

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

Programa de Pós-Graduação em Ciências de Florestas Tropicais

**CONDICIONAMENTO DE SEMENTES FLORESTAIS VISANDO A
RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA EXPLORAÇÃO
PETROLÍFERA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

GEÂNGELO PETENE CALVI

MANAUS/AMAZONAS
OUTUBRO/2008

GEÂNGELO PETENE CALVI

**CONDICIONAMENTO DE SEMENTES FLORESTAIS VISANDO A
RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA EXPLORAÇÃO
PETROLÍFERA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

ORIENTADOR: Dr. GIL VIEIRA

CO-ORIENTADORA: Dra. ISOLDE DOROTHEA KOSSMANN FERRAZ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências de Florestas Tropicais, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS DE FLORESTAS TROPICAIS, área de concentração em SILVICULTURA TROPICAL.

MANAUS/AMAZONAS
OUTUBRO/2008

C168

Calvi, Geângelo Petene

Condicionamento de sementes florestais visando a recuperação de áreas degradadas pela exploração petrolífera na Amazônia brasileira / Geângelo Petene Calvi .--- Manaus : [s.n.], 2008. x, 85 f. : il. (algumas color.)

Dissertação (mestrado)-- INPA/UFAM, Manaus, 2008

Orientador: Gil Vieira

Co-orientador: Isolde Dorothea K. Ferraz

Área de concentração: Ciências de Florestas Tropicais

1. Áreas degradadas – Recuperação – Coari (AM). 2. *Parkia multijuga*. 3. Germinação – Técnica de nucleação. 4. *Jacaranda copaia*. 5. Semeadura direta. I.Título.

CDD 19. ed. 634.956

Sinopse:

Estudou-se o efeito do condicionamento de sementes sobre o desempenho germinativo de duas espécies florestais amazônicas visando aumentar o sucesso na sementeira direta, para recuperação de áreas degradadas da Base Operacional Geólogo Pedro de Moura (BOGPM). Também se estudou, com resultados preliminares, a utilização de técnicas nucleadoras para recuperação de áreas degradadas na BOGPM.

Palavras-chave: Matricondicionamento, *Parkia multijuga*, *Jacaranda copaia*, sementeira direta, técnicas de nucleação.

*A meus pais, Elena Petene Calvi e Antônio
Cavaline Calvi e a meu irmão, Deângelys Petene
Calvi, dedico.*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, familiares e amigos pelo imenso incentivo prestado nos momentos cruciais.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, em especial ao curso de pós-graduação em Ciências de Florestas Tropicais, pela oportunidade desta pós-graduação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela concessão da bolsa.

À FINEP e Petrobras pelo financiamento do projeto, através da Rede CT-Petro Amazônia, grande aliada no apoio para a realização deste trabalho.

À Petrobras, em especial à gerência de SMS, e empresas terceirizadas, pelo apoio logístico das atividades de campo oferecido na Base Operacional Geólogo Pedro de Moura, em Urucu.

Ao Dr. Gil Vieira pela orientação, ensinamentos, apoio, amizade, conversas. Um grande amigo sempre com muitas histórias para contar...

À Dra. Isolde D. K. Ferraz, parte tão importante para a realização desta obra. Uma pesquisadora que me ensinou muito com sua experiência e amizade, sempre disposta a discutir os resultados em qualquer horário, inclusive nos finais de semana...

Aos pesquisadores do INPA, em especial ao Dr. Paulo de Tarso, grande amigo sempre com uma boa conversa para descontraír.

Aos grandes amigos do Laboratório de Sementes: Fabiana, Yêda, Lilian, Mareike, Kamila, Daniel, Aline, Alessandra, Kaue, Amanda e demais companheiros. Pessoas importantes para a realização deste trabalho, que sempre deram uma mãozinha nas avaliações e estiveram unidos nos lanchinhos, cafés e nas comemorações do laboratório.

Aos grandes amigos do projeto Guia de Propágulos e Plantas, André, Janaína, Úrsula, Heloísa, Mariana e Zé Luis, que, além do trabalho conjunto, compartilharam bons momentos de descontração.

Ao amigo de longa data Murilo Rezende Machado, companheiro de trabalho, projetos e viagens desde a graduação na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, sempre disposto a conversar, festejar e curtir a vida. Quanta mudança, heim???

Aos amigos conquistados em Manaus, em especial Walter e Eline, pelos momentos maravilhosos de gastronomia, passeios, festas, shows, viagens, teatros etc. Se hoje gosto de Manaus, a “culpa” é de vocês, pois me apresentaram o melhor da cidade...

Aos amigos da Rede CT-Petro Amazônia e em especial ao Jorge Glauco, Lianna, Rafael. Também agradeço à Juliana Fonseca, estagiária do projeto que, nos últimos meses, prestou uma valiosa ajuda nas coletas de campo.

Aos companheiros que, mesmo por pouco tempo, passaram pela república do Coroado, Shanna, Henrique, Murilo, Mike, Tathy, Jandaíra, Juvenal, Marcos Bento, Ricardo Bento, Mário, Natacha, Mônica. Valeu pessoal pelo bom convívio, pelas festas e amizade. Nós conseguimos formar nossa família e diminuir a saudade de casa...

Aos amigos da turma de mestrado, em especial, Paty, Fabi, Helô, Rachel e Everton e aos demais amigos do INPA e da UFAM. Neste grupo, não me sujeito a mencionar nomes para não cometer o erro de esquecer ninguém. Sintam-se todos agradecidos.

RESUMO

Esta dissertação é dividida em duas etapas. Na primeira etapa, três áreas degradadas pela exploração petrolífera na Base Operacional Geólogo Pedro de Moura (BOGPM), município de Coari, AM, foram selecionadas para avaliar a revegetação após a instalação de (a) poleiros artificiais, (b) transposição do *top-soil* e (c) enleiramento de galhos mortos. Os resultados preliminares indicam um significativo aumento na densidade de plântulas após a transposição do *top-soil*, enquanto as demais técnicas não apresentaram alteração quando comparadas com o controle nos primeiros quatro meses após a instalação do experimento. Com o objetivo de acelerar a recuperação destas áreas utilizando também a semeadura direta, a segunda parte desta dissertação foi dedicada ao aprimoramento da técnica de condicionamento de sementes de duas espécies arbóreas de floresta de terra-firme da Amazônia. Sementes de *Parkia multijuga* Benth foram embebidas a diferentes níveis de hidratação em câmara fria (15 °C) antes de serem secadas a 25 ± 1 °C e 64 ± 2 % UR utilizando o hidrocondicionamento pela submersão em água aerada e o matricionamento entre panos úmidos. Somente sementes submetidas ao matricionamento apresentaram incrementos significativos na taxa e na velocidade do processo germinativo, porém, devido à imprecisão na inferência do teor de água nas sementes após períodos pré-estabelecidos de embebição e dificuldades no manuseio das sementes utilizando panos úmidos, fez-se necessário o aprimoramento da técnica. Na sequência foi realizado o matricionamento em sacos plásticos contendo vermiculita úmida (1 g de vermiculita para 2,5 g de água) a 15 °C utilizando sementes de *P. multijuga* e *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. Esta técnica aumentou significativamente a germinação tanto em porcentagem quanto em velocidade de sementes de baixa qualidade de ambas as espécies. Embebição por 4 horas aumentou o desempenho germinativo de *J. copaia* de 24 % (Tempo Médio de Germinação – TMG 30,0 d) para 48 % (TMG 28,4 d); e embebição por 2 dias de sementes de *P. multijuga* aumentou o desempenho de 63 % (TMG 23,2 d) para 82 % (TMG 20,7 d). Apesar da necessidade de testar outros lotes de sementes para a criação de um protocolo para a técnica, o matricionamento de sementes apresentou benefícios sobre o desempenho das sementes das duas espécies florestais testadas.

ABSTRACT

This thesis is divided into two parts. In the first part, three degraded areas by oil exploration in Coari (Amazonas State) at the “Base Operacional Geólogo Pedro de Moura” (BOGPM), were selected to evaluate their revegetation after (a) installing perches, (b) spreading out additional top-soil or (c) mounting cohorts of dead branches. The preliminary results indicated a significant increase of seedling density with additional top-soil, while the other techniques showed no alteration compared to the control in the first four months after installation of the experiment. With the aim to accelerate the recuperation of these areas by direct sowing, the second part of this thesis was dedicated to improve seed priming of two tree species from non flooded tropical forest of the Amazon. *Parkia multijuga* Benth seeds were imbibed to different hydration levels at 15 °C before subsequent slow drying at 25 ± 1 °C and 64 ± 2 % UR comparing hydropriming by submersion in aerated water with matricconditioning between moistened cotton clothes. Only matricconditioning increase significantly germination rate and speed. However, because the imprecision in the inference of moisture content on seeds after pre-established imbibition time and difficult seed handling using moistened cotton clothes, was necessary the technique improvement. Subsequently matricconditioning in plastic bags with moistened vermiculite (1 g vermiculite : 2,5 g water) was tested at 15 °C with seeds of *P. multijuga* and *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. This technique improved significantly the germination percentage and speed of low quality seeds of both species. Imbibition for 4 hours increased germination performance of *J. copaia* seeds from 24 % (Mean Germination Time - MGT 30,0 d) to 48 % (MGT 28,4 d); and imbibition for 2 days of *P. multijuga* seeds from a 63 % (MGT 23,2 d) to 82 % (MGT 20,7 d). Although other seed lots should be tested before recommending a protocol, the matricconditioning with moistened vermiculite increased germination performance of seeds of two species tested.

SUMÁRIO

| | |
|--|------|
| LISTA DE FIGURAS | viii |
| LISTA DE TABELAS | x |
| INTRODUÇÃO | 11 |
| OBJETIVOS | 15 |
| CAPÍTULO I - Tratamentos de pré-embebição para aumento do desempenho da germinação de sementes de <i>Parkia multijuga</i> Benth. | 16 |
| RESUMO | 16 |
| INTRODUÇÃO | 17 |
| MATERIAL E MÉTODOS | 18 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO | 20 |
| <i>Velocidade de embebição</i> | 20 |
| <i>Porcentagem de germinação</i> | 21 |
| <i>Tempo médio de germinação</i> | 24 |
| CONCLUSÕES | 26 |
| CAPÍTULO II - Matricondicionamento em vermiculita úmida de sementes de <i>Parkia multijuga</i> Benth. e suas vantagens sobre o desempenho germinativo em condições de viveiro | 27 |
| RESUMO | 27 |
| INTRODUÇÃO | 28 |
| MATERIAL E MÉTODOS | 30 |
| RESULTADOS | 32 |
| DISCUSSÃO | 39 |
| CONCLUSÕES | 42 |
| CAPÍTULO III - Matricondicionamento <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don e suas vantagens sobre o desempenho germinativo em condições de laboratório | 43 |
| RESUMO | 43 |
| INTRODUÇÃO | 44 |
| MATERIAL E MÉTODOS | 46 |
| RESULTADOS | 49 |
| DISCUSSÃO | 53 |
| CONCLUSÕES | 55 |
| CAPÍTULO IV - Técnicas de nucleação para recuperação de áreas degradadas na Base Operacional Geólogo Pedro de Moura, Urucu, Amazonas (<i>fase inicial</i>) | 56 |
| RESUMO | 56 |
| INTRODUÇÃO | 57 |
| MATERIAL E MÉTODOS | 58 |
| <i>Enleiramento da galhada</i> | 61 |
| <i>Transposição do “top-soil”</i> | 61 |
| <i>Poleiros artificiais</i> | 63 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO | 65 |
| <i>Enleiramento da galhada</i> | 65 |
| <i>Transposição do “top-soil”</i> | 66 |
| <i>Poleiros artificiais</i> | 70 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 72 |
| CONCLUSÕES | 73 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 74 |
| ANEXOS | 81 |

LISTA DE FIGURAS

| | Página |
|---|--------|
| Figura 1.1 - Critério de germinação de <i>Parkia multijuga</i> Benth.. A – Emergência do gancho epi cotiledonar no substrato e B – Formação de plântula completa (detalhe da abertura dos folíolos)..... | 19 |
| Figura 1.2 - Processo de embebição de sementes de <i>Parkia multijuga</i> Benth. submersas em água (●) e entre panos úmidos (○) em câmara fria (15 ± 1 °C). Média e desvio padrão de seis processos de embebição independentes..... | 21 |
| Figura 1.3 - Diferença do resultado de germinação, em relação ao controle (ΔG), de sementes de <i>Parkia multijuga</i> Benth. pré-embebidas a diferentes níveis de hidratação, à 15 ± 1 °C, pela submersão em água ou entre panos úmidos..... | 22 |
| Figura 1.4. Correlação entre o teor de água nas sementes de <i>Parkia multijuga</i> Benth.após uma pré-embebição submersas em água ou entre panos úmidos e o tempo médio de germinação para emergência acima do substrato e formação de plântulas normais. | 25 |
| Figura 2.1 - Velocidade de embebição de sementes de <i>Parkia multijuga</i> Benth. em vermiculita úmida ($1:2,5 \text{ g.g}^{-1}$) a 15 ± 1 °C. Estimativa do tempo necessário para que as sementes atingissem 20 %, 30 %, 40 %, 50 % e 60 % de teor de água..... | 31 |
| Figura 2.2 - Curva de embebição em vermiculita úmida ($1:2,5 \text{ g.g}^{-1}$) à 15 ± 1 °C de sementes de <i>Parkia multijuga</i> Benth. procedentes do Pará (lote A) e Mato Grosso (lote B), indicando a fase I e II da curva de embebição. No 23º dias, o lote A já havia emitido raiz primária (76%), indicando o término da fase II. Para o lote B, foi observada 5% de protrusão de radícula, indicando que a fase II se prolonga acima de 23 dias..... | 33 |
| Figura 2.3 - Correlação entre o tempo médio de germinação e o teor de água das sementes após o matricionamento em vermiculita úmida ($1:2,5 \text{ g.g}^{-1}$) de dois Lotes (A e B) de sementes de <i>Parkia multijuga</i> Benth..... | 35 |
| Figura 2.4 - Curvas de germinação (formação de plântula normal) de sementes de <i>Parkia multijuga</i> Benth. pertencentes a dois lotes de diferentes procedências (Lote A: Pará e Lote B: Mato Grosso) após diferentes períodos de matricionamento em vermiculita úmida seguidos de secagem por sete dias a temperatura ambiente, com exceção do tratamento 23*d (--Δ--) que não foram submetidas à secagem..... | 37 |
| Figura 2.5 - Diferencial de germinação em relação ao controle ($\Delta G = \% \text{ germinação do tratamento} - \% \text{ germinação do controle}$) de sementes de <i>Parkia multijuga</i> Benth. relacionado com o teor de água nas sementes alcançado pelo condicionamento a 15 °C em diferentes meios de embebição (submersão em água sem aeração - Pinedo, 2005; submersão em água com aeração - Calvi <i>et al</i> , 2008; entre pano úmido - Calvi <i>et al</i> , 2008; e em vermiculita úmida lote A e B - este trabalho), seguido de um dessecação por sete dias..... | 38 |
| Figura 3.1 - Velocidade de embebição de sementes de <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don. em vermiculita úmida a 15 ± 1 °C. Estimativa do tempo necessário para alcançar um teor de água na semente de 30%, 40%, 50%, 60%, além de um ponto cinco dias após a estabilização da curva de embebição..... | 47 |
| Figura 3.2 - Critérios de germinação para <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don.. A - <i>critério fisiológico</i> : protrusão da raiz primária. B - <i>critério tecnológico</i> : formação da plântula normal, a partir da abertura do primeiro par de eófilos. | 48 |
| Figura 3.3 - Efeito do matricionamento (embebição em vermiculita úmida por diferentes períodos seguido de uma secagem por sete dias à 25 ± 1 °C) sobre o desempenho da germinação de <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don.. A - protrusão da radícula e B – formação de plântula normal..... | 51 |

| | Página |
|---|--------|
| Figura 3.4 - Diferença da germinação de cada tratamento em relação ao controle (ΔG) em diferentes períodos de embebição em vermiculita úmida de sementes de <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don..... | 52 |
| Figura 4.1 - Localização da área de estudo. (Extraído de Lima-Filho <i>et al.</i> , 2001)..... | 59 |
| Figura 4.2 - Desenho esquemático da distribuição das parcelas com diferentes técnicas de nucleação e controle para recuperação de áreas degradadas na BOGPM, município de Coari – AM. *técnicas que ainda serão instaladas no campo com a continuidade do projeto..... | 60 |
| Figura 4.3 - Técnica de nucleação para recuperação de áreas degradadas na BOGPM município de Coari, AM – Enleiramento de galhada. | 61 |
| Figura 4.4 - Local de coleta do <i>top-soil</i> na floresta para ser utilizado como técnica de nucleação para recuperação de áreas degradadas na BOGPM, município de Coari, AM..... | 62 |
| Figura 4.5 - Vista superior (A) e perfil (B) da parcela de transposição do <i>top-soil</i> utilizada como técnica de nucleação para recuperação de áreas degradadas na BOGPM, município de Coari, AM..... | 62 |
| Figura 4.6 - Poleiros artificiais utilizados como técnicas de nucleação para recuperação de áreas degradadas na BOGPM, município de Coari, AM. | 63 |
| Figura 4.7 - Densidade de plântulas (ind.m^{-2}) nas parcelas de transposição do solo, enleiramento da galhada, poleiros artificiais e controle nas três clareiras de estudo na Base operacional Geólogo Pedro de Moura, município de Coari, AM | 68 |
| Figura 4.8 - Parcela com transposição do <i>top-soil</i> alagada após intensa precipitação na área da BOGPM, município de Coari, AM. | 70 |
| Figura 4.9 - Densidade do solo (Mg.m^{-3}) avaliada em diferentes horizontes de um perfil sob cobertura de floresta primária na base Operacional Geólogo Pedro de Moura – Coari – AM. Horizonte B1: 5 a 10 cm; Horizonte B2: 60 a 65 cm; Horizonte C: 150 a a55 cm (Adaptado de Teixeira <i>et al.</i> , 2006)..... | 70 |

LISTA DE TABELAS

| | Página |
|--|--------|
| <p>Tabela 1.1 - Teor de água após diferentes períodos de embebição das sementes de <i>Parkia multijuga</i> Benth. à 15 ± 1 °C submersas em água e entre panos úmidos e germinação (porcentagem e tempo médio) no viveiro após uma secagem das sementes por sete dias a temperatura ambiente (22 ± 1 °C e 58 ± 1 % UR) avaliando a emergência acima do substrato e a formação de plântula normal.....</p> | 23 |
| <p>Tabela 2.1 - Caracterização (média e desvio padrão) dos lotes de sementes de <i>Parkia multijuga</i> Benth. pertencentes a dois Lotes de diferentes procedências. Lote A: Santa Isabel do Pará – PA e Lote B: Mato Grosso (município não definido).....</p> | 32 |
| <p>Tabela 2.2 - Teor de água após diferentes períodos de embebição em vermiculita úmida ($1:2,5$ g.g⁻¹) das sementes de <i>Parkia multijuga</i> Benth. pertencentes a dois Lotes e média, seguida do desvio padrão, da análise da germinação (porcentagem, tempo médio e sincronismo) no viveiro após uma secagem das sementes por sete dias a temperatura ambiente (25 ± 1°C e 64 ± 2 % UR) avaliando a emergência acima do substrato e a formação de plântula normal.....</p> | 34 |
| <p>Tabela 3.1 - Efeito do matricionamento (embebição em vermiculita úmida por diferentes períodos seguido de uma secagem por sete dias à 25 ± 1 °C) sobre o desempenho da germinação de <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don., avaliando a protrusão da radícula.....</p> | 50 |
| <p>Tabela 3.2 - Efeito do matricionamento (embebição em vermiculita úmida por diferentes períodos seguido de uma secagem por sete dias à 25 ± 1 °C) sobre o desempenho da germinação de <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don., avaliando a formação de plântula normal.....</p> | 50 |
| <p>Tabela 4.1 - Descrição das áreas onde foram instaladas as parcelas de nucleação para recuperação de áreas degradadas pela exploração petrolífera na Base Operacional Geólogo Pedro de Moura, município de Coari, AM.....</p> | 60 |
| <p>Tabela 4.2 - Densidade de plântulas (ind.m⁻²) observados nas parcelas com enleiramento da galhada para recuperação de áreas degradadas na Base Operacional Geólogo Pedro de Moura, município de Coari, AM.</p> | 65 |
| <p>Tabela 4.3 - Densidade de plântulas (ind.m⁻²) observados nas parcelas com transposição do <i>top-soil</i> para recuperação de áreas degradadas na Base Operacional Geólogo Pedro de Moura, município de Coari, AM.</p> | 67 |
| <p>Tabela 4.4 - Densidade de plântulas (ind.m⁻²) observados nas parcelas controle na Base Operacional Geólogo Pedro de Moura, município de Coari, AM.....</p> | 69 |

INTRODUÇÃO

A exploração de petróleo e gás natural na Amazônia brasileira é marcada pelo desmatamento de áreas para diversos fins como a instalação dos poços de prospecção, o uso como fonte e/ou depósito de materiais (argila, madeira etc) e para instalações de infraestrutura (alojamentos, estradas, planta industrial etc). Aliado a este fato, o trânsito de maquinaria pesada, eliminação da camada superficial do solo, alta densidade do solo que dificulta a infiltração e constante pressão, fazem com que esta atividade apresente elevado impacto para o ambiente. Este impacto deverá ser sanado “*de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei*” (redação dada pela Constituição Federal do Brasil, art. 225, §2º). A recuperação das áreas degradadas na Base Operacional Geólogo Pedro de Moura (BOGPM), situada às margens do rio Urucu, município de Coari, Amazonas, tem sido realizada com plantio consorciado de mudas de espécies arbóreas da vegetação do entorno. Porém, o estabelecimento e o desenvolvimento das plantas e a regeneração natural são dificultados por uma combinação de fatores, como a persistência de vegetação espontânea e espécies não arbóreas (geralmente exóticas) altamente competitivas (Nepstad *et al.*, 1991; Benitez-Malvido, 2006; Wootton, 2002), baixa fertilidade associada a intensa lixiviação dos nutrientes (Buschbacher *et al.*, 1988), alta compactação dos solos, condições microclimáticas desfavoráveis (alta radiação e alta temperatura) e predação de sementes (Uhl, 1988; Parotta *et al.*, 1997; Kozlowski, 2002).

Na província petrolífera de Urucu, as clareiras abertas podem ser classificadas como: *a)* clareiras que estão inseridas próximo da malha viária da província, com fácil acesso e *b)* clareiras que não são acessíveis por estradas, chamadas de clareiras remotas, com difícil acesso. Nessas últimas, as atividades de recuperação são dificultadas, uma vez que a logística para sua recuperação (transporte de mudas, fertilizantes, mão-de-obra, entre outras) é complicada devido o acesso, que só pode ser realizado por helicóptero, elevando, demasiadamente, o custo para sua recuperação. Desta forma, encontrar métodos “alternativos”, que utilizem menos insumo externo para recuperação destas áreas é interessante, uma vez que pode reduzir significativamente os custos de recuperação além de serem eficientes para a recuperação. Um exemplo são as técnicas de nucleação para recuperação de áreas degradadas (Reis *et al.*, 2003a).

A nucleação é entendida como a capacidade de uma espécie em propiciar significativa melhoria nas qualidades ambientais, permitindo aumento da probabilidade de ocupação deste

ambiente por outras espécies (Yarranton e Morrison, 1974). Na busca de um melhor método de recuperação de áreas degradadas, baseando-se no conceito de nucleação e de outros conceitos de ecologia básica, foi criada uma nova visão da restauração ecológica, com mínimos insumos externos, onde um conjunto de elementos é implantado, não em área total, e sim em núcleos, constituindo mosaicos no ambiente. As técnicas nucleadoras de restauração objetivam formar micro-habitats em núcleos onde são oferecidas, para as diferentes formas de vida e seus nichos ecológicos, diferenciadas condições de abrigo, estabelecimento, alimentação e reprodução, que, num processo de aceleração sucessional, irradiam diversidade por toda a área (Reis *et al.*, 2003b). Dessa forma, com a utilização destas técnicas de recuperação de áreas degradadas, a natureza poderá se manifestar da melhor forma possível dentro das condições da paisagem trabalhada (Vieira e Reis, 2003).

Outra técnica utilizada para a recuperação de áreas degradadas, principalmente áreas remotas, é a sementeira direta. Embora seja utilizada em maior escala para as espécies de gramíneas, é uma alternativa promissora para espécies florestais (Almeida, 2000). Camargo *et al.* (2002) testaram a sementeira direta para oito espécies florestais da Amazônia em diferentes tipos de ambientes (floresta, floresta secundária, pastagem e solo descoberto). Espécies com sementes grandes, como *Parkia multijuga* Benth. e *Caryocar vollosum* (Aubl.) Pers., apresentaram maior sobrevivência um ano após a sementeira. O maior desempenho de algumas espécies em relação a outras na sementeira direta é, em grande parte, dependente da fauna presente na área (responsável pela predação e herbivoria) e, como dito, do tamanho das sementes (Camargo *et al.*, 2002). Para sementeira direta, devem-se escolher espécies que apresentem taxa alta de germinação, sobrevivência alta e bom desenvolvimento sob condições ambientais adversas. Porém, as sementes de espécies florestais tropicais geralmente possuem baixa capacidade germinativa, além de demandarem, em geral, de um longo período para a germinação, o que diminui o sucesso da sementeira direta, resultando em falhas na área semeada (Camargo *et al.*, 2002).

Há décadas, pesquisas na área de tecnologia de sementes têm sido realizadas buscando métodos que promovam o aumento do poder germinativo das sementes e, dessa forma, o aumento do estabelecimento das plântulas no campo. Uma técnica já testada e que apresenta bons resultados é o condicionamento de sementes. Esta técnica compreende a hidratação parcial das sementes, promovendo a ativação dos processos metabólicos necessários à germinação, porém sem permitir que haja a protrusão da radícula. Em seguida as sementes são desidratadas e podem ser armazenadas por curto período antes da sementeira (Bradford, 1986; Nascimento, 1998).

O hidrocondicionamento, pela submersão das sementes em água a 15 °C, foi realizado para as três espécies do gênero *Parkia* (*P. pendula*, *P. nitida* e *P. multijuga*). Os resultados mostraram aumento na germinabilidade das sementes após curtos períodos de embebição. A falta de aeração das sementes submersas por longos períodos foi apontada como possível causa da redução no desempenho das mesmas (Pinedo, 2005). Visando aprimorar a técnica de condicionamento para *P. multijuga*, foi realizado o condicionamento por meio da submersão das sementes em água aerada por um compressor de ar para aquário (hidrocondicionamento) e entre panos de algodão úmidos (matricondicionamento). Os resultados destes testes são apresentados no Capítulo I, intitulado “Tratamentos de pré-embebição para aumento do desempenho da germinação de sementes de *Parkia multijuga* Benth”.

O matricondicionamento entre panos úmidos apresentou resultados significativamente superiores ao hidrocondicionamento, aumentando o desempenho das sementes em relação ao controle. Porém foram encontradas dificuldades na execução da técnica e no manuseio das sementes, principalmente relacionados à replicabilidade dos teores de água pré-estabelecidos pela curva de embebição. Visando aprimorar a técnica, foi realizado o condicionamento das sementes de *Parkia multijuga* Benth. em vermiculita úmida. Os resultados dessa experiência compõem o Capítulo II (“Matricondicionamento em vermiculita úmida de sementes de *Parkia multijuga* Benth. e suas vantagens sobre o desempenho germinativo em condições de laboratório”).

Com os resultados positivos encontrados no Capítulo II, utilizou-se esta mesma metodologia para sementes de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don.. A escolha da espécie foi baseada no seu bom desenvolvimento em plantios para recuperação de áreas degradadas (Barbosa, 2002). Os resultados dessa investigação são apresentados no Capítulo III, intitulado “Matricondicionamento de sementes de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don e suas vantagens sobre o desempenho germinativo em condições de laboratório”.

No quarto capítulo são apresentados os resultados das técnicas de nucleação utilizadas para a recuperação de áreas degradadas na BOGPM. Estes resultados fazem parte de um projeto de longa duração desenvolvido pela Rede CT-Petro Amazônia que está em sua fase inicial de implementação. Desta forma, os resultados apresentados no Capítulo 4 (Técnicas de nucleação para recuperação de áreas degradadas na Base Operacional Geólogo Pedro de Moura, Urucu, Amazonas) são preliminares e constam de apenas três técnicas implantadas até o momento (transposição do *top-soil*, utilização de poleiros artificiais e enleiramento de galhos). Desta forma não apresentam resultados conclusivos devido ao pequeno período de

avaliação (quatro meses). Na seqüência do projeto estas técnicas continuarão sendo monitoradas e ainda serão implementadas outras técnicas, como o plantio de mudas provenientes de viveiro em grupos, transplante de plântulas coletadas na vegetação do entorno e a semeadura direta de sementes de *P. multijuga* e *J. copaia* matricionadas em vermiculita úmida.

OBJETIVOS

Objetivo geral:

- Subsidiar o processo de recuperação de áreas de difícil acesso, degradadas pela exploração petrolífera na Amazônia brasileira, através da utilização de técnicas nucleadoras e semeadura direta de sementes condicionadas.

Objetivos específicos:

- Observar os efeitos do hidrocondicionamento por submersão das sementes em água, aerada por compressor de ar para aquário e do matricondicionamento entre panos úmidos, sobre o desempenho germinativo de sementes de *Parkia multijuga* Benth.;
- Verificar os efeitos do matricondicionamento utilizando vermiculita úmida, sobre o desempenho germinativo das sementes de duas procedências de *Parkia multijuga* Benth.;
- Verificar os efeitos do matricondicionamento em vermiculita úmida, sobre o desempenho das sementes de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don.;
- Testar o efeito de três técnicas nucleadoras (enleiramento de galhos, transposição do *top-soil* e poleiros artificiais) na promoção da regeneração natural em áreas degradadas pela exploração petrolífera;

CAPÍTULO I

Tratamentos de pré-embebição para aumento do desempenho da germinação de sementes de *Parkia multijuga* Benth.¹

RESUMO

Tratamentos de pré-embebição e hidrocondicionamento podem favorecer a germinação de sementes. Em estudos anteriores, aumento da germinação das sementes de *P. multijuga* foi observado após curtos períodos de submersão em água. Porém, sementes submersas por tempo maior que 72 horas tiveram a capacidade germinativa reduzida drasticamente e, a falta de aeração durante a hidratação, foi apontada como possível causa dessa redução. Com objetivo de aprimorar o método foi comparada a germinação de sementes embebidas por submersão em água com aeração e entre panos úmidos. Em ambos os métodos foram estabelecidos diferentes níveis de hidratação a 15°C. Antes da semeadura em areia úmida, as sementes foram secadas (25°C) por sete dias. As sementes submersas em água embeberam mais rápido que as hidratadas entre panos úmidos. Sem pré-embebição a germinação foi de 75%. Sementes submersas por três dias alcançaram um teor de água (TA) de 45,4%, apresentando 83% de germinação. Quando embebidas entre panos úmidos por seis dias, as sementes apresentaram 28,3 % de água e 92 % de germinação, sendo esta, estatisticamente superior ao controle. A germinação foi prejudicada quando o TA foi $\geq 50\%$ pelo método de submersão. Os resultados mostram que a pré-embebição em condições adequadas de aeração e a teores de água abaixo de 45% pode melhorar o desempenho germinativo das sementes de *P. multijuga*.

¹ Os resultados deste capítulo foram apresentados no IV Congresso Forestal Latinoamericano que ocorreu em Mérida, Venezuela nos dias 02 a 05 de Abril de 2008. O texto completo do capítulo, escrito em formato de artigo, foi submetido para publicação junto à Revista Forestal Latinoamericana ISSN 0798-2437, ainda sem o índice qualis da Capes.

INTRODUÇÃO

Parkia multijuga (Leguminosae - Mimosoideae), também conhecida como faveira-parkia, fava-de-terra-firme, paricá-grande-de-terra-firme é uma espécie madeireira da Amazônia Central (Hopkins, 1986). Suas sementes são grandes, com peso entre 3 e 9 g e comprimento até 6 cm (Ferraz *et al.*, 2004); apresentam dormência física, imposta pelo tegumento duro e impermeável à água (Hopkins, 1986). A germinação é do tipo hipógea e criptocotiledonar (Ferraz *et al.*, 2004).

A espécie foi testada para semeadura direta e apresentou, em condições de floresta primária, secundária e área sem vegetação, alta sobrevivência (76-92 %), porém a germinação foi relativamente baixa (< 50 %) (Camargo *et al.*, 2002). Os autores supõem que, uma redução do tempo de germinação possa aumentar o sucesso na semeadura direta, pela redução da predação das sementes e recomendam a espécie para a recuperação de áreas degradadas.

O hidrocondicionamento de sementes é uma técnica que pode aumentar a taxa e a velocidade de germinação. A técnica consta de uma pré-embebição das sementes, suficiente para ativar o metabolismo, porém insuficiente para permitir a protrusão da radícula (Heydecker e Gibbins, 1978; Bradford, 1986). A ativação do metabolismo permite a recuperação de danos em membranas até ao nível do DNA (Castro *et al.*, 2004). Após o condicionamento, as sementes podem ser desidratadas e guardadas por curto tempo antes da semeadura (Nascimento, 1998).

Em estudo pioneiro de hidrocondicionamento de *P. multijuga*, as sementes foram mantidas submersas em água a 15 °C por diferentes períodos de tempo para que atingissem níveis de hidratação diferenciados. A pré-embebição das sementes promoveu pequeno aumento da taxa de germinação e uma aceleração significativa do processo, porém os efeitos positivos ocorreram apenas na fase inicial da curva de embebição (teor de água $\leq 45\%$). Sementes submersas por tempo ≥ 72 horas apresentaram redução significativa da capacidade germinativa, provavelmente devido à falta de aeração (Pinedo, 2005).

Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito da embebição das sementes submersas em água com aeração artificial e embebição entre panos úmidos sobre o desempenho germinativo de sementes de *Parkia multijuga* Benth.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas sementes de *P. multijuga* coletadas em janeiro de 2006 na Reserva Florestal Adolpho Ducke (26 km ao norte de Manaus, Brasil – 03°08' S e 59°52' W). Após a extração dos frutos, as sementes foram armazenadas em câmara fria a 15 °C até o início do experimento (novembro de 2006). Para superação da dormência, parte do tegumento foi retirada (4 mm²) da região oposta à da emissão da radícula, utilizando esmeril elétrico.

A pré-embebição das sementes foi realizada em câmara de refrigeração à 15 ± 1 °C de duas maneiras: **1)** pela submersão das sementes, acondicionadas em sacos de nylon (tipo filó), em baldes com 10 litros de água e aeradas por meio de um compressor de ar (Friska Betta® Super II) e **2)** entre duas camadas de panos (100% algodão, dimensões: 45 x 75 cm), umedecidos com 500 ml de água a 15 °C. Para facilitar o manuseio os panos úmidos (com as sementes para embeber) foram acondicionados em bacias plásticas (39 x 60 x 8 cm), envoltas por saco plástico transparente para evitar a dessecação. Através da curva de embebição, confeccionada pela determinação diária do teor de água 10 sementes para cada maneira de embebição durante 15 dias, foram determinados os períodos necessários para que as sementes alcançassem cerca de 20, 40, 50 e 60 % de teor de água. Foram necessários, respectivamente, de 1,5; 3,0; 4,0 e 6,5 dias pela submersão e de 3,0; 6,0; 11,0; e 13,5 dias entre panos úmidos. Após esta etapa, 120 sementes por período de embebição foram colocadas nas mesmas condições em ordem decrescente de tempo, de forma que os períodos de embebição terminassem simultaneamente. Após este tempo, as sementes foram secadas por sete dias, sobre peneiras, em sala com ar condicionado e ventilação de teto (24 ± 2 °C, 58 % de umidade relativa). Assim foram estabelecidos os nove tratamentos do experimento, sendo quatro níveis de embebição submerso em água, quatro entre panos úmidos e um controle (sementes que não foram embebidas antes da semeadura).

Após a secagem, quatro repetições de 25 sementes por tratamento foram semeadas simultaneamente em caixas plásticas (36 x 55 x 18 cm) contendo vermiculita de granulação média (minério micáceo natural do grupo dos filosilicatos de densidade 750 a 950 kg.m⁻³, pH 8 a 11) a cerca de 2 cm de profundidade. As caixas foram mantidas em viveiro, coberto com telhas transparentes. Durante o experimento, a temperatura média mínima foi 25 ± 1 °C e a média máxima foi 36 ± 2 °C. A germinação foi avaliada diariamente, observando dois critérios de germinação: a “emergência” do gancho epi-cotiledonar no substrato e a formação de “plântula normal”, caracterizado pelo perfeito desenvolvimento de todas as suas partes no momento da abertura dos folíolos (Figura 1.1).



Figura 1.1 - Critério de germinação de *Parkia multijuga* Benth. A – Emergência do gancho epi-cotiledonar no substrato e B – Formação de plântula completa (detalhe da abertura dos folíolos).

Foram determinados, para ambos os critérios, a porcentagem e o tempo médio de germinação (Santana e Ranal, 2004). A diferença da germinação (ΔG) foi calculada pela subtração da taxa de germinativa de cada tratamento da porcentagem de germinação do controle. Foi realizada análise de regressão linear entre o teor de água atingido pelas sementes após o condicionamento e o tempo médio de germinação para ambos os critérios de germinação avaliados. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), com posterior teste de Tukey a 5 %, utilizando o programa SYSTAT 10.0.

O teor de água das sementes, calculado em porcentagem da base úmida, foi sempre determinado com duas amostras de cinco sementes (peso médio de 20 g por amostra) cortadas ao meio e secadas em estufa à 105 ± 3 °C, até atingir peso constante em pesagens repetidas a cada 24 horas. O teor de água foi determinado em três momentos distintos: a) na elaboração das curvas de embebição; b) após a embebição e c) após a secagem das sementes para cada nível de hidratação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Velocidade de embebição

O método de pré-embebição das sementes de *Parkia multijuga* Benth. afetou a velocidade do processo. A embebição das sementes submersas em água foi rápida, atingindo o máximo de embebição no sexto dia. Entre panos, o processo foi mais lento, e, mesmo após 13,5 dias não foi possível atingir altos níveis de embebição como alcançado pela submersão (Figura 1.2). Este fato pode ter ocorrido pelo maior contato com a água encontrado pelas sementes submersas. Já sementes embebidas entre panos úmidos devem absorver a umidade do ambiente e, pequenas diferenças na umidade do pano e variações no contato do pano com a semente podem influenciar nesta velocidade de embebição. Observando o desvio padrão dos seis ensaios de embebição independentes, verifica-se que o mesmo é maior na fase inicial e se reduz quando as sementes alcançam o máximo de embebição (Figura 1.2). Este padrão pode estar ligado ao tamanho das sementes, onde sementes menores embebem mais rápido quando comparadas com sementes maiores.

A quantidade máxima de água absorvida por uma semente é função da composição química das mesmas, especificamente dos colóides hidrofílicos (Labouriau, 1983). Portanto, a curva de embebição das sementes de *P. multijuga* deve estabilizar, independente do meio de embebição, em torno de 60 % de teor de água (TA). Porém, as sementes embebidas entre panos úmidos não atingiram o teor de água pré-estabelecido pela curva de embebição (60% de TA em 13,5 dias), mostrando problemas na calibração do método. Esta diferença pode ter ocorrido pelas pequenas variações na quantidade de água adicionada ao pano e no contato entre os panos e as sementes, conforme discutido anteriormente.

A velocidade da embebição pode ser importante, pois a rápida entrada de água pode causar danos às sementes muito secas (Ellis *et al.*, 1990). Por sua vez, uma embebição mais lenta, possibilita maior tempo para a reorganização e/ou reparação das membranas (Khan, 1992; Sung e Chang, 1993).

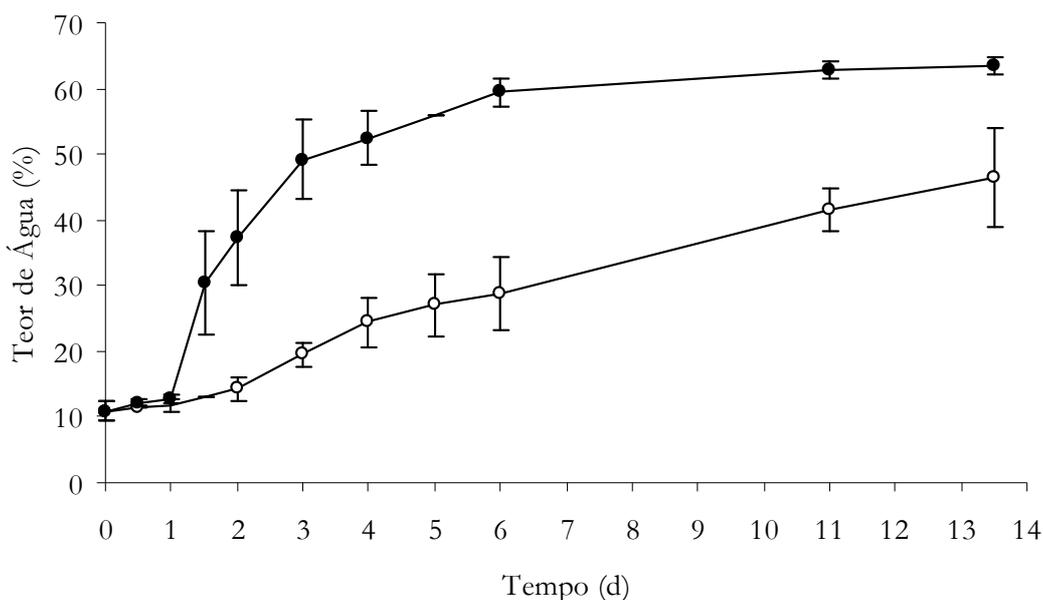


Figura 1.2 - Processo de embebição de sementes de *Parkia multijuga* Benth. submersas em água (●) e entre panos úmidos (○) em câmara fria (15 ± 1 °C). Média e desvio padrão de seis processos de embebição independentes.

Porcentagem de germinação

De uma maneira geral, foi observado que a pré-embebição das sementes a um teor de água até 45,4 % promoveu aumento da germinação das sementes, visível pelo incremento no ΔG (Figura 1.3). Após seis dias de pré-embebição entre panos, o aumento de 75 % para 92 % na formação de plântulas foi estatisticamente significativo ($p = 0,025$; $F = 5,743$; $N = 20$; Tabela 1.1). Sementes embebidas pela submersão a um teor de água maior que 45,4% apresentam redução na germinação tanto para emergência ($p = 0,045$; $F = 6,320$; $N = 20$), como para a formação de plântulas ($p = 0,001$; $F = 17,085$; $N = 20$; Tabela 1.1). Esse efeito negativo não foi observado com a pré-embebição entre panos úmidos, pois este tratamento não atingiu estes níveis de hidratação em 13,5 dias (Figura 1.2).

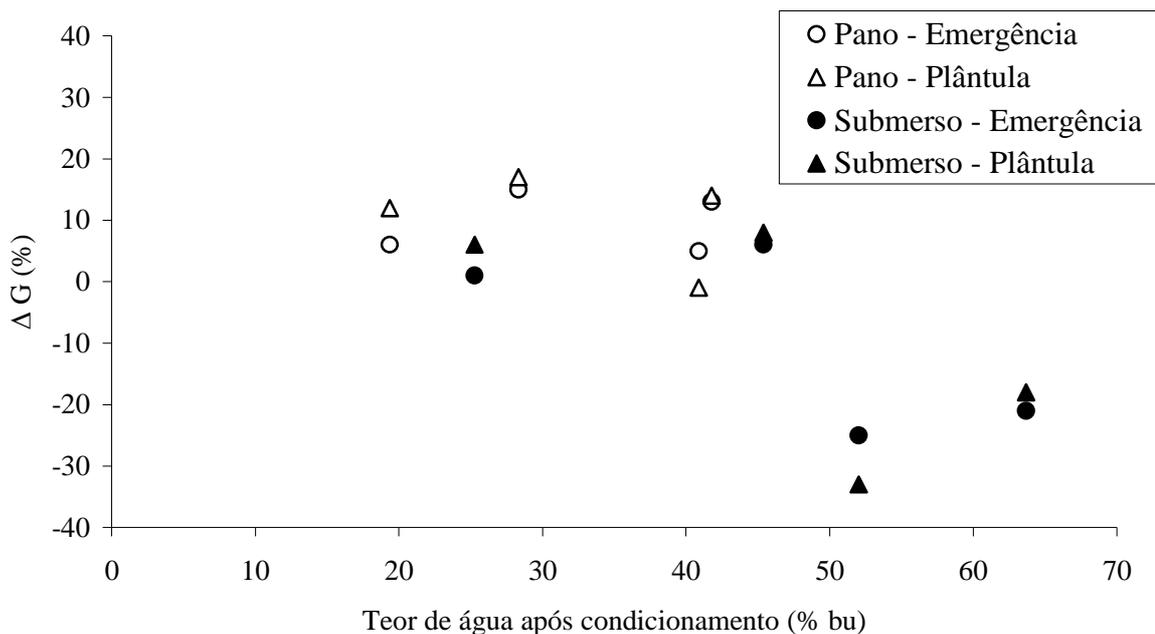


Figura 1.3 - Diferença do resultado de germinação, em relação ao controle (ΔG), de sementes de *Parkia multijuga* Benth. pré-embebidas a diferentes níveis de hidratação, à 15 ± 1 °C, pela submersão em água ou entre panos úmidos.

A capacidade das sementes em tolerar condições de submersão por longos períodos é uma característica inerente à espécie. Enquanto sementes de algumas espécies, como *Bidens pilosa* (Adegas *et al.*, 2003) e *Tabebuia rosea* (Salazar, 1997a), toleram grandes períodos de submersão, outras não toleram nem períodos curtos de embebição (exemplo, quatro minutos para *Albizia guachapele*; Salazar, 1997b). O aumento do teor de água da semente ativa o metabolismo e aumenta a necessidade de oxigênio. Portanto, as sementes entram geralmente em déficit de oxigênio a partir de certo nível de hidratação (Kozlowski, 1997).

Em estudos anteriores com sementes de *Parkia multijuga* Benth. foi observada redução na germinação quando, durante a pré-embebição, as sementes atingiram 44,7 % de teor de água. O resultado foi correlacionado com possível déficit de oxigênio, mesmo com o metabolismo reduzido pela temperatura a 15 °C (Pinedo, 2005). Neste experimento, os resultados foram semelhantes aos encontrados por Pinedo (2005), mostrando que a aeração promovida pelos compressores não foi suficiente para favorecer condições adequadas de embebição.

Tabela 1.1 - Teor de água (TA) após diferentes períodos de embebição das sementes de *Parkia multijuga* Benth. à 15 ± 1 °C submersas em água e entre panos úmidos, teor de água após secagem das sementes por sete dias (22 ± 1 °C e 58 ± 1 % UR) e germinação (porcentagem e tempo médio) no viveiro, avaliando a emergência do gancho epi-cotiledonar no substrato e a formação de plântula normal.

| | Período de Embebição (d) | Teor de Água após embebição (%) | Teor de Água após secagem (%) | Germinação | | | | Tempo médio | | | |
|-------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------|----|------------|----|-------------|----|-------------|----|
| | | | | (%) | | | | (d) | | | |
| | | | | Emergência | | Plântula | | Emergência | | Plântula | |
| Submerso | 0,0 | - | 10,0 | 81 ± 8,25 | ab | 75 ± 11,02 | ab | 18,4 ± 0,38 | d | 23,4 ± 2,29 | b |
| | 1,5 | 25,3 | 11,2 | 82 ± 8,33 | ab | 81 ± 8,25 | a | 15,0 ± 0,57 | c | 21,3 ± 1,22 | ab |
| | 3,0 | 45,4 | 15,6 | 87 ± 7,57 | a | 83 ± 5,03 | a | 12,4 ± 0,40 | ab | 19,6 ± 1,18 | a |
| | 4,0 | 52,0 | 15,9 | 56 ± 17,28 | c | 42 ± 5,16 | c | 14,2 ± 1,29 | bc | 19,5 ± 1,99 | a |
| | 6,5 | 63,7 | 15,7 | 60 ± 11,77 | bc | 57 ± 11,02 | bc | 11,7 ± 1,23 | a | 18,1 ± 1,43 | a |
| Entre panos | 0,0 | 10,0 | 10,0 | 81 ± 8,25 | A | 75 ± 11,02 | B | 18,4 ± 0,38 | D | 23,4 ± 2,29 | C |
| | 3,0 | 19,4 | 12,1 | 87 ± 6,83 | A | 87 ± 6,00 | AB | 15,4 ± 0,53 | C | 22,6 ± 1,00 | BC |
| | 6,0 | 28,3 | 14,7 | 96 ± 5,66 | A | 92 ± 3,27 | A | 14,2 ± 0,82 | BC | 20,5 ± 0,68 | AB |
| | 11,0 | 41,8 | 15,4 | 94 ± 6,93 | A | 89 ± 6,83 | AB | 13,0 ± 0,19 | AB | 19,1 ± 0,40 | A |
| | 13,5 | 40,9 | 16,5 | 86 ± 9,52 | A | 74 ± 5,16 | B | 12,5 ± 0,60 | A | 18,8 ± 0,34 | A |

Médias seguidas de letras iguais nas colunas, não apresentam diferença pelo teste Tukey a 5 %; letras minúsculas para submersão em água e letras maiúsculas para embebição entre panos úmidos.

Espécies beneficiadas pelo condicionamento hídrico das sementes possuem, geralmente, tegumentos permeáveis, além de possuírem sementes pequenas que embebem em curtos períodos de tempo, geralmente 24 horas (Afzal *et al.*, 2004; Demir e Mavi, 2004; Basra *et al.*, 2005; Mavi *et al.*, 2006; Farooq *et al.*, 2006, 2007).

A rapidez com que o processo de embebição se deu nas sementes submersas pode ter causado injúrias aos tecidos, refletindo na redução da porcentagem de germinação. Em sementes muito secas, a rápida embebição pode causar rupturas nas membranas afetando também funções metabólicas (Obendorf e Hobbs, 1970); a hidratação diferencial nas proteínas pode resultar em pressões internas e até rupturas dos tecidos (Evangelista *et al.*, 2007).

Tempo médio de germinação

A pré-embebição das sementes, tanto entre panos úmidos quanto pela submersão em água, aumentou a velocidade do processo de germinação. Visível pela redução significativa do tempo médio de emergência (panos úmidos: $p = 0,000$; $F = 73,572$; $N = 20$ e submerso: $p = 0,000$; $F = 35,874$; $N = 20$) e da formação de plântulas (panos úmidos: $p = 0,000$; $F = 12,307$; $N = 20$ e submerso: $p = 0,004$; $F = 5,960$; $N = 20$). A redução no tempo médio de germinação em *P. multijuga*, além do aumento da sincronia, foi relatada também por Pinedo (2005). Porém, no estudo anterior, não foi observada correlação linear entre o teor de água alcançado durante a pré-embebição e a redução do tempo médio de germinação como no presente trabalho (Figura 1.4). As linhas de correlação quase paralelas indicam que o tempo entre a emergência do gancho epi-cotiledonar e a formação de plântulas manteve-se constante em torno de seis dias. Assim, a redução do tempo de formação da plântula foi apenas uma consequência do efeito na emergência.

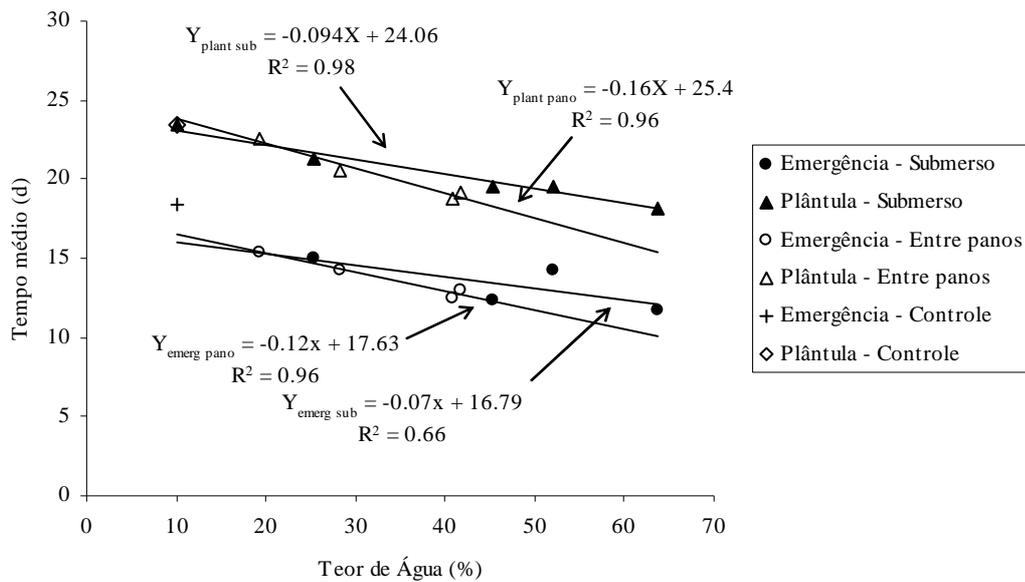


Figura 1.4 - Correlação entre o teor de água nas sementes de *Parkia multijuga* Benth. após uma pré-embebição submersas em água ou entre panos úmidos e o tempo médio de germinação para emergência acima do substrato e formação de plântulas normais.

Promover emergência mais rápida e uniforme das plântulas no campo, mesmo sob condições adversas, são vantagens do condicionamento (Eira, 1988; Warren e Bennett, 1997), pois, a fase de embebição até a formação de uma plântula é um período crítico. Assim, a redução de tempo de germinação pode resultar em maior sucesso no estabelecimento e na ocupação de uma área, especialmente na semeadura direta (Camargo *et al.*, 2002).

A germinação mais rápida e sincrônica é também vantajosa para a produção de mudas no viveiro. Uma vez que facilita o trabalho e o planejamento das atividades subsequentes até a comercialização das mudas.

CONCLUSÕES

O condicionamento das sementes de *Parkia multijuga* Benth. submersas em água ou entre panos úmidos reduziu o tempo médio de germinação. O matricondicionamento entre panos úmidos aumentou, significativamente, a germinação das sementes de *P. multijuga*. Longos períodos de submersão em água prejudicaram o desempenho germinativo das sementes, provavelmente devido a baixa aeração, mesmo utilizando um compressor de ar. Desta forma, recomenda-se que o condicionamento de sementes de *P. multijuga* siga o modelo de matricondicionamento, permitindo maior aeração das sementes durante a embebição. Porém, devido à imprecisão na inferência do teor de água nas sementes após períodos pré-estabelecidos de embebição e dificuldades no manuseio das sementes utilizando panos úmidos, faz-se necessário o aprimoramento da técnica.

CAPÍTULO II

Matricondicionamento em vermiculita úmida de sementes de *Parkia multijuga* Benth. e suas vantagens sobre o desempenho germinativo em condições de viveiro²

RESUMO

O objetivo da pesquisa foi testar o matricondicionamento em vermiculita úmida sobre o desempenho germinativo de sementes de dois lotes de *Parkia multijuga* Benth. Para ambos os lotes (A e B), o matricondicionamento das sementes em vermiculita úmida a 15°C foi realizado por diferentes períodos, estabelecendo diferentes níveis de hidratação. Antes da semeadura no viveiro, as sementes foram secadas a 25°C por sete dias. O matricondicionamento em vermiculita úmida aumentou a velocidade de germinação das sementes dos dois lotes. O matricondicionamento por dois dias melhorou a germinabilidade das sementes de baixa qualidade (lote B) de 63% (controle) para 82%, porém, sem diferença estatística ($p = 0,21$). Para o lote A, com alta qualidade (90% de germinação), o condicionamento não aumentou a germinabilidade. Os efeitos positivos foram observados apenas quando as sementes estavam na fase I da curva de embebição. A aeração das sementes durante o condicionamento, não aumentou o desempenho germinativo conforme indicado em estudos anteriores. Os efeitos da técnica (positivos ou negativos) foram dependentes, aparentemente, apenas do teor de água atingido pelas sementes durante a embebição, no qual, valores $\geq 45\%$ reduziram a germinabilidade. Desta forma, recomenda-se que, o condicionamento de sementes de *P. multijuga*, seja realizado a um teor de água nas sementes abaixo de 45% (base úmida).

² A redação deste capítulo de dissertação, em formato de artigo, seguiu as normas da revista Acta Amazônica. Versão impressa ISSN 0044-5967 e on-line ISSN 1809-4392. Periódico classificado como qualis A pela Capes.

INTRODUÇÃO

Parkia multijuga (Leguminosae - Mimosoideae), espécie madeireira da Amazônia Central (Hopkins, 1986), com sementes grandes (comprimento até 6 cm e peso entre 3 e 9 g; Ferraz *et al.*, 2004). Apresentam dormência física, imposta pelo tegumento duro e impermeável à água (Hopkins, 1986). A germinação é do tipo hipógeo e criptocotiledonar (Ferraz *et al.*, 2004).

Em experiência de semeadura direta em ambientes com diferentes graus de perturbações: floresta primária, floresta secundária, pastagem e solos expostos, as espécies *P. multijuga* e *Caryocar villosum* se destacaram pela alta sobrevivência e melhor crescimento em um ano de avaliação (Camargo *et al.*, 2002). Neste experimento, a porcentagem de germinação de *P. multijuga*, em todos os ambientes foi baixa (<50%). A utilização de técnicas que promovam aumento na velocidade de germinação das sementes foi indicada pelos autores para aumentar o sucesso da semeadura direta, uma vez que o tempo de exposição das sementes a ação de predadores e condições adversas do ambiente será reduzido (Camargo *et al.*, 2002).

O condicionamento de sementes vem sendo utilizado principalmente em espécies de hortaliças e flores e tem apresentado, em sementes de baixo vigor, possibilidade de aumentar a germinação e a velocidade do processo (Harman e Taylor, 1988; Mereddy *et al.*, 2000; Conway *et al.*, 2001; Perez e Negreiros, 2001; Mendonça *et al.*, 2005). Esta técnica consta de uma pré-embebição das sementes, suficiente para ativar o metabolismo, porém insuficiente para permitir a protrusão da raiz primária (Heydecker e Gibbins, 1978; Bradford, 1986). Após o condicionamento, as sementes podem ser secadas e armazenadas por curtos períodos antes da semeadura (Nascimento, 1998). Os benefícios apresentados pelas sementes condicionadas são alcançados devido, por exemplo, a reparos de membranas e a síntese de macromoléculas como DNA e RNA (Bray, 1995). A ativação do metabolismo durante a embebição, permite também a recuperação de danos adquiridos pelo armazenamento, ou a aceleração do processo de maturação pós-colheita (Nascimento, 2004).

O hidrocondicionamento de sementes de três espécies do gênero *Parkia* (*P. pendula*, *P. nitida* e *P. multijuga*) foi realizado por submersão das sementes em água a 15°C (Pinedo, 2005). Após pequenos níveis de hidratação, a taxa de germinação aumentou junto com a velocidade do processo germinativo, principalmente em sementes recém-colhidas. Porém, longos períodos de submersão em água, reduziram o desempenho germinativo das sementes. A permanência sob condições de baixa oxigenação foi denotada como possível causa da

redução da germinabilidade das sementes (Pinedo, 2005). Visando aprimorar a técnica de condicionamento de sementes de *P. multijuga*, foi testada a submersão em água a 15°C com aeração fornecida por uma bomba de ar para aquário e o matricondicionamento entre panos úmidos (Calvi *et al.*, 2008). A aeração não suprimiu os efeitos negativos causados pelos longos períodos de submersão (6,5 dias). O condicionamento entre panos úmidos aumentou, significativamente, a germinação das sementes de *P. multijuga*, porém não atingiu os mesmos níveis de embebição que a submersão. Assim, os autores recomendaram que sementes de *P. multijuga* sejam condicionadas em um meio que permita a aeração das sementes. Porém, a utilização dos panos úmidos não foi recomendada, pois, se encontrou grande dificuldade na precisão da inferência do teor de água após determinado período de embebição (Calvi *et al.*, 2008). Desta forma buscou-se algum material que apresentasse boa retenção de água, facilidade na separação das sementes após o condicionamento e que garantisse a aeração das sementes durante a embebição. O material sugerido foi vermiculita que, além de apresentar todas estas características, ainda possui vantagens por ser inerte, leve, de baixo custo e de fácil obtenção. A revisão da literatura mostrou a utilização deste material para incrementar o teor de água de sementes de milho (*Zea mays*) e de feijão-de-lima (*Phaseolus lunatus*) antes da semeadura (Bennett e Watres, 1984, 1987). O tratamento das sementes antes da semeadura direta aumentou o estabelecimento das plântulas das duas espécies.

Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi aprimorar a técnica de condicionamento de sementes de *Parkia multijuga* Benth, tentando os efeitos do matricondicionamento em vermiculita úmida sobre o desempenho germinativo em condições de viveiro de duas procedências de *P. multijuga*, visando utilização futura para semeadura direta na recuperação de áreas degradadas.

MATERIAL E MÉTODOS

O matricionamento de sementes de *Parkia multijuga* Benth. foi realizado com duas procedências, adquiridas do Laboratório de Sementes da Associação das Indústrias Exportadoras de Madeira do Estado do Pará (AIMEX). O Lote A, identificado como 001-015_06/05, foi procedente do município de Santa Isabel do Pará – PA e coletado em julho de 2006. O Lote B, sob identificação 001-012_54/07, foi proveniente do estado do Mato Grosso e foi coletado em outubro de 2007. Após o recebimento (Lote A: julho de 2007 e Lote B: fevereiro de 2008), as sementes foram colocadas em sacos plásticos e armazenadas em câmara fria ($15 \pm 1^\circ\text{C}$) até o início dos experimentos em novembro de 2007 e abril de 2008, para os lotes A e B, respectivamente. A dormência física das sementes foi superada pela escarificação do tegumento no lado oposto ao da saída da radícula com um esmeril elétrico.

Utilizou-se, para o matricionamento, vermiculita de granulometria fina (minério micáceo natural do grupo dos filosilicatos, pH 8 a 11) umedecida com água destilada em uma proporção de 1:2,5 (1g de vermiculita para 2,5 g de água). A proporção entre a quantidade de vermiculita úmida e de sementes a embeber foi de 12:1 (12g de vermiculita : g de semente). O matricionamento foi realizado em sacos finos de polietileno, fechados para manter a umidade, em câmara fria ($15 \pm 1^\circ\text{C}$) no escuro.

A velocidade de embebição das sementes na vermiculita úmida foi determinada em um pré-teste utilizando 10 amostras de 15 sementes. Durante 27 dias, em intervalos regulares (diariamente até o quinto dia, e, após, a cada dois dias), as sementes de uma das amostras foi retirada da vermiculita, pesada e recolocadas para embeber na vermiculita úmida em posição conhecida. Na próxima pesagem, estas sementes foram novamente pesadas e, então, levadas para determinação do Teor de Água (TA), expresso em percentagem da base úmida, determinado pelo método de estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ (Brasil, 1992). A secagem foi acompanhada até a estabilização da massa em pesagens sucessivas com intervalos de 24 horas. Desta forma, uma amostra de 15 sementes foi utilizada para determinação do teor de água de dois períodos de embebição, reduzindo a quantidade de semente utilizada para confecção da curva de embebição. Pela curva de embebição (Figura 2.1) foram estimados os tempos necessários para que as sementes alcançassem teor de água aproximado de 20, 30, 40, 50 e 60%, sendo estes, respectivamente 2, 5, 11, 14 e 23 dias. A escolha destes níveis de teor de água visou três níveis durante a fase I da curva de embebição (20, 30 e 40%), um ponto (50%) na transição entre fase I e II e um ponto em plena fase II (60%).

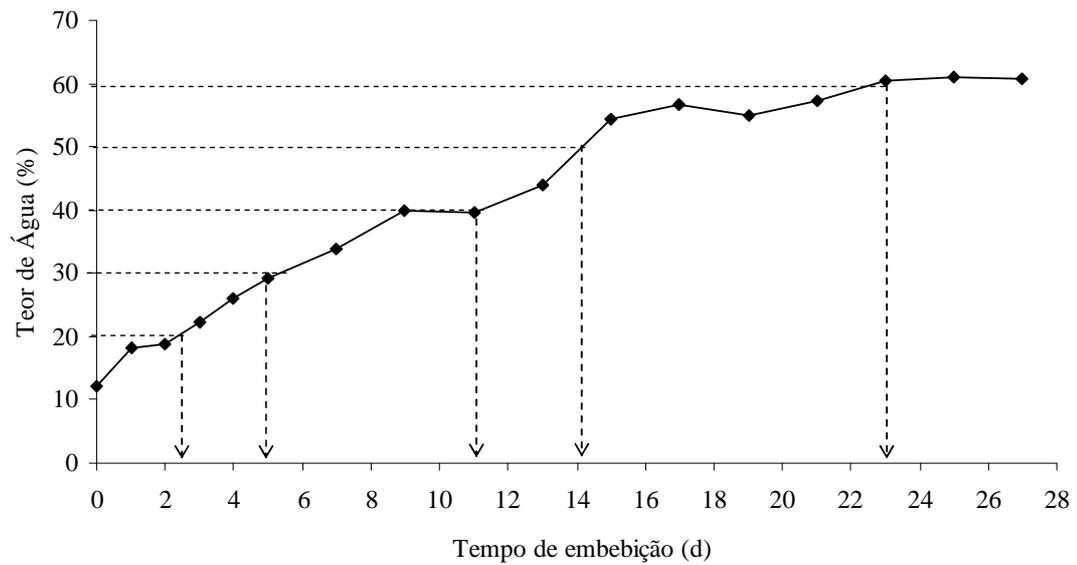


Figura 2.1 - Velocidade de embebição de sementes de *Parkia multijuga* Benth. em vermiculita úmida ($1:2,5 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$) a $15 \pm 1^\circ\text{C}$. Estimativa do tempo necessário para que as sementes atingissem 20 %, 30 %, 40 %, 50 % e 60 % de teor de água.

Depois de definidos os tempos de embebição necessários para que as sementes atingissem 20, 30, 40, 50 e 60% de teor de água (Figura 2,1), 120 sementes por período foram colocadas para embeber em ordem decrescente de tempo, de forma que os períodos de embebição terminassem simultaneamente, para todos os tratamentos. Finalizado o tempo, as sementes foram secadas por sete dias sobre peneiras, em sala com ar condicionado e ventilação de teto ($24 \pm 2^\circ\text{C}$, 58 % de umidade relativa). Para verificar a perda da tolerância à secagem pelas sementes condicionadas a um teor de água de 60%, foi realizado um tratamento sem a secagem das sementes após a embebição por 23 dias. Assim foram estabelecidos os sete tratamentos do experimento, sendo cinco níveis de embebição (20, 30, 40, 50 e 60% de teor de água), um nível de embebição a 60% de teor de água sem secagem após o condicionamento e um controle, correspondente às sementes que não foram embebidas antes da sementeira.

Após a secagem, quatro repetições de 25 sementes por tratamento foram semeadas em caixas plásticas (36 x 55 x 18 cm) contendo vermiculita de granulação média (minério micáceo natural do grupo dos filosilicatos, pH 8 a 11) a cerca de 2 cm de profundidade. As caixas foram mantidas em viveiro, coberto com telhas transparentes. Durante o experimento, a temperatura média mínima foi $26 \pm 1^\circ\text{C}$ e a média máxima foi $35 \pm 2^\circ\text{C}$. A germinação foi avaliada diariamente, observando dois critérios de germinação: a “emergência” do gancho epi-cotiledonar no substrato e a formação de “plântula normal”, avaliada pelo perfeito

desenvolvimento das estruturas essenciais (Brasil, 1992), no momento da abertura dos folíolos (Figura 1.1). Após a estabilização da curva de germinação de todos os tratamentos, foram determinados, para ambos os critérios de germinação, a porcentagem, o tempo médio, o sincronismo da germinação (Santana e Ranal, 2004). Foi realizada análise de regressão linear entre o teor de água alcançado pelas sementes após o matricionamento em vermiculita úmida e o tempo médio de germinação para emergência e formação de plântulas para as duas procedências de sementes. Os dados foram analisados por análise de variância (ANOVA), com posterior teste de Tukey a 5%, utilizando o programa SYSTAT 10.0. Com os dados da porcentagem de germinação, calculou-se o diferencial de germinação (ΔG) subtraindo, da taxa germinativa de cada tratamento, o valor do controle. Desta forma, um valor positivo de ΔG indica uma germinação melhor do que o controle e um ΔG negativo uma germinação pior do que o controle.

RESULTADOS

A avaliação biométrica das sementes das duas procedências mostrou diferenças no tamanho. O lote A apresentou sementes mais pesadas, visível pelo número de sementes por quilograma e do peso de 1000 sementes, determinados, ambos, com sementes em teor de água próximo a 10% (Tabela 2.1). O teste de germinação mostrou diferenças evidentes na qualidade das sementes. O lote A apresentou maior porcentagem e velocidade de germinação que o lote B (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 - Caracterização (média e desvio padrão) dos lotes de sementes de *Parkia multijuga* Benth. pertencentes a dois lotes de diferentes procedências. Lote A: Santa Isabel do Pará – PA e Lote B: Mato Grosso (município não definido).

| Lote | Número de sementes.kg ⁻¹ | Peso de 1000 sementes (kg) | Biometria da semente | | Germinação* (%) | Tempo médio* (dia) |
|------|-------------------------------------|----------------------------|----------------------|--------------|-----------------|--------------------|
| | | | Comprimento (cm) | Largura (cm) | | |
| A | 269 | 4,0 | 4,8 ± 0,3 | 1,2 ± 0,1 | 90 ± 4,0 | 18,6 ± 0,3 |
| B | 316 | 3,2 | 4,2 ± 0,8 | 1,2 ± 0,1 | 63 ± 11,9 | 23,2 ± 1,6 |

* Critério tecnológico: formação de plântula normal

As sementes do Lote B, por possuírem menor massa, apresentaram embebição mais rápida que o Lote A. Porém, mesmo com esta diferença, as curvas de embebição foram parecidas e foi estabelecido que, a fase I compreende o período de 0 a 14 dias e a fase II a

partir de 14 dias (Figura 2.2). Assim, os teores de água aferidos após o matricionamento, seguiram o padrão planejado: três pontos na fase I da curva de embebição (2, 5 e 11 dias), um ponto na transição entre a fase I e II (14 dias) e outro em plena fase II (23; Figura 2.2). Para as sementes do lote A, a fase II da curva de embebição terminou em torno de 23 dias, constatado pela protrusão da raiz primária em 76% das sementes durante o matricionamento em vermiculita úmida a 15°C (observado no 23º dia). Já para o Lote B, a fase II se prolongou após os 23 dias de condicionamento, pois, menos de 5% das sementes emitiram raiz primária durante a embebição.

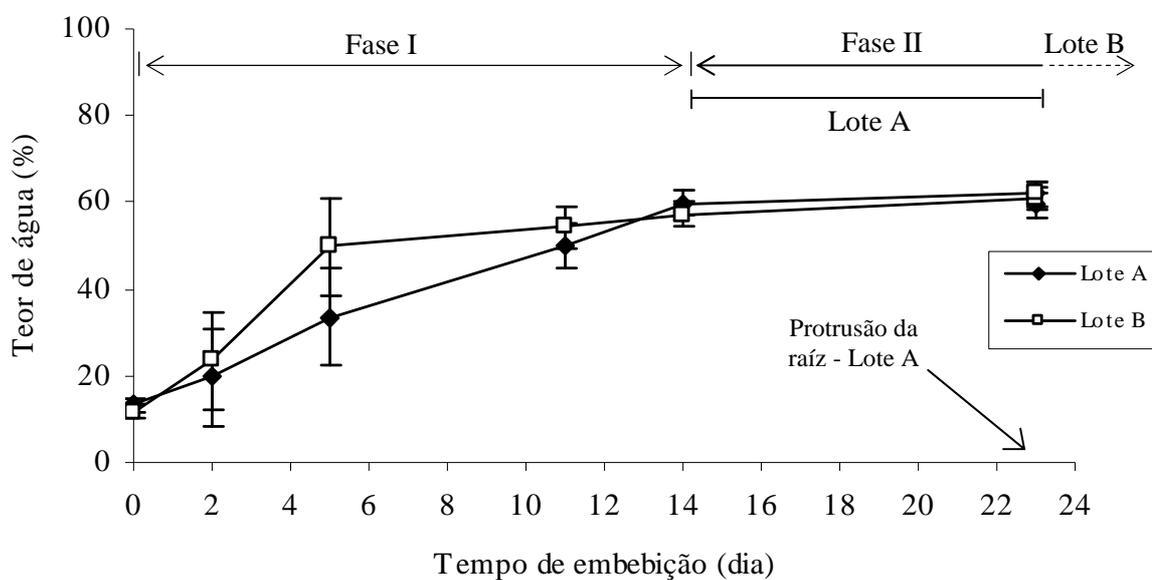


Figura 2.2 - Curva de embebição em vermiculita úmida ($1:2,5 \text{ g.g}^{-1}$) à $15 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ de sementes de *Parkia multijuga* Benth. procedentes do Pará (lote A) e Mato Grosso (lote B), indicando a fase I e II da curva de embebição. No 23º dias, o lote A já havia emitido raiz primária (76%), indicando o término da fase II. Para o lote B, foi observada 5% de protrusão de radícula, indicando que a fase II se prolonga acima de 23 dias.

Avaliando a germinação no viveiro, após a secagem por sete dias, o lote A apresentou alta taxa de formação de plântulas (90%) e o condicionamento por 11 dias ou mais afetou negativamente a germinação (Tabela 2.2). Curto período de condicionamento (2 dias), aumentou a taxa germinativa para 93% e reduziu, significativamente, o tempo de germinação de 18,6 dias para 17,1 dias (Tabela 2.2). Já para o lote B, com qualidade reduzida, o curto período de embebição (2 dias), aumentou a germinação de 63 para 82 %, porém, devido ao alto desvio padrão, diferenças estatísticas somente foram verificadas na redução do tempo médio (Tabela 2.2). Igualmente como observado no lote A, um período de condicionamento maior ou igual a 11 dias reduziu o desempenho das sementes do lote B (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 - Teor de Água (TA) após diferentes períodos de embebição em vermiculita úmida (1:2,5g.g⁻¹) das sementes de *Parkia multijuga* Benth. pertencentes a dois lotes e média, seguida do desvio padrão, da análise da germinação (porcentagem, tempo médio e sincronismo) no viveiro após uma secagem das sementes por sete dias a temperatura ambiente (25 ± 1°C e 64 ± 2 % UR) avaliando a emergência acima do substrato e a formação de plântula normal.

| | Tempo de Embebição (dia) | Teor de Água após embebição (%) | Teor de Água após secagem (%) | Emergência acima do substrato | | | | | | Formação de plântula normal | | | | | | |
|-------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|----|----------------------|----|-----------------------|----|-----------------------------|----|----------------------|----|-----------------------|----|---|
| | | | | Germinação (%) | | Tempo médio (dia) | | Sincronismo (bits) | | Germinação (%) | | Tempo médio (dia) | | Sincronismo (bits) | | |
| Lote A - PA | 0 | 13,2 | 13,7 | 93 ± 2,00 | A | 12,7 ± 0,45 | D | 2,5 ± 0,14 | B | 90 ± 4,00 | AB | 18,6 ± 0,28 | D | 2,3 ± 0,32 | A | |
| | 2 | 19,7 | 13,9 | 93 ± 6,00 | A | 10,5 ± 0,43 | C | 2,1 ± 0,46 | AB | 93 ± 6,00 | A | 17,1 ± 0,77 | C | 2,1 ± 0,46 | A | |
| | 5 | 33,6 | 14,0 | 89 ± 11,02 | A | 9,2 ± 0,33 | B | 2,0 ± 0,13 | AB | 85 ± 8,87 | AB | 15,3 ± 0,53 | B | 2,4 ± 0,23 | A | |
| | 11 | 50,0 | 15,5 | 57 ± 8,25 | B | 8,8 ± 0,66 | B | 2,0 ± 0,35 | AB | 53 ± 11,49 | CD | 15,1 ± 0,69 | B | 2,1 ± 0,36 | A | |
| | 14 | 59,9 | 15,4 | 39 ± 18,00 | B | 8,9 ± 0,42 | B | 1,9 ± 0,65 | AB | 39 ± 18,00 | D | 14,4 ± 0,50 | B | 18 ± 0,60 | A | |
| | 23 | 61,9 | 15,4 | 0 ± 0,00 | C | - | - | - | - | 0 ± 0,00 | E | - | - | - | - | - |
| | 23* | 59,6 | - | 79 ± 8,25 | A | 4,3 ± 0,17 | A | 1,6 ± 0,21 | A | 69 ± 5,33 | BC | 11,5 ± 0,55 | A | 2,0 ± 0,11 | A | |
| Lote B - MT | 0 | 11,8 | 12,1 | 66 ± 9,52 | ab | 16,3 ± 1,65 | c | 2,9 ± 0,22 | b | 63 ± 11,94 | ab | 23,2 ± 1,57 | b | 3,0 ± 0,24 | b | |
| | 2 | 23,6 | 15,0 | 84 ± 5,66 | a | 13,5 ± 0,36 | bc | 2,7 ± 0,26 | b | 82 ± 6,93 | a | 20,7 ± 0,73 | ab | 2,9 ± 0,33 | ab | |
| | 5 | 49,9 | 15,9 | 71 ± 7,57 | a | 11,4 ± 1,46 | ab | 2,8 ± 0,39 | b | 65 ± 6,83 | ab | 18,5 ± 1,09 | a | 2,8 ± 0,60 | ab | |
| | 11 | 54,2 | 16,4 | 45 ± 13,22 | bc | 12,6 ± 0,59 | b | 2,5 ± 0,24 | b | 44 ± 11,31 | bc | 20,0 ± 0,61 | ab | 2,4 ± 0,55 | ab | |
| | 14 | 57,4 | 16,5 | 21 ± 10,00 | d | 11,4 ± 0,52 | ab | 1,3 ± 0,33 | a | 18 ± 12,44 | d | 19,9 ± 2,34 | ab | 1,8 ± 0,72 | a | |
| | 23 | 61,0 | 16,5 | 31 ± 10,00 | cd | 11,9 ± 0,66 | ab | 2,2 ± 0,58 | ab | 25 ± 8,25 | cd | 18,5 ± 1,61 | a | 2,2 ± 0,12 | ab | |
| | 23* | 62,0 | - | 21 ± 11,49 | d | 8,8 ± 2,85 | a | 1,2 ± 0,83 | a | 15 ± 15,10 | d | 17,5 ± 1,32 | a | 2,0 ± 1,02 | ab | |

* sem secagem por sete dias a temperatura ambiente (25 °C)

Médias seguidas de letras iguais nas colunas não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5 %; letras maiúsculas para lote A e letras minúsculas para lote B.

Pela análise do tempo médio de germinação em relação ao teor de água das sementes (Figura 2.3), observa-se que, quanto maior o teor de água alcançado durante o matricondicionamento, maior é a velocidade de germinação (emergência: $p = 0,00$; $F = 156,14$; $N = 24$; plântula normal: $p = 0,00$; $F = 82,60$; $N = 24$). Para ambos os lotes, as retas da regressão linear da emergência e da formação de plântula são quase paralelas, indicando que o tempo, entre a emergência do gancho epi-cotiledonar acima do substrato e a formação de plântula completa, é constante e não alterado pelo matricondicionamento (lote A = 6,4 dias e lote B = 6,9 dias; Figura 2.3). Assim, os benefícios observados para a formação de plântulas normais são, aparentemente, apenas conseqüências dos efeitos positivos observados sobre a emergência.

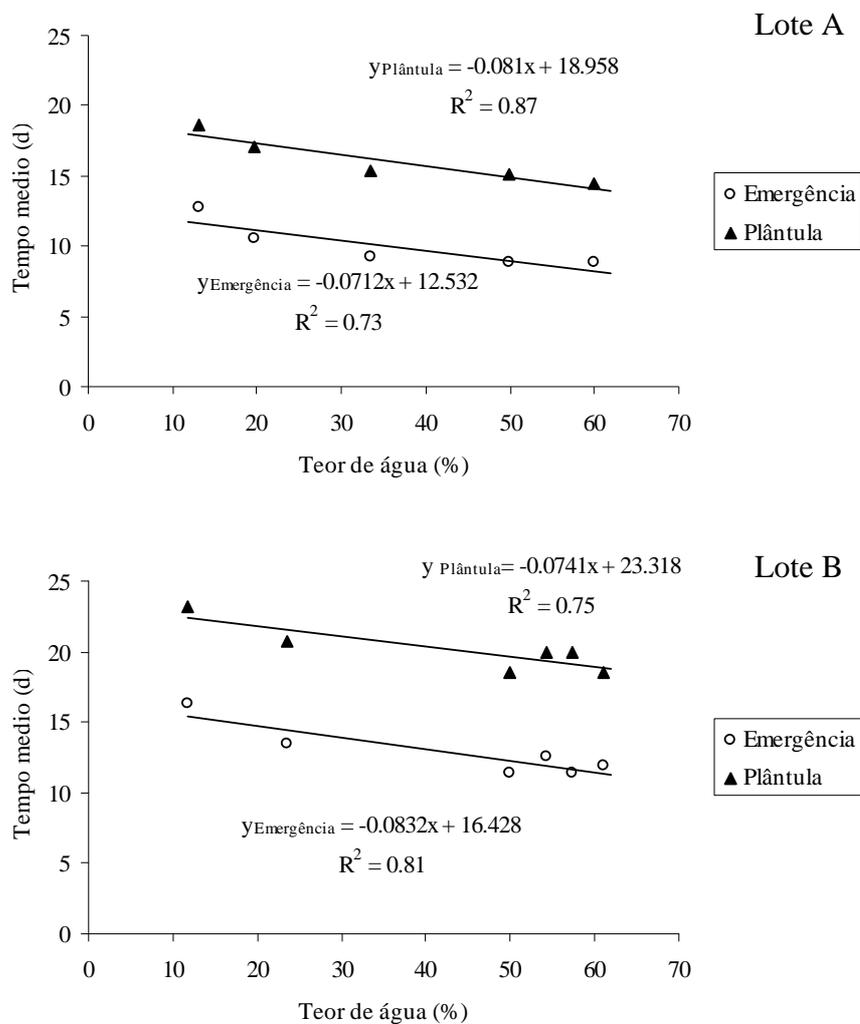


Figura 2.3 - Correlação entre o tempo médio de germinação e o teor de água das sementes após o matricondicionamento em vermiculita úmida ($1:2,5 \text{ g.g}^{-1}$) de dois Lotes (A e B) de sementes de *Parkia multijuga* Benth.

As curvas de germinação dos Lotes A e B mostram que a velocidade de formação de plântulas do lote A foi maior que do lote B. A curva do controle (--o--) do lote A se estabilizou aos 21 dias, enquanto para o lote B, a estabilização ocorreu apenas 32 dias após a semeadura (Figura 2.4). Em ambos os lotes destacaram-se os tratamentos com 2 e 5 dias de matricionamento pela maior velocidade e porcentagem de germinação (Figura 2.4 e Tabela 2.2).

Para o lote A, a curva de germinação do tratamento em que as sementes foram condicionadas por 23 dias sem dessecamento (--Δ--) estabilizou 14 dias após a semeadura (Figura 2.4), com tempo médio de formação de plântulas (11,5 dias) menor em relação ao controle (18,6 dias; $p = 0,00$; $F = 82,60$; $N = 24$; Tabela 2.2). Este tratamento apresentou 69% das sementes formando plântulas normais, sendo igual, estatisticamente ao controle (90%; $p = 0,058$; $F = 51,65$; $N = 28$; Tabela 2.2). Para este mesmo lote (A) o mesmo período de condicionamento, porém com secagem das sementes, resultou na morte de todas as sementes (0% de germinação; Tabela 2.2). Desta forma a hipótese de que as sementes deste lote já se encontravam no final da fase II, em que perdem a tolerância ao dessecamento, foi confirmada. Para o lote B, a velocidade de germinação das sementes condicionadas por 23 dias sem secagem também foi superior ao controle (tempo médio de formação de plântula normal de 17,5 dias contra 23,2 dias para o controle; $p = 0,001$; $F = 6,43$; $N = 27$; Tabela 2.2) com estabilização da curva de germinação aos 16 dias após a semeadura (Figura 2.4). Porém, a taxa germinativa apresentada pelas sementes deste lote (15%) foi menor que o controle (63%), com diferença estatística ($p = 0,000$; $F = 23,572$; $N = 28$; Tabela 2.2). Diferente do observado para o lote A, as sementes do lote B condicionadas por 23 dias e secadas à temperatura ambiente após a embebição, apresentou 25% de germinação, ou seja, continuam vivas após a secagem, confirmando que não perderam completamente a tolerância ao dessecamento (ainda estão na fase II).

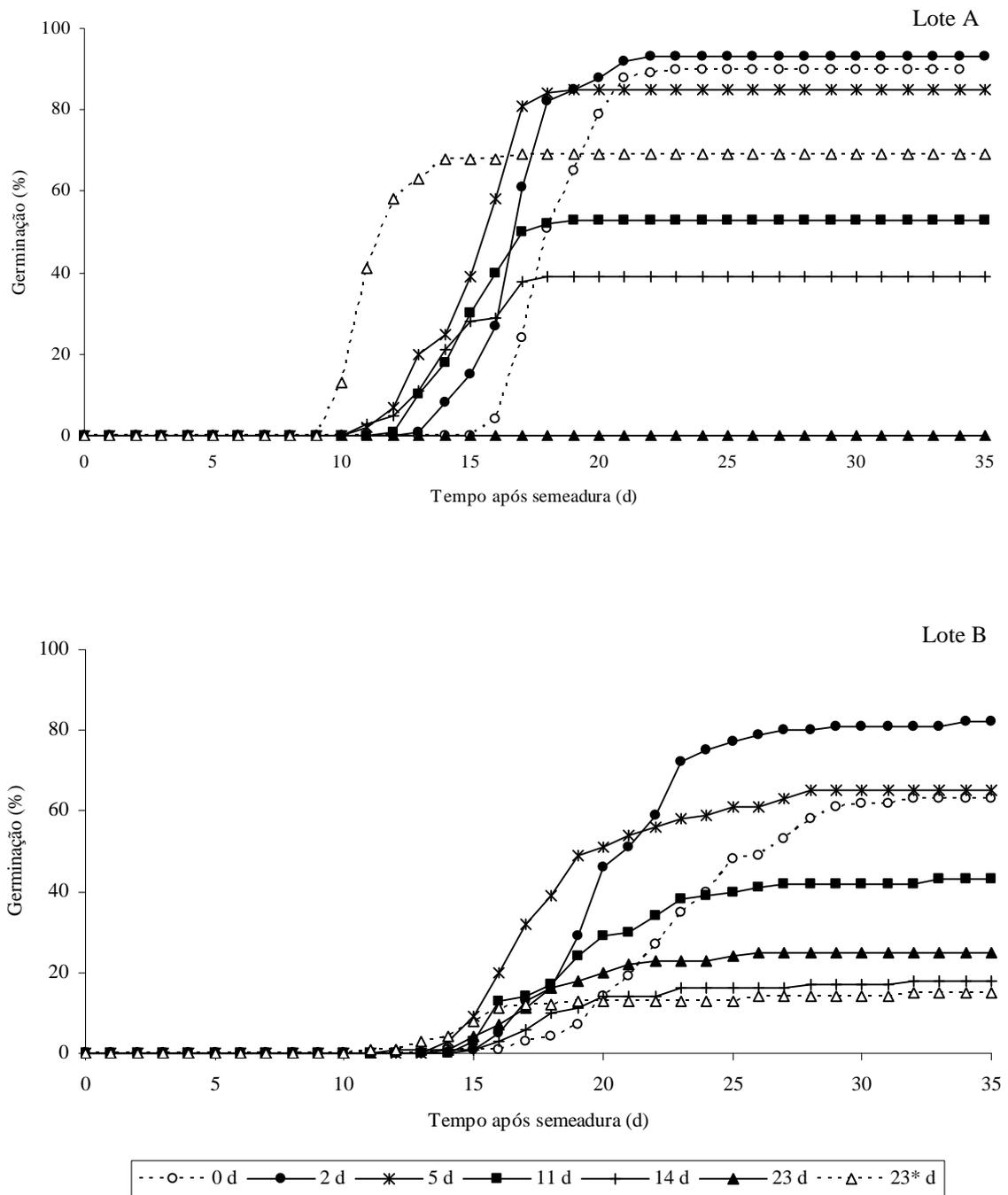


Figura 2.4 - Curvas de germinação (formação de plântula normal) de sementes de *Parkia multijuga* Benth. pertencentes a dois lotes de diferentes procedências (Lote A: Pará e Lote B: Mato Grosso) após diferentes períodos de matricionamento em vermiculita úmida seguidos de secagem por sete dias a temperatura ambiente, com exceção das sementes correspondentes ao tratamento 23*d (---△---) que não foram submetidas à secagem.

A análise do diferencial de germinação (ΔG) em relação ao controle pôde mostrar os efeitos positivos e negativos do condicionamento de sementes de *P. multijuga*. Nesta análise foi realizada uma correlação entre o ΔG e o teor de água alcançado pelas sementes durante o matricionamento em vermiculita úmida (este trabalho; lotes A e B). Nesta análise utilizou-se também os dados publicados referentes à mesma espécie em que as sementes foram submetidas ao matricionamento entre panos úmidos (Calvi *et al.*, 2008), ao hidrocondicionamento com submersão em água aerada por compressor de ar para aquário (Calvi *et al.*, 2008) e ao hidrocondicionamento por submersão em água sem aeração (Pinedo, 2005). A figura gerada por esta análise (Figura 2.5) mostrou que, o condicionamento que alcance um teor de água de, aproximadamente, $\leq 45\%$, pode trazer benefícios. E, sementes embebidas acima deste valor, não responderam e, ou, mostraram efeitos negativos, não importando o meio em que a embebição é realizada (Figura 2.5).

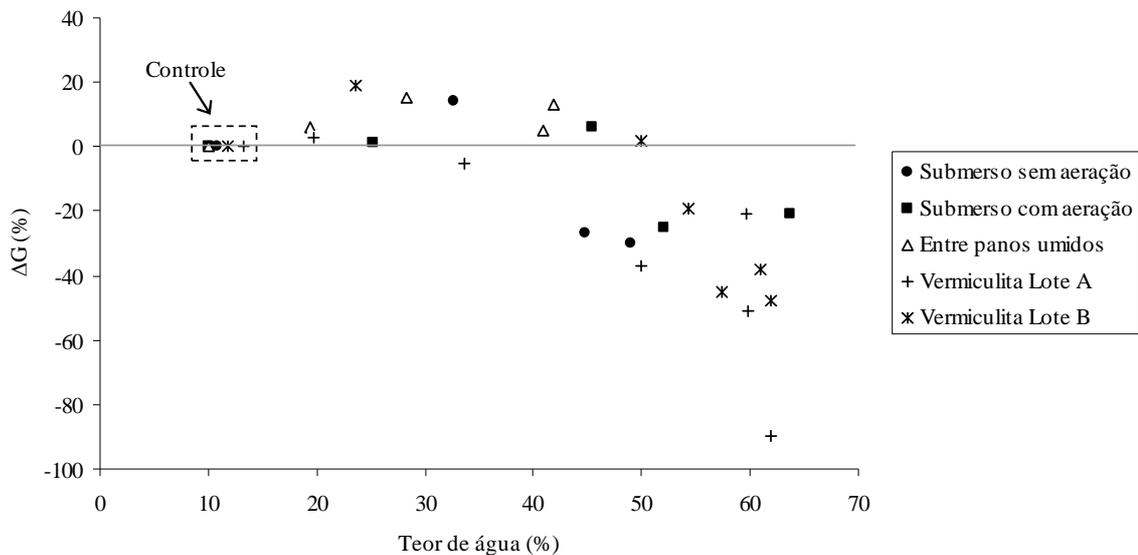


Figura 2.5 - Diferencial de germinação em relação ao controle ($\Delta G = \% \text{ germinação do tratamento} - \% \text{ germinação do controle}$) de sementes de *Parkia multijuga* Benth. relacionado com o teor de água nas sementes alcançado pelo condicionamento a $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ em diferentes meios de embebição (submersão em água sem aeração - Pinedo, 2005; submersão em água com aeração - Calvi *et al.*, 2008; entre pano úmido - Calvi *et al.*, 2008; e em vermiculita úmida lotes A e B - este trabalho), seguido de um dessecamento por sete dias.

DISCUSSÃO

As duas procedências de sementes de *Parkia multijuga* Benth. apresentaram diferenças na biometria e na qualidade. As sementes de maior massa e mais vigorosas do lote A embeberam mais lentamente que as do lote B, porém, 69% das sementes emitiram raiz primária em 23 dias de matricionamento a 15°C no escuro. Estas sementes, quando transferidas para o viveiro sem secagem (tratamento 23*) permitiu a continuação do desenvolvimento, apresentando elevada velocidade de germinação (Tabela 2.2). A germinação de nenhuma semente deste lote (A) após o matricionamento por 23 dias seguido de secagem, mostrou que as sementes já haviam ultrapassado o limite crítico de embebição, onde perdem a tolerância ao dessecação e necessitam continuar o processo de embebição até que a germinação ocorra. Assim, a morte das sementes foi causada pela secagem e não pelo longo período sob condições úmidas e baixas temperaturas em que as sementes estiveram submetidas durante o matricionamento, conforme pressuposto por Pinedo (2005). O lote B não apresentou este padrão. Aos 23 dias de matricionamento, apenas 5% das sementes deste lote emitiram raiz primária. Assim, mesmo após a secagem, as sementes foram capazes de germinar, embora com baixa percentagem (25%; Tabela 2.2).

Na revisão da literatura não foram encontrados relatos sobre a utilização do matricionamento para espécies florestais. Encontraram-se poucos trabalhos que utilizaram vermiculita úmida no matricionamento de sementes de hortaliças (Bennett e Waters, 1984 e 1987; Khan, 1992; Madakadze *et al.*, 1993). Para as espécies florestais, em sua grande maioria, as pesquisas são principalmente voltadas para o osmocondicionamento das sementes, como, por exemplo, *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (Wanli *et al.*, 2001) *Triplaris americana* L. (Mendonça *et al.*, 2005), *Chorisia speciosa* St.-Hil (Perez e Jardim, 2005); *Cassia excelsa* Schrad. (Jeller *et al.*, 2003); *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. (Borges *et al.*, 1996); *Platymiscium pubescens* Micheli (Borges *et al.*, 2002); *Ateleia glazioviana* BAILL (Da Rosa *et al.*, 2005).

Sementes de três espécies do gênero *Parkia* foram hidrocondicionadas por submersão em água a 15 °C (Pinedo, 2005). Os resultados mostraram que sementes submersas apresentaram redução no desempenho germinativo quando a embebição se prolongou até a fase II da curva de embebição, devido, provavelmente, à baixa oxigenação da água durante a embebição das sementes. *P. pendula* e *P. nitida* (que possuem sementes pequenas e médias, respectivamente), apresentaram benefício do condicionamento quando a embebição alcançou 20% do peso túrgido, correspondendo ao teor de água, na base úmida, de 28,4 % para *P.*

pendula e 39,4 % para *P. nitida* (Pinedo, 2005; Pinedo e Ferraz, 2008). Para a espécie *P. multijuga*, embebição parcial em nível de 20% do peso úmido (cerca de 44,7 % teor de água na base úmida) já apresentou redução na germinação. Para esta espécie, foi recomendada embebição parcial de 10% do peso túrgido das sementes, que corresponde a cerca de 32,7 % teor de água (Pinedo, 2005).

Os efeitos positivos do matricondicionamento foram observados apenas na fase I da curva de embebição. Em sementes de melhor qualidade (lote A com 90% para formação de plântula normal; Tabela 2.2), a germinabilidade não foi alterada. Porém, o condicionamento foi capaz de incrementar a germinabilidade das sementes do lote B de 63% (controle) para 82% (matricondicionamento por dois dias; Tabela 2.2), mesmo sem diferença estatística significativa ($p = 0,213$; $F = 23,572$; $N = 28$). Quando o matricondicionamento se prolongou por tempo igual ou superior a 11 dias, observou-se drástica redução, a níveis inferiores ao controle (Tabela 2.2). O ligeiro aumento na germinabilidade após curto período de embebição, seguido de redução após embebição prolongada, foi reportado para sementes da mesma espécie condicionadas por submersão em água com e sem aeração (Calvi *et al.*, 2008 e Pinedo, 2005, respectivamente) e para sementes de *Parkia pendula* submersas em água (Pinedo e Ferraz, 2008). O matricondicionamento de sementes de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. em vermiculita úmida (Capítulo 3), também apresentou redução na germinabilidade após longo período de embebição, porém não foram reportados resultados negativos (abaixo do controle) como os encontrados para *P. multijuga* (Pinedo, 2005, Calvi *et al.*, 2008 e o presente trabalho).

O tempo para emergência do lote A foi menor que o lote B (12,7 e 16,3 dias, respectivamente; Tabela 2.2). Porém, o período entre a emergência e a formação de plântula normal, foi semelhante em ambos os lotes (lote A = 6,4 dias e lote B = 6,9 dias; Figura 2.3). Desta forma, igualmente como encontrado anteriormente (Calvi *et al.*, 2008), o condicionamento das sementes de *P. multijuga* não reduziu o período entre a emergência e o desenvolvimento das plântulas. A redução do processo, em geral, foi a consequência do aumento da velocidade de emergência (Figura 2.3). Em termos práticos, visando a semeadura direta para recuperação de áreas degradadas, o menor tempo para a germinação pode, apresentar vantagens, pois, pode reduzir o tempo de exposição das sementes a predadores (Camargo *et al.*, 2002). Com menor tempo de germinação as sementes também poderão se beneficiar de períodos curtos de condições ambientais favoráveis à germinação e desenvolvimento das plântulas, como a alta umidade do solo encontrado após uma chuva, por exemplo (Camargo *et al.*, 2002).

Analisando o diferencial de germinação (ΔG), observou-se que, em qualquer meio que permita que as sementes alcancem teor de água $\geq 45\%$, reduziu drasticamente o desempenho germinativo (Figura 2.5). O baixo desempenho das sementes submersas em água por longos períodos, provavelmente, não foi provocado pela falta de aeração, conforme apontado por Pinedo (2005) e Calvi *et al.* (2008). Pois, quando a embebição foi realizada em vermiculita úmida (que permitiu aeração das sementes durante a embebição) foi observado o mesmo padrão de redução da germinabilidade das sementes com avanço da embebição (Figura 2.5). A compilação dos resultados de diferentes lotes e técnicas de condicionamento de sementes de *P. multijuga* (Figura 2.5) indica que os benefícios do condicionamento de sementes desta espécie ocorrem na fase I da curva de embebição. Estes resultados são contraditórios à teoria do condicionamento de sementes, em que os benefícios são esperados quando o teor de água nas sementes atinge a fase II da curva de embebição, onde ocorre a ativação do metabolismo, reparação de danos, síntese de macromoléculas como DNA e RNA, por exemplo (Heydecker e Gibbins, 1978; Bradford, 1986; Bray, 1995).

As sementes do gênero *Parkia* apresentam dormência causada pela impermeabilidade do tegumento à água (Hopkins, 1986). Esta impermeabilidade, garante que as sementes, no banco do solo, não sofram as flutuações da umidade, mantendo um teor de água mais estável e metabolismo reduzido durante a permanência no solo (Copeland e McDonald, 1995; Ferraz *et al.*, 2004). Porém, quando embebidas a elevados teores de água, as sementes necessitam continuar o processo de germinação. Assim, justifica-se o baixo desempenho obtido em sementes de *P. multijuga* após o condicionamento a teores de água acima de 45% (Calvi *et al.*, 2008; Pinedo, 2005). *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don., por sua vez, apresenta sementes fotoblásticas com tegumento permeável à água (Oliveira, 2003). Estas características permitem que as sementes de *J. copaia* acompanhem as flutuações de umidade do ambiente no banco de sementes do solo, mantendo seu metabolismo ativo sob condições úmidas e sua viabilidade por até dois anos no solo da floresta (Oliveira, 2003). Esta característica pode garantir que, durante o matricondicionamento em vermiculita úmida no escuro, as sementes de *J. copaia* mantenham a viabilidade sem que haja protrusão da radícula (Capítulo 3). Sendo assim, sementes que apresentam impermeabilidade do tegumento à água, como *P. multijuga*, podem ser, naturalmente, inadequadas para o condicionamento de sementes, uma vez que são, evolutivamente, adaptadas a não tolerarem grandes flutuações de umidade.

CONCLUSÕES

O matricionamento em vermiculita úmida pode melhorar o desempenho germinativo das sementes de *Parkia multijuga* Benth., principalmente no que tange aumento da velocidade de germinação das sementes, porém o tempo entre a emergência e a formação de plântulas, não foi alterado pela técnica.

A presença de oxigênio durante a embebição não aumentou o desempenho das sementes após o condicionamento. Aparentemente este bom desempenho foi definido apenas pelo teor de água alcançado pelas sementes após a embebição. Foram observados benefícios somente quando as sementes ainda estavam na fase I da curva de embebição. Desta forma, deve-se atentar que, durante o condicionamento de sementes de *P. multijuga*, o processo de hidratação deve ser realizado a um teor de água inferior a 45% (na base úmida), pois valores acima deste, reduziram, significativamente, a germinabilidade das sementes.

CAPÍTULO III

Matricondicionamento de sementes de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don e suas vantagens sobre o desempenho germinativo em condições de laboratório³

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito do matricondicionamento em vermiculita úmida sobre o desempenho germinativo de sementes de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. O matricondicionamento das sementes foi realizado a 15°C, por diferentes períodos. Antes da semeadura em germinadores (Fanem[®] 347 CDG; 25°C e 12 horas de fotoperíodo), as sementes foram secadas (25°C) por sete dias. O matricondicionamento recuperou a qualidade do lote das sementes, que havia sido reduzido pelo armazenamento por nove meses, aumentando a germinabilidade ($p = 0,02$) e a velocidade de germinação, avaliada pelo Índice de Velocidade de Germinação (IVG; $p = 0,01$). Os efeitos positivos somente foram observados quando as sementes ainda estavam na fase I da curva de embebição, conforme estudos anteriores com *Parkia multijuga* Benth.. O matricondicionamento em vermiculita úmida por quatro horas incrementou a germinação em relação ao controle (emergência da radícula de 24% para 55% ; $p = 0,02$ e formação de plântulas de 24 para 48%; $p = 0,16$). Sementes matricondicionadas por maior tempo (168h) apresentaram aumento na germinabilidade, quando comparada com sementes no início da fase II (48h). Essa recuperação pode estar ligada à ativação de mecanismos de autodefesas das sementes, advindos da ativação do metabolismo pelo condicionamento. Observou-se crescente proliferação de fungos o teste de germinação, com aumento do tempo de embebição.

³ A redação deste capítulo de dissertação, em formato de artigo, seguiu as normas da revista Acta Amazônica. Versão impressa ISSN 0044-5967 e on-line ISSN 1809-4392. Periódico classificado como qualis A pela Capes

INTRODUÇÃO

O condicionamento de sementes é uma técnica que pode aumentar o vigor e a velocidade do processo de germinação (Harman e Taylor, 1988; Mereddy *et al.*, 2000; Conway *et al.*, 2001; Perez e Negreiros, 2001; Mendonça *et al.*, 2005). Todas as formas de condicionamento constam de pré-embebição das sementes, suficiente para ativar o metabolismo, porém, insuficiente para permitir a protrusão da raiz primária (Heydecker e Gibbins, 1978; Bradford, 1986). A ativação do metabolismo permite a recuperação de danos adquiridos pelo armazenamento ou a aceleração do processo de maturação pós-colheita (Nascimento, 2004). Estes tratamentos pré-germinativos podem tornar a germinação mais rápida e sincrônica devido, por exemplo, aos reparos de membranas e à síntese de macromoléculas como DNA e RNA (Bray, 1995). Após o condicionamento, as sementes podem ser desidratadas e guardadas por curto tempo antes da semeadura (Nascimento, 1998). Para a pré-embebição das sementes pode-se utilizar apenas água (hidrocondicionamento), água com soluções osmóticas (osmocondicionamento) ou, no matricondicionamento, diversos tipos de materiais orgânicos ou não-orgânicos, umedecidos em direto contato com as sementes. (Heydecker e Gibbins, 1978; Bradford, 1986; Bennett e Waters Jr, 1984).

Com a obtenção de resultados positivos e promissores do matricondicionamento em vermiculita úmida de sementes de *Parkia multijuga* Benth. (Capítulo 2), decidiu-se testar esta técnica em *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. A espécie, também conhecida como caroba ou pará-pará, é uma árvore da família Bignoniaceae, distribuída amplamente na América tropical (Mabberley, 1990). Os frutos de *J. copaia* são cápsulas deiscentes, com sementes aladas e dispersas pelo vento (Barroso *et al.*, 1999; Gurgel *et al.*, 2006). A espécie é heliófila, pioneira, de crescimento muito rápido, encontrada em abundância no interior de florestas densas, porém, devido a sua exigência por luz, cresce de maneira esguia acima do dossel (Gentry, 1992). A espécie foi encontrada em florestas de várzea (Gentry, 1992), matas de terra-firme e capoeiras (Silva *et al.*, 1977; Loureiro *et al.*, 1979; Santos, 1987). A espécie prefere solos com textura franco-argilosa (Salazar, 1999) e tolera solos com baixa fertilidade e, ligeiramente ácidos (Nieto & Rodriguez, 2002). Em plantio em área degradada, *J. copaia* apresentou alta sobrevivência e bom desenvolvimento em diâmetro e altura (Barbosa, 2002). A espécie é encontrada com facilidade na Base Operacional Geólogo Pedro de Moura (BOGPM) – localizada às margens do rio Urucu, município de Coari – AM (observação pessoal). A sua regeneração é limitada a bordas da floresta e em áreas com uma cobertura vegetal já estabelecida (observação pessoal) e não coloniza espontaneamente as áreas abertas.

Possivelmente, vários fatores bióticos e abióticos dificultam a regeneração, como: condições adversas (Parotta *et al.*, 1997, Kozłowski, 2002), alta predação da semente (Uhl, 1988), além da dificuldade de fixação no solo nu, no qual as chuvas pesadas podem levar as sementes pelo escoamento superficial até a borda da floresta. A necessidade de luz para germinar (fotoblásticas positivas; Leão *et al.*, 2001; Oliveira, 2003) permite que as sementes possam permanecer dormentes no banco de sementes. Mesmo dormentes, as sementes mantêm no solo o metabolismo ativo, devido a permeabilidade do tegumento à água (Oliveira, 2003). As sementes são pequenas, com peso de mil sementes de aproximadamente 5 g, apresentam tolerância ao dessecamento e foram classificadas como ortodoxas (Hong *et al.*, 1996). Em câmara fria (4° C e teor de água das sementes de 6-8 %) as sementes podem manter alta porcentagem de germinação (77 a 87 %) após dois anos de armazenamento (Salazar, 1999). Sob condições ambientais, a viabilidade das sementes com baixo teor de água é limitada a poucos meses, sendo o alto teor de ácido linoleico uma das razões para este comportamento (Triviño *et al.*, 1990).

A espécie *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. apresenta características desejáveis para a recuperação de áreas degradadas e as suas sementes apresentam no armazenamento, sob condições naturais, uma curta longevidade. Dessa forma, o objetivo deste trabalho, foi avaliar, sob condições de laboratório, o efeito de diferentes períodos de matricionamento em vermiculita úmida sobre o desempenho germinativo de sementes com baixa qualidade de *J. copaia*. Em longo prazo, espera-se estabelecer um protocolo de condicionamento das sementes para futura utilização na semeadura direta em áreas degradadas da BOGPM.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos ainda fechados de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don foram coletados nas copas de matrizes na estação Experimental de Silvicultura Tropical, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA (a 45 quilômetros ao norte de Manaus 2° 47' 5" S e 60° 11' 51" W) em março de 2007. O material foi seco em sala com 25 ± 1 °C e 48 ± 2 % UR até a abertura das duas valvas para a liberação manual das sementes e por mais cinco dias para reduzir o teor de água das mesmas. Até o início dos experimentos (novembro de 2007), as sementes ficaram armazenadas em embalagens plásticas em câmara fria (15 °C).

Utilizou-se para o matricionamento, vermiculita de granulometria fina (minério micáceo natural do grupo dos filosilicatos de densidade 800 a 1000 kg.m⁻³, pH 8 a 11) umedecida com água destilada em uma proporção de 1:2,5 (1 g de vermiculita para 2,5 g de água). A proporção entre a quantidade de vermiculita úmida e de sementes a embeber foi de 12:1 (12 g de vermiculita por grama de semente). O condicionamento foi realizado em sacos de polietileno fechados para evitar evaporação, em câmara fria (15 ± 1 °C) no escuro.

Em um pré-teste, a velocidade de embebição das sementes durante o matricionamento foi determinada em intervalos regulares utilizando três amostras de 10 sementes cada. As sementes, separadas da vermiculita, foram imediatamente pesadas e o teor de água (TA), expresso em percentagem da base úmida, determinado pelo método de estufa a 105 ± 3 °C (Brasil, 1992). A secagem foi acompanhada por pesagens sucessivas durante 24 h até que o peso seco se estabilizasse. Pela curva de embebição (Figura 3.1) foi estimado o tempo necessário para que as sementes alcancem um teor de água de 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, além de um ponto, cinco dias após a estabilização da curva de embebição. Estes cinco períodos de embebição, somado ao controle (sementes que não foram embebidas antes do teste de germinação), compõem os seis tratamentos do experimento.

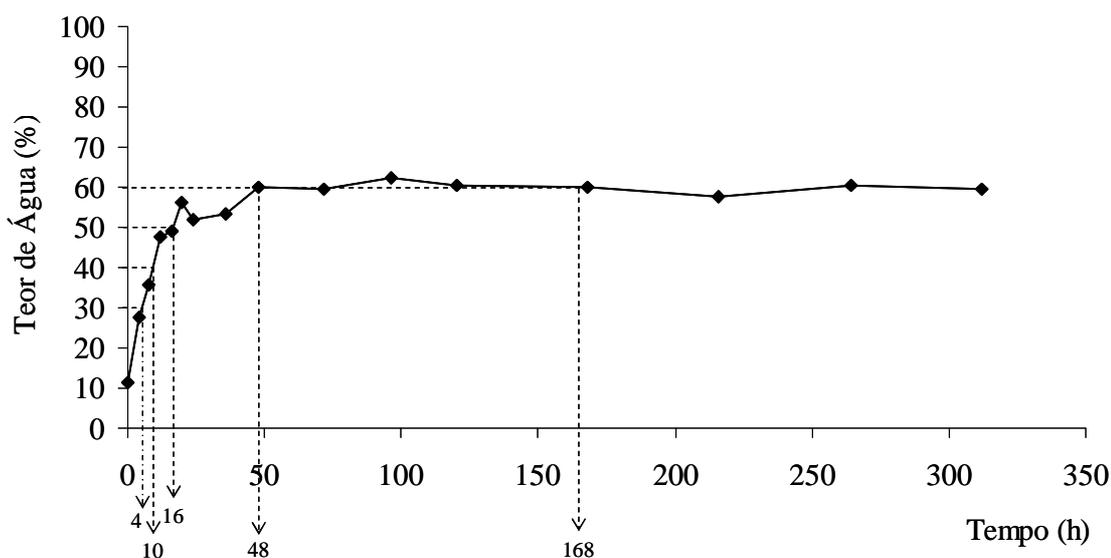


Figura 3.1 - Velocidade de embebição de sementes de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. em vermiculita úmida a 15 ± 1 °C. Estimativa do tempo necessário para alcançar um teor de água na semente de 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, além de um ponto cinco dias após a estabilização da curva de embebição.

A viabilidade da técnica de matricondicionamento foi verificada através do teste de germinação da sementes matricondicionadas. Para tal, após o matricondicionamento pelos diferentes períodos necessários, as sementes de cada tratamento foram separadas da vermiculita e colocadas para secar, por sete dias, sobre peneiras em sala com ar-condicionado (24 ± 2 °C e 58 ± 2 % UR) e dois ventiladores, um no teto e outro abaixo das peneiras por sete dias. O início do matricondicionamento foi planejado para que, todos os tratamento se encerrassem simultaneamente e, desta forma, todas as sementes passaram pelas mesmas condições ambientais durante a secagem e durante o teste de germinação. O teor de água das sementes foi determinado em dois momentos, um após o matricondicionamento e outro após a secagem. Para tal, foram utilizadas duas amostras de 10 sementes por tratamento. O teste de germinação foi realizado em germinadores (FANEM[®] modelo 347 CDG), com temperatura constante de 25 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 horas (luz fluorescente branca fria, fluxo luminoso de aproximadamente $70 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). As sementes foram semeadas em caixas plásticas transparentes tipo “gerbox” (11 x 11 x 3 cm) sobre papel de germinação, umedecido com 18 ml de água destilada. Para cada tratamento foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes. As avaliações foram realizadas a cada dois dias, observando 1) *critério fisiológico*: a protrusão da raiz primária, com pelo menos 2 mm de comprimento com curvatura geotrópica positiva e 2) *critério tecnológico*: a formação da plântula normal com todas as estruturas

essenciais em perfeito estágio de desenvolvimento (Brasil, 1992), a partir da abertura do primeiro par de eófilos (Figura 3.2).



Figura 3.2 - Critérios de germinação para *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. A - *critério fisiológico*: protrusão da raiz primária. B - *critério tecnológico*: formação da plântula normal, a partir da abertura do primeiro par de eófilos.

Após a estabilização da germinação foram determinados, para ambos os critérios de germinação, a porcentagem, o tempo médio, o sincronismo e o índice de velocidade de germinação – IVG (Santana e Ranal, 2004). Os dados foram analisados por análise de variância (ANOVA), com posterior teste de Tukey a 5 %, utilizando o programa SYSTAT 10.0. Os dados do tempo médio de protrusão da radícula e formação de plântula normal foram submetidos à regressão logarítmica relacionada com o tempo de matricionamento em vermiculita úmida. Com os dados da porcentagem de germinação calculou-se o diferencial de germinação (ΔG) subtraindo, da porcentagem de germinação de cada tratamento, o valor do controle. Dessa forma, um valor positivo de ΔG indica uma germinação melhor que do controle e um ΔG negativo uma germinação pior que do controle.

RESULTADOS

O experimento foi planejado para testar quatro tratamentos na fase I da curva de embebição, que terminou, nas condições testadas, com 48 horas de matricionamento, além de um tratamento em plena fase II. Os valores dos teores de água alcançados nos tratamentos (Tabela 3.1) foram compatíveis com a curva de embebição estabelecida anteriormente (Figura 3.1), portanto, os níveis de embebição planejados foram alcançados. Assim, foi considerado que os tempos de embebição 4, 10 e 16 h são pertencentes à fase I da curva de embebição, o tratamento 48 h se encontra na transição entre a fase I e II, e, o tempo de 168 horas de embebição está em plena fase II da curva de embebição.

As sementes de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. apresentaram, após nove meses de armazenamento, 24 % de germinação e, o matricionamento em vermiculita úmida, por diferentes períodos e posterior secagem a temperatura ambiente, aumentou o desempenho germinativo das sementes (Tabela 3.1 e 3.2). Avaliando a protrusão da radícula, o maior efeito foi observado após quatro horas de condicionamento, em que a germinação foi mais do que duas vezes maior que o controle (55 %) sendo estatisticamente diferente ($p = 0,019$; $F=3,50$; $N=24$; Tabela 3.1). Os demais períodos de condicionamento tendem a aumentar quantitativamente a capacidade germinativa, porém, devido ao elevado desvio padrão, não apresentaram diferença estatística significativa (Tabela 3.1). Fato também observado na avaliação do critério tecnológico (formação de plântula normal; Tabela 3.2)

Tabela 3.1 - Efeito do matricondicionamento (embebição em vermiculita úmida por diferentes períodos seguido de uma secagem por sete dias à 25 ±1 °C) sobre o desempenho da germinação de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don., avaliando a protrusão da radícula.

| Período de embebição | Teor de água após embebição | Teor de água após secagem | Germinação | Tempo médio | Sincronismo | IVG |
|----------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------|---------------|--------------|------------------------------|
| (h) | (%) | (%) | (%) | (d) | (bits) | (semente.dia ⁻¹) |
| 0 | 9,8 | 7,0 | 24 ± 7,30 b | 20,3 ± 2,78 a | 2,2 ± 0,27 a | 0,32 ± 0,11 b |
| 4 | 46,2 | 7,1 | 55 ± 6,83 a | 17,4 ± 2,82 a | 2,5 ± 0,64 a | 0,87 ± 0,14 a |
| 10 | 50,8 | 7,6 | 46 ± 14,05 ab | 18,7 ± 2,46 a | 2,6 ± 0,47 a | 0,70 ± 0,26 ab |
| 16 | 48,8 | 8,0 | 43 ± 10,00 ab | 18,3 ± 2,97 a | 2,4 ± 0,40 a | 0,64 ± 0,12 ab |
| 48 | 56,6 | 7,1 | 30 ± 19,73 ab | 24,6 ± 7,72 a | 2,1 ± 0,96 a | 0,39 ± 0,28 b |
| 168 | 59,9 | 8,1 | 37 ± 8,87 ab | 21,5 ± 3,35 a | 2,5 ± 0,35 a | 0,48 ± 0,15 ab |

Médias seguidas de letras iguais nas colunas não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5 %.

Tabela 3.2 - Efeito do matricondicionamento (embebição em vermiculita úmida por diferentes períodos seguido de uma secagem por sete dias à 25 ±1 °C) sobre o desempenho da germinação de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don., avaliando a formação de plântula normal.

| Período de embebição | Teor de água após embebição | Teor de água após secagem | Germinação | Tempo médio | Sincronismo | IVG |
|----------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------|---------------|--------------|------------------------------|
| (h) | (%) | (%) | (%) | (d) | (bits) | (semente.dia ⁻¹) |
| 0 | 9,8 | 7,0 | 24 ± 9,80 a | 30,0 ± 2,09 a | 2,0 ± 0,58 a | 0,20 ± 0,07 b |
| 4 | 46,2 | 7,1 | 48 ± 3,27 a | 28,4 ± 2,32 a | 2,8 ± 0,24 a | 0,45 ± 0,03 a |
| 10 | 50,8 | 7,6 | 44 ± 14,24 a | 29,9 ± 1,50 a | 2,7 ± 0,28 a | 0,39 ± 0,12 ab |
| 16 | 48,8 | 8,0 | 41 ± 11,49 a | 28,2 ± 4,26 a | 2,4 ± 0,35 a | 0,38 ± 0,10 ab |
| 48 | 56,6 | 7,1 | 23 ± 24,52 a | 32,7 ± 1,15 a | 1,9 ± 1,67 a | 0,26 ± 0,20 ab |
| 168 | 59,9 | 8,1 | 30 ± 5,16 a | 33,9 ± 2,83 a | 2,7 ± 0,20 a | 0,23 ± 0,05 ab |

Médias seguidas de letras iguais nas colunas não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5 %.

Analisando as curvas de germinação (Figura 3.3), percebe-se que as diferenças entre os tratamentos se estabelecem logo no início do processo germinativo. Principalmente para a formação de plântulas normais (Figura 3.3B), curtos períodos de condicionamento (4, 10 e 16 horas) conseguiram recuperar a qualidade fisiológica do lote reduzida pelo armazenamento em condições não-ideais (15°C; Salazar, 1999).

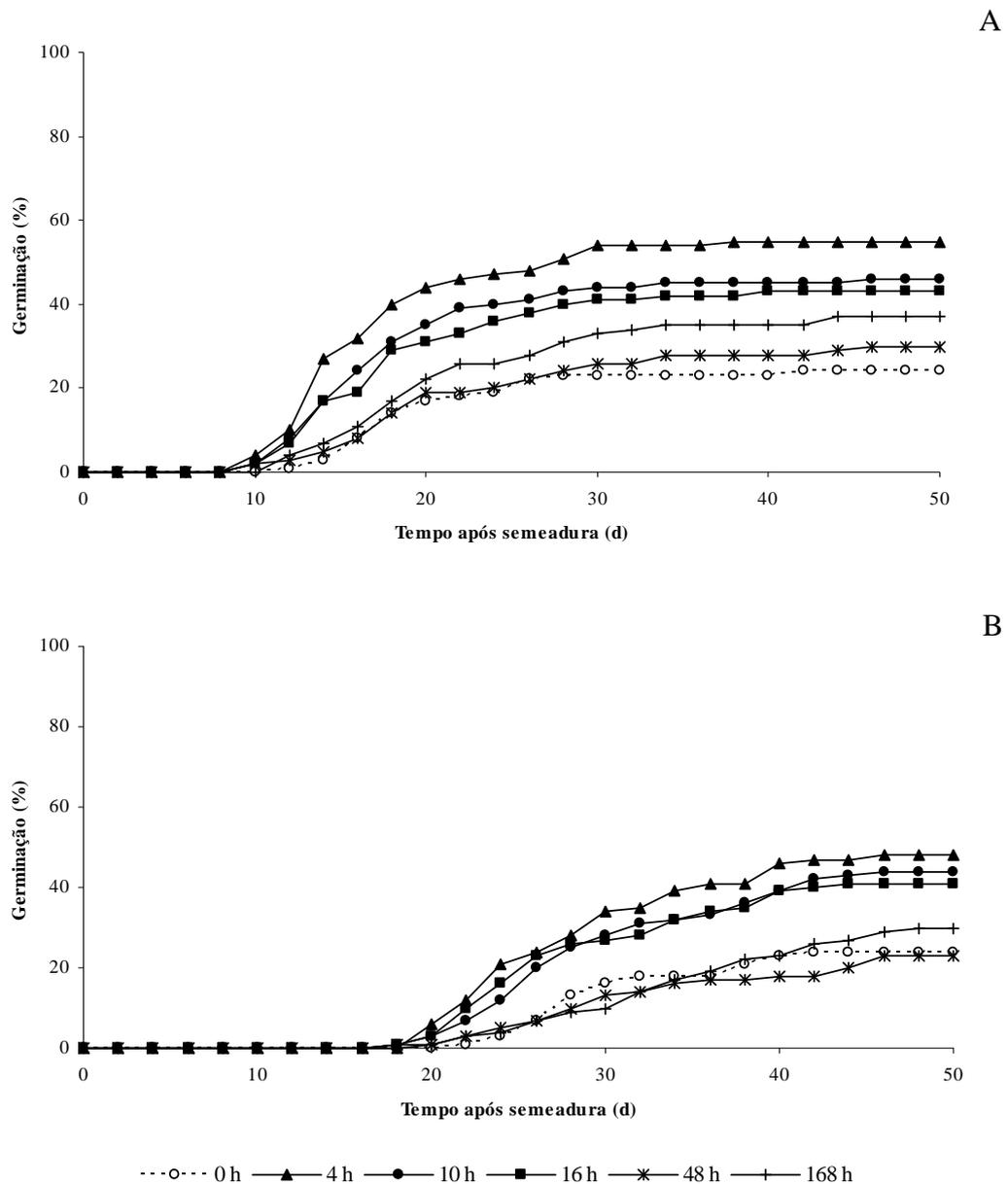


Figura 3.3 - Efeito do matricondicionamento (embebição em vermiculita úmida por diferentes períodos seguido de uma secagem por sete dias à 25 ± 1 °C) sobre o desempenho da germinação de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don.. A - protrusão da radícula e B - formação de plântula normal.

Durante a fase I da curva de embebição, que termina com cerca 48 horas de matricondicionamento, foi verificado, após aumento significativo logo no início da embebição (4 h), uma relação logarítmica negativa causada pelo tempo de condicionamento (protrusão da radícula: $y = -9,9648\text{Ln}(x) + 45,241$; $R^2 = 0,99$ e plântula completa: $y = -10,107\text{Ln}(x) + 41,108$; $R^2 = 0,89$; Figura 3.4). Com permanência na fase II da embebição (168 horas), foi observado uma recuperação do desempenho tanto na percentagem de germinação (Figura 3.4), como no tempo médio e no IVG, porém sem diferença estatística (Tabela 3.1, 2).

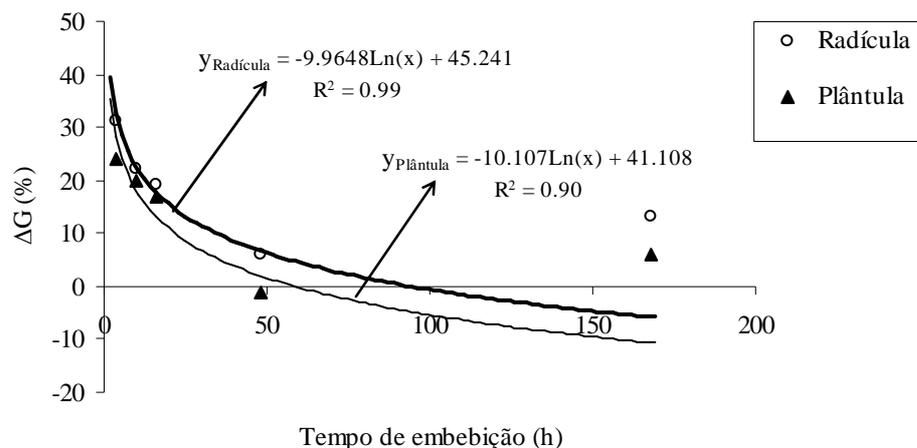


Figura 3.4 - Diferença da germinação de cada tratamento em relação ao controle (ΔG) em diferentes períodos de embebição em vermiculita úmida de sementes de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don..

Analisando a velocidade do processo de germinação das sementes que, durante o matricondicionamento permaneceram na fase I da curva de embebição, observou-se uma redução no tempo médio de germinação, porém sem diferença estatística com o controle (emissão de radícula: $p = 0,20$; $F = 1,65$; $N = 24$; Tabela 3.1 e plântula normal: $p = 0,044$; $F = 2,92$; $N = 23$; Tabela 3.2). O Índice de Velocidade de Germinação (IVG) aumentou pelo condicionamento, para ambos os critérios de germinação (emissão de radícula: $p = 0,006$; $F = 4,81$; $N = 24$; Tabela 3.1 e plântula normal: $p = 0,019$; $F = 3,68$; $N = 23$; Tabela 3.2). Esse índice apresentou diferença significativa em relação ao controle, apenas quando as sementes foram matricondicionadas por quatro horas (Tabela 3.1 e 3.2). O sincronismo da germinação não foi alterado com os tratamentos (emissão de radícula: $p = 0,70$; $F = 0,60$; $N = 24$; Tabela 3.1 e plântula normal: $p = 0,364$; $F = 1,17$; $N = 23$; Tabela 3.2).

DISCUSSÃO

O matricondicionamento das sementes em vermiculita úmida possui vantagens quando comparado com os outros tipos de condicionamento. O hidrocondicionamento limita a aeração das sementes e não impede que o processo de embebição prossiga além do desejado. O osmocondicionamento possibilita manter um teor de água desejado das sementes, porém é oneroso devido o alto custo das substâncias osmóticas (PEG, KNO₃, entre outras), além de ser necessário manter a aeração durante o condicionamento e retirar as substâncias osmóticas da superfície das sementes após o tratamento (Nascimento, 2004). O matricondicionamento na vermiculita, por sua vez, utiliza material de baixo custo e de fácil manuseio, com possibilidade de reuso para esta ou outra finalidade, por exemplo, como substrato na produção de mudas no viveiro. O condicionamento na vermiculita pode simular as condições encontradas pelas sementes no solo. A dormência, causada pelo fotoblastismo, garante que as sementes permaneçam no escuro na fase II da curva de embebição e não iniciem a germinação. Sob condições naturais, as sementes fotoblásticas de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don podem permanecer viáveis no banco de sementes por até dois anos (Oliveira, 2003). O manejo das sementes dessa espécie, durante a execução do trabalho, foi fácil, como também, a separação das sementes do substrato, no final do condicionamento. A dificuldade encontrada foi na determinação do teor de água (TA) das sementes. Por um lado, a forma achatada e a ala tornam a superfície grande, que associadas a um tegumento membranoso (Oliveira, 2003) facilitaram a perda de água no manuseio. Por outro lado, a permanência de pequenas partículas de vermiculita úmida na superfície das sementes, pode ter influenciado o peso das sementes. Mesmo assim, os teores pré-estabelecidos pela curva de embebição (início e final da fase I, e plena fase II; Figura 3.1) foram alcançados no experimento do matricondicionamento (Tabela 3.1). Estas características das sementes de *J. copaia* permitem que sejam utilizadas com sucesso no matricondicionamento utilizando vermiculita úmida.

Na revisão de literatura nenhum relato foi encontrado sobre a utilização do matricondicionamento em espécies florestais. Existem trabalhos que utilizaram vermiculita úmida no matricondicionamento de sementes de hortaliças (Bennett e Waters Jr, 1984 e 1987; Khan, 1992; Madakadze *et al.*, 1993). Algumas espécies florestais tiveram suas sementes osmoticamente condicionadas como *Triplaris americana* L. (Mendonça *et al.*, 2005), *Chorisia speciosa* St.-Hil (Perez e Jardim, 2005); *Platymiscium pubescens* Micheli (Borges *et al.*, 2002), entre outras; e somente *Parkia pendula*, *P. nitida* e *P. multijuga* pelo hidrocondicionamento (Pinedo, 2005; Pinedo e Ferraz, 2008).

O melhor desempenho das sementes de *J. copaia* foi observado após 4 horas de condicionamento, ainda na fase I da curva de embebição. Resultados semelhantes foram observados para *Parkia multijuga* Benth. (Capítulo 1 e 2 desta dissertação). Nesta espécie, um teor de água acima de 45 % diminuiu a germinação. *Parkia pendula* também reagiu positivamente somente a um curto período de condicionamento, com sementes na fase I da curva de embebição (Pinedo e Ferraz, 2008). Ainda na fase I, com prolongamento do tempo de embebição, foi observada, em *J. copaia*, redução, em escala logarítmica, após efeito positivo alcançado com quatro horas de embebição (Figura 3.4). Observou-se crescente infestação de fungos durante os testes de germinação e não foi possível determinar se este ataque foi uma consequência ou a causa da morte das sementes. Estes resultados não seguem a teoria do condicionamento, na qual os benefícios se manifestam somente após a permanência das sementes em teor de água na fase II da curva de embebição (Heydecker *et al.*, 1975; Khan *et al.*, 1978; Bradford, 1986, Castro *et al.*, 2004, entre outras). É nessa fase que ocorrem, pela ativação do metabolismo, reparos de membranas, substituição e síntese de macromoléculas como DNA e RNA, entre outros efeitos (Bray, 1995).

O benefício do condicionamento (segundo a teoria) é avaliado pelo tratamento onde as sementes foram matricionadas por 168 horas. Neste, as sementes após dois dias na fase I, permaneceram por cinco dias na fase II da curva de embebição (Figura 3.1). Observou-se, em relação ao controle, um aumento de 24 % a 37 % na protrusão da raiz e de 24 % a 30 % para formação de plântula (Tabela 3.1 e 3.2). Apesar desse aumento não ser significativo é possível que, a ativação do metabolismo, promoveu maior capacidade germinativa das sementes. Este aumento pode ter sido resultado de, por exemplo, possível ativação de autodefesa das sementes, como a síntese de fitoalexinas, moléculas com propriedades antibióticas e inibidoras do crescimento de microorganismos (Cruickshank, 1963).

A adição de substâncias ou microorganismos benéficos, durante a embebição, pode impedir o crescimento de microorganismos em geral ou, até mesmo, patógenos mais específicos. Esta técnica, conhecida como bio-condicionamento, aumentou a germinação e sobrevivência de plântulas de milho (*Zea mays*; Callan *et al.*, 1990), pepino (*Cucumis sativus*) e tomate (*Lycopersicon esculentum*; Harman e Taylor, 1988) em solos contaminados pelo fungo *Pythium ultimum* (causador do “*damping-off*”) a nível da utilização de fungicidas químicos. Assim, visando aprimorar a técnica de matricionamento de sementes de *J. copaia* em vermiculita úmida, recomenda-se, em estudos futuros, testar substâncias fungicidas durante a embebição das sementes.

CONCLUSÕES

- O matricionamento em vermiculita úmida em câmara fria (15 °C) foi eficaz em melhorar significativamente o vigor e a germinabilidade de um lote de sementes de *Jacaranda copaia* com baixa qualidade.
- O melhor resultado foi alcançado com um tempo de condicionamento entre 4 e 16 horas. Após a embebição por este período, as sementes encontraram-se ainda na fase I da curva de embebição.
- Foi observada crescente proliferação de fungos no teste de germinação com aumento do tempo de matricionamento. Assim, recomenda-se testar a possibilidade de incorporar substâncias com ação fungicida durante o matricionamento.
- Comparando o efeito do matricionamento com a embebição no início da fase II (48 h) e cinco dias mais tardes (168 h) observou-se pequena, porém não significativa recuperação. Há necessidade de verificar se as sementes são capazes de, com ativação do metabolismo na fase II, criar mecanismos de proteção contra os microorganismos.

CAPÍTULO IV

Técnicas de nucleação para recuperação de áreas degradadas na Base Operacional Geólogo Pedro de Moura, Urucu, Amazonas (*fase inicial*)⁴

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a utilização das técnicas de nucleação para recuperação de áreas degradadas pela exploração petrolífera na Base Operacional Geólogo Pedro de Moura (BOGPM). Em dezembro de 2007, três clareiras da BOGPM (município de Coari, AM), receberam a implantação de diferentes técnicas de nucleação, sendo *a) transposição do top-soil*, coletado em área florestal vizinha e acomodado em parcelas de 1x1m; *b) formação de pilhas de galhos e troncos* com 1x1x0,5m, coletados da vegetação circundante e *c) utilização de poleiros artificiais*, árvores de cerca de 5m de altura, cortadas e fixadas no solo das clareiras. Mensalmente, por quatro meses, as parcelas foram avaliadas para avaliar o estabelecimento de plântulas, classificadas de acordo com a forma de vida. Calculou-se a densidade absoluta nas parcelas das diferentes técnicas. A transposição do *top-soil* apresentou, em quatro meses, aporte de até 120 plântulas.m⁻², promovendo rápida introdução de espécies de diferentes formas de vida. O enleiramento da galhada não apresentou aumento significativo na densidade de plântulas até o momento, porém uma tendência de aumento foi observada. A forma de avaliação dos poleiros artificiais não resultou em nenhum aumento na densidade. Estes resultados são preliminares e ao final do projeto, espera-se ter resultados biológicos e econômicos para determinar a(s) técnica(s) mais adequada(s) para a recuperação das áreas da BOGPM, com maior ênfase em clareiras de difícil acesso.

⁴ A redação deste capítulo de dissertação, em formato de artigo, seguiu as normas da revista Acta Amazônica. Versão impressa ISSN 0044-5967 e on-line ISSN 1809-4392. Periódico classificado como qualis A pela Capes.

INTRODUÇÃO

Na Base Operacional Geólogo Pedro de Moura (BOGPM), localizada às margens do rio Urucu, município de Coari – AM, são abertas grandes clareiras para prospecção de petróleo e gás natural, áreas de empréstimo e “bota-fora” de material oriundo da construção de estradas. Nesses locais, há remoção e/ou inversão dos horizontes do solo, bem como a eliminação da vegetação, incluindo o banco de sementes e de plântulas, reduzindo assim a capacidade de resiliência ambiental nessas áreas. Estas clareiras podem ser classificadas em: *a)* clareiras que estão inseridas dentro da malha viária da base, possuindo fácil acesso e *b)* clareiras que não são ligadas por estradas, chamadas de clareiras remotas, apresentando difícil acesso. Nessas últimas, a atividade de minimização dos efeitos negativos causados pela exploração petrolífera é problemática. A distância do viveiro e inexistência de acesso rodoviário inviabilizam a adoção da técnica utilizada nas demais áreas da BOGPM (plantio consorciado de mudas). O plantio de mudas nestas áreas somente seria possível através do transporte aéreo, o que aumentaria demasiadamente os custos de recuperação. Dessa forma, utilizar técnicas “alternativas” para recuperação destas áreas, como, por exemplo, as técnicas de nucleação (Reis *et al.*, 2003a), poderiam garantir o sucesso da atividade de revegetação dessas áreas, além de reduzir os custos para tal atividade.

A nucleação é entendida como a capacidade de uma espécie em propiciar significativa melhoria nas qualidades ambientais, permitindo aumento na probabilidade de ocupação deste ambiente por outras espécies (Yarranton e Morrison, 1974). As diversas técnicas nucleadoras de restauração são medidas biológicas de recuperação utilizadas de forma conjunta (Reis *et al.*, 2003a). A utilização dessas técnicas em floresta semidecidual (município de Campão Bonito – SP), cerrado (município de Santa Rito do Passa Quatro – SP) e restinga (município de Florianópolis – SC), apresentou resultados satisfatórios tanto no aumento da diversidade da área quanto na redução dos custos da atividade (Bechara, 2006). O autor utilizou, como técnicas nucleadoras, *a)* formação de coberturas de solo através de semeadura direta de espécies herbáceo-arbustivas, *b)* formação de abrigos artificiais, através do enleiramento da galhada, *c)* transposição mensal de chuva de sementes, *d)* transposição de solo, *e)* poleiros artificiais e *f)* plantio de mudas de espécies arbóreas. Todas essas técnicas foram instaladas em pequenos grupos, assim, após o desenvolvimento da vegetação, houve a formação de núcleos adensados reduzindo o crescimento de gramíneas exóticas invasoras e, assim, facilitando a regeneração de espécies nativas.

O aumento da resiliência ambiental é promovido com a nucleação, pois o processo restaurador dessa técnica se baseia na ativação do próprio potencial de auto-regeneração da comunidade (Reis *et al.*, 2003b). As técnicas nucleadoras de restauração formam microhabitats em núcleos, nos quais são oferecidos, para as diferentes formas de vida e nichos ecológicos, condições de abrigo, alimentação e reprodução, que, no processo de aceleração sucessional, irradiam diversidade por toda a área (Reis *et al.*, 2003b), formando o modelo de mosaico encontrado em ambientes naturais. Dessa forma, com a utilização destas técnicas de recuperação de áreas degradadas, a natureza poderá se manifestar da melhor forma possível dentro das condições da paisagem trabalhada (Vieira e Reis, 2003). As características dessas técnicas nucleadoras são maior utilização dos recursos existentes na área circundante e a não utilização da área total para plantio (como as atividades de plantios de mudas). Ambas as características oferecem, por exemplo, significativa redução dos custos de recuperação de uma área, além de outras vantagens.

Dessa forma, o objetivo deste Capítulo foi testar as técnicas de nucleação para recuperação de áreas degradadas pela exploração petrolífera na BOGPM, no que tange a promoção da regeneração natural nas áreas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Província petrolífera do rio Urucu (BOGPM – Base Operacional Geólogo Pedro de Moura, PETROBRAS-BR), situada no município de Coari, AM a 600 km da cidade de Manaus, AM, Brasil, situada nas coordenadas 04° 53'S e 65° 11'W (Figura 4.1). Segundo o relatório GASPETR (2001), a Região apresenta relevo ondulado. O solo apresenta textura argilosa, bem drenado, sob floresta tropical densa, constituído por sedimentos da “formação Solimões”, classificado como CAMBISSOLO ÁLICO, com alta densidade. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo “Afi”, designativo de clima equatorial quente e úmido, com chuvas abundantes e bem distribuídas ao longo do ano, tendo precipitação média anual superior a 3000 mm. A Região apresenta uma estação mais chuvosa de setembro a abril (sendo março o de maior índice pluviométrico) e outra menos chuvosa que se estende de maio a agosto, sendo agosto o mês de menor precipitação. As temperaturas máximas e mínimas variam entre 30,5 e 33 °C e, 19 e 22,5 °C, respectivamente (Relatório GASPETR, 2001).

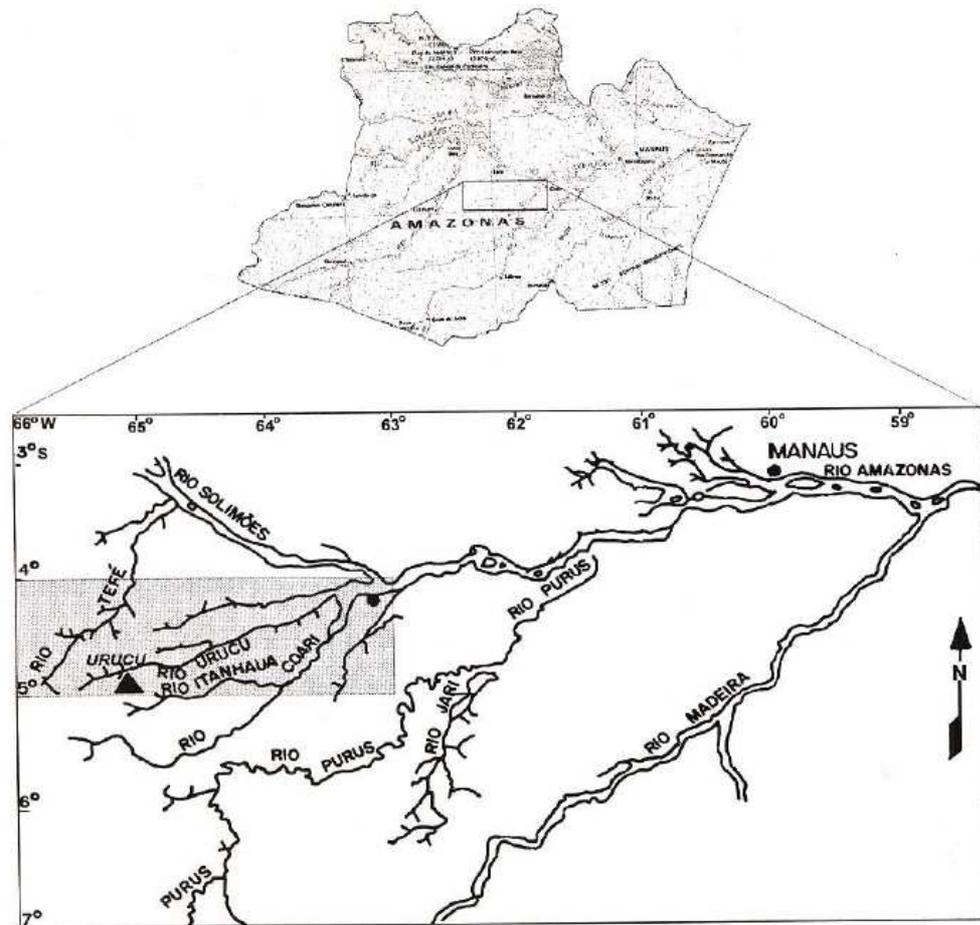


Figura 4.1 - Localização da área de estudo. (Extraído de Lima-Filho *et al.*, 2001).

Foram selecionadas três áreas na BOGPM para instalação das técnicas nucleadoras. Dessas, duas foram, no passado, utilizadas como fonte ou local de deposição de argila (JAZ-94 e JAZ-104) e a outra se situa no entorno de um poço de exploração de petróleo, hoje desativado (LUC-15). As características dessas áreas encontram-se na Tabela 4.1. As áreas foram divididas em quatro quadrantes seguindo as direções Norte-Sul e Leste-Oeste. Em cada quadrante foram marcadas duas áreas de dimensões iguais a 10 x 1 m, consideradas como controle (locais que não sofreram nenhuma intervenção). Excluindo estas áreas de controle, no restante de área das clareiras foram instaladas, de maneira aleatória, parcelas com as técnicas de *enleiramento de galhada*, *transposição do “top-soil”* e dos *poleiros artificiais*. O número de parcelas instaladas nas áreas foi baseado na densidade por hectare de cada técnica, variando, assim, o número de parcelas instaladas por quadrante (Tabela 4.1). A disposição das parcelas na área foi aleatória, conforme ilustrado na Figura 4.2.

Tabela 4.1 - Descrição das áreas onde foram instaladas as parcelas de nucleação para recuperação de áreas degradadas pela exploração petrolífera na Base Operacional Geólogo Pedro de Moura, município de Coari, AM.

| Local | Área total (ha) | Técnica | Parcelas por quadrante | Parcelas.ha ⁻¹ |
|---------|-----------------|---------------------------------|------------------------|---------------------------|
| LUC-15 | 0,72 | Enleiramento da galhada | 5 | 30 |
| | | Poleiros artificiais | 3 | 20 |
| | | Transposição do <i>top-soil</i> | 14 | 80 |
| JAZ-104 | 0,20 | Enleiramento da galhada | 2 | 40 |
| | | Poleiros artificiais | 1 | 20 |
| | | Transposição do <i>top-soil</i> | 4 | 80 |
| JAZ-94 | 0,60 | Enleiramento da galhada | 4 | 30 |
| | | Poleiros artificiais | 3 | 20 |
| | | Transposição do <i>top-soil</i> | 12 | 80 |

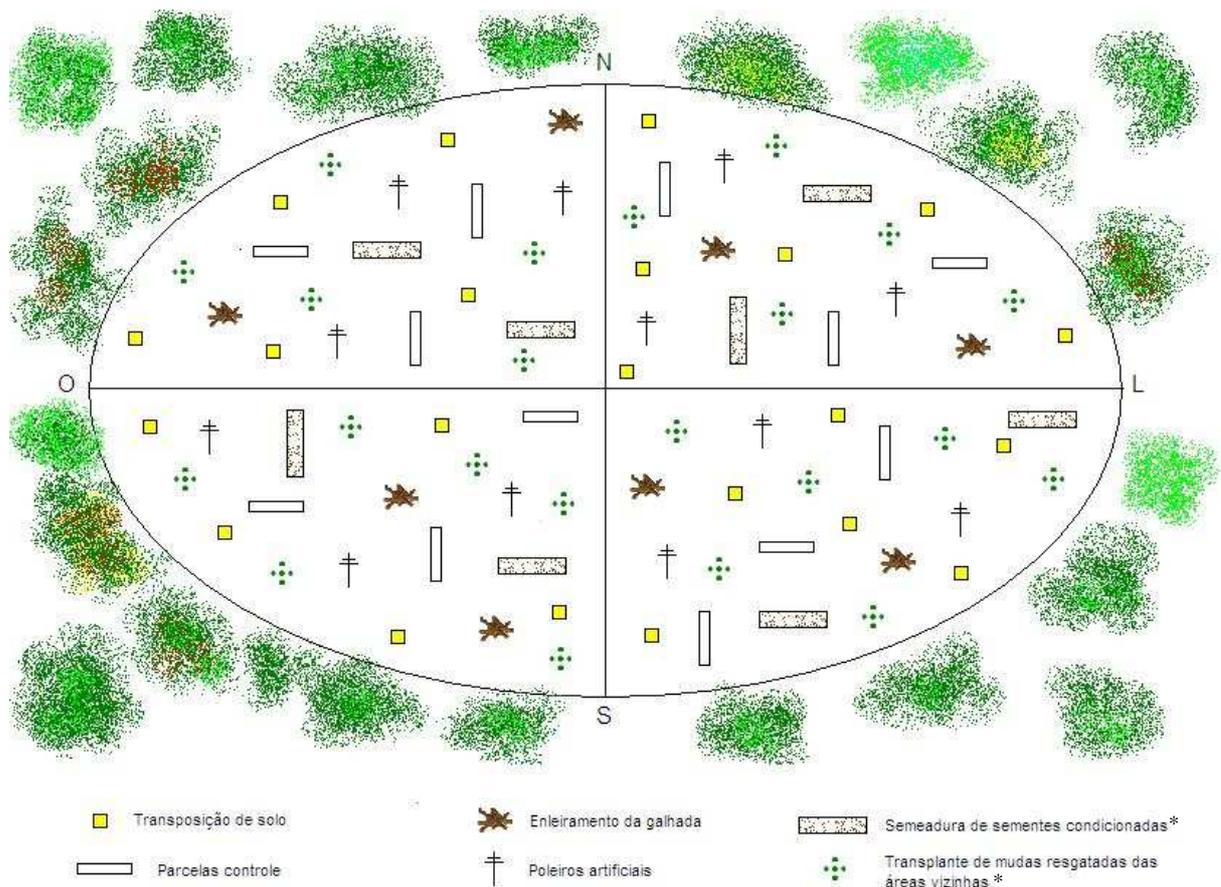


Figura 4.2 - Desenho esquemático da distribuição das parcelas com diferentes técnicas de nucleação e controle para recuperação de áreas degradadas na BOGPM, município de Coari - AM. *técnicas que ainda serão instaladas no campo com a continuidade do projeto.

Enleiramento da galhada

As parcelas foram formadas com galhos e troncos coletados nas áreas ao entorno das clareiras, conforme Bechara (2006). Devido à dificuldade de encontrar resíduos florestais disponíveis nas áreas próximas as clareiras, foi possível apenas fazer parcelas de 1 x 1 m de base e altura variando entre 0,5 a 1 m (Figura 4.3). A quantidade de parcelas instaladas por quadrante e por hectare está informada na Tabela 4.1. Na ocasião da instalação dessas parcelas, houve um desmatamento de uma pequena área vizinha à JAZ-104 para a instalação de uma torre de comunicação, disponibilizando maior volume de madeira para enleiramento, que justifica a maior densidade de parcelas por hectare instaladas nesta área (Tabela 4.1).



Figura 4.3 - Técnica de nucleação para recuperação de áreas degradadas na BOGPM município de Coari, AM – Enleiramento de galhada.

Transposição do “top-soil”

No solo da floresta das áreas adjacentes às clareiras de estudo foram retiradas madeiras e plântulas maiores em uma área de cerca de 2 m² (Figura 4.4). Após esta limpeza, a serrapilheira foi coletada e armazenada em sacos de aniagem. Os primeiros 10 cm do solo abaixo da camada de serrapilheira foram retirados com auxílio de uma enxada e igualmente colocados em sacos de aniagem. As áreas de coletas foram distantes entre si, cerca de 10 m

para que não houvesse problemas de erosão nas áreas abertas e, também, para que se coletasse a maior diversidade do banco de sementes possível.



Figura 4.4 - Local de coleta do *top-soil* na floresta para ser utilizado como técnica de nucleação para recuperação de áreas degradadas na BOGPM, município de Coari, AM.

Visando evitar o carregamento do *top-soil* da superfície da área, pela ação erosiva da precipitação, foram abertas trincheiras, nas quais o solo foi acondicionado. Essas trincheiras, abertas com auxílio de uma enxada, apresentaram dimensões iguais a 1 x 1 x 0,10 m (Figura 4.5A). A acomodação do solo foi realizada da seguinte forma: colocou-se uma camada do solo florestal (cerca de 5 cm de espessura) e, acima do mesmo, foi colocada uma camada, de igual espessura, da serrapilheira (Figura 4.5B).



Figura 4.5 - Vista superior (A) e perfil (B) da parcela de transposição do *top-soil* utilizada como técnica de nucleação para recuperação de áreas degradadas na BOGPM, município de Coari, AM.

Poleiros artificiais

Os poleiros artificiais foram confeccionados utilizando árvores da vegetação vizinha. A escolha das árvores foi baseada na sua altura (cerca de 5 m) e na distribuição (altura e direção) dos seus galhos ao longo do tronco. Após serem cortadas, as árvores foram fixadas no solo das clareiras em um buraco feito com auxílio de uma cavadeira. O redor do poleiro foi delimitada uma área quadrada de 2 x 2 m, que foi coberta com sacos de aniagem, visando suprimir o brotamento das gramíneas (Figura 4.6).



Figura 4.6 - Poleiros artificiais utilizados como técnicas de nucleação para recuperação de áreas degradadas na BOGPM, município de Coari, AM.

As parcelas de cada uma das técnicas foram avaliadas, mensalmente por quatro meses, pela germinação de sementes visível acima do *top-soil* e pelo desenvolvimento das plântulas. A mensuração das plântulas foi realizada apenas em espécies florestais e lianas, quando estas atingiram um tamanho mínimo de 1 cm. Os indivíduos menores que 1 cm e os herbáceos foram apenas identificados e contabilizados. Não foi avaliada a germinação de monocotiledôneas. Estas, sempre que possível, foram retiradas das parcelas por serem, em grande parte, indivíduos exóticos (*Brachiaria* spp e *Pennisetum clandestinum*) altamente competitivos e invasores das áreas da BOGPM. Essas espécies foram introduzidas na área da base operacional através da hidrosemeadura, utilizada como técnica de contenção de encostas.

Para a identificação botânica, as plântulas foram descritas morfológicamente, fotografadas e classificadas em morfoespécies, porém ainda não foram identificadas a nível de espécie. Essa identificação será realizada em conjunto com a equipe de pesquisadores da Rede CT-Petro Amazônia do curso de pós-graduação em Botânica do INPA. Também será realizada a identificação, comparando as imagens captadas no campo, com os arquivos do

projeto Guia Ilustrado de Propágulos e Plântulas da Amazônia, desenvolvido por pesquisadores do INPA.

Os dados dos inventários mensais foram tabulados e as morfoespécies classificadas de acordo com sua forma de vida (arbórea, liana, herbácea e palmeira). Com base nos dados da forma de vida, calculou-se a densidade absoluta (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974; Rosot *et al.* 1982) de indivíduos nas parcelas com transposição do *top-soil*, poleiros artificiais, enleiramento de galhada e controle e a densidade total, resultante do somatório entre as densidades das diferentes formas de vida. Por ser um projeto de longa duração que se encontra na fase inicial de implantação, não se aplicou teste estatístico nos dados, os mesmos foram tratados utilizando estatística descritiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por ser um projeto de longa duração que está em sua fase inicial de instalação, os resultados apresentados neste capítulo são preliminares.

Enleiramento da galhada

Até o momento (quatro meses de avaliação), não se observou aporte significativo de plântulas nas áreas com a utilização desta técnica (Tabela 4.2). O maior número de indivíduos foi observado na JAZ-104, clareira que possui menor área, sendo, provavelmente, a mais utilizada por pequenos animais. Os resultados mostram tendência de aumento na quantidade de indivíduos com aumento do tempo de instalação. Dessa forma, espera-se que esta técnica demonstre melhor desempenho nas próximas avaliações.

Tabela 4.2 -Densidade de plântulas (ind.m⁻²) observados nas parcelas com enleiramento da galhada para recuperação de áreas degradadas na Base Operacional Geólogo Pedro de Moura, município de Coari, AM.

| Área | Forma de vida | Jan./08 | Fev./08 | Mar./08 | Abr./08 |
|---------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| JAZ-94 | Arbórea | 0 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| | Herbácea | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Liana | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Palmeira | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Total | 0,00 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| JAZ-104 | Arbórea | 0 | 0,37 | 0,37 | 0,12 |
| | Herbácea | 0 | 0,25 | 0,5 | 0,25 |
| | Liana | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Palmeira | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Total | 0,00 | 0,62 | 0,87 | 0,37 |
| LUC-15 | Arbórea | 0 | 0,10 | 0,15 | 0,25 |
| | Herbácea | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Liana | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Palmeira | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Total | 0,00 | 0,10 | 0,15 | 0,25 |

Uma grande vantagem da utilização desta técnica é a adição da matéria orgânica em decorrência da decomposição dos troncos. Esta matéria orgânica afeta diretamente as características biológicas do solo, pois atua como fonte de carbono, energia e nutrientes para os microrganismos (Bayer e Mielniczuk, 1999). Durante os processos de degradação de áreas, o solo sofre profundas modificações quanto à sua composição química, biológica e estrutural, sendo a perda de matéria orgânica a principal consequência da degradação, retardando o

processo sucessional (Reis *et al.*, 2003b). O acúmulo de matéria orgânica nas leiras possibilita a produção de húmus, permitindo até mesmo estudos de inoculação de minhocas nativas sob as mesmas (Bechara, 2006).

Para obter melhores resultados com a utilização do enleiramento da galhada Bechara (2006) recomenda dar prioridade não para o comprimento das leiras, mas sim para sua altura. Se houver pouco material é preferível que sejam feitas pilhas com 2 a 3 m de altura. Essas tendem a proporcionar abrigos mais protegidos e duradouros para a fauna. As leiras feitas por Bechara (2006), utilizando madeira de eucalipto (*Eucalyptus* sp.), possuíram, no máximo, 0,5 m de altura e apresentaram elevada decomposição em aproximadamente um ano. As leiras mais altas têm potencial para abrigar não só anfíbios, mas também roedores, lagartos e aves. Com o tempo, estas leiras vão se decompondo, atraindo uma série de animais para a área, de diferentes níveis tróficos (Reis, 2003c).

Transposição do “top-soil”

A utilização do *top-soil* aumentou a regeneração nas clareiras estudadas, sendo em sua maioria, formada por indivíduos arbóreos e herbáceos (Tabela 4.3). A técnica mostrou alto potencial com rápido efeito, apresentando excelentes resultados para a introdução de colonizadoras como plantas ruderais, ervas e arbustos pioneiros, anemocóricas e anemofílicas. Essas serão as primeiras a gerar populações nas áreas degradadas, pois não necessitam de animais para sua dispersão (Reis *et al.*, 1999). Adicionalmente, a utilização do *top-soil* possibilita a introdução de espécies herbáceo-arbustivas e arvoretas pioneiras zoocóricas, promovendo atração precoce de fauna dispersora de sementes (Bechara, 2006).

Esta técnica foi utilizada para recuperação de áreas degradadas na BOGPM por Leal Filho *et al.* (2006). Os autores fizeram a aplicação do *top-soil* em faixas que cruzavam toda a área a ser recuperada. Os resultados indicaram grande eficiência do tratamento, principalmente quando aplicado sobre solos com condições físicas e químicas adequadas. Essa técnica foi indicada para a revegetação de pequenas áreas pelos autores. Porém, os resultados da utilização do *top-soil*, por serem diretamente dependentes do banco de sementes existente no local de coleta, podem sofrer variações espaciais e temporais, ou seja, modificações na composição das espécies e na densidade dos indivíduos de acordo com o local e, ou, o período da coleta.

A densidade de plântulas por metro quadrado foi aumentada com a utilização do *top-soil* de 0 (zero) para 35 indivíduos.m⁻² entre parcelas controle e parcelas com *top-soil* (Figura

4.7; Tabela 4.3 e 4.4). Porém, a densidade de indivíduos poderá aumentar, caso haja maior expressão do banco de sementes, ou reduzir, devido a fatores como a competição entre estas plântulas, predação, entre outros. Aumento de até sete vezes na densidade de plantas por metro quadrado com a utilização do *top-soil* seguido de redução na densidade também foi reportado para a região da BOGPM (Leal Filho *et al.*, 2006).

O banco de sementes expressa a capacidade de regeneração natural das populações, principalmente de espécies nativas pioneiras, capazes de fazer a rápida cobertura do solo e iniciar o processo sucessional (Vieira, 2004). Este é o motivo da alta densidade de plantas herbáceo-arbustivas reportados nas parcelas com transposição do solo, já que estas são as plantas mais pioneiras, agressivas e colonizadoras, que é a base do processo de sucessão secundária.

Tabela 4.3 - Densidade de plântulas (ind.m⁻²) observados nas parcelas com transposição do *top-soil* para recuperação de áreas degradadas na Base Operacional Geólogo Pedro de Moura, município de Coari, AM.

| Área | Forma de vida | Jan./08 | Fev./08 | Mar./08 | Abr./08 |
|---------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| JAZ-94 | Arbórea | 2,71 | 5,79 | 6,00 | 5,23 |
| | Herbácea | 0,08 | 0,23 | 1,40 | 3,06 |
| | Liana | 0,56 | 0,73 | 0,42 | 0,40 |
| | Palmeira | 0,02 | 0,02 | 0,06 | 0,08 |
| | Total | 3,37 | 6,77 | 7,88 | 8,77 |
| JAZ-104 | Arbórea | 0,19 | 0,56 | 0,94 | 2,50 |
| | Herbácea | 0,38 | 3,56 | 1,56 | 11,94 |
| | Liana | 0,06 | 0,13 | 0,13 | 0,19 |
| | Palmeira | 0,00 | 0,19 | 0,13 | 0,06 |
| | Total | 0,63 | 4,44 | 2,76 | 14,25 |
| LUC-15 | Arbórea | 9,25 | 13,34 | 20,27 | 17,45 |
| | Herbácea | 2,30 | 1,59 | 5,16 | 11,79 |
| | Liana | 1,02 | 1,02 | 1,25 | 1,21 |
| | Palmeira | 0,00 | 0,04 | 0,04 | 0,05 |
| | Total | 12,57 | 15,99 | 26,72 | 30,50 |

A JAZ-94 apresentou certa dificuldade de regeneração, pois, dois anos antes da instalação desses testes, a mesma iria ser utilizada para experimento com plantio de espécies florestais em diferentes níveis de aplicação de lodo orgânico. A aplicação do material foi realizada, porém o plantio nunca foi executado (Petrobras, comunicação pessoal). Após isso, a área foi liberada para ser utilizada por pesquisas da Rede CT-Petro Amazônia. Desta forma, parte da clareira recebeu elevada adubação orgânica, o que contribuiu para o grande desenvolvimento das gramíneas exóticas, se tornando hoje, o maior problema para a

regeneração natural. O crescimento dessas gramíneas na área, invadindo as parcelas que estavam sendo observadas, impediu a expressão dos efeitos positivos da utilização do *top-soil*, visível pela completa falta de regeneração nesses locais. As parcelas que estão em locais sem a presença das gramíneas apresentaram plântulas já alcançando 30 cm de altura aos quatro meses, sendo estas parcelas, as responsáveis pelo número total de indivíduos reportado na Tabela 4.3.

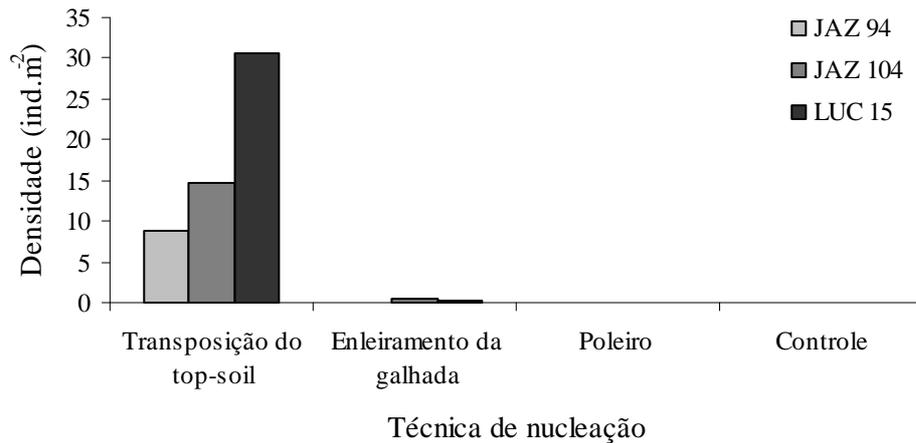


Figura 4.7 - Densidade de plântulas (ind.m⁻²) nas parcelas de transposição do solo, enleiramento da galhada, poleiros artificiais e controle nas três clareiras de estudo na Base operacional Geólogo Pedro de Moura, município de Coari, AM.

Para reduzir os efeitos negativos exercidos pela intensa competição das gramíneas exóticas, roçagem nas áreas deveria ser realizada mensalmente, porém, isto representa aumento no custo da recuperação. Há também um segundo efeito negativo relacionado à redução das plântulas que estão regenerando na área. Após roçagem realizada nas áreas no mês de Março de 2008, foram encontradas muitas plantas cortadas pela roçadeira mecânica, incluindo plântulas que estavam sendo acompanhadas nas parcelas com *top-soil*. A atividade de roçagem mecânica também provocou anelamento à altura do solo de plantas da regeneração natural que apresentavam maior porte (Observação pessoal).

Tabela 4.4 -Densidade de plântulas (ind.m²) observados nas parcelas controle na Base Operacional Geólogo Pedro de Moura, município de Coari, AM.

| Área | Forma de vida | Jan./08 | Fev./08 | Mar./08 | Abr./08 |
|---------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| JAZ-94 | Arbórea | 0,37 | 0,37 | 0,37 | 0,25 |
| | Herbácea | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Liana | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Palmeira | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Total | 0,37 | 0,37 | 0,37 | 0,25 |
| JAZ-104 | Arbórea | 0 | 0 | 0,01 | 0,01 |
| | Herbácea | 0 | 0 | 0,01 | 0 |
| | Liana | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Palmeira | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Total | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,01 |
| LUC-15 | Arbórea | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Herbácea | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Liana | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Palmeira | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Total | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Outro problema encontrado corresponde ao alagamento das parcelas, decorrente das propriedades físicas do solo da região (Figura 4.8). Pesquisadores da Rede CT-Petro Amazônia observaram, sob dossel de floresta primária, aumento da compactidade do solo com aumento da profundidade, aliado a uma redução na porosidade (Figura 4.9; Teixeira *et al.*, 2006). É importante frisar que este trabalho foi realizado na floresta, sem a compactação antrópica, sendo classificado como um atributo original das camadas mais profundas dos solos da região. Também, é oportuno lembrar que, durante a abertura das clareiras na BOGPM, a camada superficial do solo é retirada e a superfície que fica exposta é, justamente, o horizonte B e C, que possuem estas características indesejáveis. Dessa forma, é sobre este “solo” que as plantas devem se desenvolver e onde foram instaladas as parcelas com *top-soil*.



Figura 4.8 - Parcela com transposição do *top-soil* alagada após intensa precipitação na área da BOGPM, município de Coari, AM.

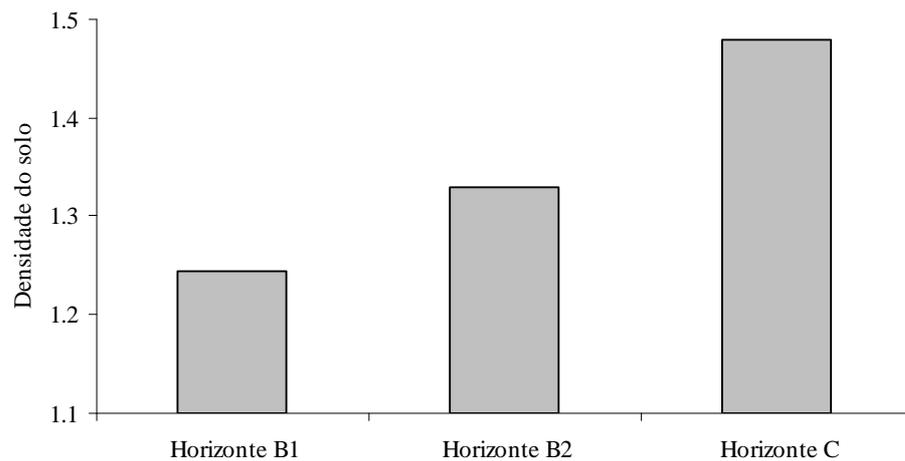


Figura 4.9 - Densidade do solo (Mg.m⁻³) avaliada em diferentes horizontes de um perfil sob cobertura de floresta primária na base Operacional Geólogo Pedro de Moura – Coari – AM. Horizonte B1: 5 a 10 cm; Horizonte B2: 60 a 65 cm; Horizonte C: 150 a 155 cm (Adaptado de Teixeira *et al.*, 2006).

Poleiros artificiais

Até o momento, não foi observada formação de nenhuma plântula nas três clareiras de estudo nas parcelas com os poleiros artificiais. A grande regeneração de gramíneas dificultou as avaliações e pode ser a responsável pela falta de resultados positivos encontrados.

Os poleiros artificiais já foram utilizados em áreas degradadas e apresentaram aumento na dispersão de sementes e, conseqüentemente, melhoria na recuperação da área (Guevara *et al.*, 1986; Galindo-Gonzales *et al.*, 2000). O uso de poleiros artificiais na

dispersão de sementes em áreas do Cerrado demonstrou que, sob poleiros, a densidade de sementes foi maior que em áreas sem poleiros e que a distância dos poleiros para a floresta afeta na eficiência do método (Melo, 1997). McClanahan e Wolfe (1993) observaram que a colocação de poleiros artificiais atraiu determinadas aves que os utilizam para emboscarem suas presas e, ao mesmo tempo, depositarem sementes de outras espécies. Isto ocorre porque muitas das aves, que apresentam preferência pelo forrageamento em galhos secos, são onívoras.

Os principais efeitos positivos da utilização de poleiros são relatados quando os mesmos são utilizados em áreas abertas com pouca vegetação ao entorno (Guevara *et al.*, 1986; Melo, 1997; Holl, 1998; Bechara, 2006). Nessas áreas, os pássaros fazem pousos entre o vôo de um fragmento a outro. Na BOGPM, o comprimento das áreas é pequeno (máximo 200 m), o que faz com que os pássaros, durante seu vôo, provavelmente não utilizem os poleiros para descanso. A utilização de atrativos nos poleiros pode ser testada no futuro, pois, dessa forma, os pássaros seriam atraídos aos poleiros e poderiam fazer a dispersão de sementes, aumentando, assim, as vantagens da utilização desta técnica.

Como se visa a recuperação de áreas remotas, o poleiro definido como mais apropriado foi do tipo árvore seca, pois pode ser coletado na área circundante. Talvez esta não tenha sido a melhor forma de poleiros para a região. Holl (1998), testando dois tipos de poleiros (em forma de galhos secos e linha (simulando linha de transmissão)) em pastagens abandonadas na Costa Rica, encontrou aumento da deposição de sementes em ambas as modalidades, porém um número maior de sementes foram depositadas nos poleiros tipo galho seco.

Um outro motivo que pode ter contribuído para que não se observasse a eficiência dos poleiros na recuperação de áreas degradadas pode estar relacionada com a forma de avaliação. A germinação das sementes, como critério de avaliação, pode não ser o melhor para verificar os benefícios da utilização dessa técnica. A instalação de coletores nas áreas abaixo do poleiro poderá ser uma alternativa para determinar o real aporte de sementes na área via dispersão pelos pássaros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre as técnicas nucleadoras instaladas e avaliadas até o momento, a transposição do *top-soil* foi a que apresentou os melhores resultados, com aporte de até 120 plântulas.m⁻² em quatro meses de avaliação. Essa técnica foi efetiva para uma rápida introdução de espécies de todas as formas de vida. Com a transposição, ocorreu a ativação do banco de sementes que, sob o dossel da floresta intacta, estava dormente, devido ao fotoblastismos de muitas espécies pioneiras. Dessa forma, trata-se de uma importante estratégia a ser explorada em atividades de restauração.

Há necessidade de rever a forma de avaliação dos poleiros artificiais. Na continuidade do projeto, serão instalados coletores de sementes para avaliação da dispersão de sementes pelos pássaros que venham a utilizar os poleiros e será discutida uma forma de alcançar maior atração dos pássaros para os mesmos.

Por ser um projeto de longa duração, ainda na sua fase inicial (quatro meses), os resultados demonstrados são preliminares. Ao final do mesmo, espera-se ter dados biológicos e econômicos suficientes para determinar a(s) técnica(s) mais adequada para a recuperação das áreas da BOGPM, dando ênfase às clareiras remotas.

CONCLUSÕES

Diferente do esperado, os efeitos positivos advindos do condicionamento de sementes de *Parkia multijuga* Benth. e *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. foram observados somente na fase I da curva de embebição. Não se identificou os mecanismos que atuaram para este resultado, porém, percebeu-se que, mesmo pequenos períodos de embebição promoveram ganhos significativos no desempenho germinativo das sementes destas espécies. Sementes que, durante a embebição, atingiram teor de água na fase II da curva de embebição, apresentaram redução na germinabilidade e, a oxigenação das sementes durante o condicionamento, não promoveu aumento no desempenho das sementes.

Durante os testes de germinação, principalmente para *J. copaia*, a proliferação de fungos foi intensa. Desta forma recomenda-se que, em estudos futuros, seja testada a utilização de fungicidas no matricionamento e/ou verificar se, em sementes submetidas a maior tempo com metabolismo ativo, as autodefesas podem ser ativadas para superar a contaminação.

O matricionamento em vermiculita úmida melhorou o desempenho germinativo das duas espécies testadas (*P. multijuga* e *J. copaia*). O principal benefício se deu no aumento na velocidade de germinação das sementes, após o condicionamento, indicando que, estas sementes podem apresentar maior sucesso na semeadura direta. Porém, deve-se testar o desempenho das sementes condicionadas na semeadura direta, para verificar se os benefícios observados no viveiro são também replicáveis no campo.

Com relação a utilização das técnicas de nucleação para a recuperação de áreas degradadas, a aplicação do *top-soil* promoveu aumentos significativos na densidade de indivíduos nas três áreas avaliadas, superando as demais. Na continuidade do projeto, há necessidade de rever a forma de avaliação dos poleiros artificiais, pois com a utilização do critério de germinação de sementes sob os poleiros não foi possível observar nenhum efeito. Ainda, na continuidade, serão testadas novas técnicas como, transplante de mudas, semeadura direta de sementes de *P. multijuga* e *J. copaia* condicionadas, entre outras. Ao final do projeto, espera-se ter dados biológicos e econômicos suficientes para determinar a(s) técnica(s) mais adequada para a recuperação das áreas degradadas, dando ênfase às clareiras remotas, da Base Operacional Geólogo Pedro de Moura, município de Coari – AM.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adegas, F.S.; Voll, E.; Prete, C.E.C. 2003. Embebição e Germinação de Sementes de Picão-preto (*Bidens pilosa*). *Planta daninha*, 21: 21-25.
- Afzal, I.; Aslam, N.; Ferhat, M.; Hameed, A.; Irfan, S.; Ahmad, G. 2004. Enhancement of Germination and Emergence of Canola Seeds by Different Priming Techniques. *Caderno de Pesquisa Sér. Bio.*, 16(1):19-34.
- Almeida, D.S. 2000. *Recuperação Ambiental da Mata Atlântica*. Editus. Ilhéus, 130p.
- Barbosa, A.P.; Campos, M.A.A.; Sampaio, P.T.B.; Nakamura, S.; Gonçalves, C.Q.B. 2002. O crescimento de duas espécies florestais pioneiras, pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* Sw.) e caroba (*Jacaranda copaia* D. Don), usadas para recuperação de áreas degradadas pela agricultura na Amazônia Central, Brasil. *Acta Amazônica*. 33 (3): 477-482.
- Barroso, G.M.; Morim, M.P.; Peixoto, A.L.; Ichaso, C. L. F. 1999. *Frutos e Sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas*. Editora Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 443pp.
- Basra, S.M.A.; Afzal, I.; Rashid, R.A.; Farooq, M. 2005. Pre-sowing Seed Treatments to Improve Germination and Seedling Growth in Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Caderno de Pesquisa Sér. Bio.*, 17:155-164.
- Bayer, B.; Mielniczuk, J. 1999. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: Santos, G.A.; Camargo, F.A.O. (Eds.). *Fundamentos de matéria orgânica no solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. Gênese, Porto Alegre. p. 10-25.
- Bechara, F.C. 2006. *Unidades Demonstrativas de Restauração Ecológica através de Técnicas Nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga*. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 249pp.
- Benitez-Malvido, J. 2006. Effect of Low Vegetation on the Recruitment of Plants in Successional Habitat Types. *Biotropica*, 38(2):171–182.
- Bennett, M.A.; Waters Jr, L. 1984. Influence of Moisture on Lima Bean Stand Establishment and Growth. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 10 (5): 623-626.
- Bennett, M.A.; Waters Jr, L. 1987. Seed Hydration Treatments for Improved Sweet Corn Germination and Stand Establishment. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 112 (1): 45-49.
- Borges, E.E.L.; Borges, R.C.G.; Buckridge, M.S. 1996. Modificações fisiológicas em sementes osmocondicionadas de Jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All). *Revista Árvore*, 20(2):147-154.
- Borges, E.E.L.; Perez, S.C.J.G.A.; Borges, R.C.G.; Soares, C.P.B. 2002. Comportamento fisiológico de sementes osmocondicionadas de *Platymiscium pubescens* Micheli (tamboril-da-mata). *Revista Árvore*, 26(5):603-613.
- Bradford, K.J. 1986. Manipulation of Seed Water Relations via Osmotic Priming to Improve Germination under Stress Conditions. *Hort. Sci.*, 21:1105-1112.

Brasil. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. 1992. *Regras para análise de sementes*. SNDA/DNDV/CLAV, Brasília, Distrito Federal, 365pp.

Bray, C.M. 1995. Biochemical processes during the osmopriming of seeds. *In.*: Kigel, J. Galili, G. (Eds). *Seed development and germination*. Maceldekker. New York, Basel, Hong Kong, p. 767-789

Buschbacher, R.; Uhl, C.; Serrao, E.A.S. 1988. Abandoned pasture in eastern Amazonia II: Nutrients stocks in the soil and vegetation. *Journal of Ecology*, 76:682-699.

Callan, N.W., Mathre, D.E.; Miller, J.B. 1990. Bio-priming seed treatment for biological control of *Pythium ultimum* preemergence damping-off in sh2 sweet corn. *Plant Dis*, 74:368-372.

Calvi, G. P.; Aud, F. F.; Vieira, G.; Ferraz, I. D. K. 2008. Tratamentos de Pré-embebição para aumento do desempenho da germinação de sementes de *Parkia multijuga* Benth. *In.*: *Anais do IV Congresso Forestal Latinoamericano*. Mérida, Venezuela.

Camargo, J.L.C.; Ferraz, I.D.K; Imakawa, A.M. 2002. Rehabilitation of Degraded Areas of Central Amazonia Using Direct Sowing of Forest Tree Seeds. *Restoration Ecology*, 10(4):636-644.

Castro, R.D., Bradford, K.J.; Hilhorst, H.W.M. 2004. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. *In.* Ferreira, A.G.; Borghetti, F., (Orgs.). *Germinação: do básico ao aplicado*. Artmed, Porto Alegre. p.51-67.

Conway, K.E.; Mereddy, R.; Kahn, B.A.; Wu, Y.; Hallgren, S.W.; Wu, L.. 2001. Beneficial effects of solid matrix chemo-priming in okra. *Plant Dis.*, 85:535-537.

Copeland, L.O.; McDonald, M.B.. 1995. Principles of seed science and technology. 3rd ed. Chapman & Hall, New York. 409pp.

Cruickshank, I.A.M. 1963. Phytoalexins. *Annu. Rev. Phytopathol*, 1:351-374

Da Rosa, L.S; Felippi, M.; Nogueira, A.C.; grossi, F. 2005. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* BAILL (timbó). *Cerne*, 11(3):306-314.

Demir, I.; Mavi, K. 2004. The Effect of Priming on Seedling Emergence of Differentially Matured Watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum and Nakai) Seeds. *Scientia Horticulturae*, 102:467-473.

Eira, M.T.S. 1988. *Condicionamento Osmótico de Sementes de Alface (Lactuca sativa L.): Efeitos Sobre a Germinação e Desempenho Sob Estresses Hídrico, Salino e Térmico*. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de agricultura “Luiz de Queiroz” –USP, Piracicaba, SP, 90pp.

Ellis, R. H.; Hong, T. D.; Roberts, E. H. 1990. Effect of moisture content and method of rehydration on the susceptibility of pea seeds to imbibition damage. *Seed Science and Technology*, 18 (1):131-137.

- Espíndola, M.B.; Vieira, N.K.; Reis, A.; Hmeljevski, K.V. 2003. Poleiros artificiais: formas e funções. *In.: Anais seminário nacional de degradação e recuperação ambiental*. Disponível em: <<http://www.sobrade.com.br/eventos/2003/seminario/trabalhos/012.pdf>>. Acesso em 23 de maio de 2008.
- Evangelista, J.R.E.; Oliveira, J.A.; Botelho, F.J.E.; Oliveira, R.M.E.; Pereira, C.E. 2007. Desempenho de Sementes de Soja Peliculizadas em Solo com Diferentes Teores de Água. *Ciênc. agrotec.*, 31(4):994-999.
- Farooq M.; Basra, S.M.A.; Abdul, W. 2006. Priming of Field-sown Rice Seed Enhances Germination, Seedling Establishment, Allometry and Yield. *Plant Growth Regul.*, 49:285-294.
- Farooq M.; Basra, S.M.A.; Ahmad, N. 2007. Improving the Performance of Transplanted Rice by Seed Priming. *Plant Growth Regul.*, 51:129-137.
- Ferraz, I.D.K.; Camargo, J.L.C.; Mesquita, M.R.; Eicher, I.; Palácios, S.; Barbosa, A.S.; Luize, B.G.; Viscarra, T.; Santos, B.T.P. 2004. *Guia de Propágulos da Amazônia*. Edição comemorativa dos 25 anos do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais, Manaus. 26pp.
- Flores-Ayala, W.W. 1999. *Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em semeadura direta: efeito de micorrizas e de fósforo*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 87pp.
- Galindo-Gonzales, J.; Guevara, S; Sosa, V.J. 2000. Bat- and bird-generated seed rains at isolate tree in pastures in a tropical rainforest. *Conservation Biology*, 14: 1693-1703.
- Gentry, A.H. 1992. Bignoniaceae – Part II (Tribe Tecomeae). *Flora Neotropical Monograph* 25 (II). The New York Botanical Garden, New York. p. 50-356.
- Guevara, S.; Purata, S.E.; Van der Maarel, E. 1986. The role of remnant trees in tropical secondary succession. *Vegetatio*, 66: 77-84.
- Gurgel, E.S.C.; Santos, J.U.M.; Carvalho, A.C.M. E Bastos, M.N. C. 2006. *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. subsp *spectabilis* (Mart. ex A. DC) Gentry (Bignoniaceae): aspectos morfológicos do fruto, semente, germinação e plântula. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 1(2):113-120.
- Harman, G.E.; Taylor, A.G. 1988. Improved seedling performance by integration of biological control agents at favorable pH levels with solid matrix priming. *Phytopathology*, 78:520-525.
- Heydecker, W.; Higgins, J.; Turner, I.J. 1975. Invigoration of seeds? *Seed Science and Technology*, 3(1):881-888.
- Heydecker, W.; Gibbins, B.M. 1978. The Priming of Seeds. *Acta Horticulturae*, n.83, p.213-223.
- Holl, K.D. 1998. Do bird perching structures elevate seed rain and seedling establishment in abandoned tropical pasture? *Restoration Ecology*, 6:253-261.

- Hong, T.D.; Linington, S.; Ellis, R.H. 1996. *Compendium of information on seed storage behavior*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome. 643pp.
- Hopkins, H.C.F. 1986. *Parkia* (Leguminosae:Mimosoideae). *Flora Neotropica*. 11:1-123.
- Jeller, H.; Perez, S.C.J.G.A.; Raizer, J. 2003. Water uptake, priming, drying and storage effects in *Cassia excelsa* Schrad seeds. *Brazilian Journal of Biology*, 63 (1):61-68.
- Khan, A.A., Tao, K., Knypl, J.S., Borkowska, B. e Powell, L.E. 1978. Osmotic Conditioning of Seeds: Physiological and Biochemical Changes. *Acta Hort*, 83:267-278.
- Khan, A.A., 1992. Preplant Physiological Seed Conditioning. *Horticultural Review*, 13:131-181.
- Kozłowski, T.T. 1997. Responses of woody plants to flooding and salinity. *Tree Physiology Monograph*. n. 1, p.1-29.
- Kozłowski, T.T. 2002. Physiological ecology of natural regeneration of harvested and disturbed forest stands: implication for forest management. *For. Ecol. Manage.*, (158):195 – 221.
- Labouriau, L.G. 1983. *A Germinação das Sementes*. OEA, Washington, 174pp.
- Leal Filho, N.; Leme, R.F.; Sena, J.S. 2006. Utilização de “*top-soil*” da floresta no processo de recuperação de áreas degradadas em Urucu. In.: *Anais do II Workshop de Avaliação Temática da Rede CT-Petro Amazônia*, Manaus.
- Leão, N.V.M.; Urano, J.E.; Carvalho, T.O. 2001. tecnologia de sementes de espécies florestais nativas da Amazônia Brasileira. In.: Silva, J.N.M., Carvalho, J.O.P. e Yared, J.A.G. (ed). *A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto EMBRAPA/DFID*. EMBRAPA CPATU/DFID. Belém, Pará, pp.139-158.
- Lima-Filho, D.A.; Matos, F.D.A; Amaral; I.L.; Revilla, J.; Coelho, L.S. Ramos, J.F.; Santos, J.L. 2001. Inventário florístico da Floresta Ombrófila Densa de terra firme na região do Rio Urucú, Amazonas, Brasil. *Acta Amazônica*, 31 (4): 565-579.
- Loureiro, A.A.; Silva, M.F.; Alencar, J.C. 1979. *Essências madeireiras da Amazônia*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- Mabberley, D.J. 1990. *The plant – book: A portable dictionary of higher plants*. University Press. Cambridge, New York. 707pp.
- Madakadze R.; Chirco E. M; Khan A. A. 1993. Seed germination of three flower species following matricconditioning under various environments. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 118: 330–334.
- Mavi, K.; Ermis, S.; Demir, I. 2006. The Effect of Priming on Tomato Rootstock Seeds in Relation to Seedling Growth. *Asian Journal of Plant Sciences*, 5:940-947.
- Mcclanahan, T.R.; Wolfe, R.W. 1993. Accelerating forest succession in a fragmented landscape: the role of birds and perches. *Conservation Biology*, 7(2):279-287.

- Melo, V.A. 1997. *Poleiros artificiais e dispersão de sementes por aves em uma área de reflorestamento, no Estado de Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 39 pp.
- Mendonça, A.V.R.; Coelho, E.A.; Souza, N.A.; Balbinot, E.; Silva, R.F.; Barroso, D.G. 2005. Efeito da hidratação e do condicionamento osmótico em sementes de pau-formiga. *Revista Brasileira de Sementes*, 27(2):111-116.
- Merredy, R.; Wu, L.; Hallgren, S. W.; Conway, K. E. 2000. Solid matrix priming improves vigor of okra seeds. *Proc. Oklahoma Acad. Sci.*, 80:1-5.
- Mueller-Dombois, E.; Ellenberg, F. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: Wiley & Sons, 1974.
- Nascimento, W.M. 1998. Condicionamento Osmótico de Sementes de Hortaliças: Potencialidades e Implicações. *Horticultura Brasileira*, 16:106-109.
- Nascimento, W. M. 2004. *Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças*. Circular Técnica, 33 Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 12 pp.
- Nepstad, D.C.; Uhl, C.; Serrão, E.A. 1991. Recuperation of degraded Amazonian landscap: forest recovery and agricultural restoration. *Ambio*, 20: 248-255.
- Nieto, V.M.; Rodriguez, J. 2002. *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. In.: Vozzo, J.A. (Ed.) *Tropical Tree Seed Manual*. United States Department of Agriculture, Forest Service. p. 526-527.
- Obendorf, R.L.; Hobbs, P.R. 1970. Effect of seed moisture on temperature sensitivity during imbibition of soybean. *Crop Science*, Madison, 10(1):563-566.
- Oliveira, M.C.P. de. 2003. *A longevidade e a perda da dormência de diásporos de espécies florestais tropicais em áreas com diferentes graus de alteração*. Tese de doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus – Amazonas. 222pp.
- Parotta, J.A.; Knowles, O.H.; Wunderle Jr, J.M. 1997. Development of floristic diversity in 10-year-old restoration forests on bauxite mined site in Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 99: 21-42.
- Perez, S.C.J.A; Jardim, M.M. 2005. Viabilidade e vigor de sementes de paineira após armazenamento, condicionamento e estresses salino e térmico *Pesq. agropec. bras.*, 40(6):587-593.
- Perez, S.C.J.G.A.; Negreiros, G.F. 2001. Efeitos do précondicionamento na viabilidade e no vigor de sementes de Canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) em condições de estresse. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 23(1):175-183.
- Pinedo, G.J.V. 2005. *Condicionamento de Sementes com Dormência Física de Três Espécies Florestais da Amazônia: P. pendula Benth. Ex Walp., P. nitida Miquel, Strip, Parkia multijuga Benth.* Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 82pp.

Pinedo, G.J.V.; Ferraz, I.D.K. 2008. Hidrocondicionamento de *Parkia pendula* (Benth. ex. Walp): sementes com dormência física de árvore da Amazônia. *Revista Árvore*. 32(1):39-49.

Reis, A., Zambonin, R. M.; Nakazono, E. M. 1999. *Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal*. Série Cadernos da Biosfera 14. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 42 pp.

Reis, A.; Espíndola M. B. de; Vieira, N. K. 2003a. A nucleação como ferramenta para restauração ambiental. *In.: Anais do seminário temático sobre recuperação de áreas degradadas*. Instituto de Botânica, São Paulo, pp. 32-39.

Reis A.; Bechara, F. C.; Espíndola M. B. de; Vieira, N. K. 2003b. Restauração de Áreas Degradadas: A Nucleação como Base para os Processos Sucessionais. *Revista Natureza & Conservação*. 1(1)

Reis, A.; Rogalski, J. M.; Berkenbrock, I. S.; Bourscheid, K. 2003c. A nucleação aplicada à restauração ambiental. *In.: Anais do Seminário Nacional Degradação e Recuperação Ambiental*. Sobrade. p. 1-14.

Relatório GASPETR, 2001.

Rosot, N.C.; Amaral-Machado, S.; Figueiredo Filho, A. 1982. Análise estrutural de uma floresta tropical como subsídio básico para elaboração de um plano de manejo florestal. pp. 468-490, v.16 A, pt.1. *In: Anais do Congresso Nacional Sobre Essências Nativas*. São Paulo, Instituto Florestal.

Salazar, R. 1997a. *Nota Técnica sobre Manejo de Semillas Forestales*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. Turrialba. Costa Rica. Nº 8.

Salazar, R. 1997b. *Nota Técnica sobre Manejo de Semillas Forestales*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. Turrialba. Costa Rica. Nº 5.

Salazar, R. 1999. *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don.. Nota Técnica sobre Manejo de Semillas Forestales (CATIE). n. 59, 2pp.

Santana, D.G.; Ranal, M.A. 2004. *Análise da Germinação: um Enfoque Estatístico*. Editora Universidade de Brasília, Brasília, Brasil. 248pp.

Santos, E. dos. 1987. Nossa madeira. *Coleção Vismea in labore*. Vol.7. Ed Itatiaia,. Belo Horizonte, Minas Gerais, 313pp.

Sung, F.J.M.; Chang, Y.H. 1993. Biochemical Activities Associated with Priming of Sweet Corn Seeds to Improve Vigor. *Seed Science & Technology*, v.21, p.97-105.

Teixeira, W. G.; Martins, G. C.; Macedo, R. S. 2006. A qualidade física do solo como indicador da recuperação de áreas alteradas na Base Geólogo Pedro de Moura – Coari, Am. *In.: Anais do II Workshop de Avaliação Temática da Rede CT-Petro Amazônia*, Manaus.

Triviño, D. T.; Acosta, R. S. de; Castillo, A. 1990. Técnicas de manejo de semillas para algunas especies forestales neotropicales en Colombia. *Serie Documentación-Corporación-Nacional de Investigación y Fomento Forestal*. Bogotá, Colombia. n. 19, 91pp.

- Uhl, C. 1988. Restoration of degraded lands in Amazon basin. *In: Wilson, E.O. (ed). Biodiversity*. National Academy Press, Washington. p. 326-332.
- Vieira, N.K.; Reis, A. 2003. O papel do banco de sementes na restauração de áreas degradadas. *In: Anais Seminário Nacional de Degradação e Recuperação Ambiental*. Disponível em: <<http://www.sobrade.com.br/eventos/2003/seminario/trabalhos/028.pdf>>. Acesso em: 12 de agosto 2006.
- Vieira, N.K. 2004. *O papel do banco de sementes na restauração de restinga sob talhão de Pinus elliottii Engelm.* Dissertação Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 77 p.
- Wanli, Z.; Leihong, L.; Perez, S.C.J.G.A. 2001. Pré-condicionamento e seus efeitos em sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.). *Revista Brasileira de Sementes*, 23(1):146-153.
- Warren, J.E.; Bennett, M.A. 1997. Seed Hydration using the Drum Priming System. *HortScience*, 32(7):1220-1221.
- Wootton J. T. 2002. Mechanisms of successional dynamics: Consumers and the rise and fall of species dominance. *Ecological Research*, 17:249–260.
- Yarranton, G.A.; Morrison, R.G.. 1974. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. *Journal of Ecology*, 62(2): 417-428.

ANEXOS

Tabelas estatísticas do **CAPÍTULO I** – “Tratamentos de pré-embebição para aumento do desempenho da germinação de sementes de *Parkia multijuga* Benth.”

1. Embebição por submersão das sementes em água a 15 °C.

1.1. Porcentagem de germinação – critério: Emergência acima do substrato

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 3195,200 | 4 | 798,800 | 6,320 | 0,003 |
| Error | 1896,000 | 15 | 126,400 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (dia) | 1,5 | 3,0 | 4,0 | 6,5 | 0,0 |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1,5 | 1,000 | | | | |
| 3,0 | 0,968 | 1,000 | | | |
| 4,0 | 0,035 | 0,011 | 1,000 | | |
| 6,5 | 0,090 | 0,028 | 0,986 | 1,000 | |
| 0,0 | 1,000 | 0,940 | 0,045 | 0,112 | 1,000 |

1.2. Porcentagem de germinação – critério: Formação de plântula normal

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 4956,800 | 4 | 1239,200 | 17,085 | 0,000 |
| Error | 1088,000 | 15 | 72,533 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (dia) | 1,5 | 3,0 | 4,0 | 6,5 | 0,0 |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1,5 | 1,000 | | | | |
| 3,0 | 0,997 | 1,000 | | | |
| 4,0 | 0,000 | 0,000 | 1,000 | | |
| 6,5 | 0,009 | 0,005 | 0,145 | 1,000 | |
| 0,0 | 0,853 | 0,679 | 0,001 | 0,060 | 1,000 |

1.3. Tempo médio de germinação – critério: Emergência acima do substrato

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 110,059 | 4 | 27,515 | 35,874 | 0,000 |
| Error | 11,505 | 15 | 0,767 | | |

Matriz de comparação das probabilidades:

| Período de embebição (dia) | 1,5 | 3,0 | 4,0 | 6,5 | 0,0 |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1,5 | 1,000 | | | | |
| 3,0 | 0,006 | 1,000 | | | |
| 4,0 | 0,685 | 0,075 | 1,000 | | |
| 6,5 | 0,001 | 0,841 | 0,011 | 1,000 | |
| 0,0 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,000 |

1.4. Tempo médio de germinação – critério: Formação de plântula normal

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 67,422 | 4 | 16,855 | 5,960 | 0,004 |
| Error | 42,421 | 15 | 2,828 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (dia) | 1,5 | 3,0 | 4,0 | 6,5 | 0,0 |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1,5 | 1,000 | | | | |
| 3,0 | 0,577 | 1,000 | | | |
| 4,0 | 0,566 | 1,000 | 1,000 | | |
| 6,5 | 0,093 | 0,725 | 0,736 | 1,000 | |
| 0,0 | 0,439 | 0,037 | 0,036 | 0,003 | 1,000 |

2. Embebição entre panos úmidos a 15 °C.

2.1. Porcentagem de germinação – critério: Emergência acima do substrato

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 603,200 | 4 | 150,800 | 2,643 | 0,075 |
| Error | 856,000 | 15 | 57,067 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (dia) | 3,0 | 6,0 | 11,0 | 13,5 | 0,0 |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 3,0 | 1,000 | | | | |
| 6,0 | 0,471 | 1,000 | | | |
| 11,0 | 0,689 | 0,995 | 1,000 | | |
| 13,5 | 1,000 | 0,372 | 0,579 | 1,000 | |
| 0,0 | 0,792 | 0,083 | 0,160 | 0,878 | 1,000 |

2.2. Porcentagem de germinação – critério: Formação de plântula normal

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 1108,800 | 4 | 277,200 | 5,743 | 0,005 |
| Error | 724,000 | 15 | 48,267 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (dia) | 3,0 | 6,0 | 11,0 | 13,5 | 0,0 |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 3,0 | 1,000 | | | | |
| 6,0 | 0,843 | 1,000 | | | |
| 11,0 | 0,994 | 0,971 | 1,000 | | |
| 13,5 | 0,111 | 0,017 | 0,053 | 1,000 | |
| 0,0 | 0,157 | 0,025 | 0,077 | 1,000 | 1,000 |

2.3. Tempo médio de germinação – critério: Emergência acima do substrato

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 88,959 | 4 | 22,240 | 73,572 | 0,000 |
| Error | 4,534 | 15 | 0,302 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (dia) | 3,0 | 6,0 | 11,0 | 13,5 | 0,0 |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 3,0 | 1,000 | | | | |
| 6,0 | 0,056 | 1,000 | | | |
| 11,0 | 0,000 | 0,055 | 1,000 | | |
| 13,5 | 0,000 | 0,003 | 0,578 | 1,000 | |
| 0,0 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,000 |

2.4. Tempo médio de germinação – critério: Formação de plântula normal

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 68,896 | 4 | 17,224 | 12,307 | 0,000 |
| Error | 20,994 | 15 | 1,400 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (dia) | 1,5 | 3,0 | 4,0 | 6,5 | 0,0 |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1,5 | 1.000 | | | | |
| 3,0 | 0.152 | 1.000 | | | |
| 4,0 | 0.006 | 0.439 | 1.000 | | |
| 6,5 | 0.003 | 0.263 | 0.995 | 1.000 | |
| 0,0 | 0.860 | 0.026 | 0.001 | 0.000 | 1.000 |

Tabelas estatísticas do **CAPÍTULO II** – “Matricionamento em vermiculita úmida de sementes de *Parkia multijuga* Benth. e suas vantagens sobre o desempenho germinativo em condições de viveiro.”

1. Condicionamento em vermiculita úmida a 15 °C de sementes procedentes do estado do Pará (lote A)

1.1. Porcentagem de germinação - critério: Emergência acima do substrato

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 29205,714 | 6 | 4867,619 | 54,839 | 0,000 |
| Error | 1864,000 | 21 | 88,762 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (dia) | 0 | 2 | 5 | 11 | 14 | 23 | 23* |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 1,000 | | | | | | |
| 2 | 1,000 | 1,000 | | | | | |
| 5 | 0,996 | 0,996 | 1,000 | | | | |
| 11 | 0,000 | 0,000 | 0,002 | 1,000 | | | |
| 14 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,147 | 1,000 | | |
| 23 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,000 | |
| 23* | 0,387 | 0,387 | 0,741 | 0,045 | 0,000 | 0,000 | 1,000 |

* sem secagem por sete dias a temperatura ambiente (25 °C)

1.2. Porcentagem de germinação - critério: Formação de plântula normal

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 27093,714 | 6 | 4515,619 | 51,649 | 0,000 |
| Error | 1836,000 | 21 | 87,429 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (dia) | 0 | 2 | 5 | 11 | 14 | 23 | 23* |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 1,000 | | | | | | |
| 2 | 0,999 | 1,000 | | | | | |
| 5 | 0,987 | 0,883 | 1,000 | | | | |
| 11 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 1,000 | | | |
| 14 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,379 | 1,000 | | |
| 23 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,000 | |
| 23* | 0,058 | 0,022 | 0,239 | 0,239 | 0,003 | 0,000 | 1,000 |

* sem secagem por sete dias a temperatura ambiente (25 °C)

1.3. Tempo médio de germinação - critério: Emergência acima do substrato

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 150,818 | 5 | 30,164 | 156,139 | 0,000 |
| Error | 3,477 | 18 | 0,193 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (dia) | 0 | 2 | 5 | 11 | 14 | 23* |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 1,000 | | | | | |
| 2 | 0,000 | 1,000 | | | | |
| 5 | 0,000 | 0,008 | 1,000 | | | |
| 11 | 0,000 | 0,001 | 0,808 | 1,000 | | |
| 14 | 0,000 | 0,001 | 0,950 | 0,999 | 1,000 | |
| 23* | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,000 |

* sem secagem por sete dias a temperatura ambiente (25 °C)

1.4. Tempo médio de germinação - critério: Formação de plântula normal

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 115,117 | 5 | 23,023 | 82,600 | 0,000 |
| Error | 5,017 | 18 | 0,279 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (dia) | 0 | 2 | 5 | 11 | 14 | 23* |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 1,000 | | | | | |
| 2 | 0,009 | 1,000 | | | | |
| 5 | 0,000 | 0,002 | 1,000 | | | |
| 11 | 0,000 | 0,001 | 0,998 | 1,000 | | |
| 14 | 0,000 | 0,000 | 0,282 | 0,487 | 1,000 | |
| 23* | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,000 |

* sem secagem por sete dias a temperatura ambiente (25 °C)

1.5. Sincronismo da germinação - critério: Emergência acima do substrato

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 2,037 | 5 | 0,407 | 2,877 | 0,044 |
| Error | 2,548 | 18 | 0,142 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (dia) | 0 | 2 | 5 | 11 | 14 | 23* |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 1,000 | | | | | |
| 2 | 0,781 | 1,000 | | | | |
| 5 | 0,451 | 0,992 | 1,000 | | | |
| 11 | 0,405 | 0,985 | 1,000 | 1,000 | | |
| 14 | 0,254 | 0,921 | 0,998 | 0,999 | 1,000 | |
| 23* | 0,019 | 0,222 | 0,494 | 0,544 | 0,735 | 1,000 |

* sem secagem por sete dias a temperatura ambiente (25 °C)

1.6. Sincronismo da germinação - critério: Formação de plântula normal

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 0,859 | 5 | 0,172 | 1,178 | 0,358 |
| Error | 2,624 | 18 | 0,146 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (dia) | 0 | 2 | 5 | 11 | 14 | 23* |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 1,000 | | | | | |
| 2 | 0,998 | 1,000 | | | | |
| 5 | 0,997 | 0,951 | 1,000 | | | |
| 11 | 0,995 | 1,000 | 0,923 | 1,000 | | |
| 14 | 0,496 | 0,733 | 0,264 | 0,789 | 1,000 | |
| 23* | 0,960 | 0,998 | 0,791 | 0,999 | 0,922 | 1,000 |

* sem secagem por sete dias a temperatura ambiente (25 °C)

2. Condicionamento em vermiculita úmida a 15 °C de sementes procedentes do estado do Mato Grosso (lote B)

2.1. Porcentagem de germinação - critério: Emergência acima do substrato

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 15590,857 | 6 | 2598,476 | 27,728 | 0,000 |
| Error | 1968,000 | 21 | 93,714 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (dia) | 0 | 2 | 5 | 11 | 14 | 23 | 23* |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 1,000 | | | | | | |
| 2 | 0,167 | 1,000 | | | | | |
| 5 | 0,989 | 0,502 | 1,000 | | | | |
| 11 | 0,097 | 0,000 | 0,021 | 1,000 | | | |
| 14 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,021 | 1,000 | | |
| 23 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,341 | 0,764 | 1,000 | |
| 23* | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,021 | 1,000 | 0,764 | 1,000 |

* sem secagem por sete dias a temperatura ambiente (25 °C)

2.2. Porcentagem de germinação - critério: Formação de plântula normal

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 16486,857 | 6 | 2747,810 | 23,572 | 0,000 |
| Error | 2448,000 | 21 | 116,571 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (dia) | 0 | 2 | 5 | 11 | 14 | 23 | 23* |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 1,000 | | | | | | |
| 2 | 0,213 | 1,000 | | | | | |
| 5 | 1,000 | 0,323 | 1,000 | | | | |
| 11 | 0,213 | 0,001 | 0,134 | 1,000 | | | |
| 14 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,036 | 1,000 | | |
| 23 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,213 | 0,966 | 1,000 | |
| 23* | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,015 | 1,000 | 0,840 | 1,000 |

* sem secagem por sete dias a temperatura ambiente (25 °C)

2.3. Tempo médio de germinação - critério: Emergência acima do substrato

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 128,740 | 6 | 21,457 | 10,854 | 0,000 |
| Error | 41,514 | 21 | 1,977 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (dia) | 0 | 2 | 5 | 11 | 14 | 23 | 23* |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 1,000 | | | | | | |
| 2 | 0,121 | 1,000 | | | | | |
| 5 | 0,001 | 0,383 | 1,000 | | | | |
| 11 | 0,035 | 0,996 | 0,745 | 1,000 | | | |
| 14 | 0,001 | 0,378 | 1,000 | 0,740 | 1,000 | | |
| 23 | 0,003 | 0,636 | 0,999 | 0,932 | 0,999 | 1,000 | |
| 23* | 0,000 | 0,002 | 0,154 | 0,007 | 0,156 | 0,067 | 1,000 |

* sem secagem por sete dias a temperatura ambiente (25 °C)

2.4. Tempo médio de germinação - critério: Formação de plântula normal

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 79,933 | 6 | 13,322 | 6,430 | 0,001 |
| Error | 41,435 | 20 | 2,072 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (dia) | 0 | 2 | 5 | 11 | 14 | 23 | 23* |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 1,000 | | | | | | |
| 2 | 0,234 | 1,000 | | | | | |
| 5 | 0,003 | 0,347 | 1,000 | | | | |
| 11 | 0,060 | 0,989 | 0,770 | 1,000 | | | |
| 14 | 0,052 | 0,982 | 0,807 | 1,000 | 1,000 | | |
| 23 | 0,002 | 0,333 | 1,000 | 0,754 | 0,793 | 1,000 | |
| 23* | 0,001 | 0,093 | 0,962 | 0,303 | 0,335 | 0,967 | 1,000 |

* sem secagem por sete dias a temperatura ambiente (25 °C)

2.5. Sincronismo da germinação - critério: Emergência acima do substrato

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 11,959 | 6 | 1,993 | 9,463 | 0,000 |
| Error | 4,423 | 21 | 0,211 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (dia) | 0 | 2 | 5 | 11 | 14 | 23 | 23* |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 1,000 | | | | | | |
| 2 | 0,999 | 1,000 | | | | | |
| 5 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | | | | |
| 11 | 0,963 | 0,999 | 0,994 | 1,000 | | | |
| 14 | 0,002 | 0,005 | 0,003 | 0,013 | 1,000 | | |
| 23 | 0,466 | 0,760 | 0,633 | 0,942 | 0,112 | 1,000 | |
| 23* | 0,001 | 0,002 | 0,001 | 0,006 | 1,000 | 0,053 | 1,000 |

* sem secagem por sete dias a temperatura ambiente (25 °C)

2.6. Sincronismo da germinação - critério: Formação de plântula normal

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 5,585 | 6 | 0,931 | 4,291 | 0,007 |
| Error | 4,122 | 19 | 0,217 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (dia) | 0 | 2 | 5 | 11 | 14 | 23 | 23* |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 1,000 | | | | | | |
| 2 | 0,999 | 1,000 | | | | | |
| 5 | 0,997 | 1,000 | 1,000 | | | | |
| 11 | 0,559 | 0,799 | 0,865 | 1,000 | | | |
| 14 | 0,023 | 0,055 | 0,072 | 0,534 | 1,000 | | |
| 23 | 0,180 | 0,348 | 0,422 | 0,983 | 0,934 | 1,000 | |
| 23* | 0,063 | 0,120 | 0,148 | 0,628 | 1,000 | 0,936 | 1,000 |

* sem secagem por sete dias a temperatura ambiente (25 °C)

Tabelas estatísticas do **CAPÍTULO III** – “Matricondicionamento de sementes de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don e suas vantagens sobre o desempenho germinativo em condições de laboratório.”

1. *Porcentagem de germinação - critério: Emissão de raiz primária*

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 2523,333 | 5 | 504,667 | 3,499 | 0,022 |
| Error | 2596,000 | 18 | 144,222 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (hora) | 0 | 4 | 10 | 16 | 48 | 168 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 1,000 | | | | | |
| 4 | 0,019 | 1,000 | | | | |
| 10 | 0,150 | 0,891 | 1,000 | | | |
| 16 | 0,269 | 0,719 | 0,999 | 1,000 | | |
| 48 | 0,979 | 0,079 | 0,442 | 0,650 | 1,000 | |
| 168 | 0,650 | 0,321 | 0,891 | 0,979 | 0,959 | 1,000 |

2. *Porcentagem de germinação - critério: Formação de plântula normal*

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 2304,000 | 5 | 460,800 | 2,586 | 0.062 |
| Error | 3208,000 | 18 | 178,222 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (hora) | 0 | 4 | 10 | 16 | 48 | 168 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 1,000 | | | | | |
| 4 | 0,163 | 1,000 | | | | |
| 10 | 0,321 | 0,998 | 1,000 | | | |
| 16 | 0,489 | 0,974 | 0,999 | 1,000 | | |
| 48 | 1,000 | 0,136 | 0,275 | 0,429 | 1,000 | |
| 168 | 0,987 | 0,429 | 0,679 | 0,847 | 0,974 | 1,000 |

3. *Tempo médio de germinação - critério: Emissão de raiz primária*

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 139,456 | 5 | 27,891 | 1,650 | 0,198 |
| Error | 304,233 | 18 | 16,902 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (hora) | 0 | 4 | 10 | 16 | 48 | 168 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 1,000 | | | | | |
| 4 | 0,921 | 1,000 | | | | |
| 10 | 0,994 | 0,998 | 1,000 | | | |
| 16 | 0,982 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | | |
| 48 | 0,665 | 0,182 | 0,358 | 0,291 | 1,000 | |
| 168 | 0,998 | 0,733 | 0,927 | 0,876 | 0,879 | 1,000 |

4. *Tempo médio de germinação - critério: Formação de plântula normal*

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 100,379 | 5 | 20,076 | 2,915 | 0,044 |
| Error | 117,092 | 17 | 6,888 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (hora) | 0 | 4 | 10 | 16 | 48 | 168 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 1,000 | | | | | |
| 4 | 0,950 | 1,000 | | | | |
| 10 | 1,000 | 0,961 | 1,000 | | | |
| 16 | 0,921 | 1,000 | 0,936 | 1,000 | | |
| 48 | 0,767 | 0,320 | 0,740 | 0,276 | 1,000 | |
| 168 | 0,341 | 0,081 | 0,317 | 0,066 | 0,990 | 1,000 |

5. *Sincronismo da germinação - critério: Emissão de raiz primária*

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 0,958 | 5 | 0,192 | 0,599 | 0,701 |
| Error | 5,759 | 18 | 0,320 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (hora) | 0 | 4 | 10 | 16 | 48 | 168 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 1,000 | | | | | |
| 4 | 0,936 | 1,000 | | | | |
| 10 | 0,857 | 1,000 | 1,000 | | | |
| 16 | 0,981 | 1,000 | 0,997 | 1,000 | | |
| 48 | 1,000 | 0,864 | 0,756 | 0,943 | 1,000 | |
| 168 | 0,942 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,874 | 1,000 |

6. *Sincronismo da germinação - critério: Formação de plântula normal*

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 2,571 | 5 | 0,514 | 1,169 | 0,364 |
| Error | 7,475 | 17 | 0,440 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (hora) | 0 | 4 | 10 | 16 | 48 | 168 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 1,000 | | | | | |
| 4 | 0,594 | 1,000 | | | | |
| 10 | 0,695 | 1,000 | 1,000 | | | |
| 16 | 0,955 | 0,967 | 0,989 | 1,000 | | |
| 48 | 1,000 | 0,554 | 0,648 | 0,922 | 1,000 | |
| 168 | 0,667 | 1,000 | 1,000 | 0,984 | 0,622 | 1,000 |

7. *Índice de Velocidade de Germinação (IVG) - critério: Emissão de raiz primária*

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 0,853 | 5 | 0,171 | 4,808 | 0,006 |
| Error | 0,639 | 18 | 0,035 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (hora) | 0 | 4 | 10 | 16 | 48 | 168 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 1,000 | | | | | |
| 4 | 0,007 | 1,000 | | | | |
| 10 | 0,099 | 0,785 | 1,000 | | | |
| 16 | 0,208 | 0,541 | 0,998 | 1,000 | | |
| 48 | 0,995 | 0,021 | 0,241 | 0,440 | 1,000 | |
| 168 | 0,835 | 0,082 | 0,591 | 0,827 | 0,982 | 1,000 |

8. *Índice de Velocidade de Germinação (IVG)- critério: Formação de plântula normal*

Análise de Variância (ANOVA)

| Source | Sum-of-Squares | df | Mean-Square | F-ratio | P |
|------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| TRATAMENTO | 0,192 | 5 | 0,038 | 3,682 | 0,019 |
| Error | 0,177 | 17 | 0,010 | | |

Matriz de comparação das probabilidades

| Período de embebição (hora) | 0 | 4 | 10 | 16 | 48 | 168 |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 1,000 | | | | | |
| 4 | 0,037 | 1,000 | | | | |
| 10 | 0,160 | 0,965 | 1,000 | | | |
| 16 | 0,204 | 0,931 | 1,000 | 1,000 | | |
| 48 | 0,982 | 0,200 | 0,550 | 0,631 | 1,000 | |
| 168 | 0,998 | 0,083 | 0,312 | 0,382 | 1,000 | 1,000 |