

Dispersão e superação da dormência de sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Walp. (visgueiro) na Amazônia Central, AM, Brasil

Maria da Conceição Prado de Oliveira^{1,4}, Isolde Dorothea Kossmann Ferraz² e Geraldo José de Oliveira³

Recebido: 12.07.2005; aceito: 24.08.2006

ABSTRACT - (Seed dispersal and overcoming seed dormancy of *Parkia pendula* (Willd.) Walp. (visgueiro) in Central Amazonia, AM, Brazil). Fruits of *P. pendula* reach maturity in Central Amazon between September and November, but remain thereafter in the tree crown for months. After the opening of the pods, the seeds remain attached to the fruits due to a great quantity of sticky transparent resin. The seeds have an impermeable seed coat which delays germination on the soil. Due to these characteristics, studies were carried out to evaluate the importance of the sticky resin on seed dispersal as well as changes in the environmental conditions, caused by human impact, on the overcoming of dormancy and the longevity of the seeds in the soil. The results reveal that the resin desynchronizes seed dispersal, and seed shedding was observed during a period of six months. Independent of the preservation of the vegetation, the seeds remained viable in the soil for more than one year.

Key words: degraded areas, mature forest, serotinous species, soil seed bank

RESUMO - (Dispersão e superação da dormência de sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Walp. (visgueiro) na Amazônia Central, AM, Brasil). Os frutos de *P. pendula* amadurecem na Amazônia Central entre setembro e novembro, porém continuam na copa das árvores por meses. Após deiscência das vagens, as sementes permanecem aderidas aos frutos, devido uma grande quantidade de resina transparente e pegajosa. As sementes apresentam impermeabilidade tegumentar retardando a germinação no solo. Devido a essas características, foram realizados estudos com o objetivo de avaliar a importância da resina na dinâmica da dispersão das sementes e o efeito de alterações ambientais causadas pela ação antrópica, na superação da dormência e, conseqüentemente, na longevidade das sementes no solo. Os resultados mostraram que a resina dessincroniza a dispersão, distribuindo as sementes ao longo de seis meses. Independente da preservação da vegetação, as sementes se mantiveram viáveis no banco do solo por mais de um ano,

Palavras-chave: áreas degradadas, banco de sementes no solo, espécies serotinosas, floresta primária

Introdução

Algumas espécies de plantas desenvolveram mecanismos para manterem suas sementes presas ao fruto na planta-mãe após a maturação, formando assim um banco aéreo; com isso, possivelmente, evitam as condições adversas do banco de sementes do solo (Guterman 1972, Cowling *et al.* 1987, Lamont 1991, Baskin & Baskin 1998).

O tempo de retenção das sementes no banco aéreo varia de acordo com a espécie como, por exemplo: *Sedum pulchellum* Michx (Crassulaceae) que retém suas sementes presas no banco aéreo por quatro meses (Baskin & Baskin 1977) enquanto, *Pinus contorta* var. *murrayana* retarda a dispersão

por dez a trinta anos (Blumer 1910). As espécies que mantêm parte ou todas as suas sementes, após a maturação no banco aéreo, por certo período de tempo, são chamadas de serotinosas e aquelas que dispersam suas sementes logo após a maturação, não serotinosas (Lamont 1991). As espécies serotinosas podem ser classificadas quanto ao grau de serotinosidade em dois grupos: i) com serotinosidade curta, quando retardam o desprendimento das sementes por um curto período de tempo; ii) com serotinosidade longa, aquelas que mantêm as sementes no banco aéreo por longo período de tempo (Lamont 1991). Três meses são considerados como o tempo mínimo de permanência das sementes no banco aéreo, para inclusão no grupo das espécies com serotinosidade curta (Baskin & Baskin 1998).

1. Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Departamento de Biologia, Campos da Ininga, 64049-550 Teresina, PI, Brasil
2. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), Av. André Araújo, 2936, Petrópolis, 69083-000 Manaus, AM, Brasil
3. Faculdade do Vale do Itapecuru (Caxias, MA), Rua Quixadá, 1651, 64550-450 Teresina, PI, Brasil
4. Autor para correspondência: pradoliveira@hotmail.com

O mecanismo desenvolvido por algumas espécies para manter suas sementes no banco aéreo pode beneficiar de várias formas as sementes como, por exemplo: i) aumentar as chances de estabelecimento, em habitat com alta frequência de fogo; ii) garantir sementes para o ano seguinte, em espécies cuja produção não ocorre anualmente; iii) reduzir a alta densidade de plântulas e, desta forma, diminuir a competição; iv) dessincronizar a dispersão, distribuindo as sementes ao longo do tempo e conseqüentemente, diminuir a predação; v) minimizar o período de permanência das sementes no solo; mantendo as sementes no banco aéreo até que as condições ambientais de temperatura e umidade, principalmente, se tornem favoráveis à germinação (Lamont 1991).

Segundo Baskin & Baskin (1998), a serotinosidade é uma característica mais freqüente entre as espécies que ocorrem em regiões com baixa precipitação anual (variando de 50 até 100 mm de chuva), principalmente em áreas sujeitas ao fogo. Geralmente, o grupo das serotinosas apresenta frutos indeiscentes, duros e resistentes. Fatores abióticos como o fogo, a chuva e a temperatura são importantes para romper o fruto e liberar as sementes. As espécies já estudadas que apresentaram essa característica, não dispõem de sementes com dormência e germinam prontamente após a dispersão. Desta forma, espera-se que plantas com serotinosidade produzam sementes que permaneçam no banco de sementes do solo, apenas durante o período das chuvas.

Parkia pendula (Willd.) Walp. pertence à família Leguminosae, subfamília Mimosoideae; é uma árvore de grande porte com copa larga, aplainada, perenifólia, mesófila ou heliófila, que ocorre na mata alta de terra-firme, em solo argiloso na região amazônica (Silva *et al.* 1977) e na mata pluvial atlântica (Hopkins 1986). É a espécie de mais larga ocorrência do gênero *Parkia*, encontrada na América do Sul e em parte da América Central; no Brasil, foram encontrados espécimes na região norte e litoral do nordeste (Hopkins 1986). Essa espécie é recomendada para o plantio em áreas degradadas por ser de crescimento rápido (Loureiro *et al.* 1979).

Na Amazônia Central, *Parkia pendula* floresce de maio a julho e frutifica nos meses de outubro a novembro (Alencar 1998); entretanto os frutos permanecem por alguns meses presos aos galhos das árvores (Hopkins 1986).

A inflorescência de *Parkia pendula* é um capítulo com pedúnculo longo, pêndulo, característico

da espécie. O capítulo dará origem a um etaério (agregado de frutos simples, segundo a definição de Hickey & King 2000, no caso de vagens). Os frutos são folículos coriáceos, deiscentes, retos e oblongos (Barroso *et al.* 1999), com 10-20 cm de comprimento e até 25 mm de largura, contendo 10-25 sementes (Corrêa 1984). As vagens são dotadas de uma espessa sutura adaxial ao longo da qual é produzida uma grande quantidade de resina pegajosa que retém as sementes maduras, após a abertura das valvas (Hopkins & Hopkins 1983, Gunn 1984). Desta forma, as sementes maduras, aderidas aos frutos, são retidas no banco aéreo.

As sementes de *Parkia pendula* apresentam testa dura e impermeável que dificulta a germinação (Alencar & Magalhães 1979, Barbosa *et al.* 1984, Fowler & Bianchetti 2000), ou seja, as sementes são dotadas de dormência física, seguindo-se a classificação de Baskin & Baskin (1998).

Devido a essas características, foram realizados estudos com o objetivo de avaliar a importância da resina na dinâmica da dispersão das sementes de *Parkia pendula* e o efeito da alteração na vegetação primária na superação da dormência e, conseqüentemente, na longevidade das sementes no solo da Amazônia Central. Informações como estas, relacionadas com a Ecologia das sementes, são importantes na compreensão dos processos naturais de regeneração e sucessão de comunidades, uma vez que a semente constitui a principal forma de propagação das espécies vegetais. Na Amazônia, o avanço da ocupação humana da floresta gerou uma paisagem com fisionomia em mosaico que abrange além da floresta primária tipos fisionômicos como, por exemplo: floresta secundária (capoeira de várias idades), pastagens e aterros de estradas de rodagem. A compreensão do comportamento de sementes no solo dessas áreas poderá contribuir na elaboração de plano de manejo da floresta primária e em projeto de reabilitação das áreas alteradas.

Material e métodos

Coleta dos frutos e montagem do experimento - Os etaérios (15 unidades), contendo aproximadamente sete folículos cada, foram cortados de uma matriz localizada na Reserva Adolpho Ducke (59°52'40"-59°58'00"W e 03°00'00"-03°08'00"S) e pendurados sob uma árvore de copa grande (*Mangifera* sp.), localizada no Campus do Instituto de Pesquisa da Amazônia (INPA). Sob cada etaério foi colocada

uma bandeja, de forma que todos os frutos e sementes desprendidos pudessem ser coletados e removidos diariamente para análise.

Os etaérios foram coletados em novembro de 1999 (n = 2026 sementes presas aos frutos) e em outubro de 2000 (n = 2051 sementes presas aos frutos). Nas duas coletas os frutos foram cortados cuidadosamente diretamente da planta matriz, após a abertura das vagens, quando as sementes já haviam atingido a maturidade (avaliado por teste de germinação).

Foram registradas diariamente a temperatura máxima e mínima e a precipitação. A cada 15 dias, no período de setembro de 1999 a março de 2002, registraram dados fenológicos da árvore, da qual foram colhidos os etaérios para esses estudos.

Avaliação dos frutos e sementes - Diariamente foi determinada a quantidade de frutos e sementes retirados das bandejas, sob cada etaério. As sementes foram classificadas em duas categorias: i) sementes duras; ii) sementes não duras. Considerou-se como sementes não duras, aquelas germinadas, embebidas ou mortas (embebida podre).

Determinação do teor de água das sementes - Após a classificação, uma amostra de 20% das sementes duras retiradas das bandejas foi utilizada para determinar o teor de água. Para isso, inicialmente as sementes foram pesadas em balança com precisão 0,001 g e em seguida, colocadas em estufa regulada a 105 °C, não ventilada. A cada 24 horas, as sementes foram levadas para um dessecador com sílica gel e após resfriamento, pesadas em balança analítica. Esse procedimento foi repetido até ser obtido peso constante. Os resultados de teor de água foram expressos em percentuais, com base na massa da matéria fresca.

Avaliação da viabilidade das sementes duras - Com uma amostra de 100 sementes (4 repetições de 25 unidades), foi determinada a viabilidade das sementes duras. Para isso, foram efetuados os seguintes procedimentos: as sementes foram submetidas a tratamento pré-germinativo com perfuração com agulha quente na região mediana das sementes, seguindo-se a metodologia de Stubsgaard (1986) e foram posteriormente imersas por 6 horas em água destilada (período previamente determinado pela curva de embebição) e semeadas em areia úmida sob condições de viveiro (temperatura máxima = 37 °C e temperatura mínima = 21 °C).

Permanência das sementes enterradas no solo - Os experimentos de campo foram conduzidos em quatro ambientes na Amazônia Central, com níveis de alteração diferenciados: floresta (floresta primária de terra firme, com dossel em torno de 30 a 35 metros de altura), capoeira (floresta secundária, com dossel não ultrapassando 2 metros de altura), aterro (criado pela construção de estrada de rodagem) e areal (criado em área de campina após remoção da vegetação e exploração da areia). O aterro e o areal são áreas intensamente perturbadas pela ação antrópica, não possuem cobertura vegetal e a camada superficial do solo foi totalmente removida. O solo da floresta, da capoeira e do aterro é classificado como Podzólico Vermelho Amarelo de textura argilosa. Para cada ambiente foram escolhidas três áreas (com histórico de alteração semelhante) com pelo menos 11 km de distância entre elas, perfazendo um total de 12 áreas.

Em cada área foram enterradas, a 5 cm de profundidade, 18 bolsas de náilon com 2 mm de malha, contendo 32 sementes em cada uma. As bolsas foram dimensionadas de forma que as sementes, quando enterradas, deixassem um espaço entre elas de duas vezes o seu diâmetro. Após 1, 3, 6, 12, 18 e 24 meses, 3 bolsas foram retiradas de cada área para avaliação. Logo após a remoção, as bolsas foram acondicionadas em sacos plásticos, guardadas em caixas de isopor lacradas até a análise no laboratório.

Em cada área, foi instalado um pluviômetro 1 metro acima do solo e foi enterrado (a 5 cm de profundidade do solo) um termômetro de máxima e mínima, ambos monitorados a cada 15 dias.

Os trabalhos de campo foram realizados de março/abril de 2000 (época chuvosa na região) a março/abril de 2002 (24 meses).

Neste experimento, foram utilizadas sementes coletadas em oito pontos, distantes entre si de pelo menos 10 km, localizados na Amazônia Central.

Antes das sementes serem enterradas nos quatro ambientes, verificou-se a dureza da testa (todas foram enterradas com a testa dura), o teor de água e a viabilidade das sementes, utilizando a mesma metodologia já descrita acima.

Análise das sementes após enterramento no solo - No laboratório, as três bolsas de náilon de cada área foram abertas e o conteúdo misturado formando uma só amostra. Na primeira triagem as sementes foram classificadas em quatro categorias: sementes germinadas (testa não dura), sementes aparentemente dormentes (testa dura) e sementes mortas (embebida

podre) e desaparecidas.

Das sementes classificadas como aparentemente dormentes, foram separados 20% para determinar o teor de água e o resultado comparado ao obtido da amostra testada antes do enterramento, para avaliar a impermeabilidade da testa. O restante das sementes foi utilizado para testar a viabilidade (germinação) da amostra, para determinar o percentual de sementes dormentes durante o tempo que permaneceram no solo.

Análise dos dados - Foram realizadas análises de correlação para avaliar a relação entre a precipitação e o número de sementes desprendidas dos etaérios e a relação entre a temperatura máxima e o número de sementes desprendidas.

O percentual das sementes dormentes, que permaneceram no solo nos quatro ambientes testados (a cada coleta), foi calculado considerando o número total de sementes aparentemente dormentes contidas nas bolsas de náilon antes e após o enterramento e o resultado dos testes de germinação da amostra obtida a cada período de coleta.

$$\%SD = \frac{(\%SG)(\%SAD)}{100}, \text{ onde}$$

$\%SD$ = Percentual de Sementes Dormentes obtido a cada coleta (1, 3, 6, 12, 18 e 24 meses enterradas);

$\%SG$ = Percentual de Sementes Germinadas (testes de viabilidade da amostra obtida a cada coleta)

$\%SAD$ = Percentual de Sementes Aparentemente Dormentes

As variações dos percentuais das sementes dormentes durante o tempo em que elas permaneceram enterradas no solo da floresta primária, capoeira, aterro e areal foram avaliadas por regressão exponencial.

A análise de variância (ANOVA) foi utilizada para avaliar a longevidade das sementes entre os ambientes. Considerou-se diferença significativa entre os ambientes para a longevidade (tempo de permanência no solo), quando a probabilidade foi menor ou igual a 0,05 ($P \leq 0,05$).

Resultados e Discussão

Registros de precipitação, efetuados durante 15 anos (1965-1980), nos arredores de Manaus (Reserva Florestal Adolpho Ducke), mostraram uma variação anual de 1.322 mm (1966) a 2.904 mm (1968). A maior incidência de chuvas foi verificada entre

dezembro e maio (226-330 mm) e a menor ocorrência entre os meses de agosto e novembro (83-165 mm) (Marques Filho *et al.* 1981). Dados de precipitação, obtidos no *Campus* do INPA, entre novembro 1999 e abril 2000 e outubro de 2000 e abril de 2001, seguiram os mesmos padrões dos apresentados por Marques Filho *et al.* (1981).

Estudos fenológicos realizados na Reserva Ducke, observando 80 espécies arbóreas mostraram que cerca de 48% das espécies frutificam na estação considerada seca, entre agosto e novembro e *Parkia pendula* foi incluída nesse grupo (Alencar 1998). Observações fenológicas efetuadas entre setembro de 1999 e março de 2002 na árvore de *P. pendula*, de onde foram retirados os etaérios para esse estudo, mostraram que a floração ocorreu entre junho e julho; os frutos amadureceram em cerca de três meses, e a deiscência do fruto ocorre no final de setembro e início de outubro (na época seca).

Permanência das sementes no banco de sementes aéreo - Nos dois anos de observações, cerca de 70% das sementes de *P. pendula* desprenderam-se dos etaérios no intervalo de outubro a dezembro (época seca). O restante (30%) das sementes foi liberado aos poucos de janeiro a março, ou seja, no período chuvoso (figura 1). Desta forma, o tempo necessário para que todas as sementes de *P. pendula* saíssem do banco aéreo foi de aproximadamente seis meses.

Se três meses forem considerados como o período mínimo de retardamento de desprendimento das sementes para caracterizar uma determinada espécie com serotinosidade curta (Baskin & Baskin 1998), *P. pendula* pode ser incluída nesse grupo.

A classificação dessa espécie nesse grupo precisa ser resguardada, uma vez que os etaérios foram coletados de uma só árvore. Entretanto, vale ressaltar que a presença da resina no fruto é uma característica da espécie (Hopkins & Hopkins 1983, Gunn 1984), o período de frutificação (Alencar 1998) e o comportamento de manter as sementes presas à planta mãe, após a deiscência dos frutos maduros (Hopkins 1986), já foram descritos por outros autores. Porém, este é o primeiro trabalho com resultados experimentais e que sugere a inclusão de *P. pendula* no grupo das serotinosas.

Em testes realizados para determinar a viabilidade das sementes de *P. pendula* sem tratamento pré-germinativo, sob condições de laboratório, foi constatado que, após 79 dias, apenas 58,5% das sementes conseguiram emitir a radícula (Alencar &

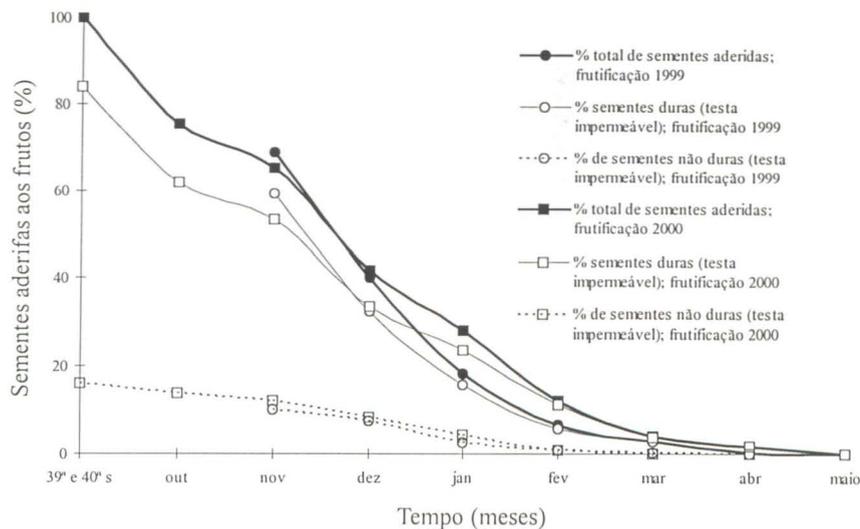


Figura 1. Desprendimento das sementes de *Parkia pendula* das vagens em 1999 (n = 2026) e 2000 (n = 2051).

Magalhães 1979). Outros testes de germinação com sementes recém-coletadas com e sem tratamento pré-germinativo para superar a dormência física, utilizando-se como substratos areia e argila mostraram índice maior ou igual a 62% em tempo médio de 12 e 14 dias para aquelas com tratamento e de 262 e 245 dias para as não tratadas (Prado-Oliveira 2003), comprovando a existência da dormência nas sementes.

Como descrito acima, as espécies já identificadas como serotinosas, não dispõem de sementes com dormência e germinam prontamente após a dispersão, o que diferencia *P. pendula* do grupo. Entretanto, pela definição de Lamont (1991) a serotinosidade está relacionada à característica de algumas espécies de manterem parte ou todas as sementes, por certo período de tempo no banco aéreo após a maturação e não pela presença ou ausência de dormência na semente. Assim, o fato de *P. pendula* produzir sementes dormentes não descarta a sua inclusão no grupo das serotinosas.

Na literatura pertinente, não foi encontrado registro anterior de espécie serotinosas na floresta tropical úmida, provavelmente, este é o primeiro estudo com essência desse ambiente.

Desprendimento das sementes do banco aéreo - A precipitação e a temperatura são fatores ambientais que podem promover a dispersão das sementes que estão retidas no banco de semente aéreo (Baskin & Baskin 1998).

Durante os estudos com *Parkia pendula*, foi observado que a resina transparente, presente nos

frutos, adere as sementes às vagens com muita firmeza e mesmo seca, não perde a capacidade de aderência. Porém, com a incidência das chuvas, essa goma vai se diluindo e aos poucos desaparecendo das vagens permitindo a liberação das sementes.

A correlação entre a quantidade acumulada de sementes desprendidas e a quantidade acumulada de chuva mostrou dois regimes de dispersão: o primeiro foi mais intenso e durou 8 semanas após a abertura das vagens, ou seja, entre os meses de outubro e novembro ($r = 0,988$ e a inclinação da curva foi de 4,09) e o segundo regime foi mais lento distribuindo as sementes por quatro meses ($r = 0,96$ e inclinação de 0,29). Esses resultados corroboram com a hipótese de que a chuva influencia na distribuição das sementes de *P. pendula*. O mesmo efeito não foi revelado quando aplicada à análise de correlação entre a temperatura (máxima e mínima) e o número de sementes desprendidas dos etaérios.

Um outro fato importante observado foi que a disposição das vagens nos etaérios (figura 2) dificulta o contato direto da água da chuva com a resina, prejudicando o processo de diluição da mesma, o que contribui também para retardar a dispersão das sementes.

Viabilidade e teor de água das sementes desprendidas dos etaérios - A avaliação final das sementes desprendidas dos etaérios mostrou que a maioria das sementes (84 a 86%) apresentou testa dura com teor de água variando de 9 a 18% e o teste de germinação revelou índices de 68 a 66%. Apenas 9% das sementes já saíram embebidas do banco aéreo (com o processo

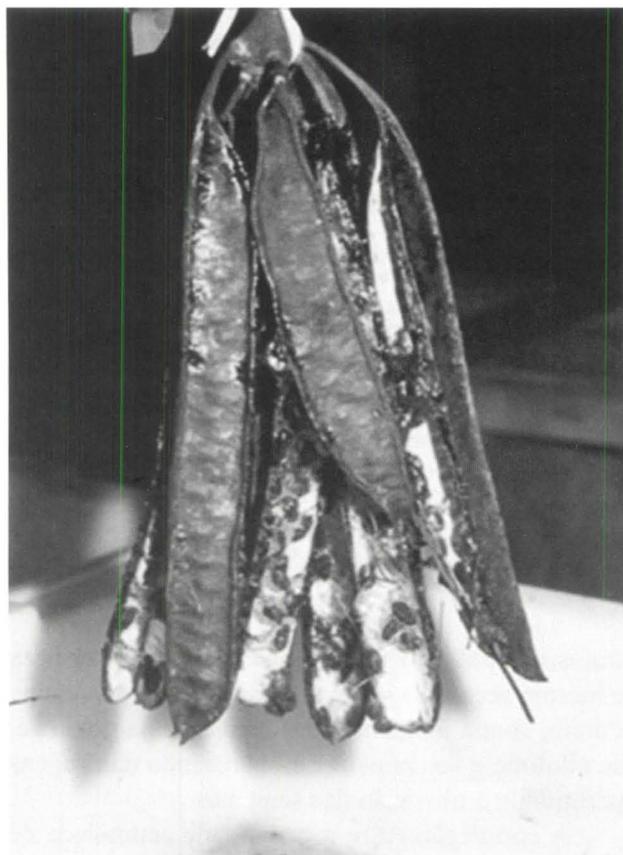


Figura 2. Disposição dos frutos de *Parkia pendula* no etaério de vagens.

germinativo bastante avançado) e 5-7% delas já foram dispersas mortas (deterioradas).

O mecanismo de manter as sementes no banco aéreo pode beneficiar *P. pendula* de várias formas como, por exemplo, retardando o desligamento de suas sementes da copa, graças à presença da resina do fruto, e permitindo a dessincronização da dispersão e conseqüentemente menor predação de suas sementes e plântulas, conforme mencionado por Lamont (1991).

Os resultados obtidos neste trabalho, com *Parkia pendula*, sugerem que esta espécie de porte arbóreo, apresenta duas estratégias de sobrevivência: uma parte de suas sementes é dispersa com tegumento permeável ou rompido, permitindo o estabelecimento imediato, no início da estação chuvosa, aumentando as chances de sobrevivência; outra parte fica retida no banco aéreo e a grande maioria irá integrar o banco de semente do solo.

Permanência das sementes enterradas no solo - Enterramento das sementes no solo da floresta

primária e em três áreas com diferentes graus de alteração.

Estudos com sementes enterradas mostraram que a longevidade no banco de sementes do solo está diretamente relacionada com as propriedades fisiológicas das sementes e com as condições ambientais a que elas estão sujeitas (Garwood 1989).

A análise dos dados de precipitação obtidos de abril de 2000 a março de 2002, na floresta primária, capoeira, aterro e areal mostrou que o período de maior precipitação, em todos os ambientes testados, seguiu o padrão daquele encontrado por Marques Filho *et al.* (1981), ou seja, os meses de maior precipitação foram registrados entre dezembro e maio. Entretanto, nos dois anos de observações, somente no mês de agosto de 2002, foi registrada precipitação abaixo de 100 mm. Desta forma, o período seco ficou restrito a um mês, nesses dois anos.

A temperatura mínima mensal, a cerca de 5 cm de profundidade do solo, no período de observação (abril de 2000 a março de 2002), apresentou poucas variações e situou-se entre 20-24 °C nos quatro ambientes estudados. Porém, verificou-se um efeito grande da vegetação sobre a temperatura máxima mensal. Na floresta, a vegetação densa manteve a temperatura máxima entre 26 ° e 30 °C e nas áreas alteradas, com pouca ou nenhuma vegetação, a temperatura máxima do solo, a 5 cm de profundidade, foi mais elevada e mostrou uma variação entre 34 e 50 °C.

No que se refere às condições ambientais a que as sementes de *Parkia pendula* foram submetidas no solo, pode se dizer que, na floresta, a variação da temperatura diurna foi bastante reduzida, em comparação com as áreas alteradas. O solo da capoeira apresentou uma grande variação na temperatura diurna e além disso, como mostrado em outro estudo (Santos & Crisi 1981), a ação microbiana é mais elevada do que na floresta. Nos ambientes aterro e areal também foram registradas grandes variações de temperaturas e, embora não se tenha encontrado dados que comprovem essa suspeita, esses ambientes possivelmente apresentam ação microbiana do solo menor que na floresta e capoeira, devido à falta de matéria orgânica depositada no solo. Desta forma, aterro e areal distinguem-se principalmente devido ao tipo de solo.

Estudos realizados com sementes de espécies tropicais enterradas em bolsas de náilon sugerem que somente aquelas espécies cujas sementes têm

requerimento de luz e/ou regime de temperatura e com envoltório impermeável podem sobreviver enterradas no solo das florestas tropicais por um determinado período de tempo (Vázquez-Yanes & Smith 1982, Pérez-Nasser & Vázquez-Yanes 1986, Orozco-Segovia & Vázquez-Yanes 1990, Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia 1994, Dalling *et al.* 1997, Teketay & Granstrom 1997).

Como já foi discutido acima, *P. pendula* produz sementes com dormência física e após a dispersão a maioria irá integrar o banco de semente do solo até que haja superação da dormência ou morte das mesmas. Os fatores ambientais são importantes para promover essa mudança no estado de dormência das sementes no solo (Vázquez-Yanes 1974, Villier 1975, Bewley & Black 1994, Baskin & Baskin 1998). Em áreas de floresta com solo desnudo (áreas abertas), dentre outros fatores abióticos, a flutuação diurna e a temperatura alta têm estimulado a germinação em sementes com envoltório duro (Vázquez-Yanes 1974).

No presente estudo, durante os três primeiros meses (período chuvoso) cerca de dois terços das sementes de *P. pendula* permaneceram com a testa dura (aparentemente dormentes) em todos os ambientes testados. Entretanto, no décimo segundo mês após um ciclo chuvoso/seco/chuvoso, apenas a floresta e a capoeira mantiveram mais que 30% de sementes duras. No final do segundo ciclo, não restava praticamente nenhuma semente dura. Possivelmente a variação da temperatura e a umidade do solo (causadas pela chuva), podem ter promovido a

fragmentação da testa dura.

Sabe-se que nem todas as sementes com testa dura encontram-se realmente dormentes. Por essa razão foram realizados testes de germinação com as sementes aparentemente dormentes. Os resultados das avaliações de viabilidade das sementes duras (aparentemente dormentes), antes e após serem enterradas nos ambientes escolhidos, mostraram que o índice de sementes dormentes, que antes era de 80-90% foi reduzido praticamente pela metade (figura 3) logo nos primeiros três meses de experimento. No primeiro ano, no solo, cerca de 80-85% das sementes sofreram mudança no seu estado de dormência e desapareceram do solo. A diminuição do percentual das sementes dormentes no solo resultou em exponencial com $r^2 > 0,6$ (tabela 1), índice considerado significativo.

As sementes de *Parkia pendula* apresentaram comportamento semelhante em todos os ambientes testados (tabela 1), permanecendo por mais de um ano no solo (figura 3).

A eliminação das sementes do banco do solo não está relacionada apenas à superação da dormência e à conseqüente germinação, a morte delas também influencia no desaparecimento do solo (Simpson *et al.* 1989). Assim, possivelmente, as condições adversas dos ambientes alterados podem ter proporcionado a superação da dormência e/ou a morte das sementes de *P. pendula*, acelerando a saída delas do solo. Na floresta, não ocorreram grandes variações diurnas na temperatura e na umidade do solo e provavelmente, a

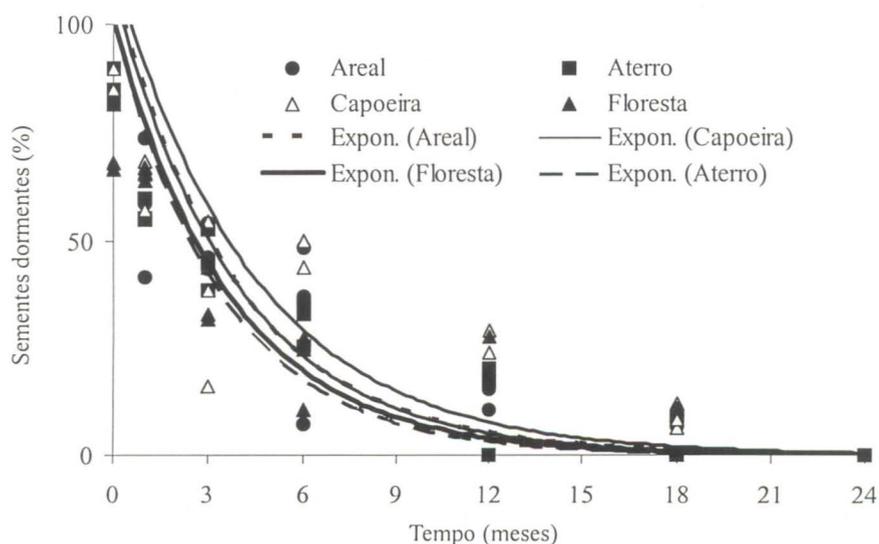


Figura 3. Longevidade das sementes *Parkia pendula* no solo da floresta e em três áreas com diferentes graus de intervenção antrópica. Acompanhamento efetuado entre abril de 2000 a março de 2002.

Tabela 1. Equações das regressões da germinabilidade das sementes de *Parkia pendula* que se mantiveram dormentes, após períodos (1, 3, 6, 12, 18, 24 meses) de enterramento no solo, em percentagem, Germinabilidade das sementes (y), Tempo de exposição às condições do solo da floresta e de três áreas com diferentes graus de intervenção (x). Análise de variância (ANOVA) da germinabilidade das sementes (%) de *P. pendula* entre os ambientes (Floresta, Capoeira, Aterro e Areal). Considerando diferenças significativa para $P \leq 0,05$

| Ambientes | Equação | r ² | df | F | P |
|----------------------|--------------------------|----------------|----|-------|-------|
| Floresta | $y = 101,05e^{-0,2702x}$ | 0,8108 | | | |
| Capoeira | $y = 107,34e^{-0,2212x}$ | 0,7704 | | | |
| Aterro | $y = 95,26e^{-0,2853x}$ | 0,7858 | | | |
| Areal | $y = 102,22e^{-0,2511x}$ | 0,8085 | | | |
| Análise de variância | | 0,924 | 3 | 0,040 | 0,989 |

testa tenha se rompido graças à ação da umidade do solo e dos microorganismos.

De um modo geral, a permanência das sementes no solo pode ser apenas sazonal (banco de sementes transitório) ou poderá se prolongar por um ano ou mais (banco de sementes persistentes) (Thompson & Grime 1979). Seguindo-se essa classificação, *P. pendula* pode ser inserida no grupo de espécies com sementes persistentes no solo da floresta, capoeira, aterro e areal, uma vez que elas se mantêm por mais de um período sazonal. Entretanto, se for considerado o tempo de permanência e a quantidade de sementes que continuam no banco aéreo e no solo, pode-se dizer que na Amazônia Central a disponibilidade de sementes dessa espécie para o processo de regeneração é temporária, já que a maior parte delas desaparece antes da próxima frutificações, ou seja, no intervalo entre frutificações consecutivas (figura 3).

Os estudos desenvolvidos utilizando-se sementes enterradas em bolsas de náilon em solo de florestas tropicais úmidas têm mostrado grande variação no tempo de permanência no solo entre as espécies (Vázquez-Yanes & Smith 1982, Pérez-Nasser & Vázquez-Yanes 1986, Orozco-Segovia & Vázquez-Yanes 1990, Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia 1994, Viera 1996, Dalling *et al.* 1997). Portanto, torna-se imprescindível a realização de pesquisas que busquem entender a dinâmica das sementes no solo visando o desenvolvimento de métodos de manejo adequados para a recuperação de áreas degradadas.

Os estudos conduzidos nos levaram a concluir que: i) a resina presente no fruto provavelmente contribui na dinâmica da dispersão, favorecendo a dispersão de sementes ao longo de seis meses; ii) *P. pendula* apresenta como estratégias de regeneração natural tanto a germinação imediata de sementes não dormentes, no início da época chuvosa,

como a dispersão de sementes dormentes que permanecerão no solo por mais de um ano, independente da alteração na vegetação primária e iii) na Amazônia Central, a disponibilidade da maior parte do banco de sementes aéreo e do solo de *P. pendula* é inferior ao intervalo entre frutificações consecutivas.

Agradecimentos

Trabalho realizado com recursos do Projeto BRASIL-JICA (Jacaranda).

Literatura citada

- Alencar, J.C.** 1998. Fenologia de espécies arbóreas tropicais na Amazônia Central. In: C. Gascon & P. Moutinho (eds.). Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo. Tipografia do INPA, Manaus pp. 25-40.
- Alencar, J.C. & Magalhães, L.M.S.** 1979. Poder germinativo de doze espécies florestais da região amazônica. Acta Amazonica 9: 411-418.
- Barbosa, A.P., Vastano Júnior, B. & Varela V.P.** 1984. Tratamento pré-germinativo de sementes de espécies florestais tropicais II. Visgueiro (*Parkia pendula* Benth. Leguminosae – Mimosoideae) Acta Amazonica 4: 280-288.
- Barroso, G.M., Morim, M.P., Peixoto, A.L. & Ichaso, C.L.F.** 1999. Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Baskin, J.M. & Baskin, C.C.** 1977. Germination ecology of *Sedum pulchellum* Michx (Crassulaceae). American Journal of Botany 64: 1242-1247.
- Baskin, C.C. & Baskin, J.M.** 1998. Seed: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press, London.
- Bewley, J.D. & Black, M.** 1994. Seed physiology of development and germination. 2 ed. Plenum Press, New York.

- Blumer, J.C.** 1910. The visibility of pine seed in serotinous cones. *Torreya* 10: 108-111.
- Corrêa, M.P.** 1984. Dicionário de Plantas úteis do Brasil. Rio de Janeiro. Ministério da Agricultura, v. 3, p. 27.
- Cowling, R.M., Lamont, B.B. & Pierce, S.M.** 1987. Seed bank dynamics of four co-occurring *Banksia* species. *Journal of Ecology* 75: 289-302.
- Dalling, W.J., Swaine, M.D. & Garwood, N.C.** 1997. Soil seed bank community dynamics in seasonally moist lowland tropical forest, Panamá. *Journal of Tropical Ecology* 13: 659-680.
- Fowler, J.A.P. & Bianchetti, A.** 2000. Dormência em sementes florestais. *Embrapa Florestal* 40: 1-27.
- Garwood, N.C.** 1989. Tropical soil seed banks: A review. *In: M.A. Leck, V.T. Parker & R.L. Simpson (eds.). Ecology Soil Seed Banks.* Academic Press, London, pp. 149-209.
- Gunn, C.R.** 1984. Seeds of Leguminosae. *In: R.M. Polhill & P.H. Raven (eds.). Advances in legume systematics.* Crown, Kew, pp. 913-925.
- Gutterman, Y.** 1972. Delayed seed dispersal and rapid germination as survival mechanisms of the desert plant *Blepharis persica* (Burm) Kuntze. *Oecologia* 10: 145-149.
- Hopkins, H.C.** 1986. *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae). *Flora Neotropica.* New York Botanical Garden, New York, Monografia 43, pp. 93-98.
- Hopkins, M.J.G. & Hopkins, H.C.F.** 1983. The fruit and seed biology of the neotropical species of *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae). *In: S.L. Sutton, T.C. Whitmore & A.C. Chadwick (eds.). Tropical Rain-Forest: Ecology and Management.* Oxford, v. 1, pp. 197-209.
- Hickey, M. & King, C.** 2000. The Cambridge illustrated glossary of botanical terms. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lamont, B.B.** 1991. Canopy seed storage and release: What's in a name? *Oikos* 60: 266-268.
- Loureiro, A.A., Silva, M.F. & Alencar, J.C.** 1979. Essências madeireiras da Amazônia. MCT/INPA-CPPF.
- Marques Filho, A.O., Ribeiro, M.N.G., Santos, H.M. & Santos, J.M.** 1981. Estudos climatológicos Reserva Florestal Ducke - Manaus - AM: IV Precipitação. *Acta Amazonica* 11: 759-768.
- Orozco-Segovia, A. & Vázquez-Yanes, C.** 1990. Effect of moisture on longevity in seed of some rain forest species. *Biotropica* 22: 215-216.
- Prado-Oliveira, M.C.** 2003. A longevidade e a perda da dormência de diásporos de espécies florestais tropicais em áreas com diferentes graus de alteração. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- Pérez-Nasser, N. & Vázquez-Yanes, C.** 1986. Longevity of buried seeds from some tropical rain forest trees and shrubs of Veracruz, México. *The Malaysian Forester* 49: 352-356.
- Santos, O.M. & Crisi, B.M.** 1981. Efeito do desmatamento na atividade dos microorganismos de solo de terra firme na Amazônia. *Acta Amazonica* 11: 97-102.
- Simpson R.L., Leck, M.A. & Parker, V.T.** 1989. Seed bank: general concepts and methodological issues. *In: M.A. Leck, V.T. Parker & R.L. Simpson (eds.). Ecology Soil Seed Banks.* Academic Press, London, pp.3-8.
- Silva, M.F., Lisboa, P.L.P. & Lisboa, R.C.L.** 1977. Nomes vulgares de plantas da Amazônia. MCT/INPA-CPPF.
- Stubsgaard, F.** 1986. Pre-treatment of Acaia and Prosopis seed - two mechanical methods. Humblebaek, Denmark, Danida Forest Seed Centre. Technical Note 27: 1-8.
- Teketay, D. & Granstrom, A.** 1997. Seed viability of afro-montane tree species in forest soils. *Journal of Tropical Ecology* 13: 81-95.
- Thompson, K. & Grime, J.P.** 1979. Seasonal variation in seed bank of herbaceous species in ten contrasting habitat. *Journal of Ecology* 67: 893-921.
- Vázquez-Yanes, C.** 1974. Studies on germination of seed of *Ochroma lagopus*, Swartz. *Turrialba* 24: 176-179.
- Vázquez-Yanes, C. & Smith, H.** 1982. Phytochrome control of seed germination in tropical rainforest pioneer trees *Cecropia obtusifolia* and *Piper auritum* and its ecological significance. *New Phytologist* 92: 477-485.
- Vázquez-Yanes, C. & Orozco-Segovia, A.** 1994. Signals for seeds to sense and respond to gaps. *In: M. Caldwell & R. Pearcy (eds.). Exploitation of environmental heterogeneity by plant: ecophysiological processes above and below ground.* Academic Press, London, pp. 209-236.
- Vieira, G.** 1996. Gap dynamics in managed Amazonian forest: structural and ecophysiological aspects. Thesis, University of Oxford, Oxford, England.
- Villier, T.A.** 1975. Dormancy and the survival of plants. E. Edward, London.

