

Produção e predação de frutos em *Aniba rosaeodora* Ducke var. *amazonica* Ducke (Lauraceae) em sistema de plantio sob floresta de terra firme na Amazônia Central

Wilson Roberto Spironello^{1,3}, Paulo de Tarso Barbosa Sampaio¹ e Beatriz Ronchi-Teles²

Recebido em 04/08/2003. Aceito em 20/04/2004

RESUMO – (Produção e predação de frutos em *Aniba rosaeodora* Ducke var. *amazonica* Ducke (Lauraceae) em sistema de plantio sob floresta de terra firme na Amazônia Central). O pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) vem sendo usado desde o século passado para extração de linalol, produto usado como fixador de perfumes. Por causa do extrativismo houve redução drástica em suas populações naturais. Somando a este fato, esta espécie possui padrão irregular de frutificação e, quando frutifica, os seus frutos são consumidos por animais. Estes aspectos foram estudados utilizando uma população de plantio sob sombra parcial de floresta primária. A produtividade das árvores variou de 40 a 1.600 frutos (n = 21 árvores). No geral, cerca de 42,5% foram removidos por frugívoros (6.770 frutos, n = 10 árvores). Dos frutos não removidos, 0,5% foram predados por vertebrados, 81,5% continham larvas de insetos, variando de 36-96% entre indivíduos. Uma espécie de Coleoptera ataca os frutos em estágio imaturo, enquanto outra (*Heilipus* sp.) e uma espécie de Lepidoptera atacam os frutos em estágio final de desenvolvimento. Os resultados projetam perda de 59,5% dos frutos (54,5% por insetos) passíveis de coleta. Considerando a importância econômica do pau-rosa faz-se necessário aumentar a disponibilidade de sementes para planos de manejo da espécie. Para se atingir tais objetivos são necessárias algumas medidas: 1) coleta prematura de frutos para maturação em laboratório; 2) utilização de métodos de controle de insetos adultos (em plantios) e larvas (em frutos atacados); e 3) estudos de seleção genética para identificar plantas com maior resistência natural a pragas e doenças.

Palavras-chave: pau-rosa, produtividade, frugivoria, insetos, manejo

ABSTRACT – (Harvesting and fruit predation of a *Aniba rosaeodora* Ducke var. *amazonica* Ducke (Lauraceae) *ex situ* tree population in a central Amazonian upland forest). The rosewood tree (*Aniba rosaeodora*) has been exploited for linalol, a product used as a fixative by the perfume industry. As a result, its population has decreased to the point that it is at risk of extinction in some Amazonian areas. In addition, the species has an irregular phenological pattern and its fruits are a food source for animals. This study focused on the use an *ex situ* population planted under partial forest shade. The fruit set varied from 40-1600 fruits (n = 21 trees). Overall, 42.5% of fruits (6,770, n = 10 trees) were removed by frugivores. Of the remaining fruits, 0.5% were predated by vertebrates, 81.5% were attacked by insect larvae. Of fruit attacked by insects, 38% were still capable of germination. One Coleoptera (Curculionidae) attacks the fruits during this intermediate phase of development, and another one (*Heilipus* sp.) and one Lepidoptera attack during the final phase of maturation. This results in a loss of 59.5% (54.5% by insects) of the fruit set not removed. Therefore, it is necessary to increase fruit/seed availability as part of species management. To achieve this, three considerations need to be taken into account: 1) premature fruits should be collected for laboratory maturation; 2) insect control on adult trees (in plantations) and larva control on attacked fruits are recommended; and 3) genetic studies should be an alternative to identify plants with greater natural resistance to predators and diseases.

Key words: rosewood, fruit set, frugivory, insects, species management

Introdução

As florestas de terra firme da região amazônica apresentam alta diversidade de espécies arbóreas (Rankin-de-Merona *et al.* 1992; Oliveira 2000), sendo parte delas de valor comercial (Clay *et al.* 1999). Estas espécies, a exemplo do pau-rosa, são as primeiras a serem atingidas com a exploração

florestal. O pau-rosa vem sendo utilizado durante décadas para a extração do linalol, produto valorizado por ser excelente fixador de perfumes (Alencar & Fernandes 1978), fato este que levou a um declínio de suas populações (Vieira 1970; Costa *et al.* 1995). Por esta razão, o IBAMA, através da Portaria N. 37-N, de 3 de abril de 1.992, considerou a espécie ameaçada de extinção.

¹ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Coordenação de Pesquisas em Silvicultura Tropical (CPST), C. Postal 478, Av. Efigênio Sales s/n, CEP 69011-970, Manaus, AM, Brasil (sampaio@inpa.gov.br)

² Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Coordenação de Pesquisas em Entomologia (CPEN), C. Postal 478, Av. André Araújo 2936, CEP 69011-970, Manaus, AM, Brasil (ronchi@inpa.gov.br)

³ Autor para correspondência: wilson@inpa.gov.br

Apesar da importância econômica do pau-rosa, pouco se conhece sobre a auto-ecologia da planta, o que dificulta a elaboração de planos de conservação e manejo da espécie. Outro fato agravante é que o pau-rosa apresenta padrão de frutificação irregular e, quando frutifica, os frutos sofrem grande pressão de Psitacídeos e de larvas de insetos (Magalhães & Alencar 1979). No entanto, não existem dados qualitativos de produtividade e perda de frutos. Um dos objetivos desta pesquisa foi, portanto, quantificar a pressão destes consumidores de frutos, utilizando uma população de plantio sob sombra parcial de floresta primária, e propor soluções para manejo da espécie.

Material e métodos

Distribuição e característica da espécie - O pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke var. *amazonica* Ducke, Lauraceae), sinônimo *Aniba duckei* Kostermans, apresenta ampla distribuição geográfica ocorrendo em grande parte da região amazônica (Ducke 1930; 1938; Kostermans 1938). No Brasil, as maiores populações encontram-se restritas à porção ocidental da Amazônia (Leite *et al.* 1999). É espécie característica de floresta pluvial em solos argilosos não inundável (Ducke 1938). As árvores atingem até 30m e todas as suas partes são aromáticas; casca pardo-amarelada, ritidoma desprende em placas grossas; folhas coriáceas; inflorescência lateral de 2,5cm de compr. multiflora, flores pequenas; cúpula do fruto espessa, ferrugínea; fruto do tipo baga, 26,5×19,5cm, cor vinho-escuro quando maduro (Fig. 1). A espécie apresenta sistema reprodutivo do tipo dicogamia sincrônica, onde existem duas classes de indivíduos com periodicidade floral (A e B), mecanismo que funciona como uma dioecia temporal (Kubitzki & Renner 1982; Kubitzki & Kurz 1984).

Área de estudo - As pesquisas foram desenvolvidas em um plantio de pau-rosa localizado na Reserva Florestal Ducke (100km²) ao norte de Manaus, no km 27 da rodovia AM 010 (2 37'S, 60 11'O). O relevo da área é ondulado com uma variação de 100m entre os platôs originais e as partes baixas. A vegetação é característica de Floresta Tropical Chuvosa de terra-firme cortada por pequenos cursos de água (Prance 1990). A estrutura e florística dessa formação são definidas, principalmente, pelo tipo de solo e relevo (platô, vertente e baixio); nos platôs os solos são argilosos (latossolo amarelo-álco) e nas partes baixas,



Figura 1. Fruto de *Aniba rosaeodora* Ducke, do tipo baga mostrando três fases do desenvolvimento: fruto verde (cinza claro, A); em fase de maturação (cinza escuro, A); e maduro (preto, B). A cúpula (B) onde o fruto está inserido, é uma característica da família Lauraceae.

arenosos (podzóis e areias quartzosas) (Ribeiro *et al.* 1999). O clima é do tipo Afi, de acordo com a classificação climatológica de Köppen. A temperatura média anual (32 anos) variou de um mínimo de 25,3°C a um máximo de 26,4°C, enquanto a umidade relativa do ar de 84 a 91%. A precipitação média anual é de 2.400mm, com máxima de 300mm em abril, e mínima de 99mm em julho. Na região de Manaus ocorrem duas estações distintas: a chuvosa, estendendo-se de dezembro a maio, e a seca, de junho a novembro. Segundo o balanço hídrico de Thornthwaite, ocorre déficit hídrico no solo, de agosto a outubro (Ribeiro & Villa Nova 1979).

Produção e predação de frutos - O estudo foi desenvolvido em sistema de plantio de pau-rosa sob sombra parcial de floresta primária de terra firme; as árvores foram plantadas em 1967 dentro de uma parcela de 1ha, com espaçamento de 10×5m (Alencar & Fernandes 1978). A produtividade das árvores de pau-rosa foi quantificada utilizando coletores de frutos

cobrindo toda a extensão da copa da árvore. Os coletores de frutos foram construídos utilizando telas de nylon (malha de 1,0mm; 1,5m larg.) costuradas em círculos, caracterizando um sistema similar a uma teia de aranha. Foram usadas 10 repetições, escolhidas ao acaso a partir de um conjunto de 75 árvores. A produção de frutos foi calculada com base no total de cúpulas caídas nos coletores e coletadas nas copas das árvores (utilizando um podão de vara). No final do experimento, o total de frutos (inteiros, predados e sementes) foi comparado com o total de cúpulas (caídas ou na copa das árvores), e a diferença considerada como dispersão (frutos e/ou sementes potencialmente removidos) (Spironello *et al.* 2003). A produção de frutos de outras 11 árvores também foi quantificada, mas o método utilizado foi o de contagem direta, ou seja, os frutos foram coletados próximos da maturação por meio de um podão de vara.

Os consumidores de frutos foram identificados através de observações *in loco* (censos e utilizando torre de observação) e através de marcas deixadas nos frutos. Os censos e a coleta de frutos foram realizados entre duas a cinco vezes por semanas. Os frutos foram divididos em quatro categorias: 1) abortos, 2) imaturos, 3) maduros e 4) secos. Posteriormente, eles foram separados em cada classe de consumidor e categorizados como: viáveis, predados por vertebrados, infestados por larvas de insetos e inviáveis devido ao ataque de insetos. A taxa de viabilidade em frutos infestados por larvas de insetos foi testada em condições de laboratório; as sementes foram acondicionadas em pequenas caixas de plástico e mantidas com umidade controlada até o início de sua germinação. As larvas de insetos foram identificadas *in loco* ou através das características físicas de seus dejetos (identificados *a priori*). Paralelamente, testou-se o nível de ataque por larvas de insetos em frutos descartados (retirados da cúpula e rejeitados) e consumidos (ingeridos) por frugívoros.

Análises estatísticas - Análise de correlação de Pearson foi utilizada para verificar associação entre variáveis (esforço reprodutivo, aborto, tamanho da árvore com base no Diâmetro a Altura do Peito (DAP) e infestação de frutos por insetos); análises não paramétricas foram usadas quando os dados não apresentaram distribuição normal. Um teste G foi empregado para especular se os consumidores de frutos maduros (polpa) selecionam frutos não atacados por larvas de insetos. As análises estatísticas foram definidas com base em Sokal & Rohlf (1995) e rodadas com o programa BIOESTAT 2.0 (Ayres *et al.* 2000).

Resultados

Esforço reprodutivo - A intensidade de aborto de frutos de pau-rosa variou de 10-75,5% entre as árvores amostradas, totalizando 39,5% (n = 10 árvores, 11.190 frutos). O número de abortos não foi correlacionado com a produtividade da árvore ($r = 0,44$; $n = 10$; $P > 0,19$). Excluindo os abortos, os resultados também mostraram grande variabilidade em relação ao número de frutos produzidos por árvore, entre 40 e 1.600 frutos, com uma média de 408 ± 406 frutos (18-31cm de DAP, $n = 21$). Os dados de produtividade individual mostraram baixa correlação com o tamanho dos indivíduos ($r_s = 0,36$; $n = 21$; $P > 0,1$). Considerando que nem todas as árvores do plantio produziram frutos anualmente no período de três anos, entre 87 a 96% dos indivíduos reprodutivos (n = 75 árvores), estima-se uma produção anual entre 23.000 (130kg) a 29.000 frutos (160kg). O tempo médio de maturação dos frutos foi de 419 (DP ± 39) dias, variando entre 12 e 15 meses (dados de fenologia de 2001-02). O período de frutificação da população foi de seis meses, com tempo médio de frutificação individual de 140 ± 22 dias (n = 12 árvores).

Pressão de consumidores e de predadores de frutos - O nível de infestação de larvas de insetos em abortos foi bastante elevado para a maioria das árvores, com o mínimo de 38,5% e o máximo de 86,5% (10 árvores). Embora estudos controlados não tenham sido desenvolvidos para testar se os insetos induzem o aborto dos frutos, a frequência de larvas de insetos foi menor em frutos imaturos coletados de outras árvores, variando entre 3-19,5% (484 frutos, n = seis árvores).

Cerca de 42,5% dos frutos produzidos em sistema de plantio foram removidos por tucanos (n = 10 árvores, n = 6.770 frutos) (Spironello *et al.* 2003). Dos frutos não removidos (n = 3.910), somente 0,5% foram predados, ainda na fase imatura, por vertebrados (papagaios e ratos); 81,5% continham ataque de larvas de insetos (5% inviáveis) e 18% não apresentaram sinais de ataque (4% secaram na árvore). Informações individuais sobre o tamanho de DAP das árvores, produtividade, abortos, frutos maduros, frutos não removidos pelos frugívoros e nível de ataque de larvas de insetos em frutos de pau-rosa também são mostrados na Tabela 1.

Considerando que cerca de 35% das sementes infestadas com larvas de insetos germinaram (n = 1.150 sementes testadas) e, que parte delas perde a viabilidade ainda na árvore, pode-se estimar perda de 59,5% dos frutos (54,7% por insetos) disponíveis para coleta. Três espécies de insetos foram verificadas

Tabela 1. Dados de produtividade, incluindo abortos e frutos que atingiram a maturação, de árvores de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) em sistema de plantio sob sombra parcial de floresta primária de terra firme na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, AM. A percentagem de infestação de larvas de insetos em frutos também é mostrada.

| Árvore | DAP (cm) | Número de frutos | Abortos (%) | Frutos maduros | Frutos não removidos | Frutos atacados por larvas de insetos (%) |
|--------|----------|------------------|-------------|----------------|----------------------|---|
| 1 | 18,0 | 616 | 67,0 | 206 | 113 | 82,3 |
| 2 | 20,5 | 804 | 10,0 | 726 | 250 | 29,2 |
| 3 | 21,3 | 1585 | 58,5 | 659 | 432 | 80,5 |
| 4 | 22,4 | 730 | 19,0 | 589 | 239 | 69,4 |
| 5 | 26,7 | 1924 | 16,0 | 1619 | 559 | 88,7 |
| 6 | 27,0 | 1055 | 38,0 | 653 | 528 | 79,5 |
| 7 | 27,5 | 893 | 60,0 | 360 | 238 | 81,1 |
| 8 | 27,6 | 1397 | 75,5 | 344 | 323 | 75,2 |
| 9 | 27,6 | 552 | 35,0 | 359 | 306 | 96,5 |
| 10 | 31,0 | 1630 | 23,0 | 1255 | 922 | 93,3 |
| Geral | - | 11.186 | 39,5 | 6.770 | 3.910 | 81,5 |

atacando os frutos de pau-rosa. Um Coleoptera não identificado (Curculionidae) ataca os frutos durante a fase intermediária de desenvolvimento, enquanto outra espécie do gênero *Heilipus* sp. (77,5% dos frutos atacados) e um Lepidoptera não identificado (20%) atacam os frutos a partir da fase final de desenvolvimento (Fig. 2). O nível de infestação em frutos maduros não removidos pelos tucanos não foi associado com a produtividade da árvore (113-922 frutos, 29-96,5%, $rs = 0,284$; $n = 10$; $P > 0,4$). Nesta análise não foram considerados os frutos removidos por frugívoros, cerca de 40%. Os resultados indicam que os tucanos tendem a selecionar frutos não infestados ou sem ataque aparente de larvas de insetos; o índice de infestação em frutos cuja polpa foi totalmente consumida por tucanos foi menor (76%, $n = 77$ sementes) do que o esperado encontrar em frutos descartados (95%, $n = 180$ sementes) ($G = 19,2$ d.f. = 1; $P < 0,001$).

Discussão

Em sistema de plantio ocorreu grande perda de frutos em decorrência de abortos. Stephenson (1980) postulou que as plantas geralmente abortam frutos na fase inicial de desenvolvimento, como uma resposta à limitação de recursos. No entanto, em sistema de

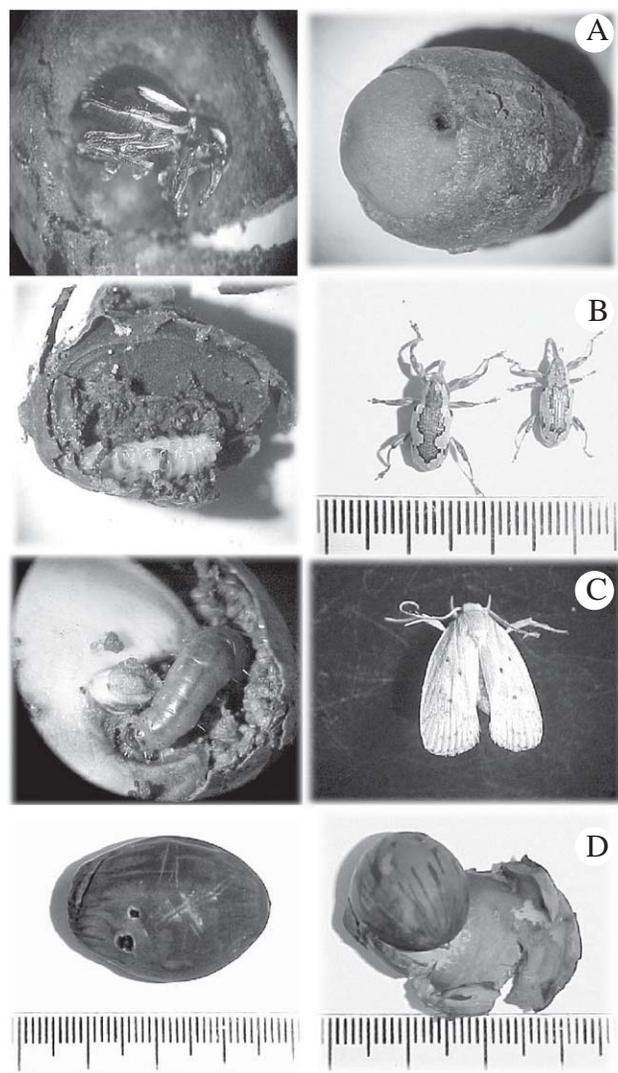


Figura 2. Larvas de insetos são uns dos principais predadores de sementes de pau-rosa: um coleóptero ataca os frutos jovens (A) e duas espécies atacam os frutos próximos da maturação e maduros, um coleóptero, *Heilipus* sp. (B) e um lepidóptero (C). O fruto atacado, a polpa e a semente também são mostrados (D).

plantio, muitos frutos de pau-rosa abortaram durante a fase intermediária de desenvolvimento, fato que pode estar relacionado à baixa diversidade genética da população e/ou devido à ocorrência de autofecundação. Segundo Lee (1988), a origem do pólen interfere no sucesso de maturação dos frutos; aqueles oriundos de autofecundação apresentam maiores níveis de abortos do que os de fecundação cruzada.

Por outro lado, a maioria dos frutos de pau-rosa abortados apresentou algum nível de infestação por larva de insetos. Apesar da tendência de que frutos jovens coletados diretamente das árvores apresentaram menor ataque de larvas de insetos, não foi possível testar se elas induzem o aborto. No entanto,

considerando que as larvas de curculionídeos destroem todo o endosperma do fruto em desenvolvimento (Fig. 2A), é possível especular que o aborto seja uma estratégia da árvore para evitar gastos de energia. Algumas sugestões também poderiam ser consideradas em relação às causas de aborto em frutos, como verificando as influências de limitação nutricionais do solo, de intensidade de polinização, da fonte de pólen, do número de doadores de pólen e dos danos causados por insetos (Lee 1988). Todos estes fatores, além da maior exposição à radiação solar (Spironello *et al.* 2003), provavelmente afetaram os resultados das análises testando associação entre produtividade e tamanho das árvores de pau-rosa em sistema de plantio.

Dos frutos que atingiram a maturação, a taxa de infestação por larvas de Coleoptera e de Lepidoptera foi acima de 75% para a maioria das árvores estudadas. No geral, cerca da metade dos frutos atacados por insetos perderam a viabilidade. Vale salientar que 35% dos frutos de pau-rosa infestados por larvas de insetos ainda germinam, quando o embrião não é destruído. Mas, será que a perda parcial do endosperma não comprometeria o desenvolvimento da plântula? No caso de sementes de carvalho, houve maior mortalidade de plântulas quando os insetos destruíram grande parte do endosperma da semente (Fukumoto & Kajimura 2000; Branco *et al.* 2002).

Outros fatores talvez contribuíram para a grande infestação de frutos por larvas de insetos em plantios, como o adensamento de árvores, fato que pode ter interferido na análise testando associação entre quantidade de frutos e nível de ataque por insetos. Infelizmente não existem dados comparativos na literatura sobre efeito de adensamento de espécies nativas e a relação ao ataque de insetos, entretanto há evidências de que em populações nativas ocorra grande perda de frutos de pau-rosa devido ao ataque de predadores de sementes, mas não existem dados qualitativos a respeito (Alencar & Fernandes 1978). De qualquer maneira é possível especular que também haja perda significativa de frutos por ataque de insetos em árvores nativas. Estudos sobre espécies florestais arbóreas têm demonstrado que as sementes da maioria destas espécies são, em muito das vezes, severamente danificadas por vários grupos de insetos, principalmente das Ordens Coleoptera (Bruchidae, Curculionidae, Anthribidae e Cerambycidae), Lepidoptera (Pyralidae) e Diptera (Tephritidae) (Santos *et al.* 1996). De fato, na região do estudo constatou-se alta infestação de larvas de insetos em sementes de frutos de Sapotaceae

(Spironello 2004). Por exemplo, uma espécie não identificada de coleóptero (Curculionidae) causou perda de 12% do total de sementes produzidas em *Micropholis guyanensis* (A. DC.) Pierre spp. *duckeana* (Baehni) (entre 2-17%, n = cinco árvores) e de 14% em *Pouteria rostrata* (Huber) Baehni (entre 7-40%, n = cinco árvores).

Independentemente dos níveis de ataque, seja em populações naturais ou artificiais, é provável que existam diferenças interespecíficas quanto às defesas químicas da planta contra predadores. Por exemplo, o ataque de insetos foi muito baixo em apenas uma árvore estudada. Se esta resistência for comprovada, seria de extrema importância quantificar o ataque de insetos em árvores nativas para seleção de matrizes. Desta forma seria possível melhorar a eficiência da coleta de sementes no campo, assim como produzir mudas por propagação assexuada dessas matrizes, utilizando o método de estaquia (Sampaio *et al.* 2003). Por outro lado, ainda existem métodos alternativos para aumentar a viabilidade de sementes atacadas por larvas de insetos, como a retirada do tegumento da semente para acelerar a germinação (Ferraz 1993; Sampaio *et al.* 2003) e maturação artificial de frutos coletados próximos da maturação visual (dados não publicados).

Excluindo os insetos, a taxa de predação de frutos de pau-rosa por vertebrados foi baixa. No entanto, há evidência de que aves da família dos Psitacídeos (Alencar & Fernandes 1978; Magalhães & Alencar 1979) promovem grande destruição de frutos de pau-rosa em populações nativas. De fato os Psitacídeos causam grandes perdas de frutos para muitas espécies de árvores neotropicais (Janzen 1972; Roth 1984; Forshaw 1989; Galetti & Rodrigues 1992; Galetti 1993; Spironello 2004). Sendo assim, é possível que eles utilizem mais ou menos intensivamente alguns recursos, a exemplo do pau-rosa, em decorrência da maior ou menor disponibilidade de outros alimentos na floresta. Em relação aos tucanos, houve poucos registros de sementes danificadas durante o forrageio e isto se deve ao fato de que estas aves consomem preferencialmente a polpa de frutos maduros e, quando ingerem os frutos, regurgitam as sementes (após 15-25min.) intactas, ou seja, sem ter alterado a viabilidade das mesmas.

Finalizando, as larvas de coleópteros e lepidópteros, por atacarem as sementes, assim como os consumidores de polpa, como tucanos, por remoção, promovem grande perda de frutos de pau-rosa em sistema de plantio sob floresta primária. É provável que este padrão de consumo de frutos ocorra em populações naturais, porque tanto a estrutura vegetal

quanto a comunidade animal permanecem pouco modificadas na área do plantio (Ribeiro *et al.* 1999). Ainda, somando-se ao fato de que as árvores nativas apresentam padrão de frutificação irregular (Magalhães & Alencar 1979; Spironello *et al.* 2003) é possível compreender a razão das dificuldades de se obter sementes no campo. Fica evidente, portanto, a necessidade de se empregar práticas de manejo para aumentar a disponibilidade de sementes de pau-rosa no mercado, entre elas: 1) coleta de frutos próximos do estágio maduro para maturação e germinação de sementes em laboratório; 2) controle de insetos adultos em sistema de plantio e de controle de larvas de insetos em frutos sob condições de laboratório; e 3) plantios *ex situ* a partir de sementes com maior resistência natural a pragas e doenças.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos fomentadores desta pesquisa, como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Fundação Ministério do Meio Ambiente (FMMA) ao Projeto JICA (Japan International Cooperation Agency); aos assistentes de campo Ana Paula, José Edmilson da Costa e Lucas da Silva Mergulhão, pela excelente colaboração durante as atividades de campo e laboratório; aos anônimos revisores, pelas sugestões e correções do manuscrito; ao Dr. Sérgio Vanin (USP), pela identificação de *Heilipus* (Coleoptera: Curculionidae); à Coordenação de Pesquisas em Silvicultura Tropical (CPST/INPA), pelo incentivo e apoio logístico durante o desenvolvimento da pesquisa.

Referências bibliográficas

- Alencar, J.C. & Fernandes, N.P. 1978. Desenvolvimento de árvores nativas em ensaios de espécies, Pau-rosa (*Aniba duckei*, Kostermans). **Acta Amazonica** 8(4): 523-541.
- Ayres, M.; Ayres Jr., M.; Ayres, D.L. & Santos, A.S. 2000. **BioEstat 2.0: Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas**. Sociedade Civil Mamirauá e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).
- Branco, M.; Branco, C.; Merouani, H. & Almeida, M.H. 2002. Germination success, survival and seedling vigour of *Quercus suber* acorns in relation to insect damage. **Forest Ecology and Management** 166: 159-164.
- Clay, J.W.; Sampaio, P.T.B. & Clement, C.R. 1999. **Biodiversidade Amazônica: Exemplos e Estratégias de Utilização**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e Serviço de Apoio às Micros e Pequenas Empresas do Amazonas (SEBRAE), Amazonas.
- Costa, L.G.S.; Ohashi, S.T. & Daniel, O. 1995. **O Pau-rosa - *Aniba rosaeodora*, Ducke**. Pp. 1-15. In: Ministério da Educação e do Desporto (ed.). Serviço de Documentação e Informação, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém.
- Ducke, A. 1930. Relatórios das comissões desempenhadas pelo Chefe da Secção de Botânica, Adolpho Ducke, na região amazônica durante os anos de 1919 a 1928. **Archivos do Jardim Botânico** 5(3): 1-184.
- Ducke, A. 1938. Lauráceas aromáticas da Amazônia brasileira Pp. 55-65. In: **Anais da Reunião Sul-Americana de Botânica**, Rio de Janeiro 1938. Jardim Botânico Ed., Rio de Janeiro.
- Ferraz, I.D.K. 1993. Seed germination and seed storage of the species: *Aniba rosaeodora* Ducke. Pp. 10-15. In: **Extractivism in Central Amazon**, 1993. Report UNESCO.
- Forshaw, J.M. 1989. **Parrots of the World**. Lansdowne Press, Willoughby.
- Fukumoto, H. & Kajimura, H. 2000. Effects of insect predation on hypocotyl survival and germination success of mature *Quercus variabilis* acorns. **Journal of Forest Research** 5: 31-34.
- Galetti, M. 1993. Diet of the scaly-headed parrot (*Pionus maximiliani*) in a semideciduous forest in Southeastern Brazil. **Biotropica** 25: 419-425.
- Galetti, M. & Rodrigues, M. 1992. Comparative seed predation on pods by parrots in Brazil. **Biotropica** 24: 222-224.
- Janzen, D.H. 1972. Escape in space by *Sterculia apetala* seeds from the bug *Dysdercus fasciatus* in a Costa Rican deciduous forest. **Ecology** 53: 350-361.
- Kostermans, A.J.G.H. 1938. Revision of the Lauraceae V: A monograph of the genera: *Anaueria*, *Beilschmiedia* (American species) and *Aniba*. **Extrait du Recueil des Travaux Botaniques Néerlandais** 35: 834-930.
- Kubitzki, K. & Renner, S. 1982. Lauraceae (*Aniba*). In: **Flora Neotropica, Monograph 31**. New York Botanic Garden, New York.
- Kubitzki, K. & Kurs, H. 1984. Synchronized dichogamy and diocy in neotropical Lauraceae. **Plant Systematic and Evolution** 147: 253-266.
- Lee, T.D. 1988. Patterns of fruit and seed production. Pp. 179-201. In: J. Lovett & L.L. Doust (eds.). **Plant Reproductive Ecology: Patterns and Strategies**. Oxford University press, Oxford.
- Leite, A.M.C.; Sampaio, P.T.B.; Barbosa, A.P. & Quisen, R.C. 1999. Diretrizes para o resgate e conservação da variabilidade genética de espécies amazônicas I-pau-rosa. **Embrapa Amazônia Ocidental, Documentos** 6.
- Loureiro, A.A.; Silva, M.F. & Alencar, J.C. 1979. Essências madeireiras da Amazônia. **INPA** 2(18): 1-245.
- Magalhães, L.M.S. & Alencar, J.C. 1979. Fenologia de pau-rosa (*Aniba duckei* Kostermans), Lauraceae, em floresta primária na Amazônia Central. **Acta Amazonica** 9(2): 227-232.
- Oliveira, A.A. 2000. Inventários quantitativos de árvores em matas de terra-firme: histórico com enfoque na Amazônia Brasileira. **Acta Amazonica** 30(4): 543-567.

- Prance, G.T. 1990. The floristic composition of the forests of Central Amazonian Brazil. Pp.112-140. In: A.H. Gentry (ed.). **Four Neotropical Rainforests**. New Haven, Yale University Press.
- Rankin-de-Merona, J.M.; Prance, G.T.; Hutchings, R.W.; Silva, M.F.; Rodrigues, W.A. & Uehling, M.E. 1992. Preliminary results of a large-scale tree inventory of upland rain forest in the Central Amazon. **Acta Amazonica** 22(4): 493-534.
- Ribeiro, M.N.G. & Villa Nova, N.A. 1979. Estudos climatológicos da Reserva Florestal Ducke, Manaus, AM. III: Evapotranspiração. **Acta Amazonica** 9(2): 305-309.
- Ribeiro, J.E.L.S.; Hopkins, M.J.G.; Vicentini, A.; Sothers, C.A.; Costa, M.A.S.; Brito, J.M.; Souza, M.A.D.; Martins, L.H.P.; Lohmann, L.G.; Assunção, P.A.C.L.; Pereira, E.C.; Silva, C.F.; Mesquita, M.R. & Procópio, L.C. 1999. **Flora da Reserva Ducke**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e Department for International Development (DFID), Manaus, Amazonas.
- Roth, P. 1984. Repartição do hábitat entre Psitacídeos simpátricos na Amazônia. **Acta Amazonica** 14: 175-221.
- Sampaio, P.T.B.; Barbosa, A.P.; Vieira, G.; Spironello, W.R.; Ferraz, I.D.K.; Camargo, J.L.C. & Quisen, R.C. 2003. Silvicultura do Pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). Pp. 179-189. In: N. Higuchi; J.A. Santos; P.T.B. Sampaio; R.A. Marengo; J. Ferraz.; P.C. Sales; M. Saito & S. Matsumoto (eds.). **Projeto Jacaranda Fase II: Pesquisas Florestais na Amazônica Central**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas.
- Santos, G.P.; Zanuncio, T.V.; Léo, E.A.; Duarte, N.F. 1996. Notas preliminares sobre danos causados por *Hexachaeta* sp. (Diptera: Tephritidae) em sementes de papagaio *Aegiphila sellowiana* Cham., 1832 (Verbenaceae). **Cerne** 2(2): 152-160.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. 1995. **Biometry: the Principles and Practice of Statistics in Biological Research**. W.H. Freeman and Company, New York.
- Spironello, W.R. 2004. The Sapotaceae community ecology in a Central Amazonian Forest: effects of seed dispersal and seed predation. Pp. 67-68. In: **Resumos de Teses e Dissertações do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e Smithsonian Tropical Research Institute, Manaus, AM.
- Spironello, W.R.; Sampaio, P.T.B.; Vieira, G. & Barbosa, A.P. 2003. Ecologia reprodutiva do pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke, Lauraceae) em uma mata de terra-firme na Amazônia Central. Pp. 69-87. In: N. Higuchi; J.A. Santos; P.T.B. Sampaio; R.A. Marengo; J. Ferraz.; P.C. Sales; M. Saito & S. Matsumoto (eds.). **Projeto Jacaranda Fase II: Pesquisas Florestais na Amazônica Central**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas.
- Stephenson, A.G. 1980. Fruit set, herbivory, fruit reduction, and the fruiting strategy of *Catalpa speciosa* (Bignoniaceae). **Ecology** 61(1): 57-64.
- Vieira, A.N. 1970. Aspectos silviculturais do "Pau-Rosa" (*Aniba duckei* Kostermans). I. Estudos preliminares sobre o incremento volumétrico. **Boletim do INPA** 14: 1-15.