MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO ABASTECIMENTO E DA REFORMA AGRÁRIA - MAARA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA
Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental - CPATU

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

GERAÇÃO DE TECNOLOGIA AGROINDUSTRIAL PARA O DESENVOLVIMENTO DO TRÓPICO ÚMIDO

Convênio EMBRAPA-CPATU/JICA
1990 -1995

00326

Geração de tecnologia
1996 LV-2005.00326

30936-1

Belém, PA
1996

ISSN 0101-2835

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO ABASTECIMENTO E DA REFORMA AGRÁRIA - MAARA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA
Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental - CPATU

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

GERAÇÃO DE TECNOLOGIA AGROINDUSTRIAL PARA O DESENVOLVIMENTO DO TRÓPICO ÚMIDO

Convênio EMBRAPA-CPATU/JICA
1990-1995

Belém, PA
1996

EMBRAPA - CPATU. Documentos, 85

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:
EMBRAPA - CPATU
Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n
Telefones: (091) 226 - 6612, 226 - 6622
Telex: (91) 1210
Fax: (091) 226 - 9845
Caixa Postal, 48
66095 - 100 - Belém, PA

Tiragem: 200 exemplares

Unidade: AI-Sede
Valor aquisição:
Data aquisição:
N.º N. Fiscal/Fatura:
Fornecedor:
N.º OCS:
Origem: Doação
N.º Registro: 326/05

Comissão Editorial
Coordenação: Célio Francisco Marques de Melo
Dilson Augusto Capucho Frazão
Francisco José Câmara Figueirêdo

Revisão Gramatical: Maria de Nazaré Magalhães dos Santos
Composição: Ana Mirtes Maciel Fouro
Paulo Sérgio Oliveira
Silvia Helena Carneiro Matos
Vitor Guilherme de Sousa
Capa: Euclides Pereira dos Santos Filho

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (Belém, PA). **Geração de tecnologia agroindustrial para o desenvolvido do trópico úmido.** Belém: EMBRAPA - CPATU / JICA, 1996. p. 305 (EMBRAPA - CPATU. Documentos, 85).

Convênio EMBRAPA - CPATU / JICA

1. Agroindústria - Tecnologia - Brasil - Amazônia.
I. Titulo. II. Série

CDD: 630.720811
© EMBRAPA - 1996

IDENTIFICAÇÃO E TÉCNICAS DE CRIAÇÃO DE POLINIZADORES DE ESPÉCIES VEGETAIS DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA NO ESTADO DO PARÁ

Márcia Motta Maués[1]
Giorgio Cristino Venturieri[2]
Lindáurea Alves de Souza[3]
Jun Nakamura[4]

Resumo: Foram estudados, quanto aos aspectos reprodutivos, o urucuzeiro (*Bixa orellana*), o bacurizeiro (*Platonia insignis*), o cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) e a castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), espécies vegetais nativas da Amazônia de grande importância econômica para a região. Os experimentos foram conduzidos nos campos experimentais da EMBRAPA-CPATU, em Belém, Tracuateua , Tomé-açu e Capitão-Poço, Estado do Pará, tendo como objetivo final o manejo, em laboratório e no campo, de seus respectivos polinizadores. Foram encerrados os estudos com o urucu e o bacuri onde investigaram-se os sistemas reprodutivos e os respectivos polinizadores e visitantes das flores. Concluiu-se que o urucuzeiro é uma planta que apresenta autogamia e alogamia, porém sua produtividade é superior quando polinizada por abelhas vibradoras e, nas áreas estudadas, não apresentou problemas de polinização. O bacurizeiro é uma planta alógama, com síndrome de polinização ornitófila, onde os principais agentes polinizadores, no nordeste do Estado do Pará, pertencem à família *Psittacidae*, que constituem-se em excelentes polinizadores, visto que possuem grande alcance de vôo e, desta forma, podem efetuar a troca gênica entre populações distantes entre si, fator preponderante em espécies alógamas. O cupuaçuzeiro e a castanheira-do-brasil permanecem sob investigação, onde nesta segunda etapa do projeto, pretende-se desenvolver técnicas de manejo para os respectivos polinizadores, pois constatou-se que existe a necessidade de incremento dos mesmos, devido ao baixo índice de frutificação.

[1] Biol. M.Sc. EMBRAPA - CPATU. Caixa Postal 48. CEP 66.017-970. Belém, PA.
[2] Eng. Agr. M.Sc. EMBRAPA - CPATU.
[3] Eng. Agr. Ph.D. EMBRAPA - CPATU.
[4] Consultor da Japan International Cooperation Agency - JICA. Av. Nazaré, 272, Sala 105, Ed. Clube de Engenharia. CEP 66.035-170. Belém, PA.

IDENTIFICATION AND TECHNIQUES FOR RAISING POLLINATORS OF PLANT SPECIES ECONOMICALLY IMPORTANT TO THE STATE OF PARÁ

Abstract: The reproductive aspects of the following species were studied: urucum (*Bixa orellana*), bacuri (*Platonia insignis*), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) and brazilnut (*Bertholletia excelsa*). These species are native to Amazonia and have great economic importance to the region. The experiments were conducted on the experimental fields of EMBRAPA-CPATU in Belém, Tracuateua, PA, Tomé-Açu, PA and Capitão Poço, PA. The main objective was the management of their respective pollinators both in the laboratory and in the field. At present, only the studies with urucu and bacuri have been completed on their reproductive systems, respective pollinators and visitors to their flowers. Urucum has been found to be both alogamous and autogamous, its productivity, however, is superior when pollinated by vibrating bees. In the areas studied, it presented no problems in terms of pollination. Bacuri is an alogamous plant, with ornitophilous pollination syndrome. Its main pollinators in the northeast of the state are parakeets, belonging to the *Psittacidae* family. They are excellent pollinators of this plant, due to their long flying distance that can thereby exchange genetic material between populations physically distant from each other, a preponderant factor in alogamous species. Cupuaçu and brazilnut are still under investigation. In this stage of the project, we intend to develop management techniques for the pollinators, as there is a need to increase them, due to the low productivity of these species.

Objetivo

Identificar os polinizadores de quatro plantas nativas de importância econômica na Amazônia Oriental, urucuzeiro, bacurizeiro, cupuaçuzeiro e castanheira-do-brasil e desenvolver técnicas de criação e manejo dos principais polinizadores, em laboratório ou no campo, visando o aumento da polinização natural.

Justificativa

Por razões de ordem genética e evolutiva, as plantas evitam a autofecundação, que resulta da polinização direta. A heterostilia, androceu e gineceu em planos diferentes; a dicogamia, maturação do gineceu e androceu em épocas diferentes; e a hercogamia, presença de barreira morfológica impedindo a polinização direta, são recursos que o vegetal pode dispor para evitar a autofecundação. Esses mecanismos tornam necessária a presença de agentes polinizadores que realizam, de maneira eficiente, a transferência de pólen de uma flor para outra, com vistas à formação de frutos e sementes.

O conhecimento dos agentes polinizadores de uma espécie vegetal é informação básica e essencial para o melhor entendimento dos mecanismos naturais de reprodução, principalmente em espécies amazônicas, onde os casos de auto-esterilidade e incompatibilidade entre variedades são muito comuns.

Na maioria das angiospermas, a polinização por insetos é resultante de um padrão de evolução mútua, entre insetos e plantas, que assegura a sobrevivência de ambos. Os insetos executam um papel vital na polinização de muitas espécies vegetais, incluindo algumas das plantas cultivadas mais importantes. A polinização é essencial à perpetuação da maioria das espécies, porém, muitos fatores podem afetá-la negativamente, pois trata-se de um processo complexo e influenciado por muitos efeitos superpostos somente descobertos após exaustivas observações no campo, no local de origem da planta.

Foram realizados numerosos estudos sobre técnicas de cultivo e aproveitamento industrial de diversas plantas amazônicas, tais como, a castanheira-do-brasil, o cupuaçuzeiro, o urucuzeiro e o bacurizeiro, entre outras, mas pouco se sabe a respeito da entomofauna polinizadora relacionada a essas plantas.

A produção de castanha-do-brasil baseia-se no extrativismo, e, apesar disso, é um dos principais produtos da pauta de exportação da Amazônia. A castanheira destaca-se como uma das plantas mais nobres e valiosas da floresta Amazônica. Suas amêndoas são apreciadas no mundo inteiro, consumidas "in natura" ou usadas para diversos fins culinários; foram denominadas

de "carne vegetal" por Botazzi, devido ao seu alto valor biológico, em face da quantidade e qualidade dos ácidos aminados que apresentam.

O principal período de floração vai de meados de outubro a meados de dezembro. Porém, a relação entre a floração e a frutificação na castanheira é baixíssima, cerca de 0,4%. Estudos realizados relatam a presença de himenópteros dos *gêneros Bombus, Centris, Xylocopa, Eulaema e Epicharis* nas flores da castanheira, indicando-os como polinizadores, porém falta uma investigação maior na identificação em nível de espécie e sobre biologia das mesmas.

O cupuaçuzeiro é uma espécie de comprovado potencial econômico. Desenvolve-se espontaneamente nas matas da região amazônica e é ideal para o desenvolvimento da fruticultura regional. Do fruto aproveita-se a polpa, que envolve as sementes, utilizada no fabrico de doces, sucos, compotas, licores, etc. As sementes, após a secagem, permitem o preparo de um tipo de chocolate muito apreciado e com grande potencialidade para o aproveitamento industrial. A produção atual do cupuacuzeiro é proveniente, em sua maioria, do extrativismo e semi-extrativismo, porém, esse quadro está se modificando, com o desenvolvimento de estudos sobre métodos de propagação, tratos culturais, produtividade e tecnologia de aproveitamento do fruto, que viabilizam a implantação de cultivos racionais.

Nas regiões de clima Afi, a época de floração se estende de junho a março, com o pico entre novembro a janeiro, a frutificação estende-se de novembro a junho.

Ocorre no cupuaçuzeiro uma produção de flores em número muito elevado em relação ao número de frutos produzidos. Caso semelhante ocorre no cacaueiro (*Theobroma cacao*), situação que tornou-se conhecida como "síndrome de gratificação do inseto", uma relação mutualista que representa o mais alto evento da evolução conjunta das angiospermas e seus insetos polinizadores, que se beneficiam uns aos outros, ou seja, as flores são melhor polinizadas e os insetos ficam melhor alimentados.

Os insetos que realizam a polinização do cacaueiro já são conhecidos, trata-se de moscas do gênero *Forcypomia* (Ceratopogonidae) e, as pesquisas nesse campo, alcançaram o nível de criação em laboratório e estímulo à preservação de criatórios naturais, em áreas próximas aos

plantios, visando ao aumento da polinização. No caso do cupuaçuzeiro, encontram-se poucos dados na bibliografia sobre a fenologia e quase nada sobre os insetos que efetuam a polinização.

A importância econômica do urucuzeiro reside no aproveitamento do corante natural contido nas sementes - a bixina, cuja utilização é muito variada: tinturaria, cosméticos, culinária, indústria alimentícia, repelente contra insetos por índios brasileiros e na alimentação de frango, como fonte de caroteno para melhorar a coloração da gema do ovo, entre outros. Como está prevista a eliminação dos corantes sintéticos, em grande parte do mundo desenvolvido, começam a crescer os investimentos na produção de substâncias naturais, onde o urucu poderá ocupar um lugar de destaque devido às diversas qualidades de corante encontradas, tais como, inocuidade, coloração atrativa e estabilidade à luz e ao calor.

O urucuzeiro floresce e frutifica simultaneamente em todos os meses do ano. Estudos desenvolvidos na Costa Rica relatam que a polinização é efetuada por insetos da ordem Hymenoptera, não havendo maior esclarecimento quanto às espécies envolvidas no processo de polinização.

O bacurizeiro é uma fruteira arbórea que existe em estado silvestre nas matas de terra firme de toda Amazônia, com área de concentração no estuário do rio Amazonas.

É uma das frutas mais populares do Estado do Pará, seu maior produtor. Os frutos podem ser consumidos "in natura" ou utilizados no preparo de doces, cremes, sorvetes, pudins, etc.

O bacurizeiro floresce regularmente entre junho e julho, e a frutificação estende-se de dezembro a maio. Não foram encontrados dados na literatura sobre seus polinizadores.

A introdução de insetos polinizadores em plantações (ensaios de polinização entomófila) está se tornando uma prática comum em diversas plantas cultivadas em todo o mundo. Muitos estudos destacam a importância do manejo de insetos polinizadores, especialmente as abelhas, na agricultura sustentada.Tal procedimento tem demonstrado claramente que o aumento da população dos polinizadores nas áreas de plantio conduz a um aumento na produção de frutos.

Assim, a criação e manejo de insetos polinizadores visando o incremento da polinização natural, representa uma excelente alternativa para o aumento da produtividade das plantas selecionadas neste projeto.

Resultados Parciais

Experimento 1 - Ecologia da polinização do urucuzeiro

O urucuzeiro é uma planta nativa da América tropical que tem despertado interesse em muitos produtores, devido à presença dos corantes bixina e norbixina nas sementes. Muitos estudos sobre técnicas de cultivo, produção, manejo e aproveitamento industrial têm sido realizados, porém, pouco se conhece sobre a ecologia da polinização, e, particularmente sobre a entomofauna associada a este processo.

Os estudos foram desenvolvidos no Campo Experimental da EMBRAPA-CPATU, em Belém, PA. Foram sorteados oito indivíduos, em um plantio da variedade "Piave Vermelha", implantado em abril de 1989, excluindo-se as plantas situadas na bordadura.

Foram realizadas observações botânicas quanto à morfologia, recursos e atrativos característicos das flores, horário de abertura (antese), reflexão de raios ultra-violeta - submetendo as flores a vapores de hidróxido de amônia e depois observando-as sob luz ultra-violeta e localização de osmóforos na flor - mergulhando as flores em solução aquosa de vermelho neutro, por duas horas. Determinou-se o número de anteras, utilizando-se microscópio estereoscópico, e de óvulos, com o auxílio de microscópio ótico e lâmina Neubauer, bem como a razão pólen/óvulo e pólen/flor. Foram utilizadas 20 flores para a contagem de anteras e óvulos, das quais dez foram protegidas (um dia antes da ântese) e 36 anteras para contagem de grãos de pólen.

Foram coletados dados de fenologia reprodutiva a cada duas semanas nas plantas previamente selecionadas, no período de 06/06/90 a 17/06/92. Os dados obtidos foram relacionados a registros meteorológicos (temperatura do ar; umidade relativa do ar; precipitação pluviométrica e insolação) fornecidos pelo Laboratório de Climatologia da EMBRAPA-CPATU.

Para se determinar o tempo decorrente entre a fecundação e o ponto de colheita, bem como a curva de maturação do fruto do urucuzeiro, 100 frutos foram acompanhados desde a fecundação da flor até o estado de fruto maduro, sendo medidos com paquímetro, a cada dois dias, ao longo do desenvolvimento.

Foi determinado o percentual de frutificação decorrente da polinização natural, acompanhando-se o desenvolvimento de 100 frutos, observando-se a cada duas semanas o número de frutos que permaneciam na planta, nos períodos de 08/05/91 a 25/06/91 (período mais seco) e 21/02/92 a 23/03/92 (período mais úmido).

O sistema reprodutivo do urucuzeiro foi investigado no período de 09/01 a 22/01/92, efetuando-se uma série de cruzamentos controlados em 25 flores distribuídas em cinco plantas diferentes, de acordo com a metodologia a seguir:

A) Xenogamia sem emasculação - um dia antes da antese, os botões foram cobertos com sacos de papel impermeável e, no dia seguinte, esses botões receberam pólen de uma planta diferente;

B) Xenogamia com emasculação - o mesmo procedimento usado em A, precedido da retirada dos estames;

C) Geitonogamia sem emasculação - um dia antes da antese, os botões foram ensacados e, no dia seguinte, receberam pólen de outras flores da mesma planta;

D) Geitonogamia com emasculação - o mesmo procedimento usado em C, precedido da retirada dos estames dos botões selecionados;

E) Autopolinização manual - um dia antes da antese os botões foram ensacados e, no dia seguinte, foram vibrados dentro dos sacos de proteção;

F) Autopolinização espontânea - os botões foram apenas ensacados;

G) Emasculação sem polinização (Apomixia) - os botões foram emasculados e ensacados;

H) Testemunha - foram etiquetados 25 botões.

Esses testes foram repetidos no período de 11/01 a 22/03/93, substituindo-se os sacos de papel impermeável por sacos de plástico previamente furados com alfinete, devido à ineficiência do material anterior em resistir às fortes chuvas tropicais. Na repetição dos testes, observou-se também o tempo de formação dos frutos e o número médio de sementes formadas.

Os insetos visitantes foram coletados e identificados por comparação com coleções do Museu Paraense Emílio Goeldi e do CPATU, e enviados a especialistas do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo - USP, Instituto de Biociências da USP e da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto - USP. Espécimes de polinizadores coletados foram depositados na coleção entomológica da EMBRAPA-CPATU. Durante as visitas, foi observado o comportamento dos insetos, adaptações morfológicas que facilitassem a coleta e o transporte de pólen, o horário de visita às flores e o recurso floral coletado. O comportamento dos insetos nas flores foi registrado através de fotografias.

Observou-se que as flores do urucuzeiro são poliândricas e produzem pólen em abundância, utilizado principalmente por abelhas fêmeas na alimentação da prole. Estão agrupadas terminalmente em uma inflorescência do tipo cacho de monocásio. São actinomorfas, cíclicas e hermafroditas. Possuem cinco sépalas, cinco pétalas de coloração róseo-clara a branca e anteras amarelas de deiscência poricida. Possuem um tênue aroma adocicado e agradável. Começam a abrir pouco antes do amanhecer, em torno das cinco horas da manhã, levando cerca de uma hora para abrir totalmente (considerou-se como o início da abertura da flor o momento em que as pétalas começam a se afastar, expondo os órgãos reprodutivos).

Quando testadas com hidróxido de amônia e observadas sob luz ultravioleta, as anteras e as porções média e apical do estigma mostraram-se bastante fluorescentes. Utilizando-se solução de vermelho neutro, as anteras, a porção apical do estigma e os bordos das pétalas ficaram medianamente corados, evidenciando osmóforos nestas regiões. Assim, acredita-se que o reconhecimento das flores pelos insetos visitantes, à curta distância, ocorra não através do olfato, mas sim da visão.

A produção de néctar está restrita a nectários extra-florais situados na porção terminal do pedúnculo.

O número médio de estames por flor foi de 419 ± 16,5, nas previamente protegidas. O número médio de grãos de pólen por flor foi de 1.317.241,08. A proporção pólen/óvulo foi de 23.627, e o número médio de óvulos/flor, de 55,75.

As observações fenológicas demonstraram que o urucuzeiro floresce e frutifica durante quase o ano todo, porém, existem períodos de maior e menor produção. Nos meses de julho a setembro, pouco foi observada a presença de flores, bem como houve redução na produção de botões e frutos, enquanto que nos meses de janeiro a maio houve grande produção de botões, flores e frutos (Fig. 1). O período de maior atividade reprodutiva do urucuzeiro coincidiu com os meses onde os registros de temperatura e insolação foram os mais baixos, e de umidade relativa e precipitação os mais elevados do ano, ou seja, de janeiro a maio.

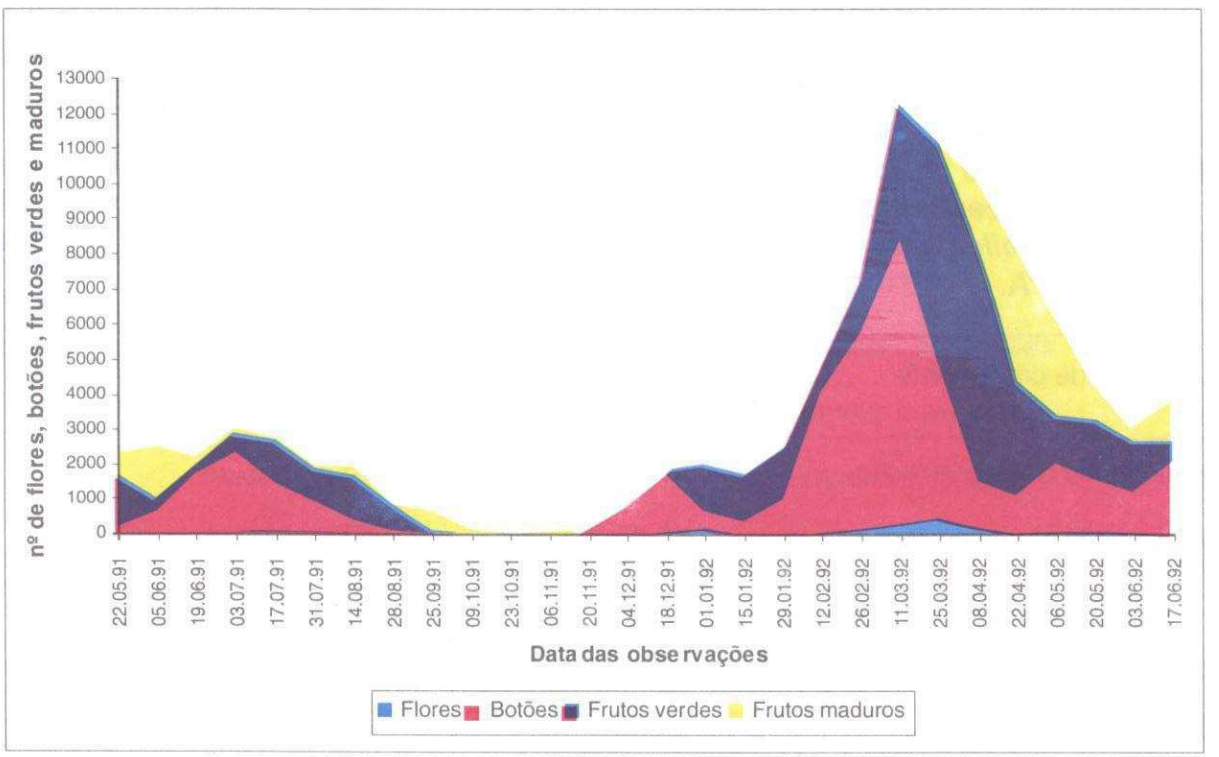


FIG. 1 - Fenofases reprodutivas de urucuzeiro (*Bixa orellana*) no período de maio de 1991 a junho de 1992, em Belém, PA.

Com relação ao desenvolvimento do fruto, verificou-se que o período de crescimento teve a duração de 40 a 45 dias, quando o fruto atingiu o tamanho médio de 40,9 ± 2,97mm de altura por 25,7 ± 2,67mm de diâmetro.

Os testes sobre sistema reprodutivo indicaram que o urucuzeiro é uma planta de polinização cruzada (alógama), mas que apresenta também autogamia (Tabelas 1 e 2).

TABELA 1 - Percentual de frutificação de *B. orellana*, resultante de diversos cruzamentos controlados em Belém, PA, no período de 09 a 22 de janeiro de 1992.

Tipos de cruzamentos	Frutificação (%)
Xenogamia c/ emasculação	60
Xenogamia s/ emasculação	76
Geitonogamia c/ emasculação	56
Geitonogamia s/ emasculação	44
Autopolinização Manual	80
Autopolinização Espontânea	28
Apomixia	12
Controle	52

TABELA 2 - Tempo de formação do fruto, percentual de frutificação e número médio de sementes, resultante de diversos cruzamentos controlados em *Bixa orellana*, no período de 11 de janeiro a 22 de março de 1993, em Belém, PA.

Tipos de cruzamento	Desenvolvimento do fruto (Dias)	Frutificação (%)	Número médio de sementes
Xenogamia c/ emasculação	40-45	65	43
Xenogamia s/ emasculação	40-45	80	49
Geitonogamia c/ emasculação	40-45	60	42
Geitonogamia s/ emasculação	40-45	62	46
Autopolinização manual	40-45	85	50
Autopolinização espontânea	40-45	32	35
Apomixia	45-50	5	--
Controle	40-45	55	47

A presença de alogamia e autogamia em taxas muito semelhantes demonstra que pode ocorrer autofecundação em flores de urucuzeiro, entretanto observando-se os resultados dos testes de sistema reprodutivo, quanto à xenogamia e autopolinização espontânea, verificou-se que a importância dos agentes polinizadores está diretamente relacionada à frutificação e produção de sementes, que alcança maiores índices quando há interferência de agentes externos de polinização.

Um grande número de insetos é atraído pelas flores do urucuzeiro. Os principais polinizadores encontrados constam na Tabela 3.

TABELA 3 - Insetos polinizadores de urucuzeiro na região de Belém, PA.

Família	Espécie
Anthophoridae	*Xylocopa frontalis*
Anthophoridae	*Xylocopa aurulenta*
Anthophoridae	*Epicharis rustica*
Anthophoridae	*Epicharis (Hoplepicharis) affinis*
Anthophoridae	*Centris similis*
Apidae	*Bombus transversalis*
Apidae	*Bombus brevivillus*
Apidae	*Eulaema cingulata*
Apidae	*Eulaema meriana*
Apidae	*Melipona melanoventer*
Apidae	*Euglossa* sp.

As espécies relacionadas na Tabela 3 são abelhas de médio a grande porte (12mm a 28mm). Quando chegam à flor, pousam nos estames, segurando-os com suas mandíbulas e pernas, realizando um movimento vibratório. O pólen é liberado em forma de nuvem, caindo sobre o estigma e pétalas da flor, bem como sobre o corpo da abelha, onde é posteriormente transferido à escopa (no caso dos Anthophoridae) e à corbícula (no caso dos Apidae). No momento da vibração, um zumbido característico pode ser ouvido a até cinco metros de distância. Este mecanismo de

polinização por vibração é conhecido como "buzz-pollination". Estas abelhas chegam às flores logo aos primeiros raios de sol, cerca de quinze minutos após a antese. O movimento de visitas é bastante intenso até às 8:30 horas da manhã, depois diminui progressivamente.

Além dessas espécies, foi observada a presença de *Trigona fulviventris* forçando a retirada de pólen pelo orifício das anteras. *Apis mellifera, Trigona* sp. e um díptera da família *Syrphidae* recolhem o pólen que cai nas pétalas por ação das abelhas vibradoras.

Foi observada a presença de vespas (*Polistes* sp.) e de formigas (*Solenopsis saevissima*) coletando o néctar produzido nos nectários extra-florais. *S. saevissima* foi encontrada constantemente nas inflorescências, como se estivesse "patrulhando" o local (Tabela 4).

TABELA 4 - Outros insetos relacionados às flores do urucuzeiro em Belém, PA.

Família	Espécie	Comportamento
Apidae	*Trigona fulviventris*	"Ordenha" as anteras para coletar pólen
Apidae	*Trigona* sp.	"Catadora"de pólen
Apidae	*Apis mellifera*	Idem
Syrphidae	*Eristalis* sp.	Idem
Formicidae	*Solenopsis saevissima*	Protege afídeos em nectários extra-florais, realiza patrulha
Formicidae	Não identificada	Idem
Vespidae	*Polistes infuscatus*	Predação de visitantes

Dentre os visitantes, os mais freqüentes foram *X. frontalis* e *E. Rustica* (Figs. 2 e 3), ambas pertencentes à família Anthophoridae. As abelhas vibradoras são encontradas em todas as famílias de Apoidea, com exceção de Megachilidae. As abelhas do gênero *Xylocopa* são polinizadoras importantes de diversas plantas tropicais, inclusive de algumas culturas de importância econômica como feijão, mamão "papaya" e maracujá. A *E. rustica* é uma das espécies que contribui na polinização da castanha-do-brasil. As abelhas visitantes do urucuzeiro nidificam, de um modo geral, em florestas, sendo importante haver mata próximo aos plantios, para garantir a presença destes indivíduos e a manutenção da polinização natural.

O comportamento de *T. fulviventris*, fenômeno conhecido pelo termo "milking", pois assemelha-se à ordenha, certamente pouco contribui na polinização do urucuzeiro, visto que estas abelhas não realizam vibração, são de tamanho diminuto e ao chegarem nas flores, pousam diretamente sobre os estames, não contactando com o estigma, na maioria das vezes. No caso de *A. mellifera* e da outra espécie de *Trigona*, é ainda mais improvável que ocorra polinização, pois as abelhas nem ao menos tocam nos órgãos reprodutivos da flor. As espécies acima estão classificadas como "catadoras".

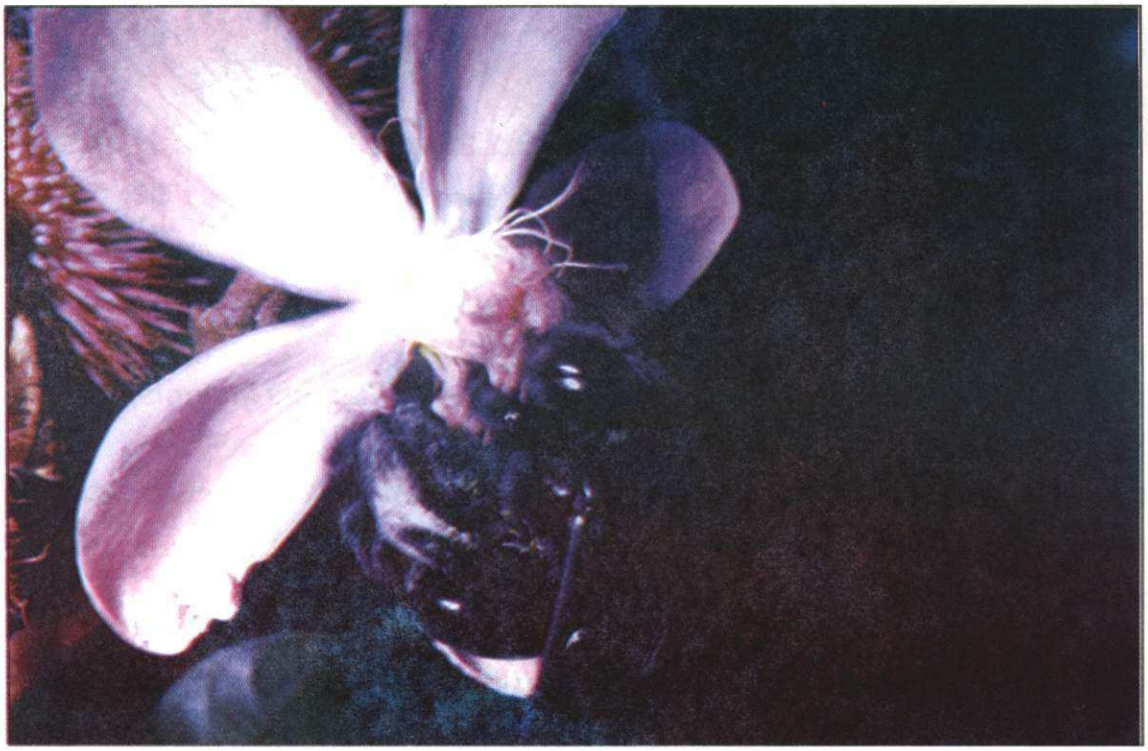


FIG. 2 - *Xylocopa frontalis* (Anthophoridae) polinizando flor de urucuzeiro (*Bixa orellana*), em Belém, PA.

FIG. 3 - *Epicharis rustica* (Anthophoridae) polinizando flor de urucuzeiro (*Bixa orellana*), em Belém, PA.

Experimento 2 - Ecologia da polinização do bacurizeiro (*Platonia insignis*)

O bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart., *Clusiaceae*) foi estudado quanto aos aspectos da biologia reprodutiva, devido à carência de informações sobre este tema e a baixa quantidade de frutos obtidos em relação ao número de flores emitidas.

Os estudos foram basicamente desenvolvidos no Campo Experimental da EMBRAPA-CPATU,situado em Belém, PA , em árvores com idade de oito (enxertadas), doze e 30 anos.

Em 1992, foram feitas observações preliminares com o auxílio de binóculos, sobre o horário de abertura da flor e animais visitantes diurnos. O volume de néctar foi medido com o auxílio de pipetas e provetas milimetradas. A morfologia da flor foi estudada e a zona de receptividade do estigma foi determinada utilizando-se microscópio estereoscópio e peróxido de hidrogênio 130 volumes (H_2O_2) a 0,5%. Foram feitas fotografias para melhor analisar o comportamento dos visitantes nas flores.

No ano de 1993, as observações foram intensificadas, algumas vezes cobrindo as 24 horas do dia, para se determinar o horário da abertura das flores. Realizaram-se observações sobre os visitantes diurnos e noturnos, utilizando binóculo e máquina fotográfica. Nas observações noturnas foi utilizado binóculo sensível a ondas infravermelhas.

Para as observações diurnas, foi feito um levantamento da freqüência e diversidade dos insetos visitantes, no horário das 6:00h às 18:00h, coletando-se os indivíduos pousados nas flores abertas de hora em hora, durante 30 minutos. Para este estudo, utilizou-se rede entomológica e frascos mortíferos. Após coletados e mortos, os insetos foram identificados no Laboratório de Entomologia da EMBRAPA-CPATU e no Departamento de Zoologia do Museu Paraense Emílio Goeldi.

Foi investigada a receptividade do estigma, a viabilidade dos grãos de pólen e o teor de glicose do néctar (grau Brix). Para isso, foram coletadas três flores a cada hora, das 6:00h às 18:00h, e levadas ao laboratório onde retiravam-se os estigmas mergulhando-os em peróxido de hidrogênio 130 volumes a 0,5%, observando-se a intensidade de formação de bolhas de ar (indicativo da receptividade); para o estudo da viabilidade dos grãos de pólen, coletava-se o pólen em lâminas, corava-se com "Cotton Blue" em Lactophenol e observava-se sob estereomicroscópio; os grãos corados de azul eram considerados viáveis.

O grau Brix foi determinado utilizando-se tubos capilares e refratômetro portátil devidamente calibrado. Foi feita a classificação botânica da flor. Investigou-se a presença de osmóforos, mergulhando as flores em solução de vermelho neutro, a 1%, por duas horas, e pigmentos, submetendo-as a vapores de hidróxido de amônia, a 5%.

Investigou-se o sistema reprodutivo através de polinizações controladas entre três indivíduos enxertados com oito anos de idade, conforme metodologia a seguir: após a coleta das flores, as mesmas foram fixadas em solução de FAA (30% formol, 10% ácido acético e 60% álcool) e assim mantidas até o momento do preparo para a observação. Este preparo consistia nas seguintes etapas: 1) lavagem das amostras em água corrente por 30'; 2) amolecimento em solução 4M de NaOH, por 6h; 3) lavagem por 4h, para retirada dos resíduos e estacionamento do processo; 4) coloração em anilina azul descolorida a 1% em 0,1M de K_3PO_4, por 4h; 5) esmagamento da amostra entre lâmina e lamínula de tal forma que toda a superfície do estigma pudesse ser visualizada e 6) observação sob microscópio provido de luz ultravioleta.

Foi realizada uma viagem ao Campo Experimental de Tracuateua, da EMBRAPA, com a finalidade de fazer o levantamento dos polinizadores locais, pois nesta região o bacurizeiro ocorre naturalmente em grandes aglomerados. Foi utilizada filmadora e máquina fotográfica para auxiliar na identificação dos visitantes.

Observou-se que a flor do bacurizeiro é grande, com cerca de 8cm de comprimento, terminal, perpendicular, cíclica, actinomorfa, hermafrodita e alógama (Fig. 4). O tipo de prefloração é imbricada; o gineceu é do tipo sincárpico; o ovário é súpero, pluricarpelar e plurilocular; o tipo de placentação é marginal-central; o tipo de óvulo é reto ou ortótropo e a deiscência da antera é longitudinal. A coloração externa das pétalas é rosada, podendo ir de róseo claro a róseo intenso, o pólen é amarelo claro e o estigma é esverdeado. A flor apresenta numerosos estames coalescentes na base formando cinco feixes opostos às pétalas e estigma divididos em cinco lóbulos que ficam em um plano superior aos estames (Fig. 5) e oferta pólen e néctar em abundância. Os grãos de pólen estão envoltos em óleo, formando um aglomerado viscoso. Esta viscosidade do pólen impede sua dispersão pelo vento, tornando necessária a presença de um vetor biótico para efetuar o transporte do mesmo de um indivíduo para outro.

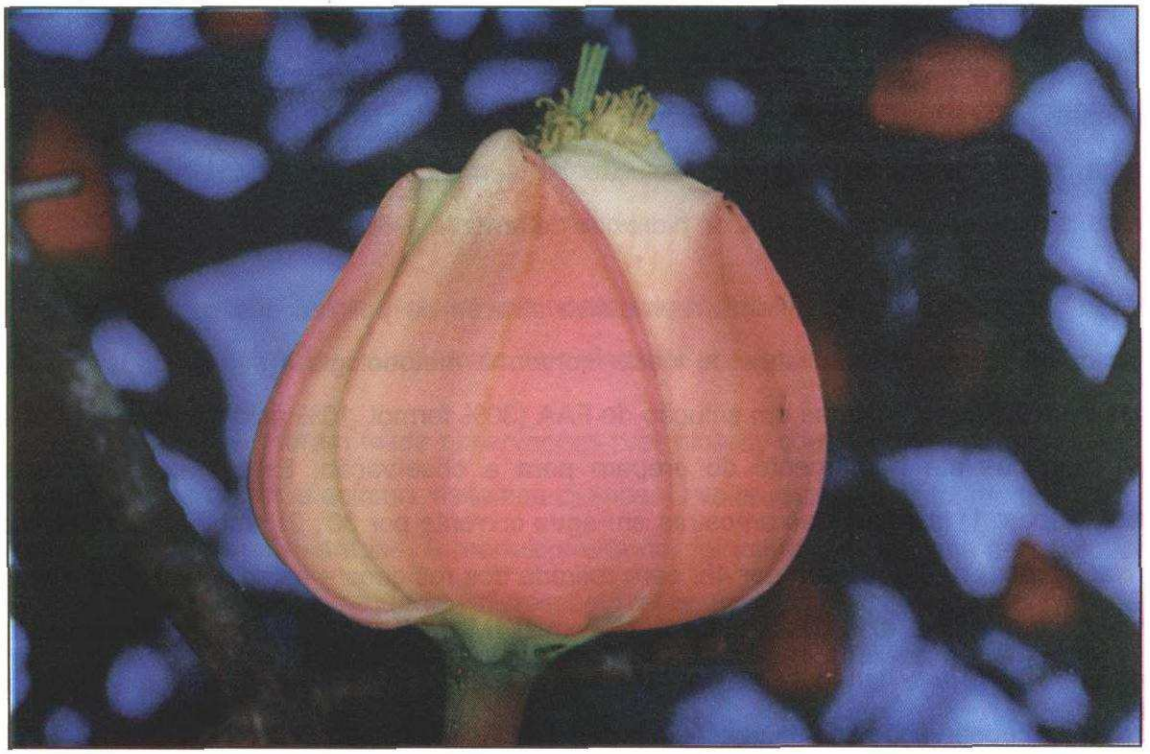


FIG. 4 - Flor de bacurizeiro (*Platonia insignis*), em Tracuateua, PA.

FIG. 5 - Flor de bacurizeiro (*Platonia insignis*) aberta evidenciando os órgãos reprodutivos, em Belém, PA.

As flores abrem-se ao amanhecer, por volta de 5:30h às 6:00h, ficando abertas o dia todo, até por volta de 22:00h às 23:00h, quando as pétalas começam a se desprender e cair.

O volume de néctar é grande, podendo atingir 3,1ml por flor, entretanto nas horas mais quentes do dia o volume diminui consideravelmente. Acredita-se que esta diminuição ocorre, em parte, devido à evaporação e também pela ação dos visitantes (vespas e pássaros), bastante elevada nestas horas. O grau Brix apresentou uma variação de 6,8% a 16,3% (Fig. 6), com os valores mais baixos no período da manhã, quando o volume de néctar era maior, aumentando o grau à medida que diminuía a quantidade de néctar. A média diária ficou em 10,8%.

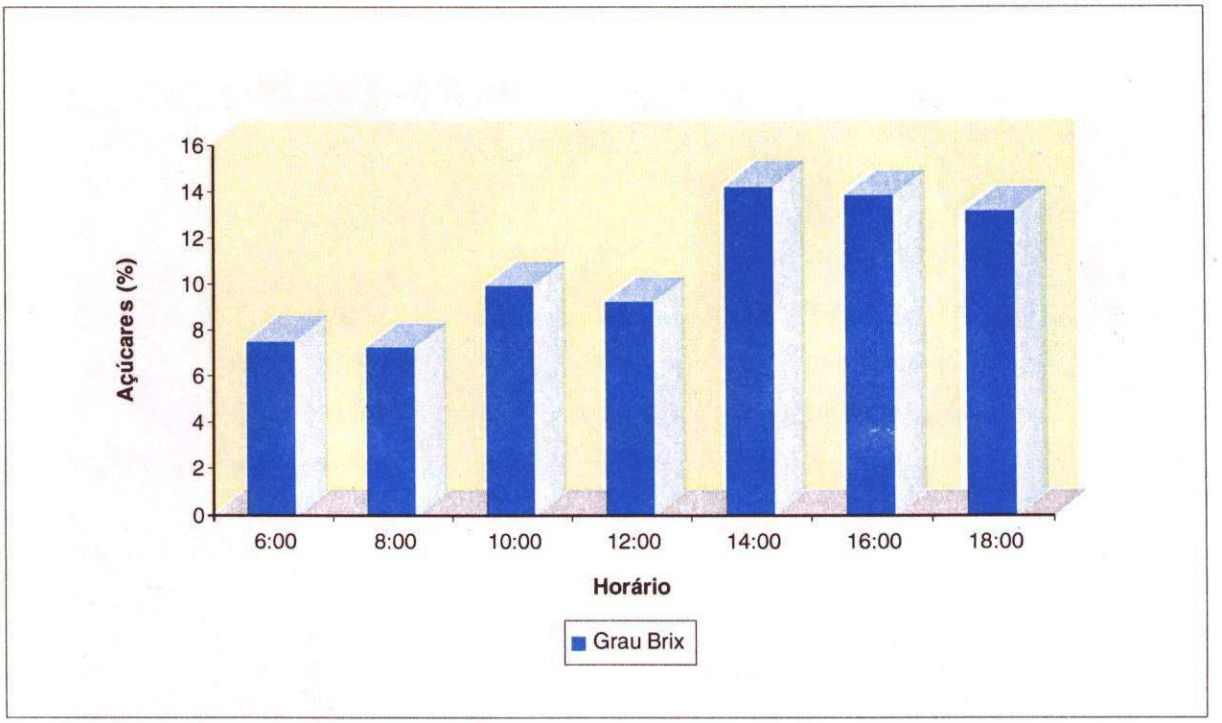


FIG. 6 - Variação do grau Brix no néctar de flores de bacurizeiro *(Platonia insignis)* em Belém, PA.

Verificou-se que o estigma fica bastante receptivo desde a antese até por volta das 16:00h, e depois diminui sua receptividade. A zona de maior receptividade está localizada no ápice dos lóbulos, que quando analisados sob microscópio, nota-se um orifício por onde os tubos polínicos penetram. Observou-se também a formação de bolhas no ponto central de convergência dos lóbulos, o que provavelmente seria decorrente da exposição de tecidos que sofreram alguma fissura no momento do afastamento dos mesmos, visto que permanecem unidos enquanto a flor está fechada e no início da antese. Os grãos de pólen permaneceram viáveis durante todo o dia.

Os testes sobre o sistema reprodutivo indicaram alogamia acentuada, não ocorrendo crescimento de tubo polínico no estigma de flores polinizadas com o próprio pólen (autoincompatibilidade esporofítica), conforme demonstraram os resultados expostos na Tabela 5, contudo, novos testes utilizando-se um maior número de amostras e indivíduos de uma mesma população e de populações distintas, deverão ser realizados para melhor elucidar o estudo da biologia floral desta espécie.

TABELA 5 - Resultado dos cruzamentos realizados entre três indivíduos enxertados de bacurizeiro (*Platonia insignis*), em Belém, PA.

Cruzamentos	Planta A_m	Planta B_m	Planta C_m
Planta A_f	*----	-----	**---
Planta B_f	-----	-----	**---
Planta C_f	***--	***--	-----

(*) presença de tubo polínico, (-) ausência de tubo polínico,
(m) doadora de grãos de pólen e *(f)* receptora de grãos de pólen

O teste para detectar osmóforos indicou que estes estão presentes principalmente na borda e face externa das pétalas e em toda extensão do estilete. Em reação com vapores de hidróxido de amônia, a flor assumiu uma coloração amarelo-esverdeada, evidenciando a presença de flavonol como pigmento.

Os visitantes encontrados constituíram dois grupos distintos, insetos e pássaros (Tabela 6). Dentre os insetos, foram encontradas seis espécies de vespas, *Polistes infuscatus, Polistes carnifex, Synoeca surinama, S. virginea, Polybia striata* e *P. rejecta*, que visitam a flor ao longo do dia, com uma freqüência mais elevada no período de 12:00h às 12:30h (Fig. 7), pousando pelo lado externo das pétalas para sugar o néctar. A espécie predominante foi *Polistes infuscatus* com 53% de freqüência (Figs 8 e 9). Abelhas das espécies *Trigona fulviventris, T. pallens* e *T. branneri* apresentaram o mesmo comportamento das vespas, além de provocar pequenos ferimentos nas bordas e face externa das pétalas para a coleta de resina, contudo, seu horário de atividades é pela manhã. Foi constatada a presença de orifícios na base das pétalas de botões prestes a abrir, provavelmente feitos pelas *Trigona* para a pilhagem de néctar ou coleta de resina. Tripes e pequenos coleópteros foram coletados entre os estames, provavelmente alimentando-se de pólen. Alguns dípteros foram coletados.

TABELA 6 - Polinizadores efetivos e ocasionais de bacurizeiro (*Platonia insignis*) no Estado do Pará.

Polinizadores efetivos	Polinizadores ocasionais ou visitantes
Aves	Aves
- Psittacidae	- Coerebidae
Pionites leucogaster leucogaster	*Cyanerpes caeruleus*
Brotogeris chrysopterus tuipara	- Icteridae
Aratinga leucophtalmus leucophtalmus	*Cacicus cela*
	- Thraupidae
	Ramphocelus carbo carbo
	Thraupis episcopus episcopus
	Thraupis palmarum palmarum
	Insetos
	- Vespoidea
	- Vespidae
	Polistes infuscatus
	Polistes carnifex
	Synoeca surinama
	Synoeca virginea
	Polybia striata
	Polybia rejecta
	- Apoidea
	Apidae (Meliponinae)
	Trigona fulviventris
	Trigona pallens
	Trigona branneri

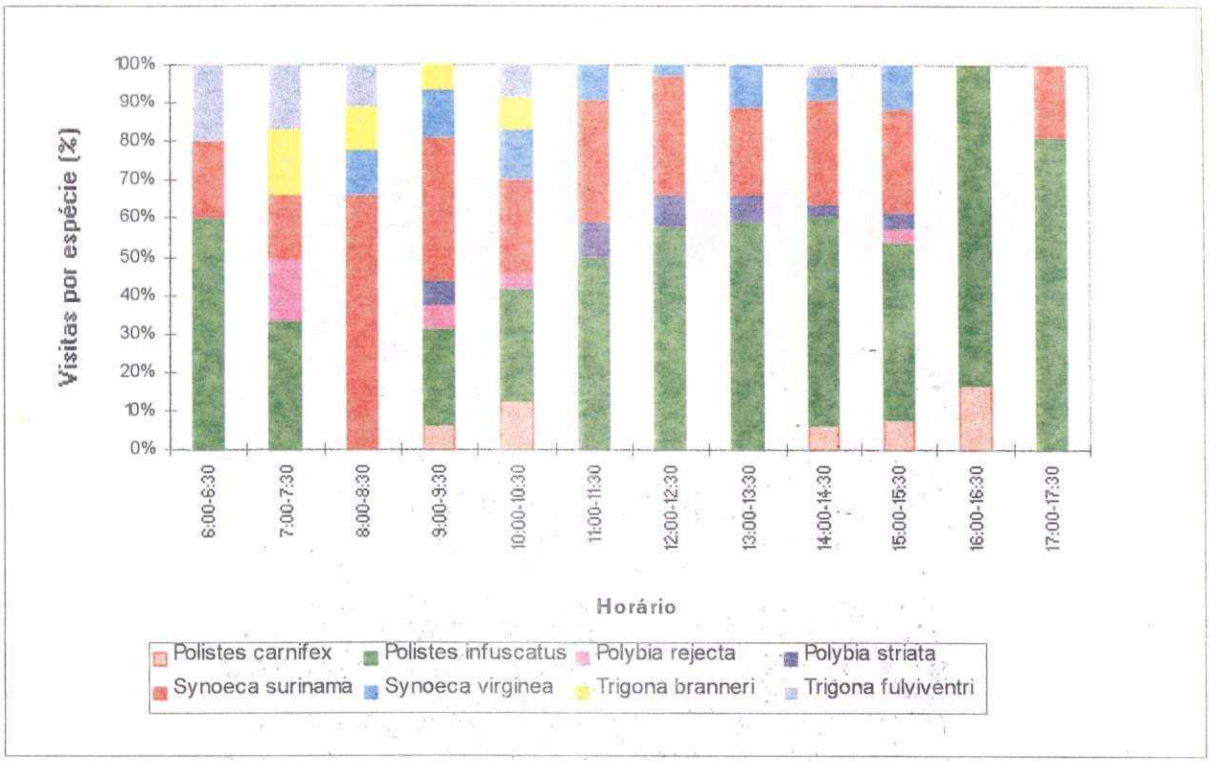


FIG. 7 - Freqüência de insetos visitantes de flores de bacurizeiro (*Platonia insignis*) ao longo do dia, em Belém, PA.

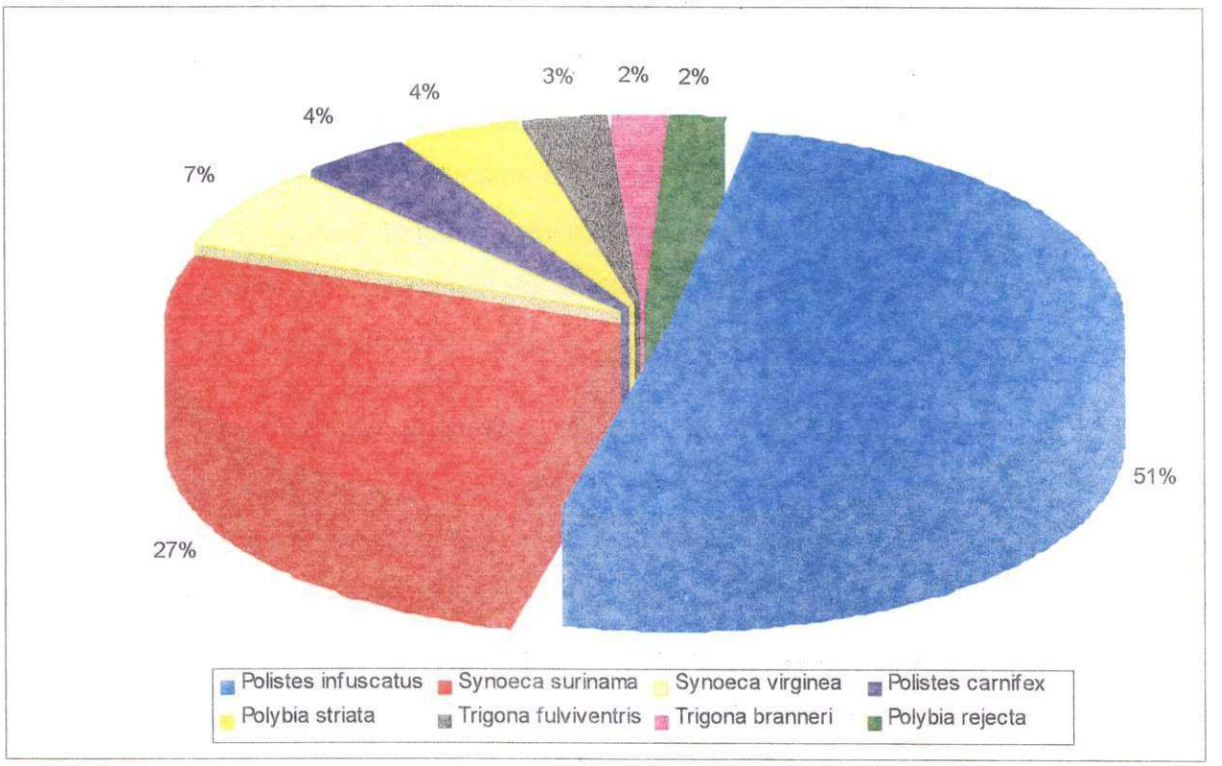


FIG. 8 - Freqüência de ocorrência de vespas em flores de bacurizeiro (*Platonia insignis*), em Belém, PA.

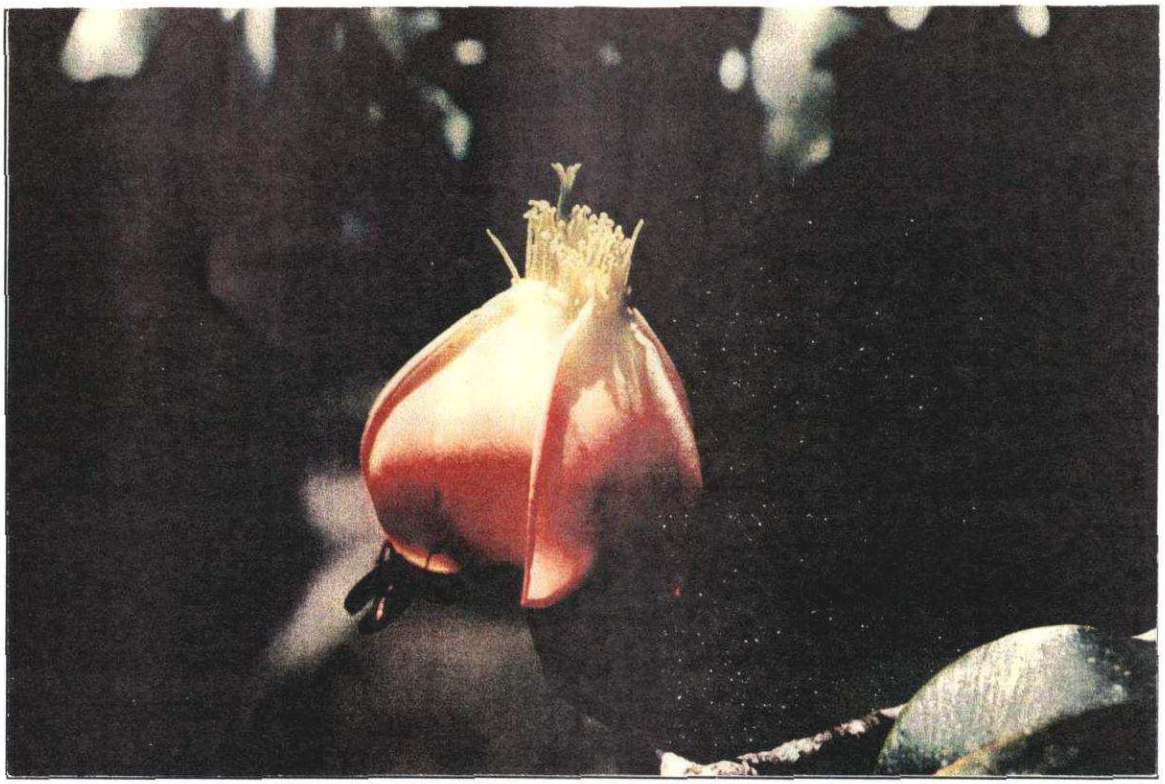


FIG. 9 - *Polistes infuscatus* (*Vespidae*) coletando néctar em flor de bacurizeiro (*Platonia insignis*), em Belém, PA.

Os visitantes que mais se destacaram foram os pássaros das famílias Psittacidae (*Pionites leucogaster leucogaster, Brotogeris chrysopterus tuipara* (Fig. 10) e *Aratinga leucophtalmus leucophtalmus*-este encontrado em Tracuateua) comumente conhecidos por curicas e periquitos; Coerebidae (*Cyanerpes caeruleus* ou saí-de-perna-amarela); Icteridae (*Cacicus cela*, ou japiim) e Thraupidae (*Ramphocelus carbo carbo*, ou pipira, *Thraupis episcopus episcopus* e *Thraupis palmarum palmarum*, respectivamente sanhaço-azul e sanhaço-do-coqueiro) que chegam às flores logo após a antese, para se alimentar de pólen (no caso dos psitacídeos) e néctar.

Quanto ao comportamento dos psitacídeos, observou-se que estes pássaros geralmente voam em bandos com mais de dez indivíduos, e foram vistos em árvores de bacurizeiro nas regiões de Belém e Tracuateua. As visitas ocorreram pela manhã, entre 7:00h e 10:30h. Durante as visitas, os pássaros pousaram em um galho e passaram a alimentar-se de pólen e néctar. Depois de 20 a 30 minutos, o bando saia em revoada, retornando ou não após 30 - 60 minutos ao antigo local de forrageamento. Não foi observado psitacídeos de espécies diferentes em uma mesma árvore durante uma mesma visita. Observou-se territorialismo intra e interespecífico entre os icterídeos no momento em que estes alimentavam-se de néctar. Segundo relato de moradores da

região, a presença de periquitos em bacurizeiros em floração, é um evento muito comum, existindo a falsa idéia de que a queda das flores estaria condicionada à ação destes pássaros, o que não foi observado, pois, após a visita as flores permaneciam perfeitas.

Observando-se o comportamento dos visitantes, verificou-se que os insetos, apesar da elevada freqüência nas flores, não atuam como polinizadores. Constatou-se que os psitacídeos realizam a polinização de maneira eficiente quando se alimentam de pólen e néctar, ao contrário dos demais visitantes que vão em busca apenas de néctar, pelo lado externo da flor, e não entram em contato com os órgãos reprodutivos. Após a visita destes pássaros, algumas flores foram coletadas e analisadas sob microscópio estereoscópio, onde foi constatada a presença de grãos de pólen aderidos ao ápice dos lóbulos do estigma, região de maior receptividade comprovada pelos testes com peróxido de hidrogênio. Assim, o bacurizeiro demonstrou ter uma síndrome de polinização ornitófila. A ornitofilia, ou seja, a polinização realizada por pássaros, é um fenômeno tipicamente tropical, ocorrendo nas Américas, Austrália, Ásia tropical e parte da África. A Europa não possui plantas polinizadas por pássaros, sendo esta a razão deste processo ter sido ignorado por autores clássicos.

FIG. 10 - *Brotogeris chrysopterus tuipara* (Psittaciade), principal polinizador de bacurizeiro (*Platonia insignis*) na região de Belém, PA.

Apesar da grande abundância de néctar e disponibilidade do mesmo durante todo o período diurno, foi pouco observada a presença de beija-flores, pássaros mais especializados em plantas que possuem na constituição de seu néctar maiores concentrações de açúcares (em geral acima de 20%) e de disacarídeo sacarose em relação às hexoses, glicose e frutose, estes dois últimos, mais comuns em flores procuradas por passeriformes. O néctar do bacurizeiro não foi analisado quanto aos diferentes açúcares que o compõem, contudo, com base no comportamento dos visitantes de suas flores, acredita-se que o mesmo poderá possuir maiores quantidades de frutose e glicose do que de sacarose. Estudos realizados afirmam que existem algumas diferenças entre as flores polinizadas por beija-flores e as polinizadas por outros pássaros. As primeiras geralmente posicionam-se horizontalmente ou pendentes, expondo os órgãos reprodutivos. O outro grupo, geralmente apresenta uma vara (poleiro) próximo às flores, e estas estão voltadas para cima, exatamente como ocorre com as flores do bacurizeiro.

A coloração avermelhada das flores do bacurizeiro constitui forte indício de polinização ornitófila, pois os pássaros têm capacidade de enxergar esta cor, o que não acontece com a maioria dos insetos.

É importante mencionar que não há registros da atuação de psitacídeos como polinizadores de espécies vegetais neotropicais.

Experimento 3 - Ecologia da polinização do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*)

Estudos sobre a biologia floral de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum - *Sterculiaceae*) indicaram que a baixa produtividade desta planta pode ser melhorada através do incremento da polinização natural ou artificial.

A partir de 1993 foram feitas observações sobre os insetos que visitavam as flores do cupuaçuzeiro, em duas áreas distintas: A - Campo Experimental da EMBRAPA-CPATU, em Belém, PA, em plantio consorciado com pupunha (*Bactris gasipaes*), ingá (*Inga edulis*) e açaí (*Euterpe oleracea*); B - plantios comerciais de cupuaçuzeiro no município de Tomé-Açu. Em ambas as áreas foram realizadas coletas e observações sobre o comportamento dos insetos que visitavam as flores

do cupuaçuzeiro, observando-se a morfologia externa dos visitantes usada para coleta e transporte de pólen, horário de visita às flores e recurso floral coletado. O comportamento dos insetos nas flores foi registrado através de fotografias, o que permitiu separar os insetos que contribuíam para a polinização, daqueles considerados prejudiciais às flores.

Parte dos insetos visitantes foram identificados no Laboratório de Entomologia da EMBRAPA-CPATU e parte foi enviada para especialistas na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto - USP e da Universidade Federal do Maranhão. Alguns espécimes foram introduzidos na coleção entomológica do CPATU.

Além dos insetos visitantes foram coletadas flores de cupuaçuzeiro em vários estádios de desenvolvimento que estavam sendo danificadas por larvas de insetos, tendo sido criadas no laboratório até a emergência dos adultos.

Observou-se que a flor do cupuaçuzeiro é pequena, hermafrodita, alógama, oferta pólen e néctar e tem aroma de amêndoas. A antese pode iniciar a qualquer hora do dia, porém, geralmente só é completada a partir do meio dia. A maioria das flores abrem entre 15:00h e 16:00h (Fig. 11), entretanto em plantio situado em Tomé-Açu, a antese ocorre a partir das 7:30h. As flores permanecem abertas durante a noite, e quando não são fecundadas, caem no terceiro dia. Sua coloração é muito atrativa, pois contrasta o marfim das cógulas com o vinho das sépalas e estaminódios (Fig. 12). Essas cores alteram-se quando a flor entra em senescência. O período de receptividade do estigma compreeende-se desde a abertura até por volta das 10:00h do dia seguinte.

FIG. 11 - Botão floral de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) iniciando antese em Belém, PA.

FIG. 12 - Flor de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) em Belém, PA.

As características morfológicas e o horário de abertura das flores indicam que a síndrome de polinização é entomófila, podendo ser melitófila ou cantarófila.

Dentre os principais insetos visitantes, destacaram-se as abelhas sem ferrão, das espécies *Trigona fulviventris, Plebeia minima* e *Trigonisca sp.* e pequenos besouros, um Curculionidae do gênero *Baris* e um Carabidae não identificado, além de outros microcoleópteros.

As abelhas encontradas são diminutas, de 2mm a 5mm, e pertencem à subfamília Meliponinae. Têm como característica a formação de colônias perenes em cavidades preexistentes em ocos de árvores, cipós ou em tijolos dentro de paredes. Estas abelhas têm uma freqüência de visitas muito baixa, sendo encontradas no período das 7:30h às 10:30h e das 15:30h às 18:00h. Seu comportamento nas flores é compatível com a função de polinizadores, pois coletam pólen, ficando com o corpo todo recoberto e voam para outras flores, transportando o pólen de uma planta para outra (Tabela 7).

TABELA 7 - Polinizadores efetivos e ocasionais do cupuaçuzeiro no Estado do Pará.

Polinizadores efetivos		Polinizadores ocasionais	
Família	Espécie	Família	Espécie
Apidae	*Plebeia minima*	Curculionidae	*Baris* sp.
Apidae	*Trigona fulviventris*	Chrysomelidae	Não identificado
Apidae	*Trigonisca* sp.	Carabidae	Não identificado

Os coleópteros encontrados nas flores estavam com o corpo recoberto de pólen, porém sua função na flor corresponde a polinizadores eventuais. Alguns destes insetos estão sendo investigados com mais detalhes, especialmente sobre o ciclo de vida e a possível criação em laboratório.

Foi observado elevado índice de queda de botões florais em cupuaçuzeiros de plantios comerciais em Belém e, principalmente, em Tomé-Açu. Este fato está relacionado ao ataque de pragas, pois estes botões apresentavam pontos necrosados que indicavam a ocorrência de postura. Por este motivo foram coletados botões caídos no solo, em plantio da EMBRAPA-CPATU,

que foram levados ao laboratório e colocados em recipientes de vidro para aguardar a emergência do adulto. Deste material, nasceram oito coleópteros (*Baris* sp.) e um lepidóptero (mariposa).

Em viagens realizadas a Tomé-Açu, outros botões com pontos necrosados foram coletados em três propriedades e conduzidos para Belém. Foi dissecado um determinado número de botões, e as larvas encontradas foram contadas, e separadas as larvas de coleópteros e das de dípteros. Observou-se maior incidência de larvas de dípteros nos botões. As larvas de dípteros encontradas foram dispostas em placas de petri com uma camada de areia lavada. As larvas de coleópteros foram cuidadosamente devolvidas aos botões florais e estes foram também dispostos em placas de petri com areia. Grupos de botões com quatro tamanhos diferentes (estádios de desenvolvimento) foram colocados em recipientes de plástico com uma base de papel toalha umedecido e em placas de petri com areia. Após dez dias, alguns adultos de dípteros começaram a emergir e alguns exemplares foram enviados a especialistas para identificação. Poucos adultos do gênero *Baris* foram encontrados. Na Tabela 8 estão relacionados os insetos encontrados danificando os botões florais do cupuaçuzeiro e os danos causados.

TABELA 8 - Principais danos provocados em botões de cupuaçuzeiro, em Belém e Tomé-Açu, PA.

Insetos	Espécie	Danos causados
Diptera	Espécie 1	Imaturos desenvolvem-se no interior dos botões, alimentando-se de partes florais. O botão fica flácido, com líquido armazenado, depois seca, mas não se desprende da árvore.
Diptera	Espécie 2	Idem
Diptera	Espécie 3	Idem
Curculionidae	*Baris* sp.	Apenas um imaturo se desenvolve no interior dos botões, alimentando-se de partes florais. O botão seca e cai ao solo.

Experimento 4 - Ecologia da polinização da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*)

A castanheira (*Bertholletia excelsa* H.B.K., *Lecythidaceae*) destaca-se como uma das plantas mais nobres e valiosas da floresta amazônica. Entretanto, sabe-se que a relação entre a floração e a frutificação na castanheira é baixíssima, cerca de 0,4%.

A partir de 1994 foram iniciadas observações sobre a ecologia da polinização desta planta. Foram selecionados cinco indivíduos de castanheira precoce em um plantio com quinze anos de idade, situado na área experimental da EMBRAPA-CPATU.

A partir de março de 1994 foram realizadas observações fenológicas quinzenais de ordem qualitativa e sobre a ocorrência, duração e freqüência dos seguintes eventos: floração (botão floral e flor); frutificação (fruto verde, maduro, sem semente e disseminação) e mudança foliar (folha nova e madura, desfolha parcial e total). Associados às variáveis de eventos reprodutivos, foram levados em consideração dados meteorológicos (precipitação pluviométrica, temperatura do ar, umidade relativa do ar e insolação) obtidos na Estação Meteorológica da EMBRAPA-CPATU.

Durante o período de floração, foram coletados os insetos visitantes das flores, observando-se o comportamento nas flores para determinar sua importância no processo de polinização.

Foram conduzidas observações sobre a biologia floral, tais como morfologia floral, detecção de osmóforos, contagem de óvulos, estames e grãos de pólen (utilizando lâmina Neubauer - hemacitômetro), número de flores abertas/dia em inflorescências. Foi fotografada a superfície de estigmas visitados e não-visitados por polinizadores com Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), visando observar a importância destes agentes na polinização.

Estes procedimentos estão sendo realizados com o auxílio de uma torre metálica de 10m de altura instalada no plantio da EMBRAPA-CPATU. Foram realizadas viagens aos municípios de Capitão-Poço e Marabá para coleta de dados sobre a polinização.

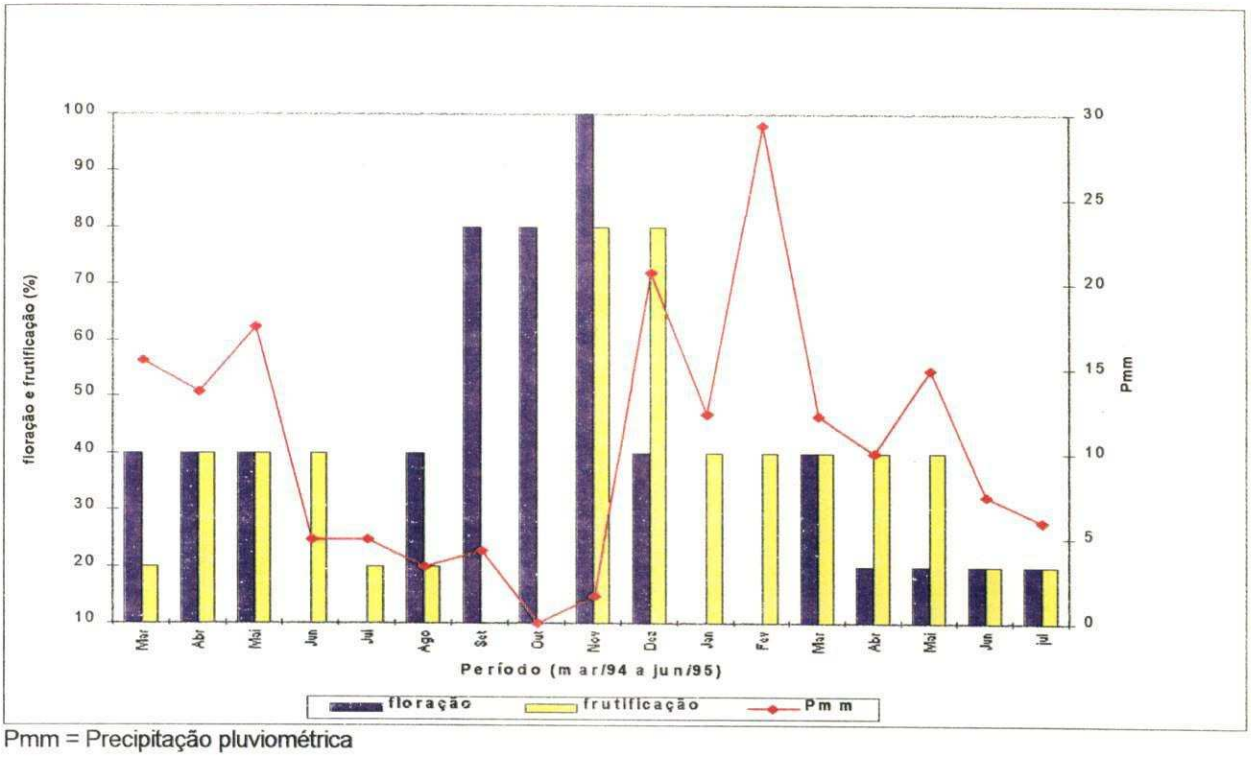
Os dados de fenologia coletados até o momento consistiram em período de mudança foliar, surgimento de botões, floração e frutificação (Tabela 9). Dentre as plantas selecionadas, as de números 1 e 2 apresentaram a fenofase de floração mais pronunciada nos meses de março a junho,

coincidindo com o período chuvoso, entretanto houve também floração nos meses de agosto a novembro. As plantas 3, 4 e 5 manifestaram a fenofase de floração no período menos chuvoso, ou seja, nos meses de setembro a dezembro (Fig. 13). A fenofase de frutificação variou de acordo com cada indivíduo. Na fenofase de mudança foliar o surgimento de folhas novas precedeu o aparecimento de botões florais (Fig. 14). Alguns indivíduos apresentaram desfolha total. Observou-se ocorrência de variações intra-específicas quanto à fenologia reprodutiva dos indivíduos estudados, assim, a partir de janeiro de 1995, foram acrescentados mais três indivíduos de castanheira para os estudos de fenologia. Na Fig.15 estão os dados meteorológicos coletados na Estação Meteorológica da EMBRAPA-CPATU, no período de março de 1994 a junho de 1995.

TABELA 9 - Dados fenológicos de floração, frutificação e mudança foliar em cinco plantas selecionadas de *Bertholletia excelsa*, em Belém, PA, no período de março de 1994 a julho de 1995.

Indivíduos	1994																					1995															
	M	M	A	A	M	M	J	J	J	J	A	A	S	S	O	O	N	N	D	D	J	J	F	F	M	M	A	A	M	M	J	J	J	J
1	b	b	b								b	b	b			b	b	b							b	b									
		f	f	f	f	f						f	f				f	f	f							f									
	n	n	n	n	m	m	N	N	N	N	n	n	n	n	n	n	m	m	m	m	m	m	N	N	N	N	N	n	n	m	m	m	m	m	m	m
2	b	b						b	b		b	b	b			b	b	b						b	b	b		b	b	b	b				
		f	f	f	f	f						f	f					f								f	f			f	f	f	f			
							v	v	v	v	v	v	M	M	M																					
	N	N	n	n	m	m	N	N	N	N	n	n	n	n	n	n	m	m	m	m	m	m	N	N	N	n	n	n	n	n	n	n	m	m		
3																b	b	b	b																	
																	f	f	f	f																	
																		v	v	v	v	v	v	v	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
	n	n	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	P	P	n	n	n	n	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
4													b	b	b	b	b																			
													f	f	f	f	f	f	f	f																	
	v	v	v	v	v	v	M	M										v	v	v																
	m	m	m	m	m	m	P	T	N	N	n	n	n	n	n	n	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	P	P	T	N
5												b	b		b	b	b	b																		
													f	f	f	f	f	f	f																		
																		v	v	v	v	v	v	v	v	M	M	M	M							
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	P	T	N	n	n	n	n	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	P	T	N	n

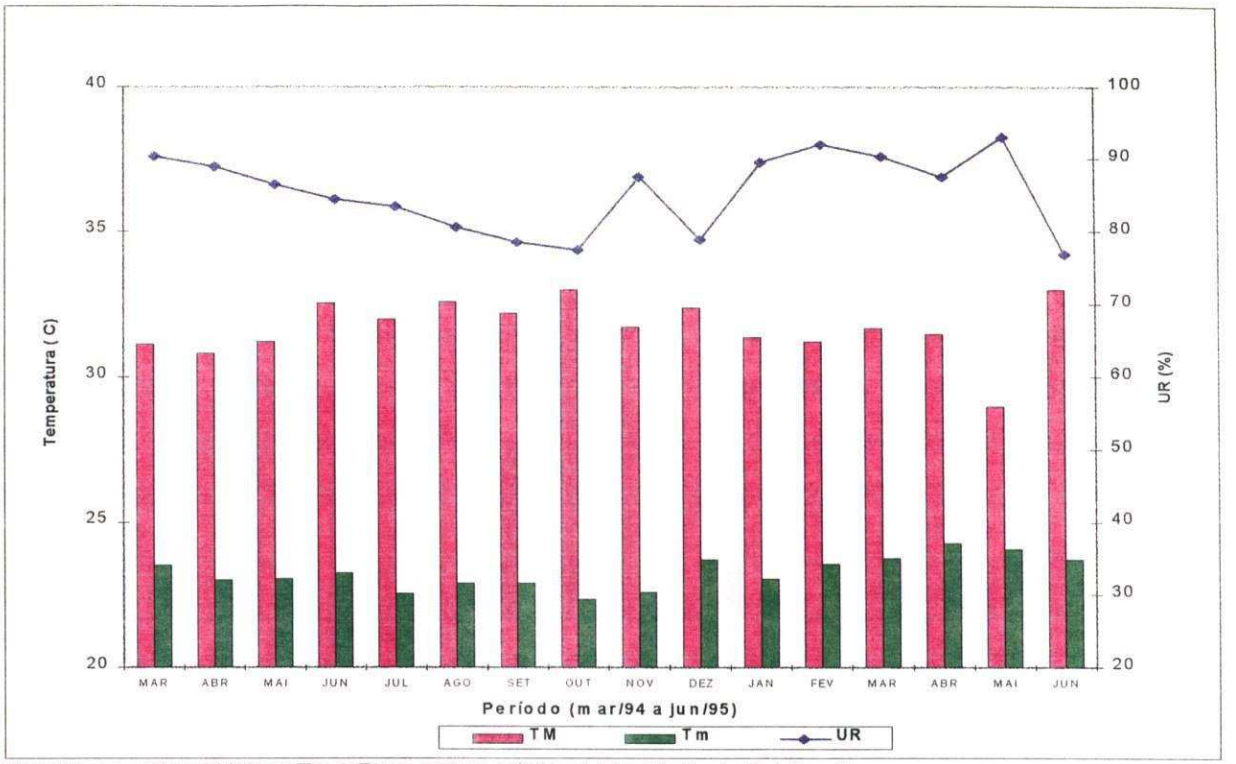
b = botão floral; f = floração; v = fruto verde; M = fruto maduro; N = folha nova aparecendo; n = copa completa com folha nova; m = copa completa com folha madura; P = desfolha parcial; T = desfolha total.



Pmm = Precipitação pluviométrica

FIG. 13 - Comportamento das fenofases de floração e frutificação da castanheira-do-brasil em relação a precipitação pluviométrica da área de estudo no período de março de 1994 a junho de 1995, em Belém, PA.

FIG. 14 - Ramo de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) lançando folhas novas, em Belém, PA.



TM = Temperatura Máxima; Tm = Temperatura mínima; UR = Umidade Relativa do ar

FIG. 15 - Dados meteorológicos de temperatura e umidade relativa do ar observados na Estação Meteorológica da EMBRAPA-CPATU no período do estudo.

Observou-se que a castanheira apresenta inflorescências com uma média de 0,76 (n=182) flores abertas por dia, em alguns casos até três flores foram encontradas, mas em geral apenas uma (Figs. 16 e 17). Estas flores abrem-se de madrugada, ao amanhecer, e possuem uma morfologia especial com pétalas aderidas em forma de chapéu, permitindo apenas que insetos grandes e fortes penetrem para coletar pólen ou néctar (Fig. 18). O teste para detecção de osmóforos indicou a concentração das glândulas de cheiro na parte interna da flor. Como recurso floral foram encontrados néctar e pólen. A contagem de óvulos revelou que existem flores com quatro ou cinco lóculos, sempre apresentando cinco óvulos por lóculo, assim foram encontrados 20 ou 25 óvulos nas flores analisadas. O número médio de estames foi de 90,3±6,7, o número médio de grãos de pólen foi de 601.993,98 e a razão pólen/óvulo foi de 26.755,29.

FIG. 16 - Aspecto geral da floração da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), em Belém, PA.

FIG. 17 - Flor de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), em Belém, PA.

FIG. 18 - Abelha (*Xylocopa frontalis*) penetrando na flor da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), em Belém, PA.

O material analisado com MEV demonstrou acentuada diferença na quantidade de grãos de pólen presentes na superfície dos estigmas de flores visitadas e não-visitadas. A superfície do estigma da castanheira possui estruturas semelhantes a papilas que facilitam a aderência do pólen. Observou-se que as flores não-visitadas apresentavam pequena quantidade de pólen aderido, enquanto que nas flores visitadas, esta quantidade era visivelmente superior, recobrindo quase que totalmente a superfície estigmática. Foi possível observar ainda o crescimento de tubo polínico em alguns grãos de pólen.

Observou-se que a atividade de insetos visitantes é mais elevada imediatamente após a antese até cerca de 7:00h, porém o período de visitas pode estender-se até às 11:00h. Dentre os visitantes foram encontradas abelhas de grande porte das famílias Apidae (*Bombus brevivillus, Bombus transversalis, Eulaema sp.*) e Anthophoridae (*Xylocopa frontalis, Centris sp., Epicharis rustica, Epicharis (Hoplepicharis) affinis*). Algumas abelhas foram coletadas e enviadas para identificação na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP (Tabela 10).

TABELA 10 - Polinizadores de castanha-do-brasil no Estado do Pará, região de Belém.

Família	Espécie
Anthophoridae	*Xylocopa frontalis*
Anthophoridae	*Xylocopa aurulenta*
Anthophoridae	*Epicharis rustica*
Anthophoridae	*Epicharis (Hoplepicharis) affinis*
Anthophoridae	sp .1 (não identificado)
Apidae	*Bombus brevivillus*
Apidae	*Bombus transversalis*
Apidae	*Eulaema* sp.

Conclusões preliminares

Experimento 1:

Em termos de "recompensa", a flor do urucuzeiro somente oferece pólen aos seus visitantes, o que é uma das características das flores polinizadas por vibração. O pólen do urucuzeiro é classificado como atrativo primário, muito utilizado na alimentação de larvas de abelhas.

Certos atributos apresentados pelas flores do urucuzeiro são típicos de flores polinizadas por abelhas, como por exemplo a coloração, o horário da ântese, o recurso ofertado e o aroma. Outras características florais como simetria radial, contraste de cor, reflexão de ultravioleta e antera de deiscência poricida, são encontrados em flores polinizadas por vibração.

Foi comprovado que os insetos visitantes das flores do urucuzeiro são basicamente abelhas vibradoras, das famílias Apidae e Anthophoridae. Assim, o urucuzeiro é uma planta que apresenta autogamia e alogamia, porém sua produtividade é superior quando polinizada por um grupo de abelhas vibradoras, sendo que *Xylocopa frontalis* e *Epicharis rustica* são as mais

importantes. Não foi detectada ineficiência e/ou escassez de polinizadores na área estudada, entretanto recomenda-se a quem for plantar urucuzeiro, deixar área de mata ou capoeira próximo ao plantio, para assegurar a presença das abelhas. Assim, não será necessário desenvolver programas de criação e manejo dos polinizadores.

Experimento 2:

Como "recompensa", as flores do bacurizeiro oferecem aos visitantes néctar e pólen em abundância, o que atrai grande diversidade de animais.

Características como néctar em grande quantidade e com baixa concentração de açúcares; pólen viscoso e abundante; flor grande com estruturas robustas e esclerosadas; cor viva e atraente, geralmente escarlate ou avermelhada; ausência de cheiro e guias de nectários e período diurno de disponibilidade dos recursos, indicam que a polinização é realizada por pássaros.

Foram encontrados pássaros polinizando as flores de bacurizeiro, destacando-se os periquitos, fato inédito dentre os estudos de ecologia da polinização de plantas amazônicas.

O bacurizeiro é uma planta alógama, com síndrome de polinização ornitófila, onde os principais agentes polinizadores no nordeste do Estado do Pará, pertencem à família Psittacidae (*Pionites leucogaster leucogaster, Brotogeris chrysopterus tuipara* e *Aratinga leucophtalmus leucophtalmus*). Em populações naturais foram encontrados indivíduos de bacurizeiro ocorrendo de maneira agrupada, estas concentrações provavelmente são formadas por árvores geneticamente semelhantes, já que esta espécie possui grande regeneração através de brotações radiculares. Os psitacídeos constituem-se excelentes polinizadores para esta planta, visto que possuem grande alcance de vôo e desta forma podem efetuar a troca gênica entre populações distantes entre si.

No caso de plantações comerciais para a produção de frutos, deve se tomar cuidado para que não haja total uniformidade genética no plantio, como por exemplo, utilizar-se clones oriundos de um só indivíduo, ou até mesmo de uma só população, o que poderia provocar o insucesso do empreendimento, pois esta planta necessita de polinização cruzada. É também importante preservar áreas de mata ao redor do plantio, habitat natural dos polinizadores.

Experimento 3:

Estão sendo realizadas viagens ao interior do Estado do Pará, com a finalidade de localizar ninhos de *T. fulviventris*, *P. minima* e *Trigonisca*, para iniciar a criação destas abelhas em caixas de madeiras. Um ninho de *Trigonisca* foi coletado em Ananindeua e transferido para uma pequena caixa de madeira.

A baixa produtividade do cupuaçuzeiro pode melhorar com o incremento da polinização natural. É muito importante o desenvolvimento de programas de criação e manejo de polinizadores, utilizando-se as espécies de abelhas encontradas polinizando naturalmente as plantas estudadas. Para se comprovar a eficácia destes programas, serão realizados ensaios de polinização, distribuindo-se ninhos de abelhas dos gêneros *Plebeia* e *Trigonisca* em plantios comerciais. Será observada a resposta das plantas quanto à produtividade, medida através da quantidade e peso dos frutos, em relação à atuação dos polinizadores.

Devido ao elevado índice de queda dos botões florais, especialmente em áreas de produtores de Tomé-Açu, serão conduzidas investigações sobre as pragas encontradas, visando desenvolver medidas de controle.

Experimento 4:

A castanheira-do-brasil é uma planta alógama com síndrome de polinização melitófila. Os principais polinizadores no Estado do Pará são abelhas das famílias Apidae e Anthophoridae, destacando-se as *espécies Xylocopa frontalis, Epicharis rustica, E. affinis* e *Bombus brevivillus*. Está sendo realizado um levantamento de ninhos destas abelhas para se iniciar a criação das mesmas em laboratório. O desenvolvimento de programas de criação e manejo de polinizadores será imprescindível para a expansão do cultivo em larga escala desta planta.

Difusão de tecnologia

- Apresentação de palestra do trabalho Insetos relacionados à biologia floral do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*)", na CEPLAC, dia 25.11.92.

- Artigo publicado no jornal "Folha de São Paulo", caderno Agrofolha, com o título "EMBRAPA QUER PRESERVAR POLINIZADORES", dia 09.02.93.

- Apresentação de painéis dos trabalhos "Ecologia da polinização de urucu (*Bixa orellana*) em Belém, PA." e "Notas sobre a biologia reprodutiva de bacuri (*Platonia insignis*) em Belém, PA" no XLIV Congresso Nacional de Botânica, realizado em São Luís, MA, no período de 24 a 30.01.93.

- Apresentação de painel e exposição oral do trabalho "Aspectos da biologia reprodutiva de urucu (*Bixa orellana* L.) em Belém, PA" no III Seminário de Iniciação Científica da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, realizado em Belém, PA, em abril de 1993 e no XIII Congresso Brasileiro de Iniciação Científica em Ciências Agrárias, realizado em Areia, PB, de 31.10 a 06.11.93.

- Apresentação de painéis no Workshop "Geração de Tecnologia Agroindustrial para o Trópico Úmido". Convênio CPATU/JICA, em março de 1994: "Ecologia da polinização do urucu (*Bixa orellana*) em Belém, PA" e "Ecologia da polinização do bacuri (*Platonia insignis*) em Belém, PA".

- Apresentação de seminário sobre "A polinização de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*)", com o consultor Dr. Jun Nakamura em dezembro de 1994.

- Apresentação de painel do trabalho "Ecologia da Polinização de urucuzeiro (*Bixa orellana* L.) em Belém - PA." no II Congresso Brasileiro de Corantes Naturais. II Simpósio Brasileiro de Urucu, realizado em Belém, PA, em setembro de 1994.

- Apresentação de painel e exposição oral do trabalho "Levantamento de animais visitantes de flores de bacurizeiro (*Platonia insignis*) em Belém, PA", no IV Seminário de Iniciação Científica da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, realizado em Belém, em setembro de 1994 e no II Congresso de Brasileiro de Ecologia, realizado em Londrina, em dezembro de 1994.

- Apresentação de painel e exposição oral do trabalho "Fenologia qualitativa de floração frutificação e mudança foliar em castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), Belém, PA", no V Seminário de Iniciação Científica da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, realizado em Belém, em setembro de 1995.

- Orientação a três bolsistas de Iniciação Científica do CNPq sobre metodologia de pesquisa em biologia floral, polinização e criação de abelhas.

- Atendimento ao público externo (estudantes, produtores, outros) e interno (pesquisadores).