpus popayanensis* submetidas ao tratamento de 0, 7, 14, 21 e 28 dias em câmara fria, após 60 dias que foram transplantadas para tubetes. Letras iguais, sobre as barras, indicam porcentagens de sobrevivência iguais, letras diferentes indicam porcentagens estatisticamente diferentes ($\chi^2 = 22.4834$, g.l. = 4, $P = 0.0001606$).

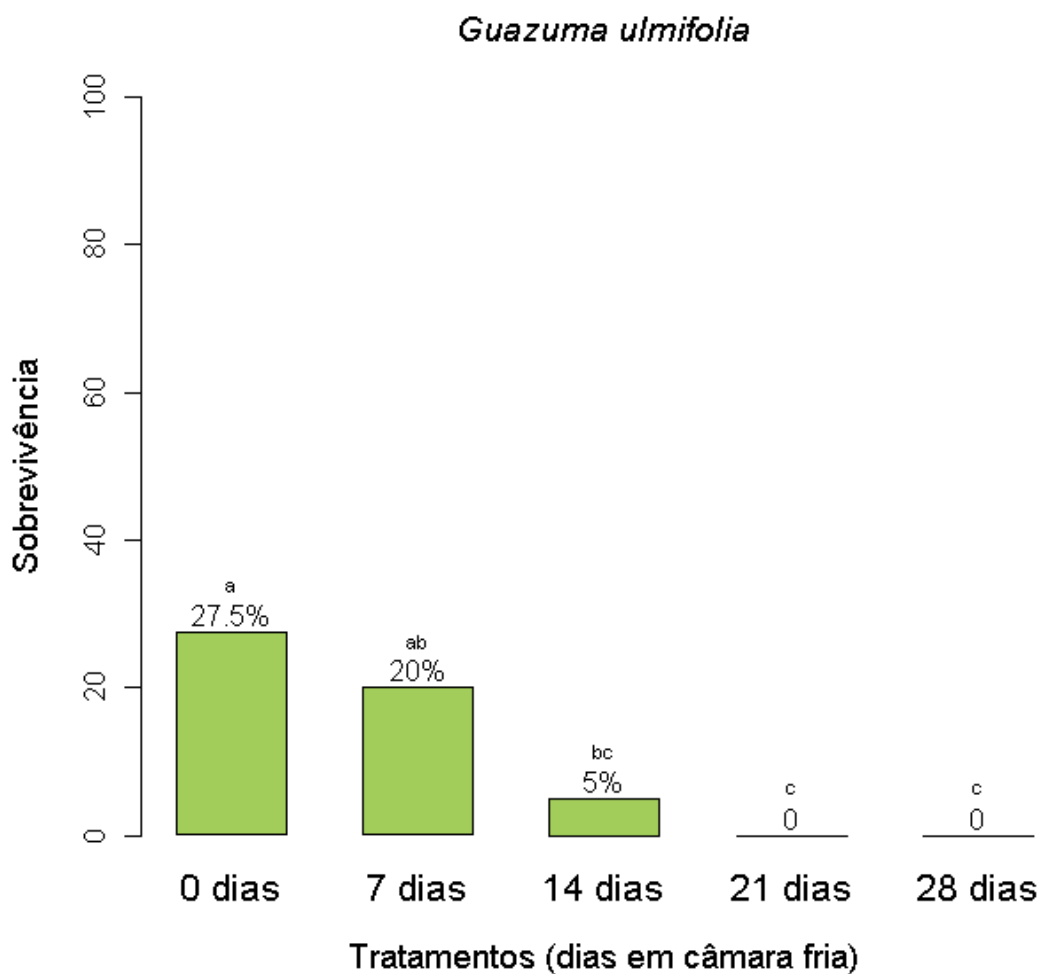


FIGURA 16. Gráfico de porcentagens de sobrevivência das plântulas da espécie *Guazuma ulmifolia* submetidas ao tratamento de 0, 7, 14, 21 e 28 dias em câmara fria, após 60 dias que foram transplantadas para tubetes. Letras iguais, sobre as barras, indicam porcentagens de sobrevivência iguais, letras diferentes indicam porcentagens estatisticamente diferentes ($X^2 = 26.8156$, g.l. = 4, $P = 2.166e-05$).

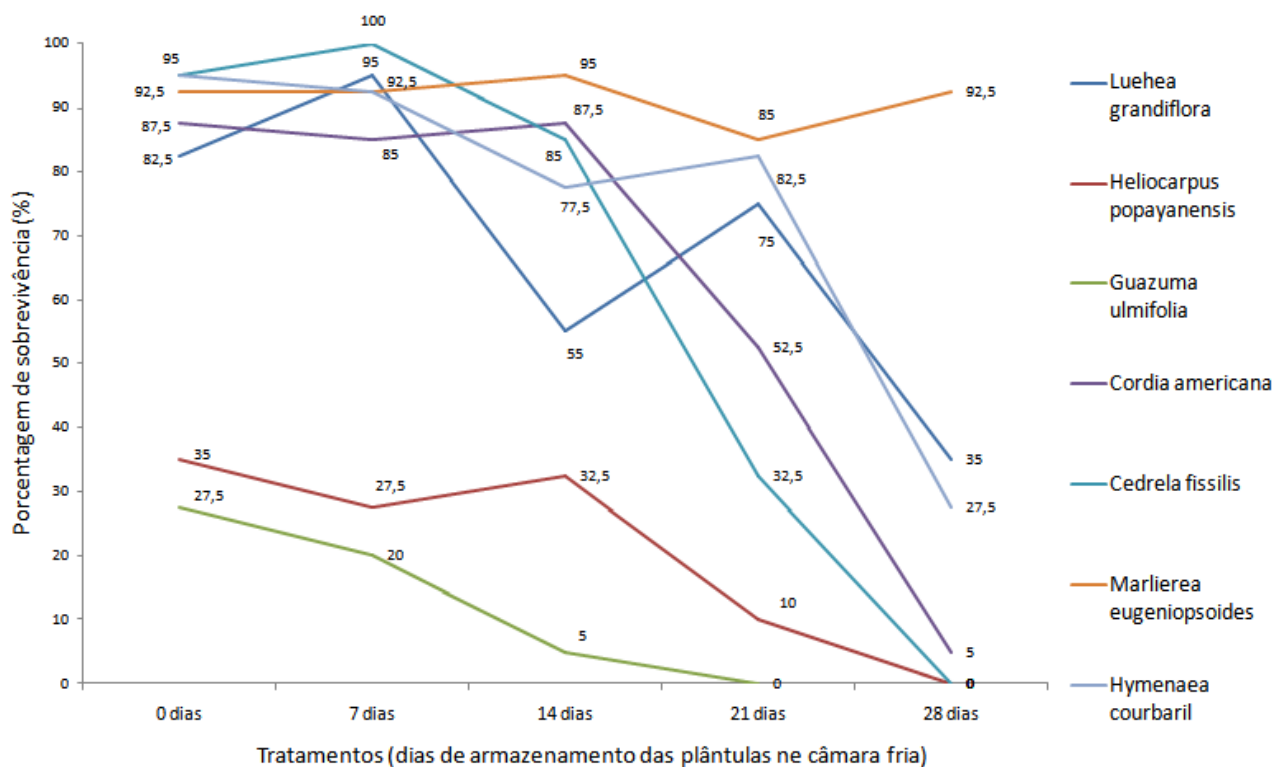


FIGURA 17. Gráfico com as porcentagens de sobrevivência das plântulas das sete espécies utilizadas no experimento, nos cinco tratamentos, após 60 dias que as plântulas foram transplantadas para tubetes.

Seis, das sete espécies, apresentaram diferenças significativas entre as porcentagens de sobrevivência entre os cinco tratamentos utilizados. Só a espécie *M. eugeniopsoides*, que não diferiu estatisticamente entre os tratamentos experimentados. Foi indiferente a quantidade de dias que as plântulas dessa espécie foram submetidas à câmara fria, os resultados de sobrevivência de todos os tratamentos à que essa espécie foi exposta apresentaram valores muito próximos.

A espécie *M. eugeniopsoides* apresentou um grande potencial para ser preservada em câmara fria, por 28 dias, por apresentar altas taxas de sobrevivência de plântulas submetidas à baixa temperatura. Entretanto, no experimento para verificar o crescimento das radículas das plântulas, apresentado anteriormente, essa espécie demonstrou que o crescimento de sua radícula não foi retardado quando mantida à baixa temperatura, por 14 dias, na câmara fria. O crescimento da radícula não diferiu entre os dois tratamentos, câmara fria e câmara germinadora (Figura 9).

Portanto a espécie *M. eugeniopsoides* apresenta um aspecto positivo e outro negativo para o armazenamento de suas plântulas sob baixa temperatura. O aspecto positivo é que mesmo tendo suas plântulas submetidas a 28 dias em câmara fria a taxa de sobrevivência foi muito alta. Já o aspecto negativo é que teste de retardamento de radícula apontam que o crescimento das radículas dessa espécie não tem seu crescimento retardado, fazendo com que suas radículas continuem desenvolvendo normalmente mesmo sob baixas temperaturas. Esse pode ser um fator negativo se fosse necessário armazenar as plântulas dessa espécie por mais de 21 dias, período em que observamos que as radículas tiveram um crescimento acentuado.

Caso o período de armazenamento seja muito extenso e o crescimento da radícula de uma espécie não seja influenciado pela baixa temperatura da câmara fria, as radículas vão se enrolando com as radículas de outras plântulas, o que aconteceu com o lote de indivíduos que permaneceram por 28 dias na câmara fria. Além do inconveniente de ter que separar cuidadosamente as radículas, estando essas muito compridas dificulta o plantio em tubetes e aumenta as chances das radículas serem danificadas no momento da repicagem nos tubetes.

Após 28 dias na câmara fria apenas a espécie *M. eugeniopsoides* possuía mais de 90% de plântulas sobreviventes (Figura 9). Essa alta porcentagem de sobrevivência ocorreu com apenas 1 em 7 espécies estudadas e que representa cerca de 14% da amostra inicial. Se expandirmos esse raciocínio e pensarmos no estado de São Paulo, que há cerca de 2.500 espécies arbóreas, e se 14% dessas espécies possuíssem o mesmo potencial de suportar armazenamentos em câmaras frias por longo tempo, teríamos mais de 300 espécies com esse potencial. Um número muito significativo para que mais estudos sobre a técnica de armazenamento de plantulas sob baixa temperatura sejam realizados.

Observando a Figura 17 podemos notar cinco padrões distintos de taxas de sobrevivência ao longo do tempo. No primeiro padrão a espécie *M. eugeniopsoides* apresenta uma taxa de sobrevivência estatisticamente constante, sem alteração da taxa de sobrevivência com o passar do tempo. O segundo padrão é representado pelas espécies *H. courbaril* e *L. grandiflora*, que iniciam com alta taxa de sobrevivência, que vai declinando com o passar do tempo e a taxa de mortalidade acelera acentuadamente com as plântulas que permaneceram 28 dias na câmara fria. O terceiro padrão é

composto pelas espécies *C. fissilis* e *C. americana*, em que as taxas de sobrevivência dessas espécies também iniciam altas, a exemplo do segundo padrão, entretanto há um declínio acentuado anteriormente, já nas plântulas que permaneceram 21 dias na câmara fria. No quarto padrão observamos a espécie *H. popayensis*, que já inicia com uma taxa de sobrevivência modesta, e essa taxa vai declinando constantemente. Já o último padrão, constituído pela espécie *G. ulmifolia*, já inicia com a taxa de sobrevivência mais baixa de todas, e essa taxa declina constantemente até atingir a mortalidade total já com as espécies tratadas por 21 dias.

Tendo em vista esses cinco padrões de taxa de sobrevivência *versus* tempo, podemos inferir que as espécies ideais, no quesito sobrevivência, para ser utilizada a técnica de armazenamento de plântulas em câmara fria, seria as espécies que teriam como curva de sobrevivência o primeiro padrão. Entretanto as espécies que apresentassem os padrões dois e três de sobrevivência também poderiam ser mantidas em uma câmara fria, mas observando que provavelmente o tempo de armazenamento à baixa temperatura não poderia ultrapassar duas ou três semanas, dependendo da espécie.

As espécies que apresentassem curva de sobrevivência parecida com o quarto padrão até poderiam ter suas plântulas armazenadas à baixas temperaturas, mas a um curto período de tempo, menos de 14 dias. E as espécies com sobrevivência similar ao padrão cinco, não seria viável o armazenamento em câmara fria.

A maioria das espécies estudadas (cinco espécies) obteve mais que 50% de sobrevivência após 14 dias armazenadas na câmara fria. A espécie *H. popayanensis* apresentou 32,5% de plântulas vivas após permanecer 14 dias na câmara fria e a espécie que menos suportou o ambiente da câmara fria foi a *G. ulmifolia*, com apenas 5% de plântulas vivas após 14 dias na câmara fria. O fato de essas duas espécies serem as únicas pioneiras entre as espécies estudadas pode ter influenciado as baixas taxas de sobrevivências que obtiveram, quando armazenadas na câmara fria. Por conta de serem pioneiras, dependentes de luz, e ficarem dias armazenadas em uma câmara fria e sem fonte de iluminação podemos supor que esse fator pode ter sido determinante para que a porcentagem de sobrevivência dessas plântulas caísse acintosamente após 14 ou 21 dias no escuro.

O retardo do crescimento de plântulas armazenadas em câmara fria parece ser eficaz com a maioria das espécies estudadas, principalmente até os 14 ou 21 dias de

armazenamento em câmara fria. As espécies *M. eugeniopsoides*, *H. courbaril* e *L. grandiflora* tiveram uma sobrevivência superior a 60% depois de submetidas há 21 dias em câmara fria e posteriormente plantadas em tubetes.

As espécies *M. eugeniopsoides* e *H. courbaril* embora tenham obtidos as maiores taxas de sobrevivência após 28 dias armazenadas na câmara fria são as espécies que não apresentaram diferenças significativas entre os crescimentos das radículas submetidas ou não a câmara fria. Já a espécie *M. eugeniopsoides* parece apresentar uma grande resistência à câmara fria, pois as radículas dessa espécie, quando submetidas ao armazenamento sob baixa temperatura, tiveram seu crescimento consideravelmente retardado, mas quando essas plântulas foram transplantadas para o viveiro, em condição de sombreamento, irrigação e temperatura variável, o crescimento ocorreu com baixa porcentagem de mortalidade, chegando a 92,5% de sobrevivência após ficarem 28 dias armazenadas em câmara fria.

Entre as sete espécies comparadas nesse experimento às duas que possuem maiores massas, as espécies *M. eugeniopsoides* e *H. courbaril*, são as que possuem maiores taxas de sobrevivência após suas plântulas permanecerem 21 dias na câmara fria. E essas mesmas duas espécies estão entre as três espécies que apresentaram maiores taxas de sobrevivência após 28 dias na câmara fria (Figura 17).

Assim como a massa da semente parece influenciar negativamente para o retardamento do crescimento das radículas das plântulas, há uma possível influencia da quantidade de reserva nutricional das sementes para a sobrevivência das plântulas. Demonstrando, assim a grande influencia da quantidade reserva energética das sementes para o crescimento e sobrevivência dessas espécies.

Podemos extrapolar os dados desse estudo para termos uma ideia da quantidade de mudas que teríamos se estivéssemos utilizados 1.000 sementes de cada espécie. Esse cálculo pode nos ajudar a decidir se usaríamos ou não uma determinada espécie e se caso usarmos quantos dias seria o ideal manter as plântulas dessa espécie armazenada sob baixa temperatura (Tabela 6).

TABELA 6. Simulação do aproveitamento final de mudas sobreviventes, com base nos resultados obtidos nesse experimento, extrapolando os resultados para a disponibilidade de 1.000 sementes de cada espécie.

Espécies	n° de sementes germinadas	n° de sobreviventes 0 dias	n° de sobreviventes 7 dias	n° de sobreviventes 14 dias	n° de sobreviventes 21 dias	n° de sobreviventes 28 dias
<i>Luehea grandiflora</i>	676	558	642	372	507	237
<i>Heliocarpus popayanensis</i>	294	103	81	96	29	0
<i>Guazuma ulmifolia</i>	287	79	57	14	0	0
<i>Cordia americana</i>	903	790	768	790	474	45
<i>Cedrela fissilis</i>	595	565	595	506	193	0
<i>Marlierea eugeniopsoides</i>	893	826	826	848	759	826
<i>Hymenaea courbaril</i>	474	450	438	367	391	130

Por exemplo, se estipularmos que se teríamos ao menos 50%, do total de sementes germinadas, de mudas sobreviventes ao armazenadas em câmara fria, já seria uma técnica aceitável, poderíamos usar as seguintes espécies: *M. eugeniopsoides* cujas plântulas ficaram armazenadas sob baixa temperatura por ao menos 28 dias; *L. grandiflora*, *C. americana* e *H. courbaril* por ao menos 21 dias; *C. americana* e *C. fissilis* armazenando-as por ao menos 14 dias em câmara fria.

Entretanto algumas espécies, como a *H. popayensis*, *G. ulmifolia* e *H. courbaril*, apesar de apresentarem resultados abaixo do esperado, mesmo sendo armazenadas por apenas sete dias à baixa temperatura, observamos que houveram indivíduos que permaneceram por 14 ou 21 dias na câmara fria e mesmo assim sobreviveram após plantados em tubetes.

Visando estabelecer algumas tendências, podemos propor uma tabela que reúna dados de germinação de sementes e sobrevivência de plântulas armazenadas à baixa temperatura. Podemos separar os resultados em três categorias, como: baixo aproveitamento de plântulas armazenadas em câmara fria (até 21%, 210 de 1.000 sementes germinadas), médio aproveitamento (de 21% a 49%) e alto aproveitamento (acima de 49% de sobrevivência após armazenamento à baixa temperatura). (Tabela 7).

TABELA 7. Estimativa de indivíduos vivos após cruzamento de informações de germinação com sobrevivência ao armazenamento de plântulas por 14 dias em câmara fria.

Sobrevivência após armazenamento em câmara fria por 14 dias			
Germinação	Baixa (< 30%)	Média (de 30 a 70%)	Alta (> 70%)
Baixa (< 30%)	Menos de 90 indivíduos (<i>G. ulmifolia</i>)	De 91 a 210 indivíduos (<i>H. popayanensis</i>)	De 211 a 300 indivíduos
Média (de 30 a 70%)	De 90 a 210 indivíduos	De 91 a 490 indivíduos (<i>L. grandiflora</i> e <i>H. courbaril</i>)	De 210 a 700 indivíduos (<i>C. fissilis</i>)
Alta (> 70%)	Mais de 210 indivíduos	De 210 a 490 indivíduos	Acima de 490 indivíduos (<i>C. americana</i> e <i>M. eugeniopsoides</i>)

Portanto se tivermos plântulas que poderiam ser retiradas de áreas que serão desmatadas legalmente e que no momento em que essas plântulas fossem coletadas tivéssemos algum impedimento de repicá-las em tubetes, como por exemplo, falta de tubetes disponíveis, falta de espaço no viveiro ou então mão-de-obra indisponível para transplante nesse momento, a técnica de armazenamento de plântulas em câmara fria seria muito útil por alguns dias ou semanas, até que os impedimentos do viveiro, para repicá-las em tubetes sejam sanados. Resaltando que a técnica de armazenar as plântulas em saquinhos com vermiculita umedecida em câmara fria não requer mão-de-obra especializada nem muito tempo. Mesmo que a maioria dos indivíduos não resista ao armazenamento em sob baixa temperatura, se ao final desse processo tivéssemos 40, 20 ou até mesmo 10 % de sobrevivência, isso seria melhor que nada. Lembrando que todas essas plântulas seriam exterminadas no processo de desmatamento legal. Esse pensamento se aplica principalmente se tratarmos de espécies de difícil propagação e consequentemente disponibilidade em viveiros.

Considerações gerais sobre a técnica de armazenamento de plântulas à baixas temperaturas

Entre os principais fatores limitantes da técnica do armazenamento de plântulas em câmara fria, destacamos: a disponibilidade de sementes ou plântulas resgatadas; impossibilidade ou extrema dificuldade para germinar as sementes de uma determinada espécie; o não retardamento do crescimento da radícula da plântula sob baixa temperatura; e altas taxas de mortalidade das plântulas quando submetidas a baixa temperaturas ou após repicadas em tubetes e indisponibilidade de uma câmara fria.

A disponibilidade de sementes, ou plântula resgatadas de áreas a serem desmatadas legalmente, é um dos fatores limitantes não só para o uso da técnica de armazenamento em câmara fria, mas também para a produção de mudas em geral. A obtenção de sementes de diversas espécies em quantidade suficiente para o plantio e produção de mudas é o primeiro, e um dos principais, fatores limitantes dos programas de restauração ecológica (FONSECA 2001; SANTARELLI 2004).

Há um déficit de sementes de espécies nativas com alta diversidade para uso na recuperação de áreas degradadas. A análise de 30 viveiros florestais do Estado de São Paulo revelou que cerca de 340 espécies arbóreas nativas são produzidas. A maioria desses viveiros, no entanto, concentrava sua produção em apenas 30 espécies, as quais são as prontamente disponíveis e com técnica de produção conhecida e por isso são as que predominam nos reflorestamentos (BARBOSA 2003). Isto ocorre em razão das dificuldades de obtenção de sementes nativas e da ausência de técnicas específica para produção de mudas de muitas das espécies nativas (SILVA 2003; ZAMITH 2004).

A baixa taxa de germinação de sementes pode estar associado à diversos fatores ligados a esse processo, tais como, dormência física e química, temperatura, luz, embebição de água, baixo vigor da espécie, entre outros fatores. Esses fatores podem se manifestar individualmente ou associados (BARBOSA, 1982). A luz é um fator importante para a germinação das sementes. Tanto a intensidade, o comprimento de onda quanto o fotoperíodo são variáveis conhecidas por exercerem efeito sobre a germinação de sementes que possuem dormência (COPELAND 2001).

Segundo Steckel (2004), temperaturas alternadas, em interação com a luz, é uma exigência necessária para a superação da dormência das sementes, fazendo com que as

germinem. Quando a condição ideal para a germinação de uma semente não é atingida, essa semente pode permanecer viva por um longo período.

A impermeabilidade do tegumento das sementes limita a germinação, mas por outro lado, aumenta a longevidade das sementes no solo e a persistência da semente nas áreas de cultivo. O rompimento do tegumento promove a superação desse tipo de dormência, mas pode levar à decomposição dos tecidos da semente pelo ataque por microrganismos (ROSS 2009).

Uma alternativa, principalmente para as espécies que apresentam dificuldades em germinar suas sementes, seja em laboratório ou viveiro, seria a utilização de plântulas resgatadas de áreas a serem desmatadas legalmente, já que não teríamos mais que nos preocupar com a germinação dessas sementes. Essas áreas apresentam um alto potencial para o uso do banco de plântulas (SANTOS 2011).

A ausência de retardamento do crescimento da radícula também pode ser um fato limitante para utilização da técnica em questão, principalmente se essas plântulas tiverem que permanecer por vários dias na câmara fria. Caso não haja um retardamento no crescimento da radícula da plântula, essa radícula, com o passar dos dias poderá se enovelar com as outras plântulas presentes no mesmo recipiente. Essas radículas bem desenvolvidas podem ser danificadas ao serem separadas uma das outras e também no processo de repicagem dessas plântulas nos tubetes. Entretanto mesmo não havendo o retardamento do crescimento das radículas é possível armazenar as plântulas em câmara fria por um menor período de tempo. Um tempo entre o período em que as radículas comecem a enovelar e o mínimo para que a técnica seja útil.

Outro fator limitante para a utilização da técnica seria a obtenção de uma câmara fria. Mas para viveiros de médio porte ter uma câmara fria pode ser um bom investimento, tanto para armazenar plântulas como sementes. O preço de uma câmara fria, ou geladeira industrial com capacidade para 2.140 litros, ou cerca de 4 m³ custa cerca de R\$ 8.000,00. Como cada saco médio, com 0,01 m³ (30 x 30 x 10 cm), dá para armazenar cerca de 100 plântulas, uma câmara com o porte descrito daria para armazenar cerca de 4.000 plântulas (400 sacos) ao mesmo tempo. Essa é uma quantidade aproximada, observando principalmente a amplitude dos volumes das sementes de diferentes espécies.

Dependendo do volume de plântulas a serem armazenadas sob baixa temperatura, cremos que até uma geladeira doméstica daria para preservar, sob baixas temperaturas, cerca de 500 plântulas (50 sacos). Um termómetro seria necessário para regular a temperatura dessa câmara fria. Experimentos poderiam comprovar a eficácia de geladeiras domésticas na preservação de plântulas.

Espécies que não suportam armazenamento sob baixas temperaturas também seria um fator limitante para essa técnica. Altas taxas de mortalidade de plântulas ou mudas, já transplantadas em tubetes, inviabilizaria a utilização dessa técnica. Um fator muito importante a ser observado seria a condição de luminosidade da câmara fria, pois esse fator pode estar diretamente relacionado às mortalidade de plântulas submetidas a câmara fria. Principalmente se levarmos em consideração espécies pioneiras dependentes de luz. Supomos que as baixas taxas de sobrevivências apresentadas pelas espécies *H. popayanensis* e *G. ulmifolia*, que são as únicas espécies pioneiras desse estudo, pode ter sido influenciadas pela ausência de iluminação na câmara fria. Contudo, novos estudos devem ser realizados utilizando câmaras frias com diferentes períodos de iluminação.

A falta de mão-de-obra também pode ser um empecilho para a execução dessa técnica, pelo fato do processo do acondicionamento e armazenamento das plântulas em sacos bem fechado em câmara fria e posteriormente transplantar essas plântulas em tubetes demanda certo tempo. Entretanto não vemos a mão-de-obra como um fator limitante já que essa variável não requer de recursos humano especializado.

Apesar de termos utilizado uma câmara de germinação nesse estudo, não vemos esse equipamento como um fator limitante, pois as sementes independem do germinador para germinarem. Talvez não com a mesma rapidez e regularidade, mas isso não seria um fator limitante para a técnica de armazenamento de plântulas sob baixas temperaturas. A maioria dos viveiros não possui um germinador. Em substituição desse equipamento, as sementes vão para “calhetões” de areia, para as sementeiras ou então direto para os tubetes.

A fim de sistematizar uma avaliação para se usar a técnica de retardamento do crescimento de plântulas em câmara fria, a tabela a seguir (Tabela 8) avalia os parâmetros a serem observados para a utilização da técnica de armazenamento de plântulas sob baixa temperatura como viáveis e inviáveis. Essa tabela também pode

servir como um roteiro para analisar os resultados de testes com outras espécies em que haveria a necessidade de verificar se são viáveis para tal técnica.

TABELA 8. Parâmetros a serem observados para a utilização da técnica de armazenamento de plântulas sob baixa temperatura.

Parâmetros	Viável	Inviável
Inibição da germinação		X
Germinação normal, lenta ou irregular	X	
Espécie com semente dormente, mas possibilita quebra da dormência	X	
Espécie que suporta armazenamento em câmara fria	≥ 7 dias	< 7 dias
Espécie sem retardamento no crescimento da radícula		X
Espécie com retardamento médio do crescimento das radículas de plântulas armazenadas em câmara fria, em relação ao crescimento em ambiente normal, no mínimo 30%	X	
Excesso do retardamento na radícula (sem crescimento)		X
Taxa de sobrevivência pós transplante após 60 dias	≥ 70%	< 70%
Taxa de crescimento radicular pós transplante após 60 dias	≥ 100%	< 100%
Taxa de crescimento da parte aérea pós transplante após 60 dias	≥ 100%	< 100%

O valor de 30% de retardamento do crescimento das radículas das plântulas utilizado na tabela anterior foi estabelecido como sugestão. Esse valor está entre as porcentagens obtidas pela espécie *C. americana* (45%), que apresentou o menor percentual de retardamento significativo e *M. eugeniopsoides* (10%), que não apresentou diferença significativa do crescimento das radículas mantidas na câmara fria quando comparadas com o crescimento das radículas que permaneceram no germinador (Tabela 5).

A sequência metodológica utilizada nesse estudo foi: Semente – germinador – plântulas - câmara fria/retardamento – tubete – campo.

Entretanto há outras possibilidades a serem testada a fim de se verificar a possibilidade e eficácia do retardamento de plântulas à baixa temperatura, tais como:

- 1) Semente – germinador – plântula – câmara fria/retardamento – campo;

- 2) Semente – sementeira – plântula – câmara fria/retardamento – tubete – campo;
- 3) Semente – sementeira – plântula – câmara fria/retardamento – campo;
- 4) Plântula resgatada de área a ser legalmente desmatada – câmara fria/retardamento – tubete – campo;
- 5) Plântula resgatada de área a ser legalmente desmatada – câmara fria/retardamento – campo. Essas são algumas sugestões de possibilidades a ser testadas.

Considerações finais

Por meio desses experimentos avaliamos que em condição de câmara fria é possível retardar o crescimento das radículas de plântulas.

A sobrevivência associada ao retardamento do crescimento das plântulas se estendeu por 28 dias para a espécie *M. eugeniopsoides* e 21 dias para as espécies *H. courbaril* e *L. grandiflora*. Todavia algumas espécies poderiam até se estender por mais tempo.

As espécies que possuem maiores massas de semente, como *M. eugeniopsoides* e *H. courbaril*, parecem ser mais tolerantes ao retardamento do crescimento das radículas quando as plântulas são submetidas à 14 dias de baixas temperaturas em câmara fria. Entretanto maiores estudos devem ser realizados para comprovarem o observado. Talvez a temperatura da câmara fria que utilizamos nesse experimento, 15 °C, não tenha sido suficiente para retardar o desenvolvimento das radículas dessas espécies. Novos estudos com armazenamento sob menores temperaturas, como 10 ou 15 °C, talvez possam comprovar essa suposição,

As espécies com maiores massas tiveram maiores taxas de sobrevivência após suas plântulas serem submetidas a baixas temperaturas na câmara fria.

A partir desse estudo podemos concluir que é viável usar o retardamento do crescimento de plântulas, por meio de baixas temperaturas, com a possibilidade de acumular no viveiro diferentes espécies para serem colocadas no campo conjuntamente, otimizando-se assim a produção de mudas de um viveiro, ou realizar a transferência dessas plântulas diretamente para o campo, variando bastante, no entanto, a possibilidade de se manter diferentes espécies sob o efeito de baixas temperaturas.

As plântulas das espécies *M. eugeniopsoides*, *C. americana*, *C. fissilis* e *H. courbaril* submetidas ao tratamento de retardamento do crescimento em câmara fria tiveram, posteriormente, um crescimento, em viveiro, equivalente ao de plântulas não tratadas, se considerarmos 14 dias em câmara fria.

Não foi possível verificar se as plântulas submetidas à baixa temperatura teriam um crescimento no campo equivalente ao de plântulas não tratadas, pois todas as plântulas armazenadas na câmara fria e plantadas no campo (em média 24 plântulas de cada espécie) morreram após 42 dias após serem transplantadas. Uma possível causa da mortalidade total das plântulas transplantadas no campo seria a estiagem e forte calor que ocorreu nas duas semanas seguinte a esse plantio (outubro de 2012).

Recomendamos superar a dormência da *H. courbaril* com escarificação mecânica, pois o método de superação de dormência que realizamos, 8 minutos em água a 70°C não foi tão efetivo conforme esperado. A taxa de germinação dessa espécie foi abaixo do esperado, 47,4%. Uma possível explicação para o baixo índice de germinação também pode ser por conta do tempo em que essas sementes estavam armazenadas no viveiro. Várias sementes apresentavam aparência de velha ou levemente murchas.

As sementes das espécies *Nectandra nitidula* Nees. e *Cupania vernalis* Camb. também foram utilizadas no experimento, mas provavelmente estavam inviáveis, por isso nenhuma semente germinou. Ao comparar o grau de umidade dessas sementes, 11,51% e 11,16%, respectivamente, verificou-se que eram inferiores aos dos experimentos de DAVIDE (2003), onde o grau de umidade obtida da espécie *N. nitidula* foi de 38,3%, ou seja, mais que o triplo do grau de umidade das sementes utilizadas nesse estudo. Já Vieira (2008) obteve graus de umidade nas sementes de *C. vernalis* superiores a 40% de umidade, demonstrando que provavelmente o tempo e/ou o tipo de armazenamento não foi o ideal para essas espécies. Em todas as porcentagens de umidade das sementes aqui reatadas foram obtidas pela mesma metodologia desse estudo.

Referencias bibliográficas

- ABUQUERQUE, M.C.F.; RODRIGUES, T.J.D.; MINOHARA, L.; TEBALDI, N.D.; SILVA, L.M.M. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de saguaragi (*Colubrina glandulosa* Perk)-Rhamanaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n.2, 1998, p.346-349.
- AGUIAR, F.F.A. & BARBOSA, J.M. Estudo de conservação e longevidade de sementes de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.). **Ecossistema**, v. 10, 1985, p.145-50.
- ALBUQUERQUE, M.C.F.; COELHO, M.F.B.; ALBRECHT, J.M.F. Germinação de sementes de espécies medicinais do Cerrado. In: COELHO, M.F.B. et al. Diversos olhares em etnobiologia, etnoecologia e plantas medicinais. Cuiabá: **UNICEN Publicações**, 2003, p. 157-181.
- ALMEIDA, F. de A.C.; MORAIS, A.M.; CARVALHO, J.M.F.C.; GOUVEIA, J.P.G. de. Crioconservação de sementes de mamona das variedades nordestina e pernambucana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.2, 2002, p.295-302.
- ALVARENGA A. P. **Avaliação Inicial da Recuperação de Mata Ciliar em Nascentes**. 2004. 175p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), UFLA - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- ANDRADE, A.C.S. & PEREIRA, T.S. Comportamento de armazenamento de sementes de palmitero (*Euterpe edulis* Mart.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, 1997, p. 987-991.
- ANDRADE, A.C.S.; SOUZA, A.F.; RAMOS, F.N.; PEREIRA, T.S.; CRUZ, A.P.M. Germinação de sementes de jenipapo: temperatura, substrato e morfologia no crescimento pós-seminal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 3, 2000, p. 609-615.
- ANGELI, A. **Identificação de Espécies Florestais: *Cedrela fissilis* (cedro IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais))**, Piracicaba, 21 nov. 2005. Acesso em: 12 jan 2012. Online. Disponível em: < <http://www.ipef.br> >.
- BARBEDO, C.J.; BILIA, D.A.C.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C.L. Tolerância à dessecação e armazenamento de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil), espécie da Mata Atlântica. **Revista Brasil. Bot.**, v.25, n.4, 2002, p.431-439.
- BARBOSA, J.M. Germinação de sementes de sete essências nativas. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v.16, n.1, 1982, p.322-327.
- BARBOSA, L.M. Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares. In: RODRIGUES R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Eds.). **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. 3 ed. São Paulo: EDUSP, 2000, p. 289-312.
- BARBOSA, L.M.; BARBOSA, J.M.; BARBOSA, K.C.; POTOMATI, A.; MARTINS, S.E.; ASPERTI, L.M.; MELO, A.C.G.; CARRASCO, P.G.; CASTANHEIRA,

- S.A.; PILIACKAS, J.M.; CONTIERI, W.A.; MATTIOLI, D.S.; GUEDES, D.C.; SANTOS JÚNIOR, N.; SILVA, P.M.S.; PLAZA, A.P. Recuperação florestal com espécies nativas no Estado de São Paulo: pesquisas apontam mudanças necessárias. (Eds). **Florestar Estatístico**, v.6, 2003, p.28-34.
- BARNETT, J.P.; BAKER, J.B. Regeneration methods. In: DURYELA, M.L.; DOUGHERTY, P.M.; **Forest Regeneration Manual**. Kluwer Academic. Dordrecht, 1991, p. 35-50.
- BASS, L.N. Physiological and other aspects of seed preservation. In: RUBENSTEIN, I.; PHILLIPS, R.L.; GREEN, C.E.; GENGENBACH, B.G. The plant seed: development, preservation and germination. New York: **Academic Press**, 1979, p.145-170.
- BEWLEY, D.D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of Development and Germination**. New York, Plenum, 1994, p.467.
- BILIA, D.A.C., MARCOS-FILHO, J. & NOVEMBRE, A.D.C.L. Desiccation tolerance and seed storability of *Inga uruguensis* (Hook. et Arn.). **Seed Science and Technology**, v. 27, 1999, p.77-89.
- BLIGNAUT, J.; AARDE, R.V. Restoring a communal savanna in South Africa. In: CLEWELL, A.F.; ARONSON, J.; **Ecological Restoration: Principles, Values, and Structure of an Emerging Profession**. Washington, Island Press, 2007, p. 99-103.
- BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PINÃ-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993, p. 83-135.
- BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C. **Métodos Silviculturais para Recuperação de Nascentes e Recomposição de Matas Ciliares**. Simpósio nacional sobre recuperação de áreas degradadas: água e biodiversidade. Anais, Belo Horizonte, 2002. p. 123-145.
- BOTELHO, S.A.; FARIA, J.M.R.; FURTINI NETO, A.E.; RESENDE, A.V. **Implantação de Floresta de proteção**. Universidade Federal de Lavras/FAEPE, 2001, 81p.
- BRANCALION, P.H.S.; NOVEMBRE, A.D.L.C.; RODRIGUES, R.R.; CHAMMA, H.M.C.P. Efeito da luz e de diferentes temperaturas na germinação de sementes de *Heliocarpus popayanensis* L1. **Revista Árvore**. vol.32, n.2, 2008, p. 225-232.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- CAMARGO, J.L.; FERRAZ, I.D.; IMAKAWA, A.M. Rehabilitation of degraded areas of central Amazonia using direct sowing of forest tree seeds. **Restoration Ecology**, v.10, issue 4, 2002, p. 636–644.
- CARVALHO, P.E.R. Guajuvira – *Patagonula americana*. Colombo, PR. **Circular Técnica**, 97, 2004, 10 p.

- CARVALHO, P.E.R. Mutamba - *Guazuma ulmifolia*. Colombo, PR. **Circular Técnica**, 141, 2007, 13 p.
- CGIAR (Consultive Group on International Agricultural Research) **People and plants: the development agenda**. Rome, IBPGR, 1993.
- CHAZDON, R. Beyond deforestation: Restoring forests and ecosystem services on degraded lands. **Science**, v.320, 2008, p.1458–1459.
- CHIN, H.F., KRISHNAPILLAY, B. & STANWOOD, P.C. Seed moisture: recalcitrant vs. orthodox seeds. In Seed moisture (P.C. Stanwood & M.B. McDonald, eds.). **Crop Science Society of America**, Madison, 1989, p.15-22.
- COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. Principles of seed science and technology. 4.ed. Boston, MA: **Kluwer Academic Publishers**, 2001. 467p.
- COUTTS, M.P. Root architecture and tree stability. **Plant and Soil**, v.71, p.171-188, 1983.
- DEFAVARI, G. R. ; MORO, G. ; TALORA, D. C. . Comparação de Velocidade de Germinação e Armazenamento de *Hymenaea courba* L. In: **XVI Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo**, Anais do XVI Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- DURIGAN, G.; FIGLIOLIA, M.B.; KAWABATA, M.; GARRIDO, M.A.O.; BAITELLO, J.B. **Sementes e Mudanças de Árvores Tropicais**. 2.ed. São Paulo: Páginas & Letras, 2002. p.22.
- DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J.C.B. Recomposição de matas ciliares. São Paulo: **Instituto Florestal**, (IF. Série Registros, 4), 1990, 14p.
- ENGEL, V.L.; PARROTA, J.A.; O crescimento do conceito de restauração ecológica. In: KAGEYMA, P.Y.; OLIVEIRA, R.E.; MORAES, L.F.D.; ENGEL, V.L.; GANDARA, F.B. (Org.) **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu, FEPAF, 2003, p. 1-26.
- FERREIRA, R.A.; DAVIDE, A. C.; BEARZOTI, E.; MOTTA, M.S. Semeadura direta com espécies arbóreas para recuperação de ecossistemas florestais. **Cerne**. Lavras, v. 13, jul/set 2007, p. 271-279.
- FERRETTI, A. R.; KAGEYAMA, P. Y.; ÁRBOCZ, G. de F.; SANTOS, J. D. dos; BARROS, M. I. A. de; LORZA, R. F.; OLIVEIRA, C. de. Classificação das espécies arbóreas em grupos ecológicos para revegetação com nativas no Estado de São Paulo. **Florestar Estatístico**, São Paulo, v. 3, n. 7, 1995, p. 73-84.
- FONSECA, C.E.L da; RIBEIRO, J.F.; SOUZA, C.C. de; REZENDE, R.P.; BALBINO, V.K. Recuperação da vegetação de matas de galeria: estudos de caso no Distrito Federal e entorno. In: RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C.E.L. da; SOUZA-SILVA, J.C. (Eds). **Caracterização e Recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001, p.815-870.
- FONSECA, S.C.L. e FREIRE, H.B. Sementes recalcitrantes: Problemas na pós-colheita. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, 2003, p.297-303.

- FRANCO, A.A. CAMPELLO, E.F.; SILVA, E.M.R.; FARIA, S. M. **Revegetação de Solos Degradados**. Embrapa, Brasília, 1992.
- FUJIKAWA, S. Freeze-fracture and etching studies on membrane damage on human erythrocytes caused by formation of intracellular ice. **Cryobiology**, Espanha, v.17, 1980, p.351-362.
- GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R. Metodologias de restauração florestal. In: Fundação Cargill (Coord.). **Manejo Ambiental e Restauração de Áreas Degradadas**. Fundação Cargill, São Paulo, 2007, p. 109-143.
- GENTIL, D.F.O.; FERREIRA, S.A.N. Viabilidade e superação da dormência em sementes de araçá-boi. **Acta Amazonica**, Manaus, v.29, n.1, 1999, p.21-31.
- GOTELLI, N.J.; ELLISON, A.M. **Princípios de estatística em ecologia**. Tradução de Fabrício Beggiano Baccaro et al. 1ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2011, 528 p.
- GREEN, P.T.; JUNIPER, P.A. Seed–seedling allometry in tropical rain forest trees: seed mass-related patterns of resource allocation and the ‘reserve effect’. **Journal of Ecology**, v. 92, 2004, p. 397-408.
- HOLL, K.D.; AIDE, T.M. When and where to actively restore ecosystems? **Forest Ecology and Management**, v. 261, 2011, p. 1558–1563.
- HÜTTL, R.F.; WEBER, E. Forest ecosystem development in post-mining landscapes: a case study of the lusatian lignite district. **Naturwissenschaften**, v. 88, n. 8, Berlin, 2001, p. 322-329.
- ISERNHAGEN, I.; **Uso de Semeadura Direta de Espécies Arbóreas Nativas para Restauração Florestal de Áreas Agrícolas, Sudeste do Brasil**. 2010. 105 p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
- KAGEYAMA, P.; GANDARA, F.B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (EdS.). **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. EDUSP: São Paulo, 2000. cap. 15.2, p. 249-269.
- KARTHA, K.K. Meristem culture and germplasm preservation. In: Kartha, K.K. ed. **Cryopreservation of plant cells and organs**. Boca Raton, CRC Press, 1985. p. 115-134.
- KIDSON, R.; Westoby, M. Seed mass and seedling dimensions in relation to seedling establishment. **Oecologia**, v. 125, 2000, p. 11-17.
- KING, M.W. & ROBERTS, E.H. The imbibed storage of cocoa (*Theobroma cacao*) seeds. **Seed Science and Technology**, v. 10, 1982, 535-540.
- LACERDA, D.M.A.; FIGUEIREDO, P.S. Restauração de matas ciliares do rio Mearim no município de Barra do Corda – MA. **Seleção de Espécies e Comparação de Metodologias de Reflorestamento**. Acta Amaz., v. 39, n. 4, p. 295-304, 2009.
- LAMB, D.; ERSKINE, P.D.; PARROTTA, J.A.; Restoration of Degraded Tropical Forest Landscapes. **Science**, Vol. 310, 2005, p. 1628-1632.

- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. (2ªed.). Instituto Plantarum, Nova Odessa, v.2, 2002, 384p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. (4ªed.). Instituto Plantarum, Nova Odessa, v.1, 2002.
- MEDEIROS, A.C.; ZANON, A. Efeito do substrato e temperatura na germinação de sementes de branquilha (*Sebastiania commersoniana*). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n.36, 1998, p.21-28.
- NORMAH, M.N., RAMIYA, S.D. & GINTANGGA, M. Desiccation sensitivity of recalcitrant seeds – a study on tropical fruit species. **Seed Science Research**, v. 7, 1997, p.179-183.
- PAIVA, D.Q.; GARCIA, Q.S. Germinação de sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. (Sterculiaceae). In: **Congresso Nacional de Botânica**, 50, 1999, Blumenau. Programas e Resumos. Blumenau: Sociedade Botânica do Brasil / Universidade Regional de Blumenau, 1999. p.130.
- PALMER, M.A.; FALK, D.A.; ZEDLER, J.B. Ecological Theory and Restoration Ecology. In: FALK, D.A.; PALMER, M.A.; ZEDLER, J.B. (Eds.) **Foundations of Restoration Ecology**. Washington, Island Press, 2006, chap. 1, p. 1-11.
- PAOLI, A.A.S. Estudo morfo-anatômico do desenvolvimento de frutos, sementes e plântulas de *Luehea grandiflora* MART. & ZUCC. (TILIACEAE). **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 14, n° 1, 1992, p. 21-29.
- PEREIRA, T.S.; ANDRADE, C.S. Germinação de *Psidium guajava* L. e *Passiflora edulis* Sims- Efeito da temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.1, 1994, p.58-62,.
- PISICCHIO, A.M.; Bianchini, E.; Pimenta, J.A.; Sert, M.A.; Davanso-Fabro, V.M.; Medri, M.E. *Heliocarpus popayanensis* Kunth (Malvaceae) tolera a hipoxia do substrato? **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. Maringá, v. 32, n. 2, 2010, p. 201-209.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: [s.n.], 1985, 289p.
- REIS, G.G.; REIS, M. G. F.; MAESTRI, M.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. M. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**, v.13, n.1, 1989, p.1-18.
- ROBNS, A. Tiliaceae. Flora de Panamá – Parte VI. **Annals of The Mississippi Botanical Garden**, v.51, n.1/4, 1964, p.1-35.
- RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para recuperação Florestas Ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (EdS.). **Matas Ciliar Conservação e Recuperação**. 3 ed, São Paulo, EDUSP, 2000, cap. 15.1, p. 235-247.
- RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G.; ARSON, J.; BARRETO, T.E.; VIDAL, C.Y.; BRANCALION, P.H.S. Large-scale ecological restoration of high-diversity tropical forests in SE Brazil. **Forest Ecology and Management**, V.261, 2011, p. 1605–1613.

- RODRIGUES, R.R.; LIMA, L.A.F.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**. V. 142, 2009, p. 1242–1251.
- ROSARIO, A.S.; SECCO, R.S. Sinopse das espécies de *Marlierea Cambess.* (Myrtaceae) na Amazônia brasileira. **Acta Amazonica** vol.36, n.1, 2006, pp. 37-51.
- ROSS, M.A.; LEMBI, C.A. Applied weed science. Columbus: **Pearson Prentice Hall**: New Jersey, 2009, 561p.
- ROSSI, T. **Identificação de Espécies Florestais: *Hymenaea courbaril* var. *stignocarpa* (Jatobá)**. IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais), Piracicaba, 22.07.2008. Acesso em: 12 jan 2012. Online. Disponível em: <<http://www.ipef.br>>.
- SANTARELLI, E.G. Produção de mudas de espécies nativas. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Ed.). **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. 3.ed. São Paulo: Edusp/Fapesp, 2004. p.313-318.
- SANTOS, M.B. **Enriquecimento de uma Floresta em Restauração Através da Transferência de Plântulas da Regeneração Natural e da Introdução de Plântulas e Mudas**. 2011. 115 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- 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**, v. 22, n. 1, 2000, p. 120-126.
- SENGUPTA, M. Reclamation and revegetation of mined land. In: SENGUPTA, M. **Environmental Impacts of Mining: Monitoring, Restoration and Control**. Lewis Publishers.1993, chap 3, p. 103-120.
- SILVA, B.M.S.; CARVALHO, N.M. Efeitos do estresse hídrico sobre o desempenho germinativo da semente de faveira (*Clitoria fairchildiana* R.A. Howard. – Fabaceae) de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, 2008, P. 55-65.
- SILVA, C.V.; BILIA, D.A.C.; MALUF, A.M.; BARBEDO, C.J. Fracionamento e germinação de sementes de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess. - Myrtaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, 2003, p.213-221.
- SILVA, V.P.; COSTA, R.B.; NOGUEIRA, A.C.; ALBRECHT, J.M.F. Influência da temperatura e luz na germinação de sementes de cambará (*Vochysia haenkiana* Mart.). **Revista Agricultura Tropical**, Cuiabá, v.4, n.1, 2000, p.99-108.
- SOBRAL, M. A. **Família Myrtaceae no Rio Grande do Sul**. 1st edition. **UNISINOS**, São Leopoldo , Brazil, 2003.
- STECKEL, L.E.; SPRAGUE, C.L.; STOLLER, E.W.; WAX, L.M. Temperature effects on germination of nine *Amaranthus* species. **Weed Science**, v.52, n.2, 2004, p.217-221.

- SUNILKUMAR, K.K. & SUDHAKARA, K. Effect of temperature, media and fungicide on the storage behaviour of *Hopea parviflora* seeds. **Seed Science and Technology**, v. 26, 1998, p.781-797.
- VACCARO, S.; LONGHI, S.J.; BRENA, D.A. Aspectos da composição florística e categorias sucessionais do estrato arbóreo de três subseres de uma floresta estacional decidual, no Município de Santa Tereza - RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.9, n.1, 1999, p.1-18.
- VALERI, S. V.; SILVA, M. L.; PAULA, R. C.; FONSECA, É. P. Efeitos de componentes de substratos na produção de mudas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). In: **Congresso e Exposição Internacional sobre Florestas 6**, 2000, Porto Seguro. Resumos Técnicos. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, 2000, p. 119-120.
- VALOIS, A.C.C. Biodiversidade, biotecnologia e propriedade intelectual (um depoimento). **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v.15, n.especial, 1998, p.21-31.
- VIEIRA, D.L.M.; SCARIOT, A. Principles of natural regeneration of tropical dry forests for restoration. **Restoration Ecology**, Malden, v. 14, 2006, p. 11-20.
- WINSA, H.; BERGSTEN, U. Direct seeding of *Pinussylvestris* using microsite preparation and invigorated seed lots of different quality: 2-year results. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 24, 1994, p. 77-86.
- YOUNG, T.P.; PETERSEN, D.A.; CLARY, J.J. The ecology of restoration: Historical links, emerging issues and unexplored realms. **Ecology Letters**, Oxford, v. 8, n. 6, 2005, p. 662-263.
- ZAMITH, L.R.; SCARANO, F.R. Produção de mudas de espécies das Restingas do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.18, 2004, p.161-176.