

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
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.....	23
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).....	32
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.....	34
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.....	50
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.....	50
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.....	60
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.	65
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.	67
Tabela 4.4 - Densidade de plântulas (ind.m ⁻²) observados nas parcelas controle na Base Operacional Geólogo Pedro de Moura, município de Coari, AM.....	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).

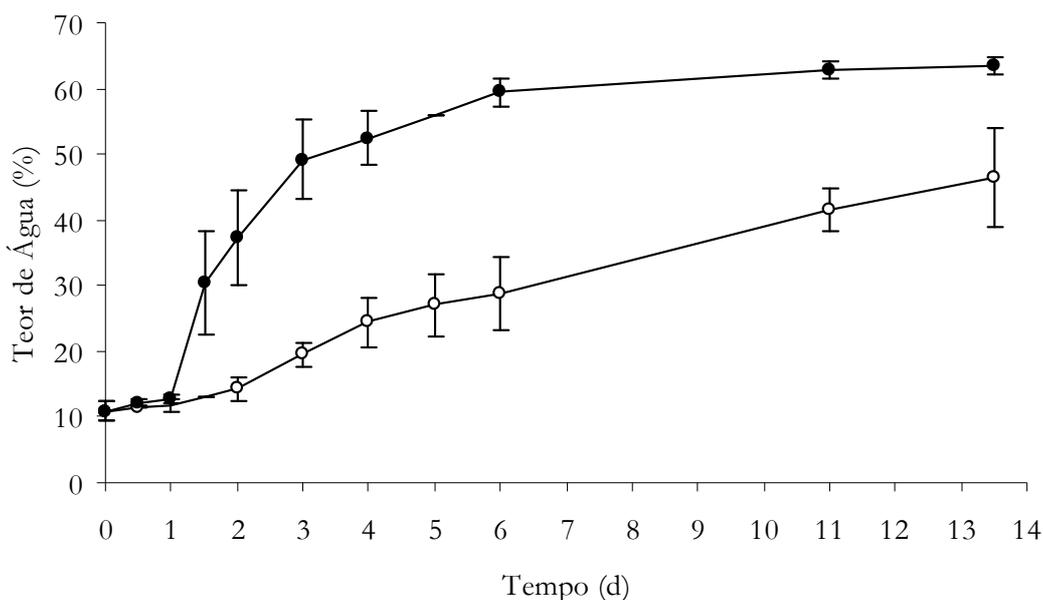


Figura 1.2 - Processo de embebição de sementes de *Parkia multijuga* Benth. submersas em água (●) e entre panos úmidos (○) em câmara fria (15 ± 1 °C). Média e desvio padrão de seis processos de embebição independentes.

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).

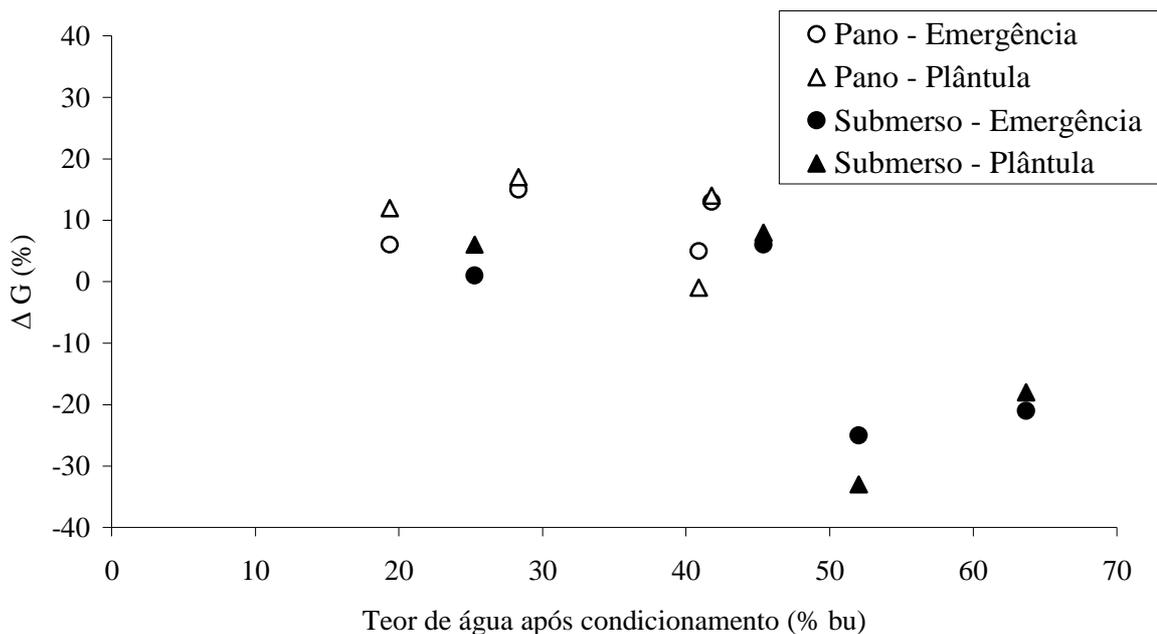


Figura 1.3 - Diferença do resultado de germinação, em relação ao controle (ΔG), de sementes de *Parkia multijuga* Benth. pré-embebidas a diferentes níveis de hidratação, à 15 ± 1 °C, pela submersão em água ou entre panos úmidos.

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.

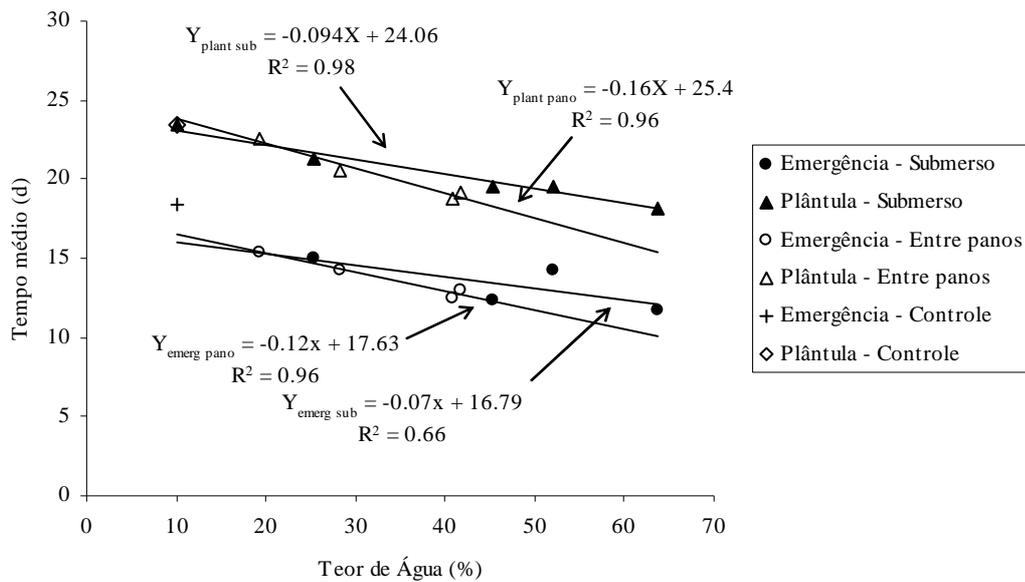


Figura 1.4 - Correlação entre o teor de água nas sementes de *Parkia multijuga* Benth. após uma pré-embebição submersas em água ou entre panos úmidos e o tempo médio de germinação para emergência acima do substrato e formação de plântulas normais.

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%).

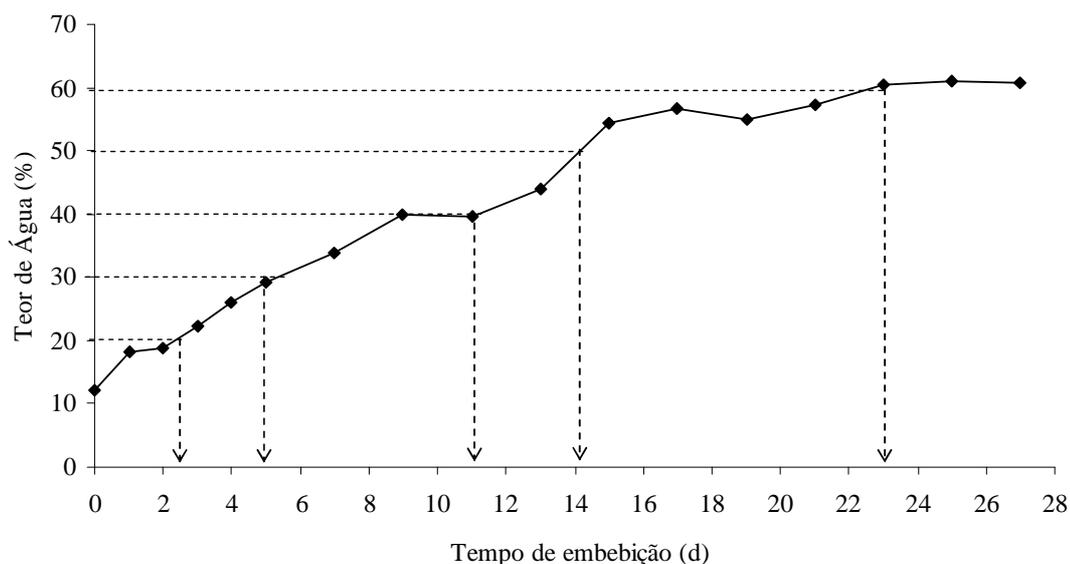


Figura 2.1 - Velocidade de embebição de sementes de *Parkia multijuga* Benth. em vermiculita úmida ($1:2,5 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$) a $15 \pm 1^\circ\text{C}$. Estimativa do tempo necessário para que as sementes atingissem 20 %, 30 %, 40 %, 50 % e 60 % de teor de água.

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 matricondicionamento, 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 matricondicionamento 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.

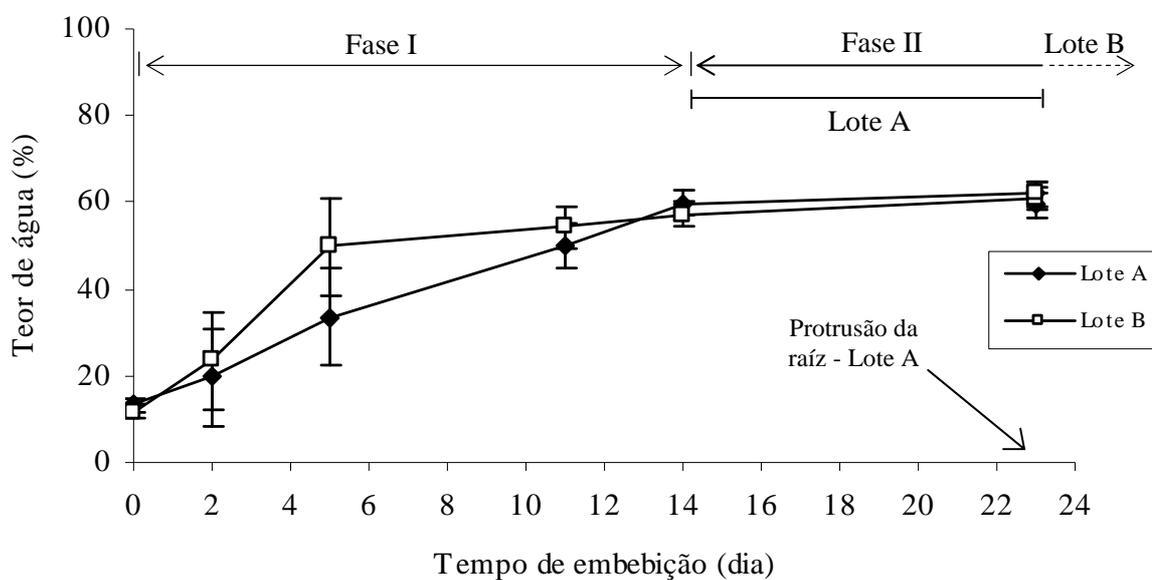


Figura 2.2 - Curva de embebição em vermiculita úmida ($1:2,5 \text{ g.g}^{-1}$) à $15 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ de sementes de *Parkia multijuga* Benth. procedentes do Pará (lote A) e Mato Grosso (lote B), indicando a fase I e II da curva de embebição. No 23º dias, o lote A já havia emitido raiz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

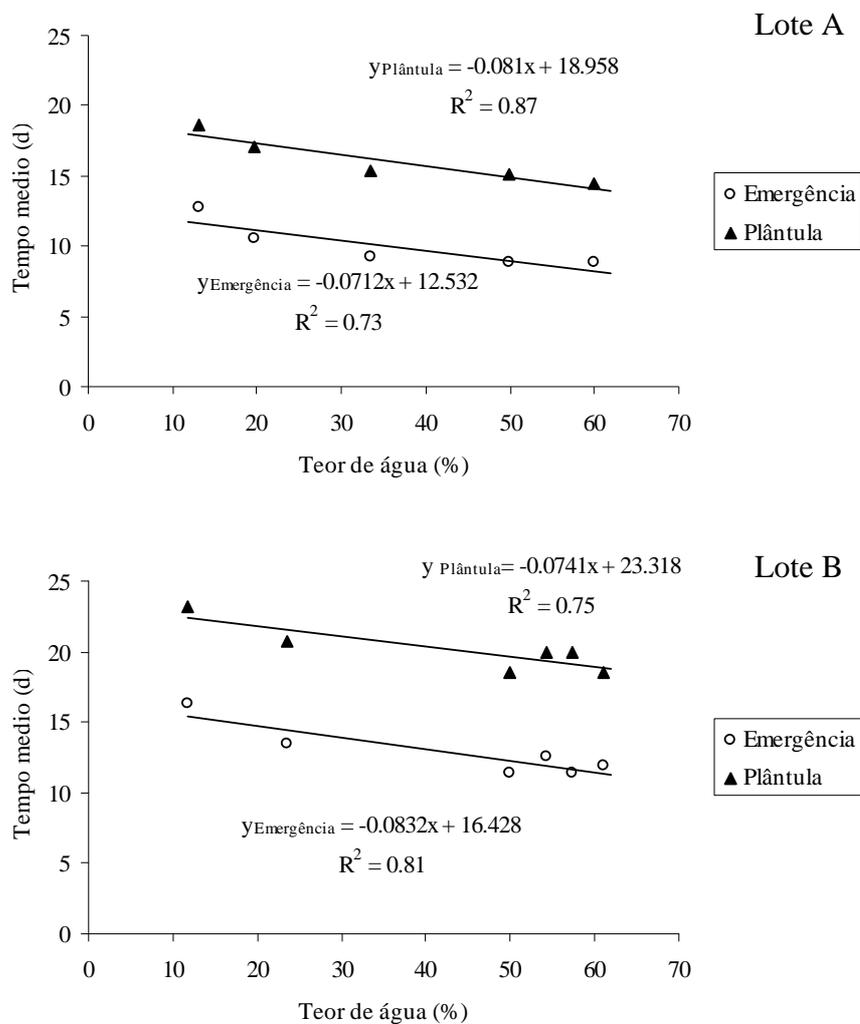


Figura 2.3 - Correlação entre o tempo médio de germinação e o teor de água das sementes após o matricionamento em vermiculita úmida ($1:2,5 \text{ g.g}^{-1}$) de dois Lotes (A e B) de sementes de *Parkia multijuga* Benth.

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 sementeira (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 sementeira (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 sementeira (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).

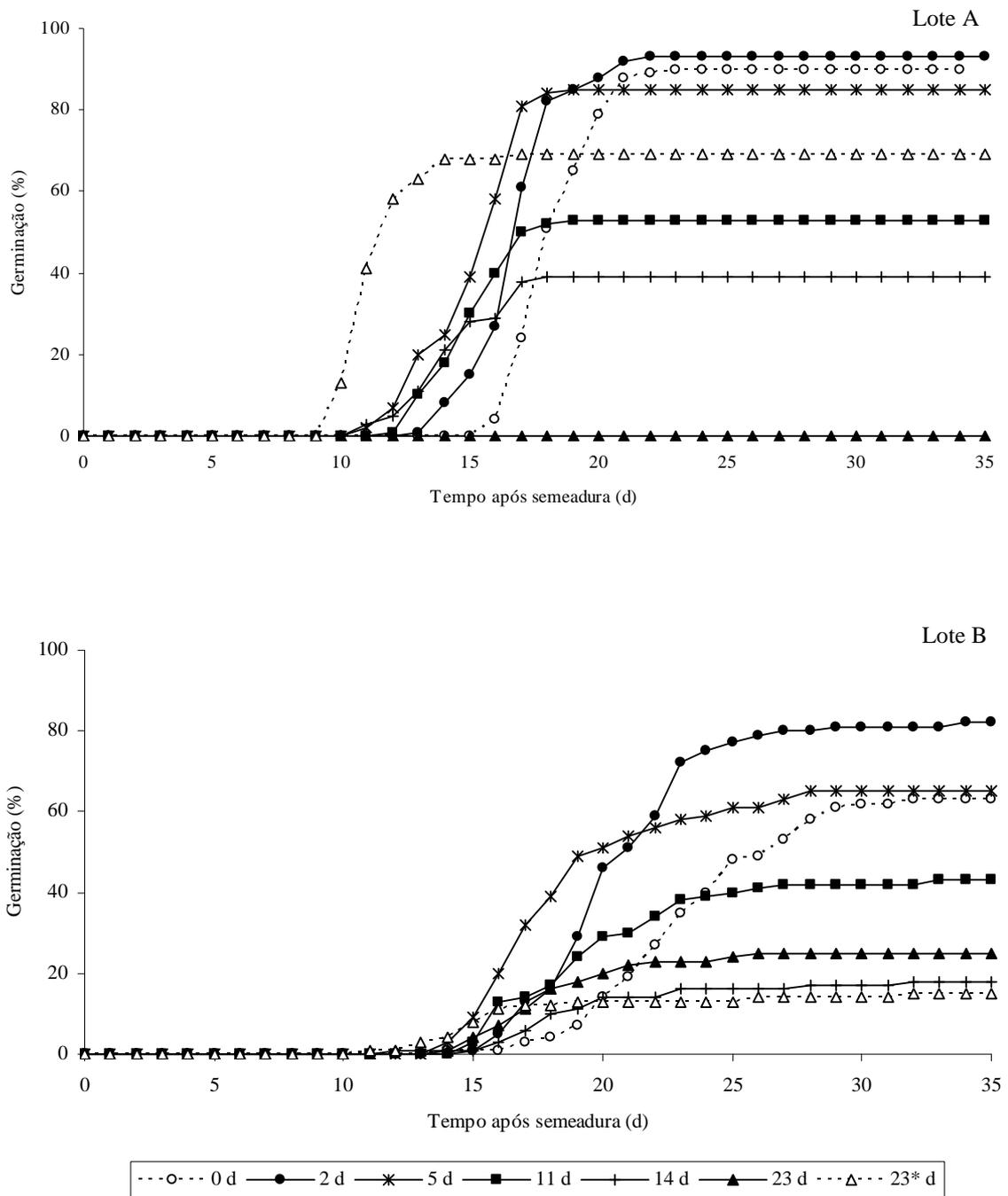


Figura 2.4 - Curvas de germinação (formação de plântula normal) de sementes de *Parkia multijuga* Benth. pertencentes a dois lotes de diferentes procedências (Lote A: Pará e Lote B: Mato Grosso) após diferentes períodos de matricionamento em vermiculita úmida seguidos de secagem por sete dias a temperatura 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).

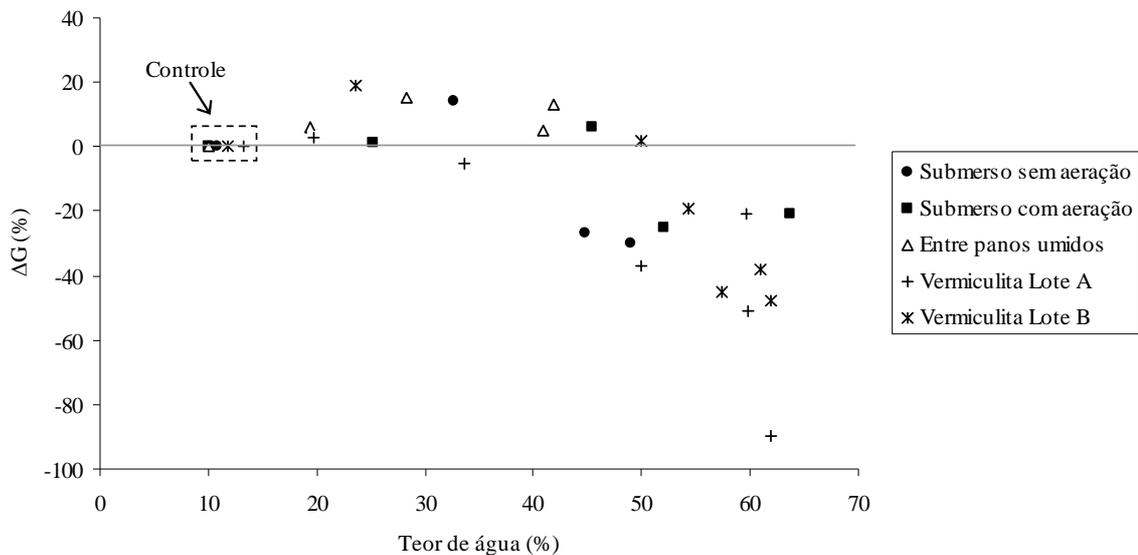


Figura 2.5 - Diferencial de germinação em relação ao controle ($\Delta G = \% \text{ germinação do tratamento} - \% \text{ germinação do controle}$) de sementes de *Parkia multijuga* Benth. relacionado com o teor de água nas sementes alcançado pelo condicionamento a $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ em diferentes 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.