

**ECOLOGIA DA POLINIZAÇÃO DE TAPEREBÁ  
(*Spondias mombin* L., ANACARDIACEAE) EM  
ÁREA DE FLORESTA SECUNDÁRIA NO  
MUNICÍPIO DE SANTO ANTÔNIO DO TAUÁ,  
PARÁ, BRASIL**

**Marina da Costa Ramos**



**Belém, Pará**

**2009**



**MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA  
CURSO DE MESTRADO EM ZOOLOGIA**

**ECOLOGIA DA POLINIZAÇÃO DE TAPEREBÁ  
(*Spondias mombin* L., ANACARDIACEAE) EM ÁREA DE  
FLORESTA SECUNDÁRIA NO MUNICÍPIO DE SANTO ANTÔNIO  
DO TAUÁ, PARÁ, BRASIL**

**MARINA DA COSTA RAMOS**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia, Curso de Mestrado, do Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará como requisito para obtenção do grau de mestre em Zoologia.**

**Orientadora:** Dra. Maria Cristina Esposito

**Co-Orientador:** Dr. Giorgio Cristino Venturieri

**Belém - PA  
2009**

**MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA  
CURSO DE MESTRADO EM ZOOLOGIA**

**ECOLOGIA DA POLINIZAÇÃO DE TAPEREBÁ  
(*Spondias mombin* L., ANACARDIACEAE) EM ÁREA DE  
FLORESTA SECUNDÁRIA NO MUNICÍPIO DE SANTO ANTÔNIO  
DO TAUÁ, PARÁ, BRASIL**

**MARINA DA COSTA RAMOS**

**Dissertação apresentada ao Programa  
de Pós-graduação em Zoologia, Curso  
de Mestrado, do Museu Paraense  
Emílio Goeldi e Universidade Federal  
do Pará como requisito para obtenção  
do grau de mestre em Zoologia.**

**Orientadora:** Dra. Maria Cristina Esposito

**Co-Orientador:** Dr. Giorgio Cristino Venturieri

**Belém - PA  
2009**

"Nossas dúvidas são traidoras e nos fazem perder o que, com frequência, poderíamos ganhar, por simples medo de arriscar."

**William Shakespeare**

*Aos meus pais...*

*...por me amarem acima de tudo!!!*

## AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas me ajudaram durante as várias etapas que envolveram a preparação e conclusão desta dissertação de mestrado.

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus pais e minhas irmãs pelo amor constante, à Vitória Simas e Tetê, Tia Laura, Tio João, Luan e Talita que de alguma forma contribuíram para minha vinda a Belém e ao meu querido Adriano Maciel, que de muitas formas esteve sempre presente em todos os momentos, pelo amor e carinho.

À banca de qualificação pelas sugestões tão importantes no desenvolvimento deste trabalho e aos meus orientadores Dra. Cristina Espósito e Dr. Giorgio Venturieri, pela presteza e sempre disposição em ajudar-me a qualquer momento, e pela paciência, principalmente nos estágios finais deste trabalho.

Suporte financeiro foi concedido pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) através da bolsa de mestrado e aprovação pelo Edital Universal 485051/2007-9. À Dra Regina Viana, do Laboratório de Botânica (EMBRAPA) pela presteza e coordenação do projeto enviado ao CNPq, ainda às colegas de laboratório Elisângela e Janete.

À Dra Lea Carreira, do Laboratório de Palinologia (Departamento de Botânica – MPEG) pelo auxílio na análise polínica e sua sempre disposição em ajudar a qualquer momento. À Dra Cristina Senna e a Cristina (Ciências da Terra e Ecologia – MPEG) pela ajuda nas fotos do pólen.

Agradecimento especial aos meus colegas de apartamento Ricardo Monteles e Nercy Virgínia pela convivência, ao meu amigo e irmão Bruno pelas

conversas e apoio nos momentos difíceis e à minha amiga Fernandinha, pela ajuda prática e sugestões na redação e também pela amizade constante.

Agradeço também aos meus colegas de turma do mestrado, em especial Laurinha Miglio, Marcela, Fernanda, Fernando (também pela ajuda na identificação das moscas), Silvia, Pedro, Marcelo, Lincoln, Amandinha e Nayara por todos os bons momentos vividos durante esses dois anos.

À Dorotéia e Anete, pela amizade e prontidão na secretaria e por sempre “quebrar o galho” quando preciso.

À Dona Zizi, Charles e Waguinho moradores da comunidade onde foi realizado o trabalho, pela presteza, hospedagem e companhia durante todas as viagens.

Enfim, agradeço muito a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho!

## SUMÁRIO

<b>Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>14</b>
<b>Artigo a ser submetido à Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira .....</b>	<b>20</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>21</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>22</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>23</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>24</b>
<b>Resultados e Discussão .....</b>	<b>29</b>
<b>Conclusões .....</b>	<b>39</b>
<b>Agradecimentos.....</b>	<b>39</b>
<b>Referências.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabelas .....</b>	<b>44</b>
<b>Figuras.....</b>	<b>46</b>
<b>Anexo I - Normas da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira .....</b>	<b>49</b>



## INTRODUÇÃO

A biodiversidade, ou diversidade biológica, reflete o número e variedade de organismos vivos resultantes da evolução da vida na Terra, assim como a variabilidade genética destes e as inter-relações, nas quais a existência de uma espécie afeta diretamente muitas outras. A diversidade biológica depende de uma complexa relação entre diversos fatores, bióticos e abióticos (MMA 2000).

Atualmente, há vários processos responsáveis pela perda da biodiversidade como perda e fragmentação dos habitats, introdução de espécies e doenças exóticas, poluição e mudanças climáticas. As múltiplas facetas da intervenção humana como exploração excessiva de plantas e animais também causam danos à biodiversidade, já que a diversidade biológica assume um papel crucial para a espécie humana, uma vez que aproximadamente 40% da economia mundial e 80% das necessidades dos povos dependem dos recursos biológicos (MADRP 2001).

Esta dependência pode vir a ter, a médio ou longo prazo, profundas implicações no desenvolvimento econômico e social da comunidade humana, pois é frequentemente acompanhada por profundas alterações ambientais. Neste contexto, o conceito de conservação da natureza evoluiu precisamente no sentido de manutenção da biodiversidade, bem como no uso sustentável desta, assegurando a preservação de um ambiente de qualidade. Existem muitos fatores que evidenciam a necessidade de preservação da biodiversidade, incluindo fatores econômicos, científicos e educacionais, valores sociais e ecológicos, considerando que as espécies são interdependentes (Wilson 1997, Santos 2003).

A floresta tropical úmida é, sem dúvida, o ecossistema de maior diversidade de espécies e de maior complexidade de relações ecológicas, sendo um modelo de dificuldade quanto ao seu entendimento e, portanto, quanto à sua conservação genética (Kageyama 1987). O desaparecimento das florestas tropicais naturais vem acompanhado do surgimento de grandes extensões de mosaicos de florestas secundárias, também chamadas de capoeiras – florestas em diversos graus de regeneração, através de processos naturais. Na Amazônia Brasileira, 30% das áreas que tiveram a vegetação primária removida, especialmente em função do processo de colonização para atividade agropecuária, estão atualmente recobertas por vegetação de sucessão (Pereira & Vieira 2001).

Apesar de não suprir totalmente o papel da floresta primária, a floresta secundária desempenha também um papel de relevada importância ecológica, em termos de crescimento florestal, através da manutenção da biodiversidade, benefícios hidrológicos, acúmulo de biomassa, fixação de carbono atmosférico e restauração da produtividade do solo. Também são extremamente produtivas, fornecendo uma diversidade de produtos de grande importância econômica, medicinal e alimentícia (Brown & Lugo 1990, Dourojeanni 1990, Denich 1991, Serrão 1994). Estas características podem ser consideradas uma vantagem para a conservação das florestas primárias ainda restantes, pois a utilização sustentável das florestas secundárias contribui para a fixação do homem nestas, impedindo que as populações continuem avançando para as florestas primárias (Finegan 1992).

Diante do atual grau de perturbação, onde os ambientes naturais vêm sofrendo diversas alterações ocasionando perda de habitats necessários à

sobrevivência das espécies, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos e estratégias de conservação que visem a preservação e o conhecimento dos ecossistemas, contribuindo dessa forma para a sobrevivência das diferentes espécies, e garantindo a manutenção das relações intra e interespecíficas presentes nestes ambientes, as quais, em última instância mantêm o equilíbrio do próprio ecossistema.

O sistema de polinização constitui um exemplo importante de como se dão as relações interespecíficas entre organismos taxonomicamente diferenciados e como a história evolutiva destas interações pode ser afetada pela alteração do habitat e outras formas de intervenção humana. No entanto, para melhor estimar o efeito das perturbações antrópicas sobre o sistema de polinização, é necessário compreender o funcionamento de cada um desses sistemas e as intrincadas relações neles envolvidas em seu ambiente natural (Bawa 1990).

Além do desenvolvimento de estratégias conservacionistas, existe a importância econômica de diversas espécies cultivadas que dependem da polinização cruzada para a consequente produção de frutos. A falta dos polinizadores nos ambientes onde as plantas são cultivadas pode demandar a introdução de polinizadores manejados (Buchmann & Nabhan 1995, Imperatriz-Fonseca *et al.* 2007) Portanto, estudos a respeito da polinização destas plantas são necessários. Estudos básicos sobre visitantes florais também podem sugerir descobertas no campo tecnológico, como a produção de produtos naturais, e novas alternativas de educação ambiental, visando a sustentabilidade de comunidades carentes.

A biologia da polinização nos Neotrópicos, em nível de comunidade, tem sido estudada tanto em áreas florestais (Bawa *et al.* 1985, Kress & Beach 1994), quanto em áreas de cerrado (Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988, Barbosa 1997, Borges 2000, Oliveira & Gibbs 2000). Esses estudos têm uma importância fundamental para o entendimento de vários processos biológicos, principalmente daqueles relacionados às interações planta-animal (Ramirez & Brito 1987).

A polinização é o primeiro de uma série de processos que conduzem à reprodução sexual das plantas superiores. Em sentido estrito, o termo polinização se refere à transferência de pólen do órgão sexual masculino ao feminino, seja em plantas angiospermas ou gimnospermas. O campo da ecologia da polinização, no entanto, inclui todos os processos ecológicos que intervêm na reprodução de uma planta, desde a produção de flores até a fecundação dos óvulos (Murcia 2002). Portanto, os estudos sobre ecologia da polinização podem englobar diversos aspectos, tais como: os mecanismos de polinização, o levantamento e a etologia dos visitantes florais, a atuação dos polinizadores, a composição e a quantidade das recompensas florais, a morfologia e fenologia das flores e inflorescências, os sistemas de reprodução, a viabilidade e a quantidade dos grãos de pólen (Kearns & Inouye 1993).

O pólen pode ser transportado das anteras ao estigma por vetores abióticos ou bióticos. A polinização abiótica pode ser proporcionada pela ação do vento (anemofilia) ou da água (hidrofilia) em plantas usualmente monóicas (com flores unisexuadas dispostas em inflorescências exclusivamente masculinas ou femininas). Nas flores anemófilas, por exemplo, as inflorescências masculinas são largas e pêndulas e produzem grandes

quantidades de grãos de pólen que caem expostos ao vento. Estas espécies apresentam altas densidades populacionais e todos os indivíduos de uma população se reproduzem na mesma época do ano e liberam o pólen sincronizadamente em um curto período de tempo. Como resultado, o ar se satura de pólen e todas as superfícies (incluindo os estigmas das flores femininas) se cobrem de pólen. Este sistema de polinização é primitivo e dominante nas gimnospermas. Entre as angiospermas algumas ordens como Ciperales, Urticales, Fagales, Juncales e Poales apresentam este tipo de polinização. Nas florestas tropicais úmidas este tipo de polinização é pouco freqüente, pois a densidade da vegetação e a alta umidade do ar não favorecem o transporte pelo vento (Murcia 2002).

Segundo Bawa (1990), praticamente 98 a 99% das plantas das florestas tropicais são polinizadas por animais (polinização biótica). Igualmente alta é a diversidade de organismos que transportam pólen de uma flor a outra. Em termos de número de espécies que polinizam, os vetores mais importantes são, em ordem decrescente, abelhas, aves, besouros, borboletas, morcegos e mariposas (Bawa *et al.* 1985, Ramirez 1989, Kress & Beach 1994). Mas na região Neotropical, as plantas também podem ser polinizadas por moscas (Ervik & Feil 1997), vespas (Anstett *et al.* 1997) e muitos outros insetos, além de alguns vertebrados como primatas (Janson *et al.* 1981), marsupiais (Steiner 1981, Carthew & Goldingay 1997), roedores (Lumer 1980) e lagartos (Sáez & Traveset 1995, Traveset & Sáez 1997). Nos neotrópicos, a importância relativa dos polinizadores varia segundo o estrato da floresta e de um ecossistema para outro (Bawa *et al.* 1985, Ramirez 1989, Kress & Beach 1994) assim como de um lugar para outro (Momose *et al.* 1998).

Cada espécie de planta apresenta flores com um conjunto de características relacionadas a um determinado agente de polinização e estas características são agrupadas em síndromes de polinização (Faegri & van der Pijl 1979, Baker & Baker 1973). Segundo Faegri & van der Pijl (1979) o conjunto de atributos florais caracteriza as diferentes síndromes de polinização, as quais constituem um importante guia para subsidiar estudos de ecologia da polinização. A forma, o tamanho, a cor, o odor e o horário de abertura (antese) são parâmetros florais que têm sido utilizados nos estudos ao nível de comunidade, por revelarem importantes implicações, não apenas na relação planta-polinizador, mas também por influenciar no sucesso reprodutivo da planta (Barbosa 1997). A morfologia floral tanto pode excluir visitantes quanto atrair polinizadores potenciais, seja pela relação interdependente entre o tamanho das flores e o dos polinizadores ou pela ocorrência de diferentes tipos de recompensas florais (Frankie *et al.* 1983, Machado & Lopes 2002).

Conforme citado acima, a grande diversidade de formas, tamanhos e cores das flores polinizadas por animais reflete a grande diversidade de interações planta-polinizador que podem existir. Existe um certo grau de correspondência entre as características de uma flor e o tipo de animal que a visita e poliniza (Momose *et al.* 1998), ou síndrome de polinização. Com base em um conjunto de características florais que atraem um grupo específico de polinizadores, Faegri & van der Pijl (1979) definiram sete síndromes de polinização. Por exemplo, a síndrome da ornitofilia está representada por flores tubulares, vermelhas, laranjas ou amarelas, polinizadas por aves e a síndrome da melitofilia corresponde a flores em forma de tigela, de bandeira ou sino, de cores vivas, amarelas ou brancas, de antese diurna e polinizadas por abelhas.

Existem ainda as síndromes da quiropterofilia, flores polinizadas por morcegos, psicofilia caracterizada pelas flores polinizadas por borboletas, falanofilia com flores polinizadas por mariposas, miofilia por moscas e a síndrome da cantarofilia com flores polinizadas por besouros (Fig.1).

Como o principal grupo de polinizadores, observa-se nas abelhas, diversas adaptações para aquisição, manipulação e transporte do pólen para o seu ninho, as quais podem ser etológicas, fisiológicas ou estruturais (Thorp 1979). Comunidades de abelhas e plantas com flores são consideradas sistemas dinâmicos onde ocorrem interações do tipo mutualismo (Price 1975). As espécies que participam de interações mutualísticas altamente específicas, freqüentemente possuem adaptações estreitamente relacionadas umas com as outras. Por exemplo, isto pode ser observado através da interação entre machos de Euglossini e orquídeas, sendo que cada uma destas espécies é considerada altamente específica, atraindo uma ou poucas espécies de abelhas (Dressler 1967). As abelhas da tribo Centridini possuem adaptações comportamentais e morfológicas como pentes de cerdas especializados para coleta de óleo nas flores de plantas produtoras de lipídios como as da família Malpighiaceae (Fig 2) (Gaglianone 2003, Rêgo & Albuquerque 2006).



Figura 1: Exemplos das síndromes de polinização propostas por Faegri & van der Pijl (1979). A - Quiropterofilia (morcegos); B – Miofilia (moscas); C – Psicofilia (Borboletas); D – Cantarofilia (Besouros); E – Ornitofilia (Aves) e F – Falaenofilia (Mariposas). (Fotos disponíveis em: <http://www.brazilbrand.com>)





Figura 2: Síndrome da Melitofilia. A – *Epicharis rustica* (Olivier, 1789) em flor de *Bixa orellana* L. (urucu); B – *Melipona flavolineata* Friese, 1900 em flor de *Euterpe oleraceae* Mart. (açai); C – *Melipona fasciculata* Smith, 1854 em flor de *H. annus* L. (girassol); D – *M. fasciculata* em flor de *Feijão caupi* (*Vigna unguiculata* L. Walp.); E – *Centris maranhensis* Ducke, 1911 em flor de *Byrsonima umbellata* Mart. (muruci vermelho); F – *Centris* sp. em flor de *Byrsonima crassifolia* L. Rich. (muruci). (Fotos: Venturieri, G.C. e Rêgo, M.M.C)

O processo de polinização estabelece uma das mais fortes ligações entre plantas e animais, geralmente com benefícios para ambas as partes. O fluxo gênico depende do raio de alcance do polinizador, distribuição espacial da planta e da biologia floral (Venturieri 1994). A polinização é uma maneira de aumentar ao máximo o fluxo de genes às outras flores e a recepção de genes de outras plantas. A otimização do fluxo de genes geralmente envolve a atração e a alimentação de certos animais, a contaminação destes animais com pólen e a fuga ou repulsão de outros animais, tudo realizado com mínimo de gasto de unidade de informação genética transferida para o melhor lugar, no tempo mais vantajoso (Janzen 1980).

As interações contemporâneas entre as plantas com flores (angiospermas) e seus polinizadores são interpretadas como sendo o resultado de uma longa e íntima relação coevolucionária (Baker & Hurd 1968, Price 1975, Crepet 1983). Segundo Baker & Hurd (1968) e Knoll (1986), a diversificação das angiospermas coincide com um aumento pronunciado na diversidade dos grupos de insetos, cuja ecologia está intimamente relacionada à dessas plantas, especialmente Hymenoptera, Diptera, Coleoptera e Lepidoptera. Van der Pijl (1960, 1961) acredita que as primeiras angiospermas eram polinizadas por insetos, mais do que pela ação do vento o que também é corroborado por estudos mais recentes como os de Friedman & Barret (2009) sugerindo que a anemofilia surgiu mais recentemente, evoluindo convergentemente muitas vezes. Atualmente, existem cerca de 250.000 espécies de angiospermas e uma grande parcela destas depende de insetos para a polinização de suas flores e conseqüentemente para sua reprodução (Wilson 1994, Raven *et al.* 2001). O espectro de visitantes para plantas em uma dada área é determinado

por muitos fatores, sendo o mais óbvio a sobreposição entre o período de florescimento de cada espécie e os períodos de atividade dos animais naquela área (Bosch *et al.* 1997).

As angiospermas desenvolveram características que atraem uma grande variedade de animais polinizadores — principalmente insetos — que asseguram um alto grau de polinizações cruzadas, conseqüente variabilidade e desenvolvimento evolutivo (Raven *et al.* 2001). Os recursos produzidos pelas flores são diversos, além do pólen elas podem produzir néctar, resinas ou ceras, odores, óleos ou lipídeos, além de secreções auxiliares como substâncias aderentes para transporte de pólen pelos vetores (Simpson & Neff 1981, 1983, Vogel 1983, Roubik 1989).

As adaptações morfológicas, comportamentais e a fenologia, dentre outros fatores, são variáveis a serem consideradas no estudo das interações entre insetos e plantas para inferir sobre aspectos da polinização, que é um processo fundamental na manutenção dos ecossistemas.

A falta do polinizador específico pela interferência no ecossistema pode ocasionar alteração na estrutura genética da espécie, ou mesmo no seu desaparecimento. As árvores de zonas temperadas e tropicais diferem substancialmente com respeito aos agentes polinizadores e dispersores de sementes. A maioria das espécies arbóreas temperadas tem seu pólen e sementes dispersas pelo vento, enquanto que as espécies arbóreas tropicais são polinizadas e têm suas sementes dispersadas, principalmente, por animais (Kageyama 1987). Kageyama e Piña-Rodrigues (1993) destacaram a importância de se conhecer o comportamento animal, seus hábitos, exigências

e as interações planta/polinizador, no manejo de populações e produção de sementes.

Estudos sobre o pólen e a biologia floral fazem parte dos conhecimentos básicos dos ecossistemas tropicais, mostrando-se importantes para o manejo e conservação de recursos naturais, assim como procuram explicar as relações existentes entre as espécies e o ambiente em que elas ocorrem. Para compreensão dessas relações, é necessário esclarecer como ocorrem os fenômenos entre as plantas e o meio ao qual estão interligadas (Kageyama, 1987).

Segundo Bawa & Beach (1981) o sistema reprodutivo, além de envolver as expressões sexuais, distribuição das funções masculinas e femininas das flores, compreende também os sistemas de incompatibilidade. Prance (1985) mencionou que pouco se conhece sobre os processos reprodutivos da flora da região amazônica, especialmente das espécies arbóreas, devido à dificuldade de se conduzir estudos em nível de dossel, onde ocorre grande parte dos processos reprodutivos.

Estudos de biologia reprodutiva, realizados nas últimas três décadas demonstraram que a maioria das árvores tropicais não só possuem polinização cruzada, mas que a polinização é geralmente conduzida por vetores animais (Pires-O'Brien & O'Brien 1995).

Apesar da realização de vários estudos no Brasil, ainda é limitado o conhecimento a respeito dos recursos alimentares necessários à manutenção das comunidades de polinizadores locais. Essas pesquisas têm sido conduzidas a partir de amostragem de indivíduos nas flores, através da análise

do pólen coletado pelas espécies ou presente no mel produzido com o néctar das flores, no caso das abelhas (Carvalho 2001, Novais *et al.* 2006).

De acordo com Costa (2002), a observação direta dos insetos nas flores fornece uma idéia sobre quais fontes são utilizadas para a coleta de recursos tróficos, porém nem sempre permite inferir sobre quais as fontes mais importantes para a coleta de pólen ou néctar. Assim, as análises polínicas de amostras de méis e cargas de pólen são importantes para a identificação das fontes que são utilizadas pelos visitantes florais ou polinizadores autóctones, expressando, desta forma, o resultado de coleta de recursos na comunidade (Barth 1989, Knoll 1990).

As espécies de Anacardiaceae geralmente atraem às suas inflorescências uma grande diversidade de insetos, essenciais também à polinização de outras espécies vegetais nativas e/ou cultivadas e também são constantemente utilizadas na subsistência das populações. O presente trabalho buscou obter dados inéditos sobre o sistema de polinização de *Spondias mombin* L. (Anacardiaceae) em uma área de floresta secundária no nordeste do Pará.

Os resultados encontrados durante o estudo são apresentados a seguir, em formato de artigo. A formatação segue a da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anstett, M.C., M. Hossaert-Mckey & F. Kjellberg. 1997. Figs and fig pollinators: evolutionary conflicts in a coevolved mutualism. *Trends Ecol. Evol.* 12: 94-99.
- Baker, H.G. & P.D. Hurd Jr. 1968. Intrafloral ecology. *Annu. Rev. Entomol.* 13: 385-414.
- Baker, H.G. & I. Baker. 1973. Amino-acids in nectar and their evolutionary significance. *Nature* 241: 543-545.
- Barbosa A.A. 1997. Biologia reprodutiva de uma comunidade de campo sujo, Uberlândia – MG. Ph.D. Thesis. Universidade Estadual de Campinas, Brasil.
- Barth, O. M. 1989. O pólen no mel brasileiro. Rio de Janeiro: Ed. Luxor. 150 p.
- Bawa, K.S. 1990. Plant-pollinator interactions in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 21:399-422.
- Bawa, K.S., D.R. Perry & J.H. Beach. 1985. Reproductive biology of tropical lowland forest trees: sexual systems and incompatibility mechanisms. *Am. J. Bot.* 72: 331-345
- Bawa, K.S. & J.H. Beach. 1981. Evolution of sexual systems in flowering plants. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 68:254-274.
- Borges H.B.N. 2000. Biologia reprodutiva e conservação do estrato lenhoso numa comunidade do cerrado. Ph.D. Thesis. Universidade Estadual de Campinas, Brasil.
- Bosch, J., J. Retana & X. Cerda. 1997. Flowering phenology, floral traits and pollinator composition in an herbaceous Mediterranean plant community. *Oecologia* 109: 583-591.
- Brown, S. & A.E. Lugo. 1990. Tropical secondary forests. *J. Trop. Ecol.* 6:1-32.
- Buchmann, S.L. & Nabhan, G.P. *The Forgotten Pollinators*. Island Press, 1995. 292pp.
- Cartew, S.M. & R.L. Goldingay. 1997. Non-flying mammals as pollinators. *Trends Ecol. Evol.* 12: 104-108.
- Carvalho, C.A. 2001. Pollen spectrum of honey of "uruçu" bee (*Melipona scutellaris* Latreille, 1811). *Rev. Bras. Biol.* 61: 63-67.

- Costa, J.B.A. 2002. Fontes de pólen utilizadas por operárias de *Apis mellifera* no município de Cruz das Almas, Bahia. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas.
- Crepet, W.L. 1983. The role of insect pollination in the evolution of the angiosperms. Pp. 31-50. *In* L. REAL (ed.), *Pollination Biology*. Orlando, Flórida, Academic Press.
- Denich, M. 1991. Estudo da importância de uma vegetação secundária nova para o incremento da produtividade do sistema de produção na Amazônia oriental brasileira. Eschborn- Alemanha: Universidade Georg August de Göttingen, 284p.
- Dourojeanni, M.J. 1990. Amazonía: Qué hacer? Centro de Estudios Teológicos da Amazonía. Iquitos, Peru. 444 p.
- Dressler, R. L. 1967. Why do euglossine bees visit orchid flowers? Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica. 5: 171-180.
- Ervik, F. & J.P. Feil. 1997. Reproductive biology of the monoecious understory palm *Prestoea schultzeana* in Amazonian Ecuador. *Biotropica* 29: 309–317.
- Faegri, K. & L. van der Pilj. 1979. *The principles of pollination ecology*. 3<sup>th</sup> ed. Pergamon Press, New York, USA, 291pp.
- Finegan, B. 1992. The management potential of neotropical secondary lowland rain forest. *Forest Ecology and Management*. 47: 295-321.
- Frankie, G.W., W.A. Harber, P.A. Opler & K.S. Bawa. 1983. Characteristics and organization of the large bee pollination systems in the Costa Rican dry forest. *In*: C.E. Jones & R.J. Little (eds.). *Handbook of experimental pollination biology*. New York: Van Nostrand Reinhold Company Inc. p. 411-447.
- Friedman, J. & Barrett S.C.H. 2009. Wind of change: new insights on the ecology and evolution of pollination and mating in wind-pollinated plants *Annals of Botany* 103(9):1515-1527.
- Gaglianone, M.C. 2003. Abelhas da tribo Centridini na Estação Ecológica de Jataí (Luiz Antônio, SP): composição de espécies e interações com flores de Malpighiaceae. *In* G.A.R. Melo & I. Alves-dos-Santos, *Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure*. Editora UNESC, Criciúma. 320pp.
- Heywood, V.H. 1993. *Flowering plants of the world*. Oxford University Press. New York 335p.
- Imperatriz-Fonseca, V., Saraiva, A.M. & Gonçalves, L. 2007. A iniciativa brasileira de polinizadores e os avanços para a compreensão do papel dos

polinizadores como produtores de serviços ambientais. *Biosci. J.*, 23(1): 100-106.

Instituto do Desenvolvimento Econômico Social do Pará. 1998. Município de Santo Antônio do Tauá/PA. Setor de coleta e Tratamento de Dados. Coord. Estat. Est. (CEE) 12p.

Janson, C.H., J. Terborgh & L.H. Emmons. 1981. Non flying mammals as pollinating agents in the Amazonian forest. *Biotropica* 13:1-6.

Janzen, D.H. 1980. ecologia vegetal nos trópicos. São paulo. Ed da Universidade de São Paulo v7, 79p.

Kageyama, P.Y. 1987. Conservação *in situ* de recursos genéticos de plantas. *IPEF* 35: 7 – 37.

Kageyama, P.Y. & F.C.M. PIÑA-RODRIGUES. 1993. Fatores que afetam a produção de sementes. *In: Aguiar, I.B. & F.C.M. PIÑA-RODRIGUES Sementes Florestais Tropicais. Brasília: Abrates. 350 p.*

Kearns, C.A. & D.W. Inouye, 1993. *Techniques for Pollination Biologists.* University Press of Colorado, Niwot.

Knoll, A.H. 1986. Patterns of change in plant communities through geological time. *In: Diamond J. & T. J. Case (eds). Community Ecology, pp. 126-141.* New York, Harper & How.

Knoll, F. do R.N. 1990. Abundância relativa, sazonalidade e preferências florais de Apidae (Hymenoptera) em uma área urbana (23o 33'S; 46o 43'W). 1990. 27 p. Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

Kress W.J. & J.H. Beach. 1994. Flowering plant reproductive systems. *In: McDade L.A., K.S. Bawa, H.A. Hespenheide & G.S. Hartshorn (eds), La Selva. Ecology and natural history of neotropical rain forest. University Chicago, Chicago, pp. 161-182.*

Lumer, C. 1980. Rodent pollination of *Blakea* (Melastomataceae) in a Costa Rican cloud Forest. *Brittonia* 32:512-517.

Machado, I.C. & A.V. LOPES. 2002. A polinização em ecossistemas de Pernambuco: uma revisão do estado atual do conhecimento. *In: M. Tabarelli & J.M.C. Silva (orgs.). Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio-Ambiente, Fundação Joaquim Nabuco e Editora Massangana. p. 583-596.*

Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas. 2001. Estratégia Nacional da Conservação da Natureza e da Biodiversidade. Resolução do Conselho de Ministros N.º 152/2001. Presidência do Conselho de Ministros, Lisboa.



- Ministério do Meio Ambiente. 2000. A convenção sobre Diversidade Biológica – CDB. Brasília DF. 32p.
- Momose, K., T. Yumoto, T. Nagamitsu, M. Kato, H. Nagamasu, S. Sakay, R.D. Harrison, T. Itioka, A.A. Hamid & T. INOUE. 1998. Pollination biology in a lowland dipterocarp forest in Sarawaka, Malaysia. I. Characteristics of the plant-pollinator community in a lowland dipterocarp forest. *Am. J. Bot.* 85:1477-1501.
- Murcia, C. 2002. Ecología de la Polinización. *In*: Guariguata, M.R. & G.H. Kattan (eds) *Ecología Y Conservacion De Bosques Neotropicales*. Universidad Nacional Autônoma. Pp 493 – 530. Libro Universitário Regional, Costa Rica.
- Novais, J.S., L.C.L. Lima & F.A.R. Santos. 2006. Espectro polínico de méis de *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811 coletados na caatinga de Canudos, Bahia, Brasil. *Magistra* 18: 257-264.
- Oliveira, P.E. & P.E. Gibbs, 2000. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of the Central Brazil. *Flora* 195: 311-329.
- Pereira, C.A. & I.C.G. Vieira. 2001. A importância das florestas secundárias e os impactos de sua substituição por plantios mecanizados de grãos na Amazônia. *Interciência* 26:337-341.
- Pires-O'Brien, M.J. & C.M. O'Brien. 1995. Ecologia e modelamento de florestas tropicais. FCAP. Belém, 400p.
- Posnette, A.F. 1944. Pollination of cacao in Trinidad. *Trop. Agric.* 21: 116 – 118.
- Prance, G.T. 1985. The pollination of Amazonian plants. *In*: Prance, G.T. & T.E. Lovejoy (eds). *Key Environments: Amazonian*. P. 166-191. New York, Pergamon Press.
- Price, P.W. 1975. *Insect Ecology*. New York, John Wiley & Sons. 514 pp.
- Ramirez, N. 1989. Biología de polinización em uma comunidade arbustiva tropical de la alta Guayana Venezolana. *Biotropica*. 21: 319 – 330.
- Ramirez, N. & Y. Brito, 1987. Patrones de floracion y frutificacion en una comunidad pantanosa tipo morichal (Calabozo-Guarico, Venezuela). *Acta Cient. Venez.* 38: 376-381.
- Raven, P.H., R.F. Evert & S.E. Eichhorn. 2001. *Biología Vegetal*, 6ª ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan 906 pp.
- Rêgo, M.M.C. & Albuquerque, P.M.C. *Polinização do Murici*. 1. ed. São Luís: EDUFMA, 2006. v. 1. 103 pp.

- Robinson, I. 1924. Die farbungsreaktion der narbe, stigmatochromie, als morphobiologische blütenuntersuchungs methode. Akademischer der Wissenschaft Wién, Mathematics, Abteilung 133: 180-213.
- Roubik, D. W. 1989. Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge University Press. 514p.
- Sáez, E. & A. Traveset. 1995. Fruit and nectar feeding by *Podarcis lilfordi* (Lacertidae) on Cabrera Archipelago (Balearic Islands). Herpetol. Rev. 26: 121-123.
- Santos A.J. 2003. Estimativas de riqueza em espécies. Pp 19-41 *In* Cullen Jr. L. Rudran R. & C. Valladares-Padua (org) Métodos de estudo em Biologia da Conservação & Manejo da Vida Silvestre. Ed. UFPR, Curitiba.
- Serrão, E.A. 1994. Technology and policy for containing deforestation in tropical moist forest: the case of the Amazon - Draft - A Contribution to the Dialogue on Science, Forest and Sustainability. EMBRAPA/CPATU, Belém, Brazil. 49 p.
- Silberbauer-Gottsberger I. & Gottsberger G. 1988. A polinização de plantas do cerrado. Rev. Bras. Biol. 48: 651-663.
- Simpson, B. & Neff, J. 1981. Floral rewards: alternatives to pollen and nectar. *Annals of the Missouri botanical Garden* 68: 301-322.
- Simpson, B. & Neff, J. 1983. Evolution and diversity of floral rewards. *In*: Jones, C. E. & Little, R. J. (eds.) *Handbook of experimental pollination biology*. New York. p. 142-159.
- Steiner, K. E. 1981. Nectarivory and potential pollination by a neotropical marsupial. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 68:505-513.
- Thorp, R. W. 1979. Structural, behavioral and physiological adaptations of bees (Apoidea) for collecting pollen. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 66: 788-812.
- Traveset, A. & E. Sáez. 1997. Pollination of *Euphorbia dendroides* by lizards and insects: spatio-temporal variation in patterns of flower visitation. *Oecologia* 111: 241-248.
- Van der Pijl, L. 1960. Ecological aspects of flower evolution. I. Phyletic evolution. *Evolution* 14: 403-416.
- Van der Pijl, L. 1961. Ecological aspects of flower evolution. II. Zoophilous flower classes. *Evolution* 15: 44-59.
- Venturieri, G.A. 1994. Floral Biology of cupuassu (*Theobroma grandiflorum* Willdenow ex Sprengel Schumann). Reading: University of Reading, Uk, Ph.d. Thesis. 211p.

- Vilhena, A.M.G.F. & Augusto, S.C. 2007. Polinizadores da aceroleira *malpighia emarginata* DC (Malpighiaceae) em área de cerrado no triângulo mineiro. *Biosci. J.*, 23(1):14-23.
- Vogel, S. 1983. Ecophysiology of zoophilic pollination. In: Lange, O. L., Nobel, P. S., Osmond, C. B. & Ziegler, H. (eds.) *Physiological Plant Ecology III*. *Encycl. Plant Physiol.* Springer Verlag, Berlin. p. 559;624
- Wilson, E.O. 1994. *Diversidade da vida*. São Paulo, Companhia das Letras. 447 pp.
- Wilson, E.O. 1997. A situação atual da diversidade biológica. Pp 3-24 *In* Wilson E.O. & Peter, (eds). *Biodiversidade*. Ed Nova Fronteira, Rio de Janeiro.

**Ecologia da Polinização de Taperebá (*Spondias mombin* L., Anacardiaceae) em uma Floresta Secundária de Santo Antônio do Tauá, Estado do Pará, Brasil**

Marina da Costa Ramos <sup>(1)</sup>, Giorgio Cristino Venturieri <sup>(2)</sup> e Maria Cristina Esposito <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Programa de Pós Graduação em Zoologia, Universidade Federal do Pará (UFPA)/Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), Campus de Pesquisa do MPEG, Coordenação de Zoologia, CEP: 66077-830 Belém, PA. Email: marinowsk@yahoo.com.br, esposito@amazon.com.br).

<sup>(2)</sup>Embrapa Amazônia Oriental, Laboratório de Botânica Caixa Postal 48, CEP 66095-100 Belém, PA – Brasil. E-mail: giorgio@cpatu.embrapa.br.

Resumo – Este trabalho teve como objetivo caracterizar o sistema de polinização de *Spondias mombin* L., obtendo dados sobre a fenologia, biologia floral, sistema reprodutivo e os visitantes florais. *Spondias mombin* floresceu durante a estação seca e produziu frutos maduros na estação chuvosa. É uma espécie andromonóica, produzindo flores hermafroditas e masculinas, com números e viabilidades polínicas semelhantes. A análise da razão pólen/óvulo revelou que é uma espécie que se enquadra no tipo de sistema reprodutivo xenogâmico, necessitando da polinização cruzada realizada, neste caso, pelos insetos. *Spondias mombin* foi visitada por uma variedade de insetos de pequeno porte e generalistas como abelhas, moscas, vespas e besouros. As abelhas *Apis mellifera* Linneu, 1758, *Tetragona goettei* (Friese, 1900) e *Trigona hyalinata* (Lepeletier, 1836) apresentaram maior frequência e, seu comportamento, tocando as partes reprodutivas das flores, sugere que são os principais polinizadores desta espécie vegetal. Além disso, a análise do pólen coletado pelos principais polinizadores demonstrou a fidelidade destes ao taperebá e o grande poder de recrutamento desta espécie.

Termos para indexação: Fenologia, Biologia Floral, Visitantes Florais, Análise Polínica

## **Pollination Ecology of Taperebá (*Spondias mombin* L., Anacardiaceae) in a Secondary Forest of Santo Antônio do Tauá, State of Pará, Brazil**

Abstract: The objective of this study was to characterize the pollination system of *Spondias mombin* L., through its phenology, floral biology, reproductive system and floral visitors. *Spondias mombin* blossomed during the dry station and produced mature fruits in the rainy station. It is an andromonoic species, that produces hermaphrodites and masculine flowers similars numbers and pollen viability. The analysis of pollen/ovule ratio showed that this species fits in the xenogamic reproductive system, and it needs the cross-pollination realized by insects. *Spondias mombin* was visited by a variety of small and generalistic insects as bees, flies, wasps and beetles. The bees *Apis mellifera* Linneu, 1758, *Tetragona goettei* (Friese, 1900) and *Trigona hyalinata* (Lepelletier, 1836) showed higher frequency and, their behavior to touch the reproductive parts of the flowers, suggest that they are the main pollinators of this plant species. In addition, the analysis of the collected pollen by the main pollinators demonstrated the fidelity of them to the *taperebá* and the great power of recruitment of this species.

Index terms: Phenology, Floral Biology, Floral Visitors, Pollen Analysis

## Introdução

Anacardiaceae é uma família botânica representada por 70 gêneros e cerca de 600 espécies que ocorre principalmente em regiões tropicais e subtropicais (Heywood, 1985) e agrupa várias espécies conhecidas, como o caju (*Anacardium occidentale* L.) e a manga (*Mangifera indica* L.). Dentre o gênero *Spondias* se destacam o taperebazeiro (*S. mombin* L.), o umbuzeiro (*S. tuberosa* Arruda), a cajaraneira (*S. dulcis* Parkinson), a cirigüeleira (*S. purpurea* L.) e a umbu-cajazeira (*Spondias* sp.). Essas espécies são exploradas extrativamente ou em pomares domésticos e não fazem parte das estatísticas oficiais; mesmo assim, têm grande importância socioeconômica para as regiões Norte e Nordeste do Brasil (Souza, 1998). Seus frutos são nuculâneos, perfumados, com mesocarpo carnoso, amarelo, de sabor agridoce, contendo carotenóides, açúcares, vitaminas A e C (Barroso et al., 1999).

O taperebá (*Spondias mombin* L.) é uma fruteira originária da América tropical, comum na região Amazônica, onde ocorre no estado silvestre. Os frutos são comercializados e podem ser consumidos *in natura* ou na forma de sucos, sorvetes, picolés, cremes e mousses (Queiroz, 2000; Azevedo et al., 2004) tornando viável a exploração agroindustrial dessa fruteira. Em face da falta de pomares comerciais, as agroindústrias ficam totalmente dependentes da produção obtida do extrativismo (Souza, 2000).

O taperebazeiro é uma árvore de grande porte, atingindo até 30 m de altura. Pode ser encontrado nas florestas de terra firme e várzea e também, nas formações secundárias onde se regenera espontaneamente, tanto a partir de sementes, como de estacas e raízes (Bosco et al., 2000). É comumente encontrada em lugares habitados, margeando canais de drenagem natural e outras áreas úmidas. No período chuvoso ocorre maior produção de frutos (Queiroz, 2000).

Estudos no Panamá mostraram que *S. mombin* é polinizada principalmente por abelhas e outros insetos pequenos e é, em parte, dependente de aves frugívoras e mamíferos para dispersão de sementes (Smythe, 1970; Croat, 1974a, b, 1978; Janzen, 1985). *S. mombin* exibe características reprodutivas variáveis, sendo relatada como monóica na Costa Rica (Bawa & Opler, 1975), dióica no México (Pennington & Sarukhan, 1968) e com flores hermafroditas no Panamá (Croat, 1978). Por isso são encontradas populações com diferentes padrões fenológicos. No Brasil, ainda não foram realizados estudos sobre o sistema reprodutivo desta espécie.

Considerando que muitas espécies de Anacardiaceae atraem às suas inflorescências uma grande diversidade de insetos, essenciais também à polinização de outras espécies vegetais nativas e/ou cultivadas e sua grande utilização na subsistência de populações, este trabalho teve como objetivo principal caracterizar o sistema de polinização de *Spondias mombin* L. em uma área de floresta secundária, no Município de Santo Antônio do Tauá, Pará, obtendo dados sobre a fenologia, biologia floral, sistema reprodutivo e visitantes florais desta espécie vegetal. Os resultados obtidos poderão, mais tarde, ser utilizados para fins de preservação e manejo sustentável, contribuindo também com o crescimento econômico da região, além da conservação de áreas e espécies vegetais necessárias aos insetos visitantes.

### **Material e Métodos**

**Área de Estudo** - O estudo foi realizado nas comunidades de São José e Cocal, no Município de Santo Antônio do Tauá que pertence à mesorregião metropolitana de Belém (PA). Situa-se ao Nordeste paraense entre as coordenadas geográficas 01°00' S e 48°00' W; 01°20' S e 48°20' W, distante cerca de 70 km de Belém, capital do Estado. A área de estudo encontra-se em um clima classificado como Am W, ou seja, tropical chuvoso, permanentemente quente e úmido, segundo Köppen (1948). A precipitação



pluviométrica anual fica em torno de 2.350 mm, com influência marcante de chuva nos meses de dezembro a junho e uma curta estação seca de moderado déficit de água para os demais meses. A temperatura média anual se expressa em torno de 25° C e a umidade relativa do ar oscila em torno de 85% (IDESP, 1998). O rio Tauá é o principal acidente geográfico do Município, com diversos afluentes (igarapés) e seus tributários, sendo de grande importância para as populações locais. A vegetação primária encontra-se praticamente ausente na área de estudo, exceto por manchas esparsas nas margens dos igarapés e alguns trechos preservados. A vegetação secundária, que substitui a antiga floresta densa dos baixos platôs, corresponde à maioria das áreas do Município de Santo Antônio do Tauá, e apresenta-se como fragmentos de capoeiras em diversos estágios de regeneração. A formação deste biótopo secundário se dá pela extensão da mata derrubada para cultivos agrícolas de subsistência (mandioca, milho, feijão, maracujá, etc.), pasto e extração madeireira.

**Estrutura populacional de *Spondias mombin* L.** - A análise populacional de taperebá foi realizada com base no estudo de 21 indivíduos, presentes na área, selecionados aleatoriamente. As árvores foram marcadas, numeradas e tomadas medidas do DAP e altura. Além disso, a localização de cada indivíduo foi referenciada com GPS. Foram analisados parâmetros como distribuição espacial, distância entre os indivíduos e área ocupada pela população.

**Fenologia** - Os 21 indivíduos de *S. mombin* foram acompanhados quinzenalmente, durante um ano (entre janeiro a dezembro de 2008), e as fenofases (botões florais, flores abertas, folhas novas, frutos imaturos e maduros) foram analisadas por meio de observações diretas com o auxílio de um binóculo. Todas as fenofases foram avaliadas em cada indivíduo de *S. mombin*, mediante o emprego de uma escala intervalar semi-quantitativa de cinco categorias (0 a 4), e intervalo de 25% entre cada categoria: 0 –

ausência da característica observada; 1 – presença de 1% a 25% da característica observada; 2 – presença de 26% a 50% da característica observada; 3 – presença de 51% a 75% da característica observada e 4 – presença de 76% a 100% da característica em questão (Fournier, 1974). Esta escala permite medir o estado fenológico de cada um dos indivíduos que compõem a amostra. Em cada uma das observações, foram somados todos os valores correspondentes ao total da amostra, facilitando assim a análise do progresso de cada uma das características estudadas. A intensidade de cada característica foi determinada somando-se as estimativas individuais, para os 21 indivíduos, em cada um dos censos. O pico de floração foi caracterizado quando 50% ou mais dos indivíduos da população possuíam flores (Bencke & Morellato, 2002)

**Biologia Floral** - Foram registrados dados de início, sequência e duração da antese, tamanho, coloração, morfologia, número de botões e flores abertas por inflorescência por dia, receptividade do estigma e deiscência das anteras. O número e a viabilidade dos grãos de pólen foram analisados.

As observações relativas à morfologia da flor, incluindo estrutura morfológica dos órgãos reprodutivos, foram obtidas em botões e flores escolhidos aleatoriamente e fixados em solução FAA (formalina - 5%, ácido acético - 5% e etanol - 90%) de acordo com Radford et al. (1974). As partes florais foram medidas com auxílio de lupa micrométrica sendo mensuradas quanto ao comprimento (do pedicelo até a altura do estigma) e ao diâmetro do receptáculo floral. A descrição morfológica foi realizada com o auxílio de literatura especializada.

Para a determinação do horário de abertura das flores, 30 inflorescências com botões em pré-antese foram marcadas e observadas diretamente com intervalos de 1 hora a partir da meia noite. O tempo de duração da flor e a deiscência da antera foram determinados diretamente em campo, por meio da observação de 30 flores, a cada hora,

desde o estágio de pré-antese até o murchamento e queda das pétalas, ou da flor. Para determinar o período de senescência, inflorescências foram marcadas e acompanhadas, desde o surgimento dos primeiros botões até a queda completa de todas as flores; paralelamente, o horário de abertura das anteras também foi acompanhado.

Foram selecionados cinco indivíduos e coletadas 20 inflorescências frescas para mensuração do comprimento desde a bráctea até o ápice da inflorescência, com régua graduada até 50 cm.

A viabilidade dos grãos de pólen, número de grãos por antera e a razão pólen/óvulo foram verificados em 30 botões em fase de pré-antese segundo o método descrito por Lloyd (1972), Cruden (1977), Maêda (1985) e Dafni (1992). A viabilidade dos grãos de pólen foi verificada através da técnica de coloração do citoplasma do grão de pólen por carmim acético (Radford et al., 1974). A receptividade do estigma foi testada em 10 flores a cada 15 minutos, a partir da antese, utilizando-se peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) a 3% (Robinson, 1924). Para determinação da relação pólen/óvulo (grãos de pólen/flor pelo número de óvulos/flor) foi utilizado um hemacitômetro ou Câmara de Neubauer, que permite a contagem de todos os grãos de pólen encontrados em uma fração de 0,1 mm<sup>3</sup>. A média do número de grãos de pólen por flor foi obtida através de amostras de 10 botões em pré-antese, de diferentes indivíduos, escolhidos aleatoriamente. As amostras foram obtidas através da maceração das anteras em ácido láctico glicerinado (3:1), segundo técnica de Maêda (1985). Foram retirados os resíduos de tecidos das anteras da solução, e parte da solução (1 ml) contendo os grãos de pólen foi transferida para a Câmara de Neubauer, onde foi feita a contagem (Cruden 1977).

O resultado obtido foi comparado com a classificação proposta por Cruden (1977) para análise do sistema reprodutivo por meio da razão P/O: Cleistogamia (Razão P/O: 2,7 – 5,4); Autogamia obrigatória (Razão P/O: 18,1 – 39,0); Autogamia facultativa

(Razão P/O: 31,9 – 396,0); Xenogamia facultativa (Razão P/O: 244,7 – 2588,0) e Xenogamia obrigatória (Razão P/O: 2108,0 – 195.525,0).

**Caracterização da Guilda de Visitantes das Flores de *S. mombin* L.** - O comportamento e resultado das visitas (pilhagem/oportunista ou polinização) foram registrados e descritos através de observações *in vivo*, em torres de observação, montadas com andaimes, sob as árvores, e complementadas por fotografias e filmagens, durante o pico de floração.

As coletas dos visitantes florais foram feitas diariamente, durante a floração de *S. mombin*, das 6 às 12h. Foram analisadas a riqueza e a abundância dos visitantes. Flores de cinco indivíduos foram observadas diretamente durante o período de floração, sendo analisado o comportamento de visita nas flores. Durante as observações, foram registrados aspectos referentes aos horários, duração e comportamento de visita, bem como local de contato com pólen e estigma. Para obtenção dos dados de duração das visitas foi utilizado um cronômetro digital.

Os visitantes foram coletados após visita às flores, com rede entomológica ou aspirador manual. Em seguida foram separados em sacos plásticos, por morfoespécie e horário de coleta. Em laboratório foram montados em alfinetes entomológicos, etiquetados e depositados na coleção entomológica da EMBRAPA Amazônia Oriental. A identificação foi realizada com auxílio de bibliografia, comparação com espécimes de coleções e por especialistas da área.

Os dados de temperatura, umidade relativa do ar, pluviosidade e radiação solar foram fornecidos pelo INMET (Instituto de Meteorologia - 2º Distrito de Meteorologia/PA – SEOMA) que possui a estação meteorológica mais próxima. Foi analisada a variação climatológica média mensal da região onde se localiza a área de estudo. No período de floração, bem como nos dias de coleta dos visitantes, foram obtidos dados locais diários de

temperatura máxima e mínima em °C, bem como da umidade relativa utilizando-se um termohigrômetro.

Foi utilizado o teste de Correlação de Spearman ( $r_s$ ), para relacionar a floração (botões florais e flores abertas), bem como a abundância de visitantes florais com fatores abióticos, como temperatura, umidade relativa, precipitação pluviométrica e brilho solar, utilizando-se o software BioEstat 4.0 para Windows (Ayres et al., 2005).

**Análise Polínica** - Foram realizadas análises dos grãos de pólen presentes no corpo dos insetos visitantes coletados. Foram selecionados aleatoriamente dez indivíduos de cada uma das três espécies visitantes mais abundantes. Estes foram coletados no momento em que chegavam às flores de taperebá. Os insetos foram lavados em ácido acético glacial e o material foi submetido ao processo de acetólise (Erdtman, 1966). Depois de processados e montados em lâminas, os grãos foram fotografados e identificados no laboratório de Palinologia do Departamento de Botânica do Museu Paraense Emílio Goeldi.

### **Resultados e Discussão**

**Estrutura Populacional e Fenologia** - Os indivíduos de *Spondias mombin* encontram-se distribuídos aleatoriamente ocupando uma área de cerca de 3Km<sup>2</sup> com a menor distância entre eles de 18 m e maior distância de 810 m. No entanto, observou-se que há uma tendência para formação de agregados na área mais próxima ao rio. São árvores com altura média de  $18,2 \pm 3,6$  m ( $n = 21$ ) podendo variar de 13 a 26 m. As folhas são compostas, imparipinadas, com 5-9 pares de folíolos opostos de 9-11 cm ( $n = 30$ ). O DAP variou de 23,24 a 108,28 cm, com média de  $52,38 \pm 18,74$  cm.

De acordo com Janzen (1985), *Spondias mombin* é membro pioneiro da sucessão primária e secundária em campos velhos e margens de estradas. São membros de dossel durante todos os estágios de sucessão e em indivíduos que produzem frutos a altura pode variar de 5-30 m.

Segundo Nason & Hamrick (1997) *S. mombin* é encontrada tanto em florestas primárias quanto secundárias e é uma espécie intolerante a baixos níveis de luz durante os primeiros estágios do recrutamento. Por isso é raramente encontrada em clareiras naturais em regeneração. Stacy et al. (1996) relata que é mais comum encontrar indivíduos ao longo de bordas e habitats secundários, como é o caso da área deste estudo. A alta densidade de *S. mombin* em florestas na fase de sucessão secundária é provavelmente devido à produção massiva de sementes e a sobrevivência a insolação, em ambientes que são cobertos por folhas.

A mudança de foliação das árvores de taperebá ocorreu antes da floração, nos meses de abril a junho. A população de *S. mombin* apresentou floração anual, com abertura em massa das flores, simultânea entre os indivíduos, com duração aproximada de sete meses. Durante o período de observação, *S. mombin* floresceu entre os meses de julho e janeiro, período que corresponde à estação seca na área de estudo, com pico de floração nos meses de agosto e setembro e apresentando ainda alguns indivíduos com poucas flores nos meses de dezembro e janeiro (Fig 1). A frutificação iniciou-se no mês de setembro em alguns indivíduos, estendendo-se até abril. O pico de frutificação ocorreu nos meses de janeiro e fevereiro, quando a maioria dos frutos atingiu a maturação, correspondendo ao início do período chuvoso na região.

Os resultados da análise da correlação de Spearman ( $r_s$ ) entre as fenofases flores abertas e botões florais, e os fatores climáticos, precipitação pluviométrica e insolação encontram-se na Tabela 1. Houve correlação negativa e significativa entre flores abertas e pluviosidade ( $r = -0,77$ ;  $p < 0,05$ ) e entre pluviosidade e botões florais ( $r = -0,85$ ;  $p < 0,05$ ). A correlação foi positiva e significativa entre esta flores abertas e insolação ( $r = 0,80$ ;  $p < 0,05$ ) e entre botões florais e insolação ( $r = 0,87$ ;  $p < 0,05$ ).

No Parque Nacional de Santa Rosa, Costa Rica, *S. mombin* floresce enquanto perde folhas no final da estação seca (Abril - Maio) e continua produzindo flores durante os primeiros meses da estação chuvosa. Os frutos amadurecem desde a metade de agosto até outubro (Janzen 1985).

As fenofases de floração e frutificação de *S. mombin* apresentaram padrão do tipo cornucopia *sensu* Gentry (1974) e anual de acordo com a classificação de Newstrom et al. (1994), pois os eventos ocorreram em algumas semanas e uma única vez no intervalo de um ano. A sazonalidade nos eventos reprodutivos é comum em muitas espécies, em vários ambientes, sendo influenciada principalmente pela precipitação (Machado et al., 1997; Nadia et al., 2007), como foi o caso de *S. mombin* que floresceu no período de estiagem. A frutificação ocorrendo no período chuvoso pode favorecer a dispersão das sementes e o estabelecimento de plântulas (Bawa, 1983; Primack, 1987). Griz & Machado (2001) e Nadia et al. (2007) também observaram frutificação de *Spondias tuberosa* na estação úmida, no Nordeste do Brasil. Já para *Schinus terebinthifolius*, uma Anacardiaceae de pequeno porte, foi observado, em área de restinga no Sudeste, que a floração ocorreu duas vezes no ano e na estação chuvosa e a fenofase frutificação ocorreu durante o período seco (Cesário & Gaglianone, 2008). Segundo Talora & Morelato este é um padrão evidenciado em muitas espécies arbóreas da floresta de restinga. Segundo estes autores, o aumento da temperatura e o comprimento do dia correlacionam-se com o início da floração, já a frutificação correlaciona-se negativamente com estes fatores.

Indivíduos florescendo sincronicamente em uma população atraem maior número de visitantes florais, aumentam as taxas de visitas às flores e o transporte de pólen entre plantas, conseqüentemente, elevando os níveis de polinização (Primack, 1980; Augspurger, 1981). A abertura sincrônica de flores também é mais importante para

umentar o “display” floral individual do que o número total de flores por plantas (Muenchow & Delesalle, 1994). Assim as milhares de flores fazem com que as inflorescências funcionem como unidades de atração para os visitantes florais (Croat, 1979).

**Biologia Floral** – *S. mombin* apresenta dois tipos de flores, hermafroditas e masculinas em um mesmo indivíduo, caracterizando o sistema sexual do tipo andromonóico. As inflorescências são do tipo panícula terminal e apresentaram em média 5.940 flores ( $\pm 830,45$ ;  $n = 30$ ). A distribuição das flores na inflorescência variou, havendo inflorescências com flores apenas masculinas ou apenas hermafroditas, e inflorescências com ambos os tipos distribuídos aleatoriamente, sendo cerca de 30% hermafroditas e 70% masculinas. Não houve diferença significativa na proporção entre as flores masculinas e hermafroditas nas 30 inflorescências analisadas, que continham ambos os tipos florais (Mann-Whitney,  $U = 5,4$ ;  $p > 0,05$ ). O comprimento das inflorescências variou de 52 a 55 cm ( $x = 52,15 \pm 2,11$  cm;  $n = 20$ ). O número de flores abertas por inflorescência por dia variou de acordo com o estágio de desenvolvimento da mesma, sendo que em média 80% das flores abriram no mesmo dia, podendo variar de 40% a 100%. As inflorescências de *S. mombin* duraram cerca de nove dias, podendo variar de um a 15 dias ( $x = 8,6 \pm 3,1$  dias;  $n = 30$ ), sendo que aquelas que apresentaram maior número de flores masculinas duraram menos dias que aquelas com maior quantidade de flores hermafroditas. Apenas uma inflorescência, que continha somente flores masculinas, durou um dia.

As flores dos dois tipos são pediceladas, pentâmeras, actinomorfas, possuem cálice verde claro, cinco pétalas brancas e um androceu composto por 10 estames do mesmo tamanho, todos com filetes brancos e anteras amarelas (Fig. 2). As flores apresentaram forte odor adocicado, principalmente nos primeiros horários após a abertura. As flores



masculinas apresentam pistilódio e as flores hermafroditas apresentam gineceu com ovário súpero, quatro lóculos e com um único óvulo em um dos lóculos. As flores hermafroditas apresentaram em média 3,8 mm de comprimento ( $\pm 0,17$ ;  $n = 30$ ) e 0,78 mm de diâmetro ( $\pm 0,25$ ;  $n = 30$ ). O comprimento das flores masculinas foi significativamente menor do que das hermafroditas ( $x = 0,89 \pm 0,22$  mm;  $n = 30$ ) (Mann-Whitney,  $U = 6,65$ ;  $p < 0,0001$ ). Em relação ao diâmetro, não houve diferença significativa entre flores masculinas ( $x = 0,75 \pm 0,28$  mm;  $n = 30$ ) e hermafroditas (Mann-Whitney,  $U = 0,20$ ;  $p > 0,05$ ).

A abertura das flores iniciou-se por volta das 5h30 em ambos os tipos florais, e foram consideradas abertas quando os órgãos reprodutivos encontravam-se expostos, embora as pétalas não se encontrassem completamente distendidas. A abertura ocorreu rapidamente, em alguns segundos, estando as flores completamente abertas em torno das 6h00, sendo a antese, portanto, diurna. As flores masculinas permaneceram abertas durante todo o dia, senescendo na manhã do dia seguinte, enquanto que as hermafroditas permaneceram abertas por dois ou três dias. A deiscência das anteras é longitudinal e ocorre juntamente com a abertura das flores. O teste de receptividade do estigma indicou que este se encontra receptivo cerca de uma hora após a abertura da flor, caracterizando protandria.

As flores apresentaram, em média, 387 ( $\pm 92$ ,  $n = 30$ ) e 408 ( $\pm 83$ ,  $n = 30$ ) grãos de pólen por antera em flores masculinas e hermafroditas, respectivamente, não havendo diferença significativa (Mann-Whitney,  $U = 0,2$ ;  $p > 0,05$ ). Desse modo, o número total de grãos de pólen por flor não diferiu significativamente (Mann-Whitney,  $U = 0,13$ ;  $p > 0,05$ ) entre flores masculinas ( $x = 3.863 \pm 921$ ,  $n=30$ ) e hermafroditas ( $x = 4.034 \pm 523$ ,  $n=30$ ).

A razão pólen/óvulo da espécie foi de 7.897:1 (n=60). De acordo com a classificação proposta por Cruden (1977), foi verificado que a espécie *S. mombin*, possui razão pólen/óvulo alta, enquadrando-se no tipo de sistema reprodutivo xenogâmico (xenogamia obrigatória – Razão P/O: 2108,0 – 195.525,0), ou seja, depende necessariamente da polinização cruzada para obter sucesso reprodutivo.

A viabilidade polínica foi de 96,9% em média ( $\pm 2,34\%$ ), tendo sido semelhante entre os dois tipos florais (U = 0,15, p > 0,05; n = 20).

Neste trabalho, ambos os tipos de flores, masculinas e hermafroditas eram produzidas e distribuídas de forma aleatória nas inflorescências e a quantidade e viabilidade de grãos de pólen foi semelhante nos dois tipos. Estudos com *S. tuberosa* no Nordeste brasileiro mostraram que a maioria das flores hermafroditas foi produzida no estágio inicial do desenvolvimento das inflorescências, localizando-se no meio e no ápice da inflorescência, com quantidade de pólen e viabilidade polínica semelhante a das flores masculinas (Nadia et al., 2007). Outro padrão foi encontrado por Symon (1979) para espécies andromonóicas do gênero *Solanum* (Solanaceae). Segundo esse autor, as flores hermafroditas também eram produzidas mais cedo, mas em menor número, apresentando menor quantidade ou qualidade de grãos de pólen, localizando-se na base da inflorescência. *Spondias mombin* apresentou maior quantidade de flores masculinas. Em *S. tuberosa*, o número de flores hermafroditas e masculinas é semelhante, sendo assim, a grande quantidade de grãos de pólen com alta viabilidade em flores hermafroditas pode aumentar a expressão sexual masculina.

A andromonoiccia pode ser vantajosa, particularmente quando o custo da maturação de frutos é alto, como em espécies zoocóricas, e o número de flores masculinas é maior do que o número de flores que podem desenvolver frutos, caso observado em *S.*

*mombin*. O aumento da expressão sexual masculina também pode favorecer polinizações cruzadas através do aumento do fluxo polínico (Diggle, 1993).

Assim como em *S. tuberosa*, o fato das flores hermafroditas produzirem grande quantidade de pólen com alta viabilidade pode também estar relacionado ao fato destas espécies estarem incluídas em um grupo basal dentro da família Anacardiaceae (Pell, 2004). Considerando que a andromonoicidia é um caráter basal entre as angiospermas, podendo evoluir para a dioicidia (Lloyd, 1972; Symon, 1979), as espécies andromonóicas tendem a apresentar flores hermafroditas com grãos de pólen em menor número e com baixa qualidade (Symon, 1979), sugerindo assim que *S. mombin*, assim como *S. tuberosa* esteja em um estado mais basal em relação a outras espécies andromonóicas da família Anacardiaceae, uma vez que estas espécies apresentam flores hermafroditas com grande número de grãos de pólen e alta viabilidade polínica.

O andromonoicismo tem sido encontrado em espécies polinizadas por morcegos, abelhas, moscas, beija-flores e mariposas (Heithaus et al., 1974; Symon, 1979). Em gramíneas, espécies andromonóicas são polinizadas pelo vento (Connor, 1979).

A evolução do andromonoicismo tem sido descrita como uma pressão seletiva para aumentar a fertilização cruzada (Heithaus et al., 1974), mas essa explicação é incompleta por muitas razões incluindo a existência de auto-incompatibilidade em muitas espécies andromonóicas (Zapata & Arroyo, 1978), e assim outras forças seletivas para a evolução desse sistema sexual podem ser consideradas.

É uma observação comum que algumas plantas hermafroditas geralmente produzem muito mais flores do que o número de frutos que chegam à maturidade (Bawa, 1974). Essas flores que não produzem sementes podem funcionar para atrair polinizadores e/ou dispersar pólen. Porém, é notável que o andromonoicismo, embora amplamente

distribuído, é relativamente raro quando comparado ao hermafroditismo em plantas com flores (Willson & Price, 1977).

**Visitantes Florais** - Durante o pico de floração foram coletados 430 indivíduos visitantes distribuídos em três ordens, nove famílias e 26 espécies de insetos, sendo nove espécies de abelhas, duas de vespas, duas de besouros e 13 de moscas (Tab 2). As espécies mais abundantes foram *Tetragona goettei* (Friese, 1900), com 146 indivíduos, representando 34,3% do total de indivíduos, *Trigona hyalinata* (Lepelletier, 1836), com 131 indivíduos (30,7%), e *Apis mellifera* Linnaeus, 1758, com 91 indivíduos (21,2%). Estas três espécies somadas representam 86,2% do total de espécimes coletados (368 indivíduos).

Ao pousarem em uma flor, as abelhas contatavam as anteras e os estigmas com a parte ventral do tórax, comportamento típico de polinizadores, durante a coleta de pólen (Fig. 3). Estas caminhavam por toda a inflorescência e o pólen ficava aderido por toda a parte ventral do corpo. A transferência dos grãos de pólen é feita através das pernas medianas, com as quais as abelhas raspam o pólen da parte ventral, depositando-o nas corbículas. Isso pode ocorrer durante o vôo, ou quando em pouso, nas flores ou outras partes da planta. As abelhas foram vistas apenas em coleta de pólen, possivelmente porque é um recurso muito mais abundante do que o néctar, nesta espécie vegetal. Apenas um indivíduo de *Partamona* sp. foi visto em coleta de néctar. *Trigonisca* sp. foi considerada como pilhadora pois, devido ao seu pequeno tamanho (3,4 mm), não contatava as estruturas reprodutivas das flores. As vespas e moscas apenas pousavam nas inflorescências e coletavam o pouco néctar produzido, posicionando a cabeça no centro da flor, contatando as anteras e os estigmas com o aparelho bucal ou tocando nas estruturas reprodutivas somente ocasionalmente quando se deslocavam na inflorescência de uma flor para outra. Não foi possível determinar o recurso coletado

pelos coleópteros, porém pelo comportamento e localização destes na inflorescência, é possível que estivessem em coleta de pólen, apenas pilhando os grãos caídos das anteras.

As visitas às flores de *S. mombin* começavam por volta das 6h00 e não foram registradas visitas após as 12h00, tanto no início como no pico da floração. O intervalo de maior frequência de visitas foi aquele compreendido entre 6h00 e 8h00, durante todo o período de floração. A espécie *A. mellifera* visitou as flores de *S. mombin* no período entre 5h30 e 7h00 e as demais abelhas apresentaram alta frequência após 7h00, horário em que o estigma encontrava-se receptivo. As moscas visitaram as flores principalmente no final da manhã, quando estas liberavam uma maior quantidade de néctar.

Pelo aspecto das anteras, a quantidade de grãos de pólen disponível por flor decresceu substancialmente logo nas primeiras horas da antese, momento em que o número de visitas às flores atingiu o seu pico. Após as 9h00, ficou aparente que a quantidade de pólen disponível tornou-se extremamente baixa.

A visita dos insetos iniciou-se por volta das 5h30 da manhã coincidindo com o horário de abertura das flores. A partir das 9h00 decresceu a visitação das abelhas e as 12h00 não se observou mais a presença de visitantes florais, indicando que os recursos florais ofertados se esgotam no final da manhã. Os principais mecanismos de atração aos visitantes foram a oferta de pólen em abundância, além do forte aroma adocicado exalado durante a abertura em massa das flores.

A análise do pólen encontrado no corpo dos três principais visitantes revelou 100% de pólen de *S. mombin* (Fig. 4).

As flores de *S. mombin* apresentam corola aberta, permitindo fácil acesso aos diferentes visitantes florais. Segundo Richards (1986), flores com esta característica atraem muitos visitantes não especializados, como observado nesta espécie.

Características florais como corola actinomorfa, coloração pálida das pétalas, antese diurna e oferta de pólen e néctar, permitem considerar esta espécie como entomófila (Faegri & van der Pijl, 1979). Além disso, *S. mombin* é considerada, neste trabalho, como uma fonte importante de recursos para a entomofauna da região, por ser uma espécie abundante e devido a sua morfologia floral simples, permitindo a utilização de seus recursos por uma diversidade de insetos generalistas, especialmente insetos pequenos adaptados ao tamanho das flores.

Dentre os visitantes florais de *S. mombin*, pode-se considerar as abelhas os polinizadores potenciais, já que estas visitaram as flores com maior frequência. Além disso, quando em visita as flores estas entravam em contato com os órgãos reprodutivos. A análise do pólen carregado pelas abelhas mais frequentes corrobora com o fato destas serem os principais polinizadores já que foi encontrado apenas pólen de *S. mombin* demonstrando a fidelidades destes ao taperebá, no momento do estudo.

As abelhas possuem adaptações morfológicas, como pelos ramificados adaptados a transportar uma carga maior de grãos de pólen, em comparação com os dípteros que são desprovidos desta adaptação, sendo as abelhas polinizadores mais eficientes, neste caso. Além disso, a frequência de abelhas visitando as flores de *S. mombin* foi maior que a de moscas.

Apesar de *A. mellifera* ter sido encontrada em alta frequência nas flores de *S. mombin* estas foram consideradas polinizadores secundários em relação à *Tetragona goettei* e *Trigona hyalinata*, pois, em sua maioria, visitaram as flores antes do estigma estar receptivo. *S. mombin* pode ser apontada como importante fonte de recurso para abelhas sem ferrão, que são utilizadas por meliponicultores rurais para a produção de mel.

### **Conclusões**

- 1- *Spondias mombin* é uma espécie andromonóica, obrigatoriamente xenogâmica, que floresce no período de estiagem e produz frutos na estação úmida.
- 2- Uma variedade de insetos generalistas visitou as flores de *S. mombin*, sendo que as abelhas, especialmente *Tetragona goettei* e *Trigona hyalinata*, foram as que apresentaram comportamento típico de polinizadores, por contactarem os órgãos reprodutivos das flores.
- 3- A análise do pólen coletado pelos principais polinizadores demonstrou a fidelidade destes ao taperebá e o grande poder de recrutamento desta espécie.

### **Agradecimentos**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq – Edital Universal 485051/2007-9) pelo apoio financeiro, ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET – 2º DISME SEOMA/PA) pela concessão dos dados meteorológicos, na pessoa do Sr. Francisco Sandim. À Dra. Lea Carreira pela colaboração na análise polínica e à Dra Cristina Senna pelo auxílio nas fotografias do pólen. Marina Ramos recebeu bolsa de mestrado do CNPq.

## Referências

- AUGSPURGER, C.K. Reproductive synchrony of a tropical plant: experimental effects of pollinators and seed predators on *Hybanthus prunifolius* (Violaceae). **Ecology** v.62, p.775-788. 1981.
- AYRES, M.; AYRES JR., M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.S. BioEstat 4.0 – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá. 2005.
- AZEVEDO, D.M.; MENDES, A.M.; FIGUEIREDO, A.F. Característica da germinação e morfologia do endocarpo e plântula de taperebá (*Spondias mombin* L.) – Anacardiaceae. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, p.534-537, 2004.
- BARROSO, G.M.; MORIM, M.P.; PEIXOTO, A.L.; ICHASO, C.L.F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 433p.
- BAWA, K.S. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. **Evolution** v.28, p.85-92. 1974.
- BAWA, K.S. Patterns of flowering in tropical plants. In: JONES, C. E.; LITTLE, R. J. (Ed.). **Handbook of experimental pollination biology**. New York: Scientific and Academic, p.394-410,1983.
- BAWA, K.S.; OPLER, P.A. Dioecism in tropical forest trees. **Evolution**, v.239, p.167-179, 1975.
- BENCKE, C.S.C. & MORELLATO, L.P.C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica** 25:269-275, 2002.
- BOSCO, J.; SOARES, K.T.; AGUIAR FILHO, S.P. DE; BARROS, R.V. **A cultura da cajazeira**. João Pessoa: EMEPA-PB, 2000. 29p. (Documentos, 28).
- CAVALCANTE, P.B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1991. 646p.
- CESÁRIO, L.F. & GAGLIANONE, M.C. Biologia floral e fenologia reprodutiva de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em Restinga do Norte Fluminense. **Acta Botanica Brasilica**. 22(3): 828-833. 2008.
- CONNOR, H.E. Breeding systems in the grasses: a survey. **New Zeland Journal of Botany** v. 17, p. 547-574. 1979.
- CROAT, T.B. A reconsideration of *Spondias mombin* L. (Anacardiaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.61, p.483-490, 1974a.
- CROAT, T.B. A case for selection of delayed fruit maturation in *Spondias* (Anacardiaceae). **Biotropica**, v.6, p.135-137, 1974b.



- CROAT, T.B. **Flora of Barro Colorado Island**. Stanford, California: Stanford University Press, 1978. 943pp.
- CROAT, T.B. The sexuality of Barro Colorado Island flora (Panama). **Phytologia** v.42, p.319-348. 1979.
- CRUDEN, R.W. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. **Evolution**, v.31, p.32-46, 1977.
- DAFNI, A. **Pollination ecology: a practical approach**. New York: Oxford University Press, 1992. 250p.
- DIGGLE, P.K. Developmental plasticity, genetic variation, and the evolution of andromonoecy in *Solanum hirtum* (Solanaceae). **American Journal of Botany** v.80, p.967-973. 1993.
- ERDTMAN, G. **Pollen morphology and plant taxonomy - Angiosperms**. New York: Hafner Publishing Company. 1966. 485p.
- FAEGRI, K.; VAN DER PILJ, L. **The principles of pollination ecology**. New York: Pergamon Press, 1979. 291p.
- FOURNIER, L. A. Un metodo cuantitativo para la medición de características fenológicas en arboles. **Turrialba**, v.24, p.422-423. 1974.
- GENTRY, H.A. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. **Biotropica** 6:64-68. 1974.
- GRIZ L.M.S.; MACHADO, I.C.S. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. **Journal of Tropical Ecology** v.17, p.303- 321. 2001.
- HEYWOOD, V.H. **Flowering plants of the world**. Croom Helm, London. 1985.
- HEITHAUS, E.R.; OPLER, P.A.; BAKER, G.H. Bat activity and pollination of *Bauhinia pauletia*: plant pollinator coevolution. **Ecology** v.55, p.412-419. 1974.
- IDESP. **Instituto do Desenvolvimento Econômico Social do Pará. Município de Santo Antônio do Tauá/PA**. Setor de coleta e Tratamento de Dados. Coord. Estat. Est. (CEE) 12p. 1998.
- JANZEN, D.H. *Spondias mombin* is culturally deprived in megafauna-free forest. **Journal of Tropical Ecology**, v.1, p.131-155. 1985.
- KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 479p.
- LLOYD, D. G. Breeding systems in *Cotula* L. (Compositae, Anthemidae). **New Phytologist**, v.71, p.1181-1194. 1972.

- MAÊDA, J.M. **Manual para uso da câmara de Neubauer para contagem de pólen em espécies florestais**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1985.
- MACHADO, I.C.; BARROS, L.M.; SAMPAIO, E.V.S. Phenology of caatinga species at Serra Talhada, PE., Northeastern Brazil. **Biotropica**, v.29, p.57-68. 1997.
- MUENCHOW, G.E. & DELESALLE, V. Pollinator response to male floral display size in two *Sagittaria* (Alismataceae) species. **American Journal of Botany** v.81, p.568-573. 1994.
- NADIA, T. de L.; MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Polinização de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) e análise da partilha de polinizadores com *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), espécies frutíferas e endêmicas da caatinga. **Revista Brasileira de Botânica** v.30, p.89-100. 2007.
- NASON, J.D.; HAMRICK, J.L. Reproductive and genetic consequences of forest fragmentation: two case studies of Neotropical canopy trees. **Journal of Heredity**, v.88, p.264-276. 1997.
- NEWSTROM, L.E; FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G. A new classification for plant phenology based in flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, v.26, p.141-159. 1994.
- PELL, S.K. Molecular systematics of the cashew family (Anacardiaceae). **Dissertation**, Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College, Baton Rouge. 2004.
- PENNINGTON, T.D.; SARUKHAN, J. **Arboles tropicales de Mexico**. Mexico City: Inst. Nat. Invest. Forestales, 1968. 413p.
- PRIMACK, R.B. Phenological variation within natural populations: flowering in New Zealand montane shrubs. **Journal of Ecology** v.68, p.849-862. 1980.
- PRIMACK, R.B. Relationships among flowers, fruits, and seeds. **Annual Review of Ecology and Systematics** v.18, p.409-430. 1987.
- QUEIROZ, J.A.L. **Produção de mudas de taperebá**. Macapá: Embrapa Amapá, 2000. 3p. (Embrapa Amapá. Recomendações técnicas, 11).
- RADFORD, A.E.; DICKINSON, W.C.; MASSEY, J.R.; BELL, C.R. **Vascular plant systematics**. New York: Harper & Row Publishers, 1974.
- RICHARDS, A.J. **Plant breeding systems**. London, Cambridge University Press. 1986
- ROBINSON, I. Die farbungungsreaktion der narbe, stigmatochromie, alsmorphobiologische blütenuntersuchungs methode. **Akademischer der Wissenschaft Wién, Mathematics, Abteilung**, v.133, p.180-213. 1924.

- SMYTHE, N. Relationships between fruiting season and seed dispersal methods in a Neotropical forest. **The American Naturalist**, v.104, p.25-35. 1970.
- SOUZA, F.X. de. ***Spondias* agroindustriais e os seus métodos de propagação**. Fortaleza: EMBRAPA CNPAT, SEBRAE-CE, 1998. 28p. (Documentos, 27).
- SOUZA, F.X. de. Efeito do porta-enxerto e do método de enxertia na formação de mudas de cajazeira (*Spondias mombin* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.22, p.286-290. 2000.
- STACY, E.A.; HAMRICK, J.L.; NASON, J.D.; HUBBELL, S.P.; FOSTER, R.B.; CONDIT R. Pollen dispersal in low-density populations of three Neotropical tree species. **American Naturalist**, v. 148, p.275-298. 1996.
- SYMON, D.E. Sex forms in *Solanum* (Solanaceae) and the role of pollen collecting insects. In **The biology and taxonomy of the Solanaceae**, (J.G. Hawkes, R.N. Lester & A.D. Skelding, eds.). Academic Press, London, p.385-398. 1979.
- TALORA, D.C. & MORELATTO, P.C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 23: 13-26. 2000.
- WILLSON, M.F.; PRICE, P.W. The evolution of inflorescence size in *Asclepias* (Asclepiadaceae). **Evolution** v.31, p. 495-511. 1977.
- ZAPATA, T.R.; ARROYO, M.T.K. Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela. **Biotropica**, v.10, p.221-230. 1978.

Tabela 1. Valores significativos da correlação de Spearman ( $r_s$ ) entre as fenofases (flores abertas e botões florais) de *Spondias mombin* L. e os fatores abióticos (precipitação pluviométrica e insolação). Entre parênteses estão os valores das probabilidades encontradas em cada variável analisada e o índice de significância adotado.

<b>Fenofases</b>	<b>Precipitação Pluviométrica</b>	<b>Insolação</b>
Flores Abertas	-0,77 (p= 0,003; p< 0,05)	0,80 (p= 0,002; p< 0,05)
Botões Florais	-0,85 (p=0,001; p<0,05)	0,87 (p=0,002; p<0,05)

Tabela 2. Visitantes florais de *Spondias mombin* L. em uma área de floresta secundária no Município de Santo Antônio do Tauá, Pará, Brasil (LDP = Local de deposição do pólen no corpo dos visitantes; PB = partes bucais; VT = porção ventral do tórax; ND = não definido; PO = polinizador; PI = pilhador; N = néctar; PL = pólen).

Ordem/Família/Espécie	Tamanho (mm)	Número de indivíduos (%)	LDP	Resultado da visita	Recurso coletado
Hymenoptera					
Apidae					
<i>Apis mellifera</i>	9,2	91 (21,2%)	VT	PO	PL
<i>Frieseomellita</i> sp.	5,4	1 (0,2%)	VT	PO	PL
<i>Paratrigona peltata</i>	4,5	3 (0,7%)	VT	PO	PL
<i>Partamona</i> sp.	5,6	20 (4,6%)	VT	PO	PL/N
<i>Tetragona clavipes</i>	5,4	1 (0,2%)	-	PO	PL
<i>Tetragona goettei</i>	7	146 (34,3%)	VT	PO	PL
<i>Trigona hyalinata</i>	6,3	131 (30,7%)	VT	PO	PL
<i>Trigona pallens</i>	6,1	5 (1,3%)	VT	PO	PL
<i>Trigonisca</i> sp.	3,4	1 (0,2%)	PB?	PI	PL
Halictidae					
<i>Augochlora</i> sp.	4,1	3 (0,7%)	VT	PO	PL
<i>Chloralictus</i> sp.	4,5	1 (0,2%)	ND	PO	PL
Vespidae					
<i>Polistes</i> sp.	18	6 (0,14%)	PB	PO	N
Diptera					
Bibionidae					
<i>Plecia</i> sp.	5,2	1 (0,2%)	ND	PI	N
Calliphoridae					
<i>Mesembrinella bicolor</i>	12,6	1 (0,2%)	ND	PI	N
Lauxaniidae					
sp 1	5,3	1 (0,2%)	ND	PI	N
Muscidae					
<i>Cyrtoneurina</i> sp.	5,2	1 (0,2%)	PB	PI	N
Syrphidae					
<i>Allograpta</i> spp.	8,8	5 (1,3%)	PB	PO	N
<i>Copestylum</i> sp.	8	4 (0,9%)	PB	PO	N
<i>Ocyptamus</i> spp.	8,1	2 (0,5%)	PB	PO	N
<i>Palpada</i> sp.	8,3	4 (0,9%)	PB	PI	N
Coleoptera					
Chrysomelidae					
sp1	6,3	1 (0,2%)	ND	PI	PL?
sp2	2,7	1 (0,2%)	ND	PI	PL?

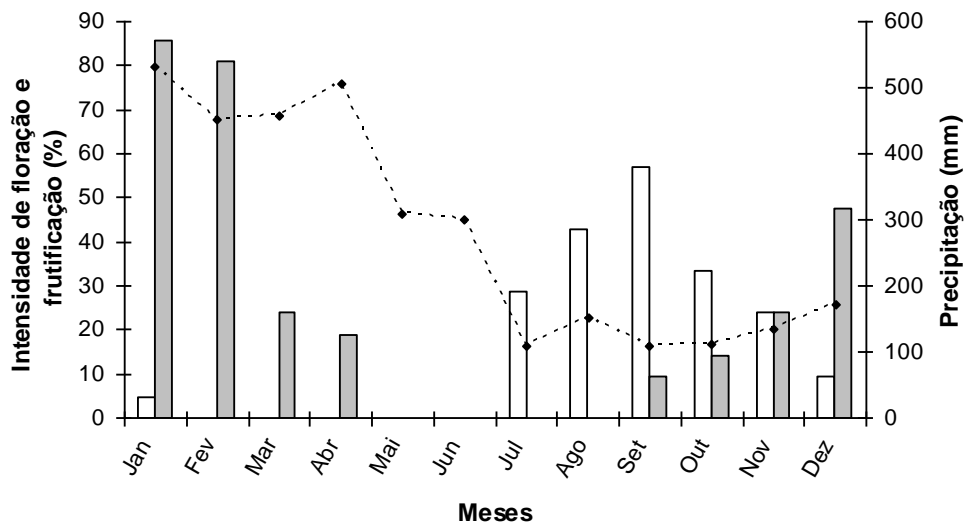


Figura 1. Intensidade de floração ( □ ) e frutificação ( ■ ) de *Spondias mombin* L. durante o período de janeiro/2008 a dezembro/2008 no município de Santo Antônio do Tauá, PA. Precipitação mensal (----) no período de estudo de janeiro/2008 a dezembro/2008.

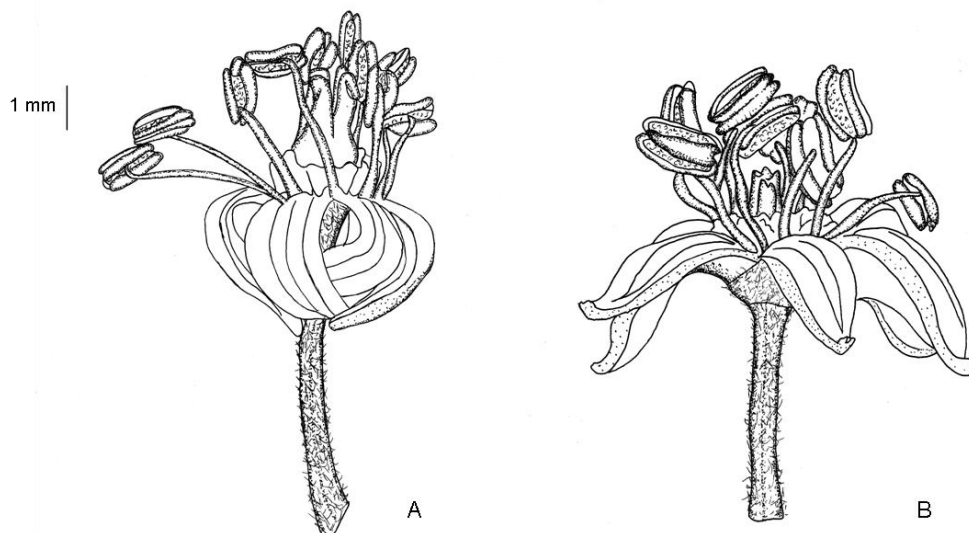


Figura 2. Morfologia floral de *Spondias mombin* L. em mata secundária no município de Santo Antônio do Tauá, PA. A. Flor hermafrodita; B. Flor masculina.

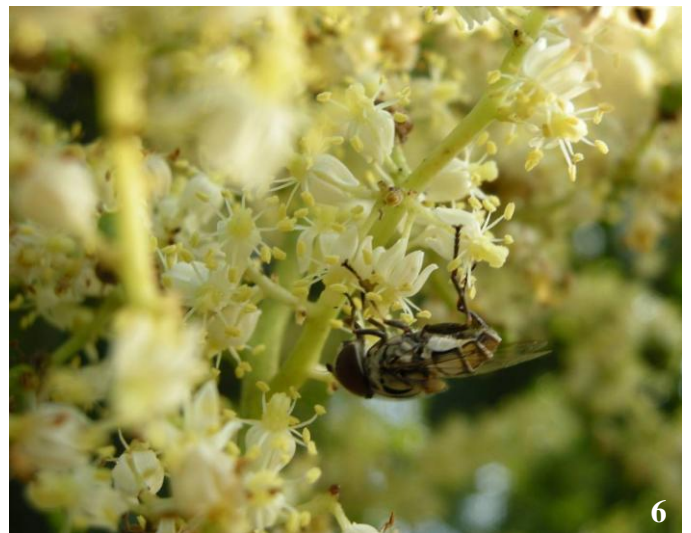


Figura 3. Visitantes florais de *Spondias mombin* L. no Município de Santo Antônio do Tauá, Pará, Brasil. 1. *Apis mellifera*. 2. *Tetragona goettei*. 3 e 4. *Trigona hyalinata*. 5. Coleoptera. 6. Syrphidae.





Figura 4. Grão de pólen de *Spondias mombin* L. encontrado no corpo dos principais insetos visitantes coletados no Município de Santo Antônio do Tauá, Pará, Brasil. 1. Vista Equatorial. 2. Vista Polar. (A 100x)



## **Anexo I - Normas da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**

### **APRESENTAÇÃO DO ARTIGO CIENTÍFICO**

O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

Artigos em português – Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.

Artigos em inglês – Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Material and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.

Artigos em espanhol – Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Material y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e figuras.

O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.

#### **Título ▲**

- \* Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.
- \* Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- \* Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como "efeito" ou "influência".
- \* Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.
- \* Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.
- \* As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

#### **Nomes dos autores ▲**

- \* Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção "e", "y" ou "and", no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.
- \* O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à respectiva chamada de endereço do autor.

#### **Endereço dos autores**

- \* São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em

algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.

\* Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.

\* Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

### **Resumo ▲**

\* O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.

\* Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.

\* Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos empregados na pesquisa, os resultados e a conclusão.

\* O objetivo deve estar separado da descrição de material e métodos.

\* Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.

\* O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

### **Termos para indexação ▲**

\* A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.

\* Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.

\* Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.

\* Não devem conter palavras que componham o título.

\* Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.

### **Introdução ▲**

\* A palavra Introdução deve ser centralizada na página e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

\* Deve ocupar, no máximo, duas páginas.

\* Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.

\* O último parágrafo deve expressar o objetivo, de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

### **Material e Métodos ▲**

\* A expressão Material e Métodos deve ser centralizada na página e grafada em negrito; Os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.

\* Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.

\* Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.

\* Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.

\* Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.

\* Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa

repetir o experimento.

- \* Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.
- \* Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.
- \* Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.
- \* Pode conter tabelas e figuras.

### **Resultados e Discussão ▲**

- \* A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada na página e grafada em negrito; Os termos Resultados e Discussão devem ser grafados com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- \* Deve ocupar quatro páginas, no máximo.
- \* Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.
- \* As tabelas e figuras são citadas sequencialmente.
- \* Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos frente aos apresentados por outros autores.
- \* Dados não apresentados não podem ser discutidos.
- \* Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.
- \* As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.
- \* Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.
- \* As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

### **Conclusões ▲**

- \* O termo Conclusões deve ser centralizado na página e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- \* Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo, e elaboradas com base no objetivo do trabalho.
- \* Não podem consistir no resumo dos resultados.
- \* Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.
- \* Devem ser numeradas e no máximo cinco.

### **Agradecimentos ▲**

- \* A palavra Agradecimentos deve ser centralizada na página e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- \* Devem ser breves e diretos, iniciando-se com "Ao, Aos, À ou Às" (pessoas ou instituições).
- \* Devem conter o motivo do agradecimento.

### **Referências ▲**

- \* A palavra Referências deve ser centralizada na página e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- \* Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.
- \* Devem ser normalizadas de acordo com as normas vigentes da ABNT.
- \* Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.
- \* Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.
- \* Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.
- \* Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.
- \* Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.
- \* Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

*Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)*

AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.

*Artigos de periódicos*

SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.67-75, 2006.

*Capítulos de livros*

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

*Livros*

OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6).

*Teses e dissertações*

HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR**. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

*Fontes eletrônicas*

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste**: relatório do ano de 2003. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 66). Disponível em:

'<http://www.cpa0.embrapa.br/publicacoes/ficha.php?tipo=DOC&num=66&ano=2004>.

Acesso em: 18 abr. 2006.

## Citações ▲

\* Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados.

\* A autocitação deve ser evitada.

*Redação das citações dentro de parênteses*

- \* Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.
- \* Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.
- \* Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.
- \* Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.
- \* Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.
- \* Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão "citado por" e da citação da obra consultada.
- \* Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.

#### *Redação das citações fora de parênteses*

- \* Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

### **Fórmulas, expressões e equações matemáticas ▲**

- \* Fórmulas, expressões, símbolos ou equações matemáticas, escritas no editor de equações do programa Word, devem ser enviadas também em arquivos separados, no programa Corel Draw, gravadas com extensão CDR.
- \* No texto, devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman.
- \* Não devem apresentar letras em itálico ou negrito.

### **Tabelas ▲**

- \* As tabelas devem ser numeradas seqüencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após referências.
- \* Devem ser auto-explicativas.
- \* Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.
- \* Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.
- \* O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.
- \* No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.
- \* Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.
- \* Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.
- \* Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da

tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.

\* Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.

\* Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares.

\* Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.

\* As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.

### *Notas de rodapé das tabelas*

\* Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.

\* Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.

\* Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas <sup>ns</sup> (não-significativo); \* e \*\* (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

### **Figuras ▲**

\* São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.

\* Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.

\* O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.

\* Devem ser auto-explicativas.

\* A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.

\* Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.

\* Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.

\* O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração.

\* As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.

\* Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).

\* Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.

- \* As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.
- \* Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.
- \* Devem ser gravadas no programa Word, Excel ou Corel Draw (extensão CDR), para possibilitar a edição em possíveis correções.
- \* Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.
- \* No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).
- \* Não usar negrito nas figuras.
- \* As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.
- \* Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

### **NOTAS CIENTÍFICAS ▲**

- \* Notas científicas são breves comunicações, cuja publicação imediata é justificada, por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico completo.

### **APRESENTAÇÃO DE NOTAS CIENTÍFICAS ▲**

- \* A ordenação da Nota Científica deve ser feita da seguinte forma: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, texto propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências, tabelas e figuras.

As normas de apresentação da Nota Científica são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:

- \* Resumo com 100 palavras, no máximo.
- \* Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.
- \* deve apresentar, no máximo, 15 referências e duas ilustrações (tabelas e figuras).

### **NOVAS CULTIVARES ▲**

- \* Novas Cultivares são breves comunicações de cultivares que, depois de testadas e avaliadas pelo Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), foram superiores às já utilizadas e serão incluídas na recomendação oficial.

### **APRESENTAÇÃO DE NOVAS CULTIVARES**

Deve conter: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, título em inglês, Abstract, Introdução, Características da Cultivar, Referências, tabelas e figuras. As normas de apresentação de Novas Cultivares são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:

- \* Resumo com 100 palavras, no máximo.
- \* Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.
- \* deve apresentar, no máximo, 15 referências e quatro ilustrações (tabelas e figuras).



- \* A introdução deve apresentar breve histórico do melhoramento da cultura, indicando as instituições envolvidas e as técnicas de cultivo desenvolvidas para superar determinado problema.
- \* A expressão Características da Cultivar deve ser digitada em negrito, no centro da página.
- \* Características da Cultivar deve conter os seguintes dados: características da planta, reação a doenças, produtividade de vagens e sementes, rendimento de grãos, classificação comercial, qualidade nutricional e qualidade industrial, sempre comparado com as cultivares testemunhas.

## **OUTRAS INFORMAÇÕES ▲**

- Não há cobrança de taxa de publicação.
- Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas.
- O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.
- São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.
- Os trabalhos aceitos não podem ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.
- **Contatos com a secretaria da revista podem ser feitos por telefone: (61)3448-4231 e 3273-9616, fax: (61)3340-5483, via e-mail: pab@sct.embrapa.br ou pelos correios: Embrapa Informação Tecnológica, Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB, Caixa Postal 040315, CEP 70770-901 Brasília, DF.**