

HIDROCONDICIONAMENTO DE *Parkia pendula* [BENTH ex WALP]: SEMENTES COM DORMÊNCIA FÍSICA DE ÁRVORE DA AMAZÔNIA¹

Gina Janet Vargas Pinedo² e Isolde Dorothea Kossmann Ferraz²

RESUMO – O visgueiro é uma árvore neotropical de importâncias econômica e ecológica. Este estudo objetivou determinar o tempo de embebição e o teor de água de sementes de *Parkia pendula* necessários para ativar o metabolismo e aumentar o desempenho pelo condicionamento. Sementes armazenadas (2 anos) e não armazenadas (7 dias) foram comparadas. Após o desponte as sementes foram submersas em água a 15 °C, por períodos de 4 a 28 h, para atingir o grau de embebição desejado (20, 40, 60, 80 e 90%). Em seguida, foram diretamente semeadas em areia lavada no viveiro (4 x 25 sementes/tratamento) ou dessecadas durante sete dias (24±2 °C e 68±3% UR) antes da semeadura. Sementes não armazenadas e sem condicionamento (controle) apresentaram 59±8,9% de emergência, valor inferior ao daquelas armazenadas e sem condicionamento (76±11,3%). Períodos de submersão superiores a 13 h reduziram o desempenho da germinação em relação às sementes não condicionadas. Porém, após 4 h (26-31% de teor de água das sementes) ambas as sementes não armazenadas e armazenadas aumentaram o desempenho, sendo, ainda, maior quando houve dessecação após a submersão. Portanto, os efeitos positivos do condicionamento ocorreram na fase I da curva de embebição. O hidrocondicionamento de 4 h a 15 °C mostrou ser uma opção econômica e de fácil aplicação em sementes de *P. pendula*: aumentou a velocidade do desenvolvimento das plântulas, a porcentagem de germinação das sementes não armazenadas em níveis similares aos das armazenadas e a sincronização da germinação em sementes armazenadas.

Palavras-chaves: Embebição, germinação e plântula.

HYDROPRIMING OF *Parkia pendula* [BENTH. ex WALP.]: SEEDS WITH PHYSICAL DORMANCY FROM AMAZON TREE

ABSTRACT – *Visgueiro* is a neo-tropical tree species with economic and ecologic importance. This work aimed to determine the imbibition time and moisture content of *P. pendula* seeds necessary to activate metabolism and improve their performance by priming. Stored seeds (2 years) and unstored seeds (7 days) were compared. After clipping, the seeds were kept in water at 15 °C for periods of 4 to 28 hours to reach the desired imbibition degrees (20, 40, 60, 80 and 90%). Seeds were then sown immediately in washed sand in the nursery (4 x 25 seeds / treatment) or dried for 7 days (24±2°C and 68±3% R.H.). Unstored and unprimed (control) seeds showed 59±8.9% germination, which was less than that of stored unprimed seeds (76±11.3 %). Submersion periods exceeding 13 hours reduced germination relative to unprimed seeds. After 4 hours of submersion (seed moisture 26-31%), both unstored and stored seeds increased their performance. Even higher improvement was verified when drying followed submersion. Thus, the positive effects of priming occurred in phase I of the imbibition curve. Hydropriming of 4 hours at 15 °C was found to be a simple and inexpensive method for *P. pendula* seeds since it increased seedling development velocity, brought the germination percentage of unstored seeds to a level similar to that of stored seeds and increased germination synchronization of stored seeds.

Keywords: Imbibition; germination and seedling.

¹ Recebido em 30.08.2006 e aceito para publicação em 15.12.2007.

² Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA). E-mail : <givpperu@yahoo.es> e <iferraz@inpa.gov.br>.

1. INTRODUÇÃO

A propagação comercial necessita de sementes de qualidade que apresentem características como alta porcentagem de germinação, sincronia e rapidez no desenvolvimento e alta sobrevivência para que a produção seja economicamente viável. Porém, nem sempre é possível obter sementes com características desejadas, principalmente para espécies florestais nativas que apresentam normalmente germinação baixa e heterogênea, além de necessitar de um tempo prolongado para germinar. Mesmo quando coletadas de uma única matriz, sementes florestais podem apresentar diferenças no grau de dormência, no tamanho das sementes e na maturidade fisiológica (OROZCO-SEGOVIA e SANCHEZ-CORONADO, 1993).

O condicionamento das sementes oferece a possibilidade de melhorar a qualidade das sementes, podendo reduzir o tempo de germinação e aumentar a germinabilidade e a resistência contra estresse ambiental (COPELAND e MCDONALD, 1995). Consiste em uma hidratação parcial das sementes suficiente para promover atividades metabólicas sem, contudo, permitir a protrusão da raiz primária. Para a hidratação pode ser utilizada somente água (hidrocondicionamento) e, ou, soluções osmóticas (osmocondicionamento) como soluções salinas e polietileno glicol. Posteriormente, as sementes são lentamente desidratadas e podem ser guardadas por curto tempo antes da semeadura.

A vantagem do osmocondicionamento é a maior precisão, além da maior comodidade, pois não há necessidade de um controle rígido do tempo de embebição como no hidrocondicionamento, pois a concentração da solução osmótica permite a hidratação das sementes apenas até o nível desejado, no qual o potencial hídrico das sementes entra em equilíbrio com a solução osmótica (BRADFORD, 1995). Apesar de o osmocondicionamento envolver o custo das sementes, a relação custo / benefício pode ser viável quando as sementes são pequenas, a exemplo, daquelas das hortaliças. Porém, o osmocondicionamento não se torna uma opção economicamente viável em sementes de espécies florestais, com sementes grandes (FUJIKURA et al., 1993).

O condicionamento das sementes está sendo aplicado com sucesso em sementes de culturas agrícolas e, principalmente, em hortaliças e flores (NASCIMENTO, 2004). As sementes dessas espécies são de tamanho

pequeno, não possuem dormência e são tolerantes ao dessecação. Estudos com espécies florestais são limitados, por exemplo: *Anadenanthera peregrina* L. (REIS e CUNHA, 1997), *Cassia excelsa* Schrad. (JELLER et al., 2003), *Cecropia schreberiana* Miq. (SÁNCHEZ et al., 2003), *Eucalyptus citriodora* Hook., *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. (BORGES et al., 1996), *Hibiscus elatus* Sw. (SÁNCHEZ et al., 2003), *Miconia candolleana* Triana. (BORGES et al., 1994), *Platymiscium pubescens* Micheli (BORGES et al., 2002) e *Ateleia glazioviana* BAILL (DA ROSA et al., 2005).

Parkia pendula ex Walp. é uma árvore de grande porte com uma série de características que a torna de grande interesse econômico e ecológico. Sua distribuição é ampla, ocorre na América Central e norte da América do Sul (HOPKINS, 1986); possui crescimento rápido (LORENZI, 1998), e sua madeira, de baixa densidade, apresenta fácil processamento (NASCIMENTO et al., 1997). A espécie é fixadora de nitrogênio (MOREIRA e SILVA, 1992) e pode ser recomendada para o plantio em áreas degradadas. Demonstrou também boa germinação e sobrevivência após um ano de semeadura direta em área aberta sem vegetação (CAMARGO et al., 2002). Além disso, é considerada espécie-chave na restauração ambiental da Amazônia, devido à sua importância para a comunidade de pássaros e mamíferos que são atraídos pela regular e abundante produção de sementes e de resina exsudada pelas vagens (PERES, 2000). Os frutos agrupados e a retenção das sementes pela resina (OLIVEIRA e FERRAZ, 2003) facilita também a coleta para o produtor. As sementes possuem dormência, imposta pela impermeabilidade do tegumento, que pode ser superada pelos métodos convencionais, como escarificação química com ácido sulfúrico (BARBOSA et al., 1984), despoite ao lado oposto da emissão da radícula e perfuração do tegumento (OLIVEIRA e FERRAZ, 2003).

Visando melhorar o desempenho da germinação em viveiro, além de abrir a possibilidade de uma aplicação futura na semeadura direta em áreas degradadas, este trabalho teve como objetivo determinar o tempo e o teor de água que sementes de *Parkia pendula* necessitam para ativar seu metabolismo e usufruir os benefícios do hidrocondicionamento.

2. MATERIALE MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Sementes e no viveiro do Instituto Nacional de Pesquisas da

Amazônia (INPA), em Manaus, AM. Os frutos de *Parkia pendula* foram coletados em setembro de 2002 e outubro de 2004, na Reserva Florestal Adolpho Ducke, e em remanescente florestal próximo de Manaus.

Para o beneficiamento das sementes foi feita a submersão dos frutos por 24 h em água para dissolver a resina que prende as sementes às vagens (OLIVEIRA e FERRAZ, 2003). Em seguida, as sementes passaram por um período de secagem em ambiente arejado e sombreado (31 ± 5 °C e $85 \pm 10\%$ UR). A coleta de 2004 foi mantida nesse ambiente por um período de sete dias, sendo em seguida utilizada nos experimentos. Na coleta de 2002, as sementes após a secagem foram armazenadas por um período de dois anos em sala com ar-condicionado (25 ± 3 °C; $68\% \pm 5\%$ U.R.), em potes hermeticamente fechados, após terem passado por 24 h em congelador (-18 °C), para evitar a proliferação de possíveis insetos.

Antes dos tratamentos de condicionamento, foi aplicado o desponte, fazendo-se um corte de aproximadamente 1 mm de profundidade, do lado oposto da emissão da radícula, com um cortador de unha, até o aparecimento da cor clara dos cotilédones. Em seguida, as sementes foram embebidas em cerca de 2 L de água a 15 °C. A curva de embebição foi elaborada com 12 sementes, pesadas individualmente a cada 12 h até a estabilidade de peso. A cada 12 h a água de embebição também foi substituída. Baseado no peso final (turgidez

e 100% de embebição), foi elaborada uma curva-padrão. Com base nessa curva, foi determinado graficamente o tempo necessário de embebição para atingir as seguintes porcentagens de embebição: 10%, 20%, 40%, 60%, 80% e 90% (Figura 1). Portanto, o experimento constou de 12 medidas a cada tempo de avaliação.

Nos diversos tratamentos, as sementes foram embebidas a 15 °C, em cerca de 2 L de água substituída a cada 12 h, durante os períodos necessários para alcançar o grau de embebição desejado. Cada tratamento constou de quatro repetições com 25 sementes, para o teste de germinação, além daquelas necessárias para a determinação do teor de água, após a embebição e o dessecamento. Após a embebição, as repetições, com as sementes mantidas em sacos de náilon tipo filó (10 x 13 cm), foram secas durante sete dias, sobre peneiras, em sala com ventilador e ar-condicionado (24 ± 2 °C; $68 \pm 3\%$ UR).

O teor de água foi determinado em duas amostras de 30 sementes (ISTA, 1998) e expresso em porcentagem da base úmida (BRASIL, 1992). Para tal, utilizou-se estufa a 105 ± 2 °C, acompanhando o peso a cada 24 h até a sua estabilidade. A semeadura ocorreu no viveiro, em caixas plásticas (36 x 55 x 18 cm) contendo areia lavada, sendo as sementes colocadas a 5 mm de profundidade. Houve irrigação diária para reposição da água perdida. A temperatura variou entre 26 e 36 °C (médias da mínima e máxima, respectivamente) e umidade relativa de $85 \pm 10\%$.

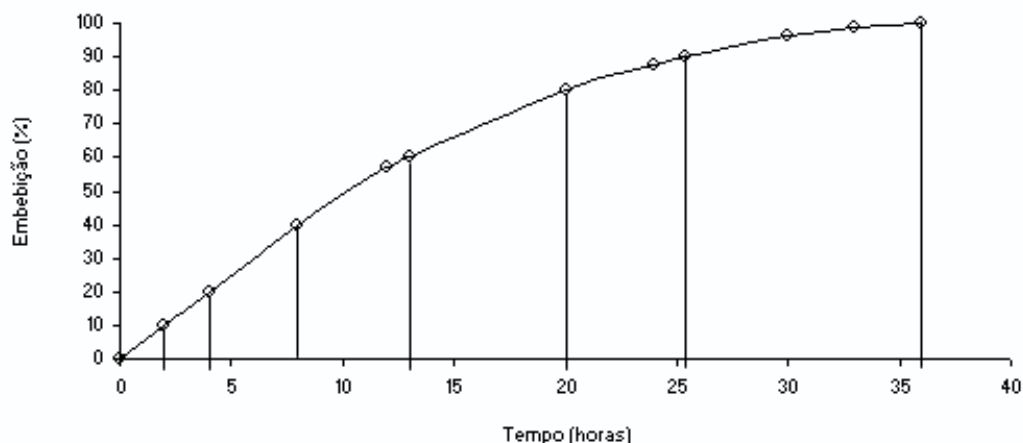


Figura 1 – Curva de embebição em água a 15 °C das sementes de *Parkia pendula* e determinação do tempo necessário para alcançar a embebição parcial de 10%, 20%, 40%, 60%, 80% e 90%.

Figure 1 – Imbibition curve of *Parkia pendula* seeds in water at 15°C and time periods needed to reach partial imbibitions of 10%, 20%, 40%, 60%, 80% and 90%.

Dois critérios de germinação foram utilizados: a “emergência”, determinada pelo aparecimento do gancho epicotiledonar acima do substrato e a “plântula normal”, determinada pelo início da abertura dos folíolos da primeira folha e pelo perfeito estágio de desenvolvimento das demais partes da planta. Em ambos os critérios de germinação, foram avaliadas as seguintes variáveis: porcentagem de germinação, tempo médio de germinação e sincronização da germinação (SANTANA e RANAL, 2004). Consideraram-se tratamentos os diversos níveis de embebição em água (10, 20, 40, 60 e 90%), com e sem dessecação subsequente. As diferenças foram analisadas por meio da análise de variância (teste F) e pela comparação de médias a 5%, utilizando-se o teste de Tukey, após a afirmação da normalidade (teste de Shapiro - Wilk) e a homogeneidade (teste de Levene). Os valores que não apresentaram distribuição normal foram transformados em valores de logaritmo natural $\ln(x + 0,05)$. Quando as transformações não normalizaram os dados, aplicou-se o teste estatístico não-paramétrico de Kruskal-Wallis (SANTANA e RANAL, 2004).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Germinação

Na Figura 1 foi apresentada a curva de embebição de sementes de *Parkia pendula* em água a 15 °C. A escolha da temperatura de 15 °C foi feita, considerando-se que, nessa condição, a embebição é lenta e homogênea, e a atividade metabólica das sementes é reduzida, diminuindo possíveis danos por falta de oxigênio (NASCIMENTO, 2004).

Após sete dias de dessecação em ambiente natural, as sementes recém-colhidas e armazenadas por dois anos apresentaram teor de água, respectivamente, de 8,8% e 10,4% (Quadro 1). Sem tratamento, a emergência das sementes recém-colhidas foi de $59 \pm 8,9\%$, inferior à das sementes armazenadas, que alcançaram $76 \pm 11,3\%$ (Figura 2 A). A formação de plântulas normais apresentou valores similares com $52 \pm 12,6\%$ e $76 \pm 11,3\%$, respectivamente (Figura 2B). Em sementes de *Parkia pendula*, o teor de água, imediatamente após a dispersão, foi bastante heterogêneo, variando entre 9 e 18% (OLIVEIRA e FERRAZ, 2003).

As figuras foram baseadas no grau de embebição estabelecido experimentalmente e no correspondente teor de água das sementes (Quadro 1). Essa forma de apresentação dos dados pode facilitar a adequação dos tratamentos às sementes de *P. pendula* de outros anos e localidades e possíveis variações no tamanho e peso.

Observou-se, em ambas as coletas, que um curto período de embebição (20%) em água pode favorecer a emergência. Entretanto, quando esse período foi prolongado, a emergência foi reduzida (Figura 2AB). O efeito negativo foi diretamente proporcional à porcentagem de embebição e alcançou diferenças significativas em sementes recém-colhidas após 60% de embebição (13 h) e armazenadas após 80% de embebição (20 h).

Quadro 1 – Teor de água (base úmida) das sementes de *Parkia pendula* após diferentes períodos de embebição em água (15 °C) e subsequente dessecação por sete dias, comparando sementes armazenadas (2 anos) com não armazenadas (7 dias)

Table 1 – Seed moisture content (wet base) of *Parkia pendula* after different periods of imbibition in water (15 °C) and subsequent 7 days drying, comparing stored seeds (2 years) with unstored seeds (7 days)

Tratamentos		Teor de Água após Embebição Parcial		Teor de Água após Embebição e Dessecação	
Grau de Embebição	Tempo de Embebição	Sementes Armazenadas	Sementes Não Armazenadas	Sementes Armazenadas	Sementes Não Armazenadas
(%)	(h)	(%)	(%)	(%)	(%)
0	0	10,4	8,8	10,4	8,8
20	4	30,9	25,8	9,8	16,0
40	8	53,6	47,8	9,3	15,5
60	13	64,4	60,8	10,9	14,9
80	20	68,7	-	10,9	-
90	28	70,4	-	11,1	-

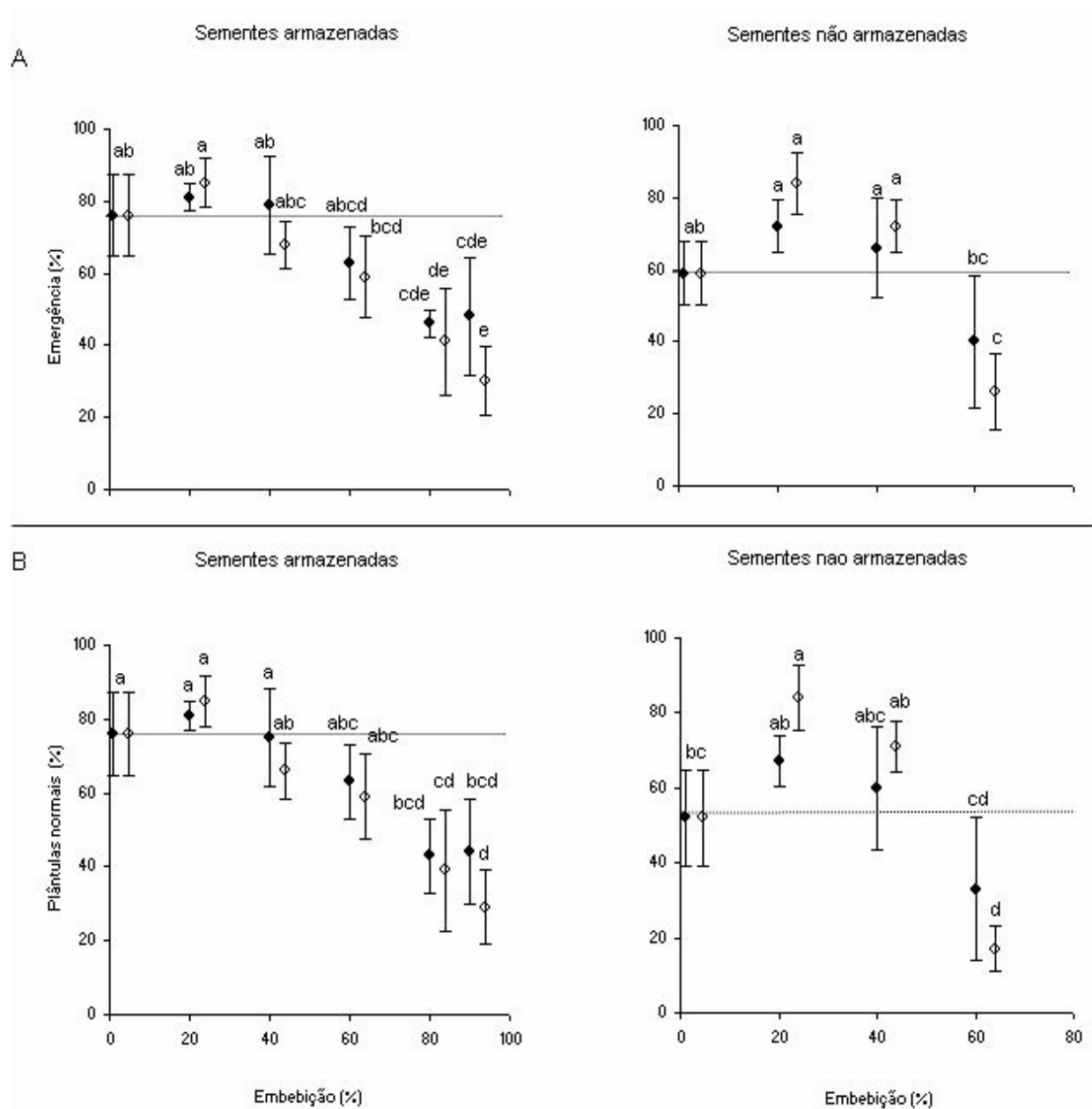


Figura 2 – Germinação das sementes de *Parkia pendula* no viveiro após diferentes graus de embebição sem (símbolos fechados) e com subsequente dessecamento de sete dias (símbolos abertos). Figuras à esquerda referem-se a sementes armazenadas (dois anos) e à direita, as sementes não armazenadas (sete dias). Dois critérios de germinação são apresentados: (A) emergência acima do substrato e (B) formação de plântulas normais. Diferenças estatísticas (5%) são indicadas por diferentes letras e o resultado da testemunha, por uma linha pontilhada.

Figure 2 – *Parkia pendula* germination in the nursery after different degrees of seed imbibition without (closed symbols) and with subsequent drying of seven days (open symbols). Left graphs are for stored seeds (2 years), right graphs are for unstored seeds (seven days). Two germination criteria are shown: (A) first sign of emergence and (B) normal seedling development. Different letters indicate statistical differences (5%) and a dotted line indicates the control.

Esse resultado pode indicar uma demanda crescente de oxigênio pelas sementes com o avanço da embebição e da ativação metabólica. Porém, o período de embebição que estimulou a germinação das sementes de *Parkia pendula* foi muito curto (4 h). Nesse período, devido ao tamanho relativamente grande das sementes (peso de 1.000 sementes (TSW) = 100 g), foram alcançados somente 20% de embebição e um teor de água entre 25,8 e 30,9%. Desse modo, o metabolismo fisiológico das sementes deve ter sido muito pouco ativado.

A comparação com outras espécies é difícil, pois na maioria dos estudos faltam dados que permitam uma comparação, em termos de teor de água estabelecido e do grau de embebição alcançado durante o condicionamento. Contudo, foram relatados tempos de embebição superiores sem prejuízo para a germinabilidade, como para sementes de *Bidens pilosa* (Asteraceae; TSW 2,1 g), que toleraram uma submersão em água até 100% de embebição, num período de 48 h, sem diminuição na porcentagem de germinação (ADEGAS et al., 2003). Sementes de *Tabebuia rosea* (Bignoniaceae, TSW 25 g) alcançaram 70 a 90% de germinação, após 24 h de embebição em água (SALAZAR, 1997a); sementes de *Leucaena salvadorensis* (Mimosoidae, TSW 100 g) requerem 24 h submersas em água para ocorrência de germinação uniforme (SALAZAR, 1998).

Existem, no entanto, espécies nas quais os tempos de pré-embebição recomendados foram curtos, como *Albizia guachapele* (Mimosoidae, TSW 32 g) de até 4 min (SALAZAR, 1997b) e *Gliricidia sepium* (Papilionoideae, TSW 103 g) de 3 a 4 h (SALAZAR, 1997c). Baseado na revisão sobre o condicionamento de hortaliças, verificou-se que em 11 espécies, também embebidas na temperatura de 15 °C, foi necessário um período de submersão de 2 a 21 dias; nesses experimentos foram utilizadas soluções osmóticas, normalmente aeradas; portanto, o período de embebição que favorece e estimula a germinação e, conseqüentemente, o período que as sementes toleram a submersão sem perder a germinabilidade não pode ser generalizado, pois depende das características morfofisiológicas de cada espécie (NASCIMENTO, 2004).

As sementes apresentam o máximo de germinação e vigor na maturidade fisiológica. Esse estágio coincide, muitas vezes, com a dispersão natural, apesar de algumas espécies necessitarem de uma fase de pós-maturação após a coleta (COPELAN e MCDONALD, 1995; SCHMIDT, 2000). Nas sementes de *Parkia pendula*, observou-se

uma porcentagem de germinação menor nas sementes recém-colhidas ($59 \pm 8,9\%$) do que nas sementes armazenadas ($76 \pm 11,3\%$) (Figura 2AB). O hidrocondicionamento (após 20% de embebição parcial) aumentou a germinação das sementes recém-colhidas para $72 \pm 7,3\%$, e das armazenadas para $81 \pm 3,8\%$ (Figura 2 AB). Assim, o efeito positivo do hidrocondicionamento manifestou-se, principalmente, nas sementes recém-colhidas, o que indica a necessidade de pós-maturação das sementes e que esse período pode ser abreviado pelo hidrocondicionamento. Esse fato é conhecido em hortaliças, em que o osmocondicionamento, além de “revigorar” certos lotes de sementes de baixa qualidade fisiológica, traz mais benefício para sementes imaturas do que maduras (NASCIMENTO, 2004). A indução da maturação foi mostrada também em embriões somáticos de uma árvore de zonas temperadas (*Quercus ilex* L.) (MAURI e MANZANERA, 2003).

3.2. Tempo médio

O tempo médio de emergência foi de $5,6 \pm 0,7$ dias nas sementes armazenadas e de $6,4 \pm 1,6$ dias nas recém-colhidas (Figura 3A). Tanto a pré-embebição das sementes quanto a embebição seguida do dessecação mostraram-se pouco eficientes na redução do tempo de emergência acima do substrato. Porém, pela redução do desvio-padrão da média, pode-se inferir que a emergência foi mais homogênea depois do condicionamento (Figura 3A). Entretanto, o tempo médio para formação de plântulas normais foi significativamente reduzido pelo condicionamento hídrico. Havendo, nesse caso, diminuição média de 11,4 para 8,5 dias em sementes recém-colhidas, como também nas armazenadas de 11,4 para 9,1 dias, após a embebição parcial de 20% (Figura 3B). Tais resultados indicaram que o hidrocondicionamento adequado pode aumentar a velocidade de germinação das sementes de *Parkia pendula* e anular diferenças entre lotes de sementes, como mostrado em outras espécies (BRADFORD, 1995; NASCIMENTO, 2004).

As sementes de *Parkia pendula*, no entanto, quando expostas a períodos de embebição mais prolongados, se revelaram como extremamente sensíveis à submersão, pois houve redução na velocidade e homogeneidade da germinação (Figura 3AB). Barbosa et al. (1984) observaram a intolerância das sementes de *Parkia pendula* mesmo em um curto tempo de submersão pela diminuição na porcentagem de germinação de 70% para 29% após o desponte e embebição das sementes por 24 h ($25,3 \pm 1,7$ °C) em água.

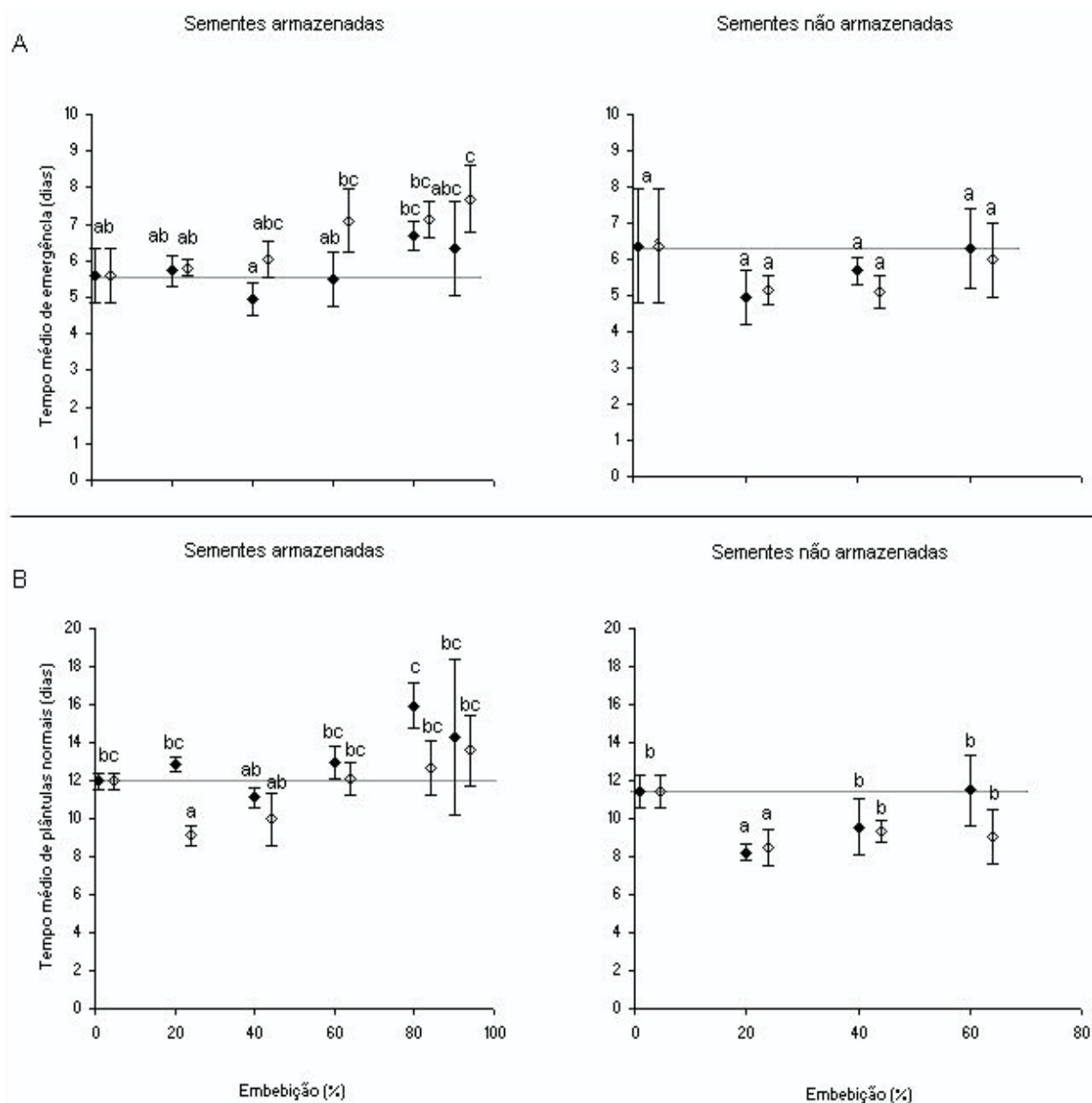


Figura 3 – Tempo médio de germinação das sementes de *Parkia pendula* no viveiro após diferentes graus de embebição sem (símbolos fechados) e com subsequente dessecação de sete dias (símbolos abertos). Figuras à esquerda referem-se a sementes armazenadas (dois anos) e à direita, a sementes não armazenadas (sete dias). Dois critérios de germinação são apresentados: (A) emergência acima do substrato e (B) formação de plântulas normais. Diferenças estatísticas (5%) são indicadas por diferentes letras e o resultado da testemunha, por uma linha pontilhada.

Figure 3 – *Parkia pendula* germination mean time in the nursery after different degrees of seed imbibition without (closed symbols) and with subsequent drying of seven days (open symbols). Left graphs are for stored seeds (2 years), right graphs are unstored seeds (seven days). Two germination criteria are shown: (A) first sign of emergence and (B) normal seedling development. Statistical differences (5%) are indicated by different letters and the control by a dotted line.

3.3. Sincronização

A sincronização detecta o número de vezes em que as sementes germinam, concomitante e independentemente de quando isso ocorre. Daí, pode-se afirmar que a sincronia (ζ) não é influenciada pelo número total de sementes que germinam nem pelo tempo médio ou pela velocidade média de germinação. Na sincronização, valores altos significam sincronização baixa, e valores mais próximos a zero apresentam sincronia perfeita (SANTANA e RANAL, 2004). Avaliando somente o efeito da pré-embebição, não se verificou aumento na sincronia em relação à testemunha, em ambas as coletas e critérios de germinação (Figura 4).

Ao contrário, o hidrocondicionamento, após 20% e 40% de pré-embebição seguida do dessecação, aumentou significativamente a sincronia das sementes armazenadas, porém não afetou as sementes recém-colhidas (Figura 4AB). A sincronia de germinação é uma variável nova (SANTANA e RANAL, 2004), que ainda não foi avaliada em muitas espécies. Assim na revisão de literatura não foram encontradas referências que auxiliariam a explicação do observado. Os dados indicam que a sincronização é menor em sementes que não alcançaram a maturidade fisiológica, aumentando com o grau de maturação fisiológica. Assim, a sincronia poderia ser mais um indicador de maturação, porém necessita de mais estudos para confirmar essa hipótese.

3.4. Considerações gerais

Sementes de *Parkia pendula* podem ser consideradas oleaginosas, com teor de óleo de 0,28 g g⁻¹ (peso da matéria seca das sementes), proteína de 0,13 g g⁻¹ amido de 0,22 g g⁻¹, e possuem, em comparação com outras espécies, alto teor de açúcares solúveis, 0,14 g g⁻¹ (GONÇALVES et al., 2002). Segundo Obroucheva (1997), a ativação do metabolismo ocorre em degraus, com níveis críticos de hidratação nos diversos caminhos metabólicos, sendo a completa ativação do metabolismo alcançada com um teor de água de 55% a 60%. Até esse nível, a hidratação depende somente de forças físicas e, dessa forma, pode também ser alcançado por sementes mortas. Segundo esse autor, diferentes espécies iniciam os mesmos processos metabólicos com o mesmo teor de água, considerada como estratégia geral das sementes que permitem comportamento adequado a cada ambiente. Aplicando essa hipótese às sementes de *Parkia pendula*, pode-se deduzir que, com 20% de embebição e teor de água de 25,8% a 30,9% (Quadro 1), a respiração e o metabolismo

dos aminoácidos são ativados. Com 40% de embebição e teor de água de 47,8% a 53,6% (Quadro 1), inicia-se a degradação dos amidos e das proteínas, além da ativação da síntese de proteínas. Com 60% ou mais de embebição, todo o metabolismo é ativado com um teor de água superior a 60,8% (Quadro 1). Portanto, as sementes foram estimuladas na germinação quando o metabolismo dos aminoácidos foi ativado. Ao contrário das sementes armazenadas, as recém-coletadas foram ainda favorecidas com hidratação maior, que envolve a ativação da síntese e a degradação de proteínas e dos amidos. Todas as sementes apresentaram efeitos negativos com embebição igual ou superior a 13 h e, ao mesmo tempo, tornaram-se sensíveis ao subsequente dessecação.

Os efeitos positivos do condicionamento ocorrem normalmente na fase II da curva de embebição, quando há completa ativação metabólica (BRADFORD, 1995). Porém, neste estudo, os efeitos positivos do condicionamento e da embebição prévia ocorreram com 20% e 40% de embebição e um teor de água de no máximo 53,6%, portanto ainda na fase I da curva de embebição. Futuramente necessita-se aprofundar se essas observações são típicas de *Parkia pendula*, ou podem ser mais generalizadas para sementes com impermeabilidade do tegumento. Em *Cassia excelsa*, outra espécie com tegumento impermeável, uma pré-embebição durante 48 h após quebra de dormência com ácido sulfúrico não afetou a porcentagem de germinação, porém diminuiu significativamente a velocidade desse processo. Em todos os tratamentos, o dessecação seguido da embebição reduziu significativamente a germinação e a velocidade do processo, indicando, também, alta sensibilidade da espécie à hidratação e desidratação das sementes (JELLER et al., 2003).

Sementes com impermeabilidade de tegumento possuem um mecanismo tipo válvula, que permite a desidratação, porém evita a rehidratação; conforme a umidade relativa do ambiente, essas sementes podem tornar-se cada vez mais secas e, somente quando a dormência for quebrada, reidratar-se (COPELAND e MCDONALD, 1995). Portanto, esse tipo de dormência evita acompanhar as oscilações de umidade do ambiente natural, comportamento esse diferente do de sementes com permeabilidade do tegumento que hidratam e ressecam conforme as condições ambientais. Assim, as sementes com impermeabilidade tegumentar podem possuir características específicas, respondendo menos favoravelmente ao hidrocondicionamento.

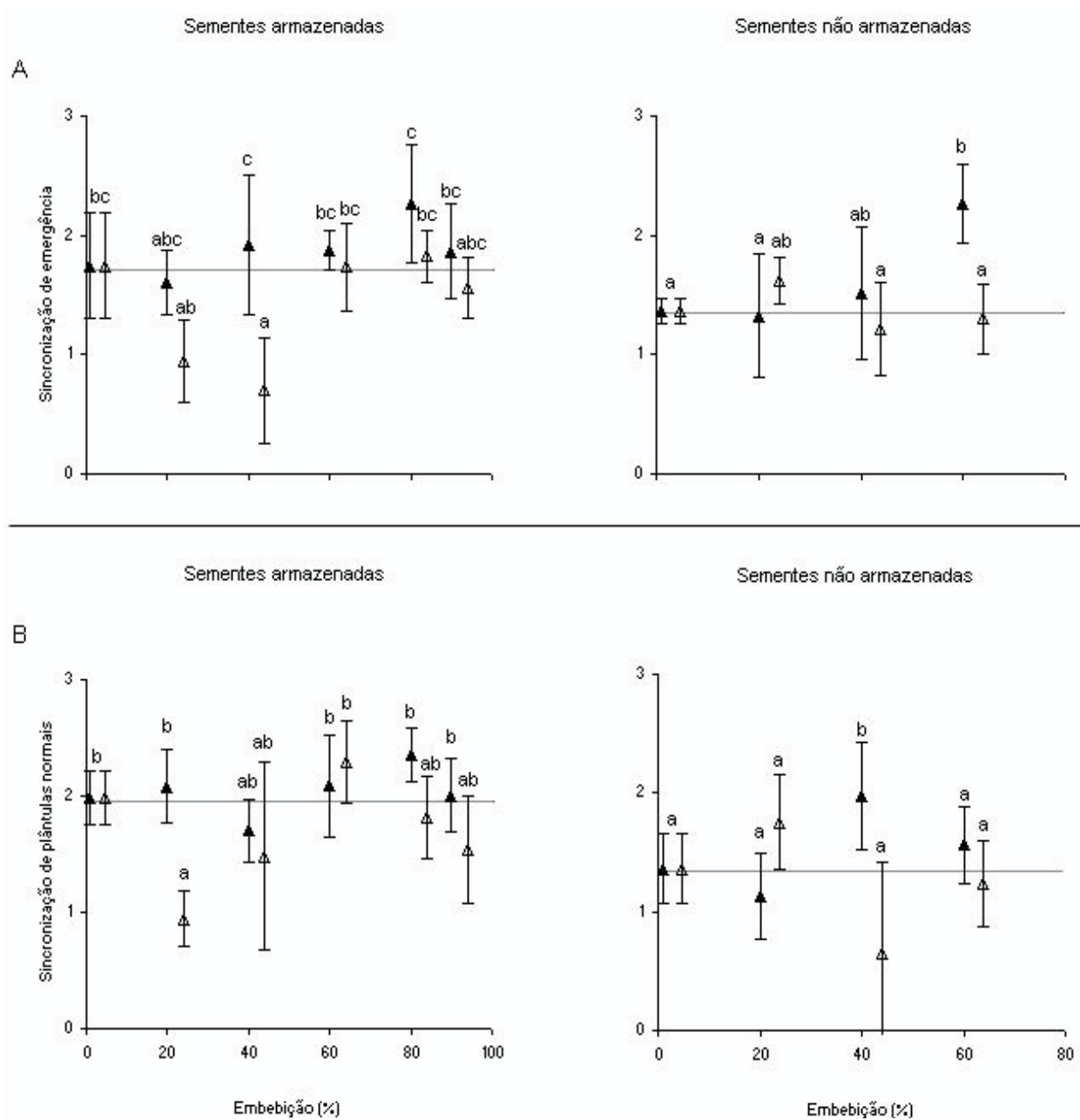


Figura 4 – Sincronização de germinação das sementes de *Parkia pendula* no viveiro após diferentes graus de embebição sem (símbolos fechados) e com subsequente dessecamento de sete dias (símbolos abertos). Figuras à esquerda referem-se a sementes armazenadas (dois anos) e à direita, a sementes não armazenadas (sete dias). Dois critérios de germinação são apresentados: (A) emergência acima do substrato e (B) formação de plântulas normais. Diferenças estatísticas (5%) são indicadas por diferentes letras e o resultado da testemunha, por uma linha pontilhada

Figure 4 – *Parkia pendula* germination synchronization in the nursery after different degrees of seed imbibition without (closed symbols) and with subsequent drying over seven days (open symbols). Left graphs are for stored seeds (2 years), right graphs are for unstored seeds (seven days). Two germination criteria are shown: (A) first emergence sign and (B) normal seedling development. Different letters indicate statistical differences (5%) and a dotted line indicates the control.

4. CONCLUSÕES

- O hidrocondicionamento apresentou-se como opção econômica e de fácil aplicação para melhorar a emergência e formação de plântulas de *Parkia pendula* no viveiro a partir de sementes recém-colhidas e armazenadas. Aumentou a velocidade de formação das plântulas, nivelando a porcentagem de germinação de sementes recém-colhidas, além de elevar a sincronização do processo em sementes armazenadas.

- Mesmo na temperatura de 15 °C e em grande quantidade de água, sementes de *Parkia pendula* foram extremamente sensíveis à submersão, quando esta durou mais de 13 h, alcançando um teor de água de 48% a 54%. Portanto, os efeitos positivos da pré-embebição ocorreram na fase I da curva de embebição.

- O melhor resultado foi alcançado com a submersão das sementes durante 4 h em água a 15 °C (com embebição parcial de 20%, correspondendo a um teor de água de 26% a 31%), seguido do dessecação lento em sala com ventilação (24 ± 2 °C; $68 \pm 3\%$ UR).

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos fomentadores desta pesquisa, como são ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e aos anônimos revisores, pelas sugestões e correções do manuscrito.

5. REFERÊNCIAS

- ADEGAS, F. S.; VOLL, E.; PRETE, C. E. C. Embebição e germinação de sementes de picão-preto (*Bidens pilosa*). **Planta Daninha**, v.21, n.1, p.21-25, 2003.
- BARBOSA, A. P.; VASTANO, B.; VARELA, V. P. Tratamentos pré-germinativos de sementes de espécies florestais Amazônicas. (*Parkia pendula* Benth.) Leguminosae. **Acta Amazonica**, v.14, n.1/2, p.280-288, 1984.
- BRADFORD, K. J. Water relations in seed germination. In: KIGEL, J.; GALII, G. (Eds.) **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. p.351-396.
- BRASIL - Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: 1992. 365p.
- BORGES, E. E. L.; BORGES, R. C. G.; BUCKRIDGE, M. S. Modificações fisiológicas em sementes osmocondicionadas de Jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All). **Revista Árvore**, v.20, n.2, p.147-154, 1996.
- BORGES, E. E. L. et al. Comportamento fisiológico de sementes osmocondicionadas de *Platymiscium pubescens* Micheli (tamboril-da-mata). **Revista Árvore**, v.26, n.5, p.603-613, 2002.
- CAMARGO, J. L. C.; FERRAZ, I. D. K.; IMAKAWA, A. M. Rehabilitation of degraded areas of Central Amazonia using direct sowing of forest tree species. **Restoration Ecology**, v.10, n.4, p.636-644, 2002.
- COPELAND, L. O.; MCDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology**. 3.ed. New York: Chapman & Hall, 1995. 409p.
- DA ROSA, L. S. et al. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* BAILL (timbó). **Revista Árvore**, v.11, n.3, p.306-314, 2005.
- FUJIKURA, Y. et al. Hydropriming, a simple and inexpensive priming method. **Seed Science and Technology**, v.21, n.3, p.639-642, 1993.
- GONÇALVES, J. F. C. et al. Primary metabolism components of seeds from Brazilian Amazon tree species. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.14, n.2, p.139-142, 2002.
- HOPKINS, H. C. F. *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae). **Flora Neotropica. Monograph**, n.43, p.93-98, 1986.
- JELLER, H.; PEREZ, S. C. J. G. A.; RAIZER, J. Water uptake, priming, drying and storage effects in *Cassia excelsa* Schrad seeds. **Brazilian Journal of Biology**, v.63, n.1, p.61-68, 2003.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1998. 2v.

- MAURI, P. V.; MANZANERA, J. A. Induction, maturation and germination of holm oak (*Quercus ilex* L.) somatic embryos. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v.74, n.3, p.229-235, 2003.
- MOREIRA, F. M. S.; SILVA, M. F. Occurrence of nodulation in legume species in the Amazon region of Brazil. **New Phytologist**, v.121, n.4, p.563-570, 1992.
- NASCIMENTO, C. C.; GARCIA, J. N.; DIAZ, M. P. Agrupamento de espécies madeireiras da Amazônia em função da densidade básica e propriedades mecânicas. **Madera y Bosques**, v.3, n.1, p.33-52, 1997.
- NASCIMENTO, W.M. **Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2004. 12p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 33).
- OBROUCHEVA, N. V. Hydration up to threshold levels as the triggering agent of the process preparing germination in quiescent seeds. In: ELLIS, R. H. et al. (Eds.). **Basic and applied aspects of seed biology**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, c1997. p.555-562.
- OLIVEIRA, M. C. P.; FERRAZ, I. D. K. Comportamento das sementes de *Parkia pendula* (Wild.) Walp. (visgueiro) no banco de semente aéreo. In: HIGUCHI, N. et al. (Org.) **Projeto Jacarandá, fase II: pesquisas florestais na Amazônia Central**. Manaus: Coordenação de Pesquisas em Silvicultura Tropical, INPA, 2003. p.103-116.
- OROZCO-SEGOVIA, A.; SANCHEZ-CORONADO, M. E. Effect of maternal light environment on seed germination in *Piper auritum*. **Functional Ecology**, v.7, p.395-402, 1993.
- PERES, C. A. Identifying keystone plant resources in tropical forests: The case of gums from *Parkia* pods. **Journal of Tropical Ecology**, v.16, n.2, p.287-317, 2000.
- POULSEN, K. M.; PARRATT, M. J.; GOSLING, P. G. (Eds.). **ISTA tropical and sub-tropical tree and shrub seed handbook**. Zurich: ISTA, 1998. 204p.
- SALAZAR, R. **Tabebuia rósea**. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1997a. (Nota técnica sobre manejo de semillas forestales, 8).
- SALAZAR, R. **Albizia guachapele**. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1997b. (Nota técnica sobre manejo de semillas forestales, 5).
- SALAZAR, R. **Gliricidia sepium**. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1997c. (Nota técnica sobre manejo de semillas forestales, 36).
- SALAZAR, R. **Leucaena salvadorensis**. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1998. (Nota técnica sobre manejo de semillas forestales, 43).
- SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Brasília: Universidade de Brasília, 2004. 247p.
- SCHMIDT, L. **Guide to handling of tropical and subtropical forest seed**. Humlebaek: Danida Forest Seed Centre, 2000. 511p.