POLINIZAÇÃO
ENTOMÓFILA EM CAJUEIRO
(*Anacardium occidentale* L.)
NO LITORAL DE PACAJUS-CE

FRANCISCO DEOCLÉCIO GUERRA PAULINO

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. LUÍS CARLOS MARCHINI

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de Concentração: Entomologia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Dezembro - 1992

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - FCLQ/USP

Paulino, Francisco Deoclécio Guerra
P328p Polinização entomófila em cajueiro (Anacardium occidentale
L.) no litoral de Pacajus-CE. Piracicaba, 1992.
70 p.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Abelha em caju - Polinização - Pacajus, CE 2. Caju - Po
linização - Pacajus, CE I. Escola Superior de Agricultura Luiz
de Queiroz, Piracicaba

CDD 634.573
582.0463

POLINIZAÇÃO ENTOMÓFILA EM CAJUEIRO
(*Anacardium occidentale* L.) NO LITORAL DE PACAJUS-CE

Autor: Francisco Deoclécio Guerra Paulino

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Luis Carlos Marchini	ESALQ/USP
Prof. Dr. Sinval Silveira Neto	ESALQ/USP
Profª Drª Regina H. Nogueira Couto	UNESP/Jaboticabal

Prof. Dr. Luis Carlos Marchini
Orientador

OFEREÇO

A JÚLIO CÉSAR CAMPOS

(in memoriam) por tudo que fez;

A meu pai ANTONIO PAULINO

A minha mãe GILDETE;

A minha sogra ADALGISA

Aos meus irmãos.

A minha esposa ÁUREA e
a meus filhos DIEGO e LUCAS,
objetivo maior dessa realização,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Luis Carlos Marchini, professor do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pela orientação e estímulo na realização desta pesquisa;

Ao Dr. Levi de Moura Barros, do Centro Nacional de Pesquisa do Caju, EMBRAPA/CNPc, pelas valiosas sugestões;

Aos professores do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pelos ensinamentos recebidos;

Aos professores Dr. Sinval Silveira Neto e Dr. Roberto Antonio Zucchi do Departamento de Entomologia ESALQ/USP e a professora Dr^a Vera Ligia Letizio Machado do Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da UNESP-Rio Claro - São Paulo, pela identificação dos insetos;

Ao professor Dr. Evêneo Berti Filho do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pela elaboração do "Summary";

À Universidade Federal do Ceará (UFC), pela oportunidade de realização do Curso de Pós-Graduação e à CAPES pela concessão da bolsa;

Aos professores do Departamento de Zootecnia da UFC José Adalberto Gadêlha, Pedro Z. de Souza e Raymundo Mauro Araripe pelo estímulo e consideração;

Ao Centro Nacional de Pesquisa do Caju, EMBRAPA/CNPc, na pessoa do Dr. João Pratagil Pereira de Araújo;

Aos pesquisadores da EMBRAPA/CNPq, Dr. Adroaldo Guimarães Rossetti e Ervino Bleicher, pela inestimável colaboração;

À professora Dr^a Marisa A. d'Arce e à estagiária Erika Maria Roel, do Departamento de Ciências e Tecnologia Industrial da ESALQ/USP, pela valiosa colaboração;

Aos meus cunhados, Roberto Morse, Jorge Washington, Aracy, Alcegis, Adalci, Agicilda e aos meus concunhados Heliomar Sampaio e Aristides pelo estímulo e consideração;

Aos funcionários da EMBRAPA/CNPq Roque e Williams pelo auxílio nas coletas de dados;

Aos colegas Renato Arleu, Sônia, Maurício e Néilton pelo incentivo;

Aos Engenheiros Agrônomos Antonio Roberto Barreto de Melo e Raimundo Nonato Távora Costa, pelo incentivo e apoio;

Às bibliotecárias Kátia M.P. Andrade e Eliana M.G. Sabino, pela eficiente revisão das referências bibliográficas;

Aos colegas do curso de Pós-Graduação em Entomologia, pelo companheirismo;

A todos que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xi
SUMMARY	xiii
 1. INTRODUÇÃO	 01
 2. REVISÃO DE LITERATURA	 07
2.1. O cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i> L.) ...	07
2.2. O cajueiro no Brasil	08
2.3. Taxonomia, origem e dispersão	09
2.4. Aspectos morfológicos	10
2.5. Cajueiro do tipo comum	14
2.6. Cajueiro do tipo anão precoce	15
2.7. Alguns aspectos da biologia floral do ca- jueiro	16
2.7.1. Inflorescências e flores	16
2.7.2. época de florescimento	19
2.7.3. Antese	20
2.7.4. Deiscência da antera e receptivida- de do estigma	21
2.8. Importância da polinização entomófila para o cajueiro	23
2.8.1. Polinização em cultura de cajueiro.	27
 3. MATERIAL E MÉTODOS	 35
3.1. Localização do Campo Experimental de Paca- jus (CEP)	35
3.2. Caracterização da área experimental	35
3.2.1. Clima	35
3.2.2. Solo	36

3.3. Testes de polinização em cultura de cajueiro	38
3.3.1. Teor de umidade	40
3.3.2. Teor protéico bruto	40
3.3.3. Cinzas	41
3.3.4. Teor de óleo	41
3.4. Análise estatística	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1. Teste de polinização	43
4.1.1. Insetos visitantes	43
4.1.2. Horário e número de visitas	49
4.1.3. Duração das visitas	53
4.1.4. Número de frutos fixados	54
4.1.5. Peso dos frutos	58
4.1.6. Composição centesimal dos frutos ..	60
5. CONCLUSÕES	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

LISTA DE TABELAS

TABELA Nº		Página
1	Parâmetros climáticos médios do Campo Experimental de Pacajus-CE (EMBRAPA, 1990) .	37
2	Características físicas e químicas dos solos; valores médios nos horizontes superficiais (Ap) e subsuperficiais (B2T ou C) (EMBRAPA, 1990)	37
3	Taxons capturados nas panículas de cajueiro anão-precoce no período de agosto a setembro. Pacajus (CE), 1991	47
4	Fontes de variação, graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM) e significância para número (NU) e duração das visitas (DV) de abelhas às panículas de cajueiro anão-precoce, clone CCP-06. Pacajus (CE), 1991	51
5	Médias do número e duração de visitas (s) de abelhas (<i>Apis mellifera</i> L.) às panículas de cajueiro no clone CCP-06, em diferentes horários. Pacajus (CE), 1991	51
6	Fontes de variação, graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM) e significância para número de frutos fixados por panículas ensacadas e não ensacadas de dois clones de cajueiro-anão-precoce. Pacajus, (CE), 1991	55

7	Análise conjunta dos dois experimentos, entre os períodos de avaliação e da proteção das panículas de cajueiro-anão-precoce, sobre a variável número de frutos fixados. Pacajus (CE), 1991	55
8	Médias do número de frutos fixados em panículas não ensacadas e ensacadas em dois clones de cajueiro anão-precoce. Pacajus (CE), 1991	56
9	Análise da variância do peso (g) de frutos oriundos de panículas ensacadas e não ensacadas de cajueiro-anão-precoce. Pacajus (CE), 1991	58
10	Médias do peso (g) dos frutos oriundos de panículas ensacadas e não ensacadas de dois clones de cajueiro-anão-precoce. Pacajus (CE), 1991	59
11	Composição centesimal (%) de amêndoa de castanha de cajueiro-anão-precoce "in natura" oriundas de panículas ensacadas e não ensacadas de dois clones de cajueiro anão-precoce	61

LISTA DE FIGURAS

FIGURA Nº		Página
1	Médias do número de visitas de abelhas (<i>Apis mellifera</i> L.) às panículas de cajueiro anão-precoces, do clone CCP-06 em diferentes horários. Pacajus (CE), 1991	52
2	Médias de duração das visitas de abelhas (<i>Apis mellifera</i> L.) às panículas de cajueiro anão-precoces, clone CCP-06, em diferentes horários. Pacajus (CE), 1991.	54
3	Médias do número de frutos fixados em panículas ensacadas e não ensacadas de dois clones de cajueiro anão-precoces. Pacajus (CE), 1991	57
4	Médias do peso (g) de frutos colhidos em panículas ensadas e não ensacadas de dois clones de cajueiro-anão-precoces. Pacajus (CE), 1991	59

POLINIZAÇÃO ENTOMÓFILA EM CAJUEIRO
(*Anacardium occidentale* L.) NO LITORAL DE PACAJUS - CE

Autor: Francisco Deoclécio Guerra Paulini
Orientador: Prof. Dr. Luís Carlos Marchini

RESUMO

Objetivando-se estudar a polinização entomófila no cajueiro, desenvolveu-se o presente trabalho no Campo Experimental de Pacajus (CEP), EMBRAPA/CNPc no período de julho à setembro de 1991. Utilizaram-se os clones CCP-06 e CCP-76, sendo selecionadas 10 plantas para cada um, em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial. Registraram-se as espécies de insetos visitantes, o horário das visitas de abelhas do gênero *Apis*, o número de frutos fixados, o peso dos frutos de panículas ensacadas e não ensacadas e a análise centesimal da amêndoa. Os dados foram submetidos à análise da variância mostrando que *Apis mellifera* é a espécie predominante entre as coletadas (*Polybia ignobilis*, *Brachygastra lecheguana*, *Camponotus* sp., *Polybia* sp.; *Zethus* sp., *Polistes* sp., *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *grisescens*, *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *cearensis*, *Ornidia obesa* e *Dysdercus* sp.); a menor fixação de frutos ocorreu em panículas ensacadas em relação às não ensacadas (clone CCP-06 17,27 e 0,87, clone CCP-76 16 e 0,93, respectivamente; a duração média de visitas de *Apis* é 10 segundos e o pico

máximo de visitas ocorre entre 9h e 14h30; as panículas não ensacadas apresentaram frutos mais pesados em relação às ensacadas (clone CCP-06 6,63g e 4,88g, CCP-76 8,58g e 7,68g, respectivamente); o clone CCP-06 apresentou maior variação na composição da amêndoa "in natura" com menores teores de óleo (6,23%) e cinzas (12,50%) e maiores teores de proteína bruta (8,21%) e carboidratos (6,32%) nas panículas ensacadas em relação às não ensacadas.

ENTOMOPHILOUS POLLINATION ON CASHEW TREE
(*Anacardium occidentale* L.) COSTLAND OF PACAJUS,
STATE OF CEARA, BRAZIL

Author: Francisco Deoclécio Guerra Paulino

Adviser: Prof. Dr. Luís Carlos Marchini

SUMMARY

This research deals with the entomophilous pollination on cashew tree. The experiments were carried out in the Experimental Field of Pacajus (EMBRAPA/CNPQ), State of Ceara, Brazil, from July to September 1991. The clones CCP-06 and CCP-76 were utilized, by selecting 10 plants of each one, in a factorial totally randomized design. The following data were registered: species of visiting insects, the hourly visits of bees of the genus *Apis*, the number of set fruits, the weight of fruits from bagged and non bagged panicles, and the centesimal analysis of the nut. These data were submitted to the variance analysis. The results were as follows: *Apis mellifera* is the predominant species among the ones collected (*Polybia ignobilis*, *Brachygastra lecheguana*, *Camponotus* sp., *Polybia* sp., *Zethus* sp., *Polistes* sp., *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *grisescens*, *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *cearensis*, *Ornidia obesa* and *Dysdercus* sp.); the lowest setting of fruits occurred in the bagged panicles, when compared to fruits from non bagged panicles (clone CCP-06 17,

27 and 0.87, clone CCP-76 16 and 0.93 respectively; the mean duration of *Apis* visits is 10 seconds and the highest peak of visits occurs between 9:00 and 11:30 a.m.; the non bagged panicles produced heavier fruits when compared to fruits from non bagged panicles (clone CCP-06 6.63 and 4.88, clone CCP-76 8.58 and 7.68, respectively); the clone CCP-06 presented the highest variation in the composition of the nut "in nature, lower contents of oil and higher contents of crude protein in the bagged panicles, in relation to the non bagged ones, 48.2% and 51.4%, 30.35% and 28.00%, respectively.

1. INTRODUÇÃO

O cajueiro, planta eminentemente tropical disseminada em quase toda faixa intertropical terrestre, como planta cultivada ou não, é considerada pela maioria dos autores modernos que se dedicaram ao seu estudo, como sendo o litoral nordestino do Brasil, provavelmente, o centro de origem e dispersão dessa frutífera.

Quando chegaram ao Brasil os colonizadores já encontraram-no amplamente disseminado na faixa litorânea, conforme se tem notícia e atestam as primeiras citações a seu respeito. Por outro lado praticamente todas as espécies descritas do gênero *Anacardium* são originárias do continente americano excetuando-se apenas quatro delas (*A. caracolii*, *A. encardium*, *A. excelsum* e *A. rhinocarpus*) que não são encontradas no Brasil.

Embora o nordeste brasileiro não seja a região que encerra o maior número de espécies do gênero, tem sido considerada a região onde *A. occidentale* apresenta maior

diversidade e adaptação, com uma grande variedade de tipos dentro da espécie, com relação ao porte, hábito de crescimento, coloração e tamanho das folhas, frutos e pseudofrutos (pedúnculo).

A cajucultura encontra-se disseminada em quase todos os estados do país concentrando-se na região nordeste a maior produção, onde ocupam lugar de destaque os estados do Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte, responsáveis por 94,52% da produção nordestina (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1991).

Atualmente pode-se afirmar que o cajueiro ocorre numa área geograficamente compreendida entre as latitudes de 30° Norte e 31° Sul, em grande número de países e em muitos dos quais acha-se perfeitamente aclimatado. Vale ressaltar que inequivocamente o homem foi o mais eficiente agente de dispersão dessa cultura, tanto do litoral nordestino para o restante do país, quanto desse para as mais longínquas regiões onde hoje é cultivado.

O cajueiro é uma frutífera atualmente encontrada em grande parte do mundo tropical, todavia, em termos econômicos, sua força maior concentra-se na Índia, Brasil, Moçambique e Tanzânia. No Brasil a cultura encontra-se disseminada em 20 Unidades da Federação, contudo a região nordeste, contribuiu com 99,98% da produção nacional no ano de 1989, onde destacam-se os estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, responsáveis por 94,5% da produção brasileira (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1991).

O cajueiro é cultivado comercialmente para a obtenção da amêndoa da castanha (ACC), do líquido da casca (LCC) e de produtos derivados do pedúnculo, como doces, sucos, aguardente, cajuína, licores, vinhos, além do relevante papel que a cultura exerce no tocante a absorção da mão-de-obra no meio rural e urbano por ocasião da safra.

Em termos de área cultivada, no Brasil, a região nordeste encerra mais de 98%, sendo por ordem de importância os estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, os responsáveis por mais de 80% do cultivo. A expansão da cultura nesses estados deveu-se principalmente as favoráveis condições climáticas, existência de terras a baixos preços e concentrações das fábricas de beneficiamento de castanha e pedúnculo. Estima-se que atualmente a área ocupada com a cultura, considerando-se a existência das formações nativas e dos pequenos plantios, atinja 400.000 ha. A cajucultura é uma atividade econômica e social que além de gerar divisas superiores a 110 milhões de dólares, garante renda para mais de 800.000 pessoas anualmente (EMBRAPA, 1987).

O Brasil é o primeiro produtor mundial de castanha, com 193.000 toneladas métricas (FAO, 1992) e segundo exportador de amêndoa de castanha e primeiro do líquido da casca. É também o pioneiro na industrialização do pseudofruto, com mais de 30000 toneladas de sucos e significativo volume de doces e outros produtos que são consumidos no mercado interno (EMBRAPA, 1987).

Aproximadamente 90% do total produzido dos produtos da industrialização da castanha de caju são destinados ao mercado externo, sendo EUA o principal mercado consumidor, em virtude dos exportadores brasileiros preferirem o mercado americano pelas facilidades existentes nas transações comerciais e a proximidade entre os portos do Nordeste e Nova York. Além dos EUA, figuram como consumidores o Canadá, Países Baixos, Alemanha, Áustria, África do Sul, França e outros, cuja participação não atinge 5% do volume de exportação.

Apesar da importância econômica da cajucultura, notadamente na região nordeste, o rendimento médio anual sofreu um considerável decréscimo no intervalo compreendido entre as safras de 1974/1975 e 1977/1988, apresentando atualmente um rendimento médio de 240 kg de castanha por hectare contra aproximadamente 740 kg obtido na safra 1974/1975 (EMBRAPA, 1990).

Atualmente há uma preocupação constante das entidades de pesquisa, indústrias e cajucultores no sentido de rever a estrutura de produção e retomar o crescimento do rendimento da cultura para torná-la mais rentável no decorrer dos próximos anos. Para isso é necessário que se faça uma análise dos fatores intrínsecos e extrínsecos, responsáveis pelos baixos rendimentos. Dentre os fatores intrínsecos a participação dos insetos como agentes polinizadores deve ser visto como um provável fator de aumento de produtividade da

cultura. Esses vegetais que apresentam estruturas anatômicas adequadas à polinização cruzada tem a possibilidade de mostrar algumas vantagens como a quebra da frequência genética, permitindo assim novas combinações de fatores hereditários, o que poderá redundar no aumento de produção de frutos e sementes.

A polinização ineficiente do cajueiro provavelmente seria uma das causas da baixa produtividade da cultura segundo DAMODARAM et al., 1966. Por outro lado FREE & WILLIAMS (1976) verificaram a importância positiva dos insetos polinizadores do cajueiro, afirmando que por uma razão ou outra as plantas menos produtivas são menos atrativas para os insetos do que as mais produtivas.

Considerando-se a grande expressão econômico-social da cultura na região nordestina, especialmente no litoral cearense, e segundo BARROS (1988a) a participação dos insetos como agentes polinizadores é notável nessa região, destacando-se as formigas pretas e abelhas. O presente trabalho foi desenvolvido na micro região Litoral de Pacajus, onde encontra-se implantado o Centro Nacional de Pesquisa do Cajú - CNPCa da EMBRAPA e teve como objetivos:

- coletar os exemplares de insetos visitantes das panículas e sua identificação para um melhor conhecimento das espécies de maior interesse;
- verificar o efeito do impedimento de visitas de insetos às panículas na fixação de frutos;

- registrar os horários de maior ou menor visitaço dos insetos durante quatro períodos estabelecidos no decorrer do dia;

- determinar dentro dos períodos estabelecidos o número de visitas de insetos às panículas;

- observar e determinar com relação aos períodos referidos anteriormente a duração das visitas de abelhas do gênero *Apis* por se tratar de uma espécie entre os polinizadores bióticos que desperta maior interesse para as culturas de um modo geral;

- determinar a média de peso dos frutos (castanhas) fixados e desenvolvidos em inflorescências ensacadas e não ensacadas;

- determinar a média do número de frutos fixados em panículas ensacadas e não ensacadas;

- determinar os teores de cinza, óleo, proteína e carboidratos dos frutos fixados e desenvolvidos nas panículas ensacadas e não ensacadas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.)

O cajueiro, planta provavelmente originária do Brasil, está hoje disseminada na maioria dos países tropicais do mundo. Cerca de 82% da sua produção está restrita à Índia, Brasil, Tanzânia, Quênia, Moçambique e Malásia, onde exerce destacável papel sócio-econômico a nível local, regional ou nacional, por se tratar de uma atividade geradora de recursos externos e absorver a mão-de-obra, na indústria e no campo (FAO, 1992). Outros países como a Venezuela, Madagascar, República Popular do Benin, Costa do Marfim, Uganda, República Popular da China e Guatemala também são responsáveis pela exportação e industrialização da amêndoa da castanha (LOPES NETO, 1981).

O cajueiro tem sido cultivado com a finalidade de obter-se a amêndoa da castanha, porém para sua obtenção dois subprodutos de elevado valor são obtidos, o líquido da casca e o pseudofruto. Pelo alto valor econômico que

representam no Brasil, elevam cada vez mais o potencial de lucratividade da cultura e contribuem cada vez mais para consolidação da cajucultura.

Segundo BARROS & MELO (1987) a castanha de caju está incluída entre as nozes mais comercializadas no mundo. Isso deve-se ao seu alto valor nutritivo, à diversidade de formas como é consumida e a preços que alcança no mercado interno e externo o que desperta interesse na melhoria da forma atual de exploração, nos países maiores produtores e exportadores como Brasil e Índia.

2.2. O cajueiro no Brasil

A área ocupada pelo cajueiro no Brasil é aproximadamente de 500.000 ha, distribuídos entre várias unidades da federação. No entanto é a região nordeste, notadamente as faixas litorâneas e de transição litoral-sertão dos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, que é responsável por 94,5% da produção brasileira, quando a produção total da região atinge 99,98% da produção nacional (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1991).

O Brasil vem alternando com a Índia a posição de primeiro lugar como produtor e exportador de amêndoas de castanha. É também o maior exportador do líquido da castanha e primeiro país a industrializar o pseudofruto para a

obtenção de suco, o qual chega a 40 mil toneladas por ano comercializados internamente, além de doces, compota, licor, cajuína, geléia, aguardente e outros. Embora o volume de produção de pseudofruto produzido por ano seja em torno de 1 milhão de toneladas, apenas 10% é industrializado. O restante é desperdiçado, embora possa ser reutilizado como fonte de alimento para as populações mais carentes e até mesmo como alternativa na merenda escolar da região (LIMA, 1988).

2.3. Taxonomia, origem e dispersão

O cajueiro, pertence ao gênero *Anacardium* da família Anacardiaceae, sendo esta composta por cerca de 60 a 70 gêneros e de 400 a 600 espécies. Entre estas a manga (*Mangifera indica*), o pistache (*Pistacia vera*) e as espécies do gênero *Spondia* (cajá, seringueira, umbu, cajá-manga) são bastante conhecidas na América tropical (JOHNSON, 1974; PURSEGLOVE, 1974).

A respeito da origem do cajueiro as afirmações são baseadas em provas circunstanciais que o Brasil, ou senão pelo menos o Norte da América do Sul e parte da América, seja presumível centro de origem da espécie. Por outro lado comparando-se as informações disponíveis com as evidências relacionadas por HARLAN & WET (1973), há de convir-se que a maioria aponta o Brasil como provável centro de cultivo desta

frutífera, muito embora há ausência de informações conclusivas relacionadas com o atual estágio de domesticação. Certo é que a espécie apresenta características diferenciadas daquelas presentes nas outras espécies do gênero (MOTA, 1982; BARROS, 1987 e LIMA, 1988).

Entre as espécies existentes no gênero, a *Anacardium occidentale* é a única cultivada e a de maior expressão do gênero (MORTON, 1961; JOHNSON, 1973; e MITCHELL & MORI, 1987). MITCHELL & MORI (1987), no entanto, alertam para o fato de que a distribuição natural da espécie é totalmente confundida com a dispersão por cultivo. A região Amazônica é o principal centro de diversidade do gênero, e em segundo o planalto central brasileiro (região de cerrados) embora a espécie possa ser encontrada nos cerrados, na Amazônia, em vegetação de restinga, em vegetação de caatinga e no nordeste brasileiro.

2.4. Aspectos morfológicos

O cajueiro é uma frutífera perene que apresenta ramificações baixas, cuja altura atinge em média cinco a oito metros, podendo às vezes, encontrar plantas com até 15 metros. Sua copa tem forma de guarda-chuva, com ramificações atingindo o solo. Possui envergadura média entre 12 a 14 m podendo ser superior a 20 m. As folhas são simples,

inteiras, alternadas, com aspectos subcoreáceos, peciolados e sem pelos, com comprimento que varia de 10 a 20 cm e de largura entre 6 a 12 cm. O sistema radicular de um cajueiro adulto é caracterizado por uma raiz pivotante, a qual pode atingir até 10 m de profundidade conforme as condições edáficas. Possui ainda um verdadeiro emaranhado lateral de raízes que representa para a planta uma grande importância (BARROS & MELO, 1987).

ARGLES (1976) cita que a planta durante o ano passa por duas a três fases de crescimento, sendo normalmente um fluxo vegetativo e outro generativo, sendo que este último termina numa inflorescência. A planta apresenta ainda dois tipos de ramificações, sendo uma extensiva e outra intensiva. A intensiva cresce de 25 a 30 cm e termina numa panícula, que dá origem de três a oito novos ramos, que crescem de 10-15 cm além do ápice e também podem originar inflorescências. Por outro lado a ramificação extensiva cresce 20 a 30 cm e normalmente desta não se origina inflorescência, apesar de que de 5 - 8 cm do seu ápice, surge novo ramo do mesmo tipo. Portanto, a ramificação extensiva é responsável pelo formato aberto e esparramado da copa, enquanto a intensiva responde pelo formato característico desta.

O cajueiro é uma planta andromonóica, com inflorescência do tipo panícula terminal, contendo flores masculinas (estaminadas) e hermafroditas numa mesma panícula, sendo que cada ramo da panícula origina uma flor terminal, a

qual é seguida por duas brácteas, que através de suas axilas originam novas flores. As flores são polígamas de dois tipos: perfeitas e estaminadas. Segundo COPELAND (1961) de uma maneira geral, a flor terminal de cada ramo é perfeita e as laterais são estaminadas.

A flor do cajueiro é formada por cinco sépalas, cinco pétalas e contém de seis a dez estames. A flor masculina possui de seis a dez estames, sendo um deles protuso, que produz uma antera vermelha que se projeta para o exterior da corola, e os demais são pequenos e permanecem no interior desta. Na flor bissexual ou hermafrodita, o cálice, a corola e o androceu são similares aqueles das flores estaminadas, diferindo porém quanto ao gineceu que é uma estrutura desenvolvida, apresentando um ovário súpero, monocarpelar. O estilo é grosso tornando-se cônico ao final, com estigma ligeiramente achatado. No entanto na flor estaminada, o gineceu é uma estrutura rudimentar e sem função (NAIR, 1980).

O número total de flores por panícula varia de 200 a 1.600, porém, a relação entre flores perfeitas ou hermafroditas com flores estaminadas varia entre plantas de diferentes regiões, entre plantas de um mesmo local e até mesmo entre panícula de uma mesma planta. Segundo RAO & HASSAN, 1957 e FALUYI, 1983, a variação chega de 0,5% até um percentual superior a 33% de flores hermafroditas numa mesma panícula.

De uma maneira geral o período de florescimento tem duração que varia de cinco a sete meses, sendo que a época depende do período e da distribuição pluviométrica. No Brasil, particularmente na região litorânea do estado do Ceará, em anos de invernos normais o florescimento estende-se de julho a dezembro, ocorrendo o pico de produção entre a segunda quinzena de outubro e meados de novembro (BARROS, 1988a). Por outro lado, o cajueiro do tipo anão precoce, apresenta um período de florescimento mais dilatado em relação ao do tipo comum, muito embora neste último seja possível encontrar plantas que florescem o ano inteiro e outras que apresentam um período concentrado de floração (BARROS, 1988a).

A castanha, o fruto verdadeiro do cajueiro, é um aquênio riniforme que se liga à planta por meio de um pedúnculo hipertrofiado, que muitas vezes erroneamente é chamado de fruto. O fruto verdadeiro é constituído de três partes: casca, película e a amêndoa, sendo a última parte a mais representativa em termos econômicos, seguida da casca que contém um líquido presente em seu mesocarpo, numa camada de células esponjosas que representa também produto de alto valor, na exportação. Já o pseudofruto é consumido "in natura", na forma de suco, de doces diversos, cajuína, geléia, mel, vinho e aguardente, sendo a forma de suco a mais representativa em termos econômicos, em relação ao mercado interno.

2.5. Cajueiro do tipo comum

O cajueiro do tipo comum é uma planta que se caracteriza por seu porte alto, cuja altura média é de 5-6 m, podendo atingir 10-12 metros e o diâmetro da copa 15-20 m. Apresenta uma grande variação na distribuição dos ramos e formato da copa, podendo esse ser de ereto e compacto, até esparramado. As plantas iniciam o florescimento normalmente no terceiro ano, com duração anual média de 5 meses, podendo atingir 7 meses, o que é em função do regime pluviométrico durante a estação chuvosa. As flores estão arranjadas em inflorescências do tipo panícula terminal, sendo o comprimento, o número de ramificações e duração desta, maior neste tipo de planta, quando comparado com o cajueiro do tipo anão precoce (PINHEIRO & PARENTE, 1977). A capacidade produtiva individual do cajueiro do tipo comum é bastante variável, chegando a produzir uma média anual de castanha por planta entre 2 e 6 kg, embora hajam informações de até 280 kg/planta. A castanha e o pseudofruto também apresentam variações em seus pesos individuais, a primeira de 3 a 30 g, enquanto o segundo de menos 20 g a mais de 500 g.

2.6. Cajueiro do tipo anão-precoce

Caracteriza-se por um porte mais baixo, copa compacta e homogênea, folhas menores do que o cajueiro comum e de um verde menos intenso, com a primeira ramificação situando-se mais próxima ao solo. As plantas apresentam altura média variando de 2,5 a 4,5 m, dependendo do sistema de propagação adotado, com envergadura não atingindo a valores superiores a 9,0 m. O florescimento inicia-se no segundo ano, embora algumas plantas possa florescer já no primeiro ano. A duração é no mínimo de dois meses a mais do que no cajueiro do tipo comum, com um intervalo de junho a janeiro, tendo um pico de florescimento no mês de agosto, embora possam ocorrer plantas que em função do regime pluviométrico, floresçam o ano inteiro. Como no cajueiro do tipo comum, a frutificação ocorre no período seco, sendo a sua duração mais alongada com colheitas até fevereiro, enquanto no cajueiro comum a colheita encerra-se normalmente em janeiro. A capacidade produtiva individual é menor do que no cajueiro comum, havendo registros máximos de cerca de 43 kg de castanha/ano. O peso do pseudofruto apresenta uma variação menor, atingindo valores superiores aos registrados no tipo comum, sendo que o máximo valor atingido não excede a 200 g (BARROS, 1991).

2.7. Alguns aspectos da biologia floral do cajueiro

O conhecimento da biologia floral do cajueiro é de relevante importância tanto do ponto de vista botânico quanto com relação ao melhoramento genético, e também, como não poderia deixar de ser, de suma importância no estudo da polinização da cultura. Com relação ao primeiro caso, o conhecimento das características morfológicas das flores, contribui de modo relevante na determinação das espécies conhecidas de *Anacardium* e com o passar do tempo, quiçá poderá contribuir ainda mais para o conhecimento de novas espécies, variedades botânicas e ecótipos. No segundo caso, a importância é do ponto de vista do melhoramento genético da cultura e também no que concerne ao estudo da polinização entomófila da cultura. Especificamente, com relação à polinização realizada pelos insetos, o conhecimento do hábito de florescimento, a época da formação do fruto, os processos de abertura das flores, polinização, índice de sexualidade e fixação dos frutos são informações imprescindíveis quando se trabalha com polinização.

2.7.1. A inflorescência e flores

O cajueiro é uma planta que apresenta flores bissexuais ou hermafroditas e masculinas numa mesma panícula, sendo portanto, uma planta andromonóica. A inflorescência é

uma panícula terminal composta pelos dois tipos de flores em quantidades e proporções que variam bastante entre plantas, de região para região, e até mesmo dentro de uma mesma panícula. Cada panícula contém entre 5 a 11 ramos laterais e o total do número de flores por inflorescência varia de 21 a 881 com uma média de 316, e o número de flores hermafroditas varia de 1 para 82 com uma média de 13 (RAO & HASSAN, 1957). Porém, outros estudos mostram um número de cerca de 60 flores hermafroditas por panícula e uma proporção de 6:1 de flores masculinas para flores perfeitas (NORTHWOOD, 1966). De uma maneira geral, a flor terminal de cada ramo na panícula é perfeita enquanto que as laterais são estaminadas (COPELAND, 1961). Algumas observações dão conta de que apenas 10% das flores perfeitas produzem frutos, com uma média em torno de 5 frutos por panícula (NORTHWOOD, 1966).

Os dois tipos de flores possuem essencialmente a mesma estrutura, ou seja, ambas possuem ovário, estilo e estigma, sendo que na flor masculina o gineceu não é funcional, sendo representado por uma estrutura rudimentar (COPELAND, 1961).

Uma flor perfeita contém 5 sépalas, 5 pétalas (pentâmera), 6 a 10 estames (sendo um grande e funcional e 5 a 9 pequenos e parcialmente estéreis) e um ovário simples (rudimentar nas flores masculinas). Nas flores hermafroditas este é totalmente desenvolvido possuindo um estilo, o qual suporta em sua extremidade o estigma ficando este sempre em

plano superior às anteras, o que de certo modo, pode justificar a ação dos agentes polinizadores. Por outro lado, os grãos de pólen são pegajosos, o que provavelmente descarta a possibilidade da polinização anemófila como sendo mais importante (MEDINA, 1978 e BARROS, 1988a).

Como o presente trabalho é dirigido apenas para o cajueiro do tipo anão-precoces, é interessante conhecer as diferenças entre os caracteres das panículas do tipo em estudo com as panículas do cajueiro comum. Deste modo, PINHEIRO & PARENTE (1977), realizando um estudo preliminar da biologia floral dos dois tipos, verificaram que: a) o comprimento, o número de ramificações e a duração da panícula do cajueiro anão-precoces são menores que no tipo comum; b) em ambos os tipos ocorre a predominância das flores estaminadas em relação às hermafroditas; c) o tipo precoce apresenta um número total de flores por panícula superior ao comum, entretanto, menor quantidade de flores hermafroditas; d) a relação entre o número de flores masculinas e hermafroditas (índice I_1) é maior no tipo precoce que a relação entre o número de flores hermafroditas e o número total de flores (I_2) é mais elevada, e o número total de frutos que alcançaram o pleno desenvolvimento é muito baixo em ambos os tipos, sendo levemente superior no tipo anão-precoces.

2.7.2. época de florescimento

A época de florescimento em cajueiro é muito variável, com variação de 5 a 7 meses, a qual está relacionada com o período de distribuição das precipitações variando também de região para região.

No Brasil, notadamente na região litorânea do estado do Ceará, em anos considerados de período chuvoso normal, vai de julho a dezembro, o que acarreta um pico de produção concentrado entre a segunda quinzena de outubro e o final de novembro. No entanto, 85% da produção concentra-se de outubro a dezembro. Por outro lado, observa-se que a variação no período de florescimento da cultura é muito grande, sendo no entanto possível observar plantas que florescem o ano inteiro e plantas com um período concentrado de florescimento. Segundo BARROS (1988a), o período de florescimento do cajueiro do tipo anão-precoce é mais alongado em comparação com o do tipo comum.

A variação na época de florescimento dessa frutífera ocorre em períodos diferentes, de acordo com a região que ela é cultivada. Na Tanzânia a época de florescimento ocorre de julho a dezembro, com um pico em agosto-setembro (NORTHWOOD, 1966) coincidindo assim com a época de florescimento no Brasil. Porém, na Índia ocorre de maneira diferente, a época de florescimento estende-se por cerca de 7 meses (de setembro a março), com ocorrência de pico de

dezembro a fevereiro, com um tempo requerido de 30 dias do rompimento do botão (antese) para o surgimento da primeira flor (NAIR, 1980).

2.7.3. Antese

A antese ou abertura das flores do cajueiro segue um certo modelo, no qual em primeiro lugar, há uma fase de abertura de flores masculinas, seguido por outra na qual acontece uma fase mista em que flores masculinas e hermafroditas abrem-se e uma terceira e última fase, onde somente flores masculinas abrem-se

O conhecimento do período de abertura das flores, no caso particular do caju, tem uma capital importância para realizar-se um trabalho de polinização dirigida e até mesmo quando se pensa na preservação dos agentes polinizadores durante a aplicação de defensivos agrícolas visando o controle de pragas. As flores masculinas iniciam a antese por volta das 6 h e se prolonga por todo o dia aproximadamente até 16 h. Já a abertura das flores hermafroditas concentra-se entre 10 e 12 h, havendo pouca variação (RAO & HASSAN, 1957 e NAIR, 1980).

PARAMESWARAN et al. (1983) estudando a relação entre a duração da fase masculina e mista, respectivamente, verificaram que as plantas com 4,6, 74 e 5,1 dias de duração para cada fase apresentaram produção superior à média num

lote de 20 seleções. Já as plantas que tiveram respectivamente 13,4, 75,9 e 13,4 dias para as três fases apresentaram produção abaixo da média. Afirmam ainda os autores, que todas as plantas com produção superior à média tiveram uma proporção das fases masculinas sobre o total, significativamente mais baixa, o que os levou a concluir que isso pode ter influenciado a formação de frutos devido uma maior chance de polinização.

2.7.4. Deiscência da antera e receptividade do estigma

O conhecimento dos períodos de deiscência das anteras e da receptividade do estigma das flores das plantas beneficiadas pela ação dos agentes polinizadores é de fundamental importância para uma polinização satisfatória no campo. Porém, no Brasil, não se dispõe de estudos pertinentes a essa parte da biologia floral. Na Índia foram realizados estudos onde RAO & HASSAN (1957) citam que o estigma encontra-se receptivo ao longo do dia, perdendo tal receptividade ao final deste, e que a antera inicia a deiscência a partir das 10h30 mudando da cor cinza para a rosa no final do processo. Já, nos estudos realizados por DAMODARAN et al. (1966) o estigma está receptivo um dia antes da antera e assim permanece até dois dias após esta, sendo que o melhor período em termos de florescimento para a polinização cruzada

é até o meio-dia do dia da abertura da antera. Ainda, de acordo com esses autores, foi verificado que a deiscência da antera ocorre quase que totalmente entre 9h e 11h30, apresentando uma maior intensidade até às 10h30 nos lados da planta em que a intensidade dos raios solares é maior. Para NAIR (1980) a deiscência da antera apresenta um período de pico entre 9h e 11h30, por outro lado, o estigma da flor é receptivo um dia antes da antera, sendo o período ótimo de receptividade ao meio dia do dia da antese.

Pelo exposto anteriormente, verifica-se que existe uma sincronia entre o processo de deiscência das anteras das flores e receptividade dos estigmas, o que reforça a assertiva de que a polinização entomófila no cajueiro faz-se necessária, muito embora haja uma perfeita sincronia entre os processos acima citados. Deve-se também analisar o fato levando-se em consideração a posição do estigma, que fica em plano superior em relação às anteras e por outro lado a pegajosidade dos grãos de pólen que inviabiliza em parte, a polinização anemófila e enaltece a entomófila.

2.8. Importância da polinização entomófila para o cajueiro

A polinização consiste na transferência dos grãos de pólen das anteras (parte masculina) para o estigma (parte feminina) das flores. Quando essa transferência ocorre da antera de uma flor, para o estigma da mesma ou de uma flor da mesma planta, denominamos autopolinização ou polinização direta ou ainda autogamia. No entanto, quando a transferência de pólen acontece da antera de uma flor para estigma de outra flor da mesma espécie, porém, em pés diferentes, caracteriza-se a polinização cruzada que também pode ser chamada de alogamia. A polinização do ponto de vista agrícola tem sua importância galgada nos insetos polinizadores, sendo estes importantes na produção de frutos e sementes, cuja quantidade depende do número de óvulos fecundados e a qualidade depende, para algumas espécies, da hibridação entre variedades. Entre os insetos destacam-se as abelhas e entre essas, as do gênero *Apis* como sendo as que mais contribuem para uma polinização mais efetiva nas lavouras. Isso ocorre em consequência dos polinizadores nativos estarem escasseando devido ao aumento das áreas de monoculturas cultivadas, o que vem causando a destruição de seus ninhos e também a uso de práticas agrícolas que muitas vezes tem efeito destruidor sobre esses. De acordo com o artigo "IMPORTÂNCIA da polinização (1986)",

na França, as abelhas são consideradas essenciais à polinização, especialmente a de plantas cultivadas de grande expressão econômica, garantindo-se que a participação da abelha na agricultura como agente polinizador, representa um valor de 12 a 15 vezes superior a valor comercial de todos os produtos oriundos da colméia. Segundo CRANE (1983), nos trópicos, algumas plantas são polinizadas pelos pássaros, no entanto, em qualquer local são polinizadas por insetos, e dentre esses, as abelhas são as mais eficientes pela sua constância, fidelidade ou lealdade à coleta, devido ao grande número de polinizadores potenciais e pela grande facilidade no transporte das colméias de uma cultura para outra na época do florescimento. A evidência da importância das abelhas (*Apis*) no processo de polinização das culturas torna-se ainda mais relevante, quando consideramos que uma colônia pode realizar cerca de 4 milhões de viagens durante um ano e que por ocasião de cada uma destas viagens, uma média de 100 flores são visitadas (FREE, 1970a).

No início do século, foi estimado que o número de colméias adequadas, em determinada área para polinização era de 2 e 2 ½ colméias por hectare. Já para FREE (1970a), o número de colméias por hectare é determinado em função da presença de insetos, de outras culturas concorrentes da atratividade das flores e da quantidade de flores disponíveis. Tais parâmetros são sujeitos a variações de um lugar para outro e de ano para ano. Levando-se em

consideração o número de colméias, McGREGOR (1976a) diz que um número considerado razoável é o de uma a duas abelhas por 100 flores, não obstante, quando a cultura não é considerada muito atrativa ou quando existe a concorrência de outras culturas e insetos, este número deve ser aumentado. O inverso é verdadeiro quando a cultura é atrativa ou pode ser autopolinizada.

A polinização cruzada apresenta mais vantagem, devido a possibilidade de novas combinações genéticas, o que favorece a formação de sementes, originando novas plantas com maior vigor e maior produtividade. Na natureza as plantas exibem vários mecanismos de defesa para evitar a autopolinização, dentre os quais os agentes polinizadores, tais como os animais, a água e os insetos, sendo estes, os mais importantes. Dentre os insetos destacam-se as abelhas, que ao longo da evolução desenvolveram mecanismos apropriados para se tornarem os mais eficiente polinizadores: como a presença de pelos em todo o corpo, que favorece o transporte dos grãos de pólen e a sofisticação do sistema de comunicação, que permite uma abelha campeira localizar e indicar rapidamente uma florada para suas companheiras (MARTINHO, 1989).

Dentre as culturas beneficiadas pela polinização das abelhas, as frutíferas representam uma grande parcela, as quais aparecem freqüentemente citadas nas listas das plantas apícolas beneficiadas para produção econômica de

frutos e sementes. Entre as frutíferas citadas como beneficiadas pela polinização das abelhas encontramos o cajueiro (KERR & AMARAL, 1960; GIORGINI & GUSMAN, 1972; FREE & WILLIAMS, 1976 e MEDINA, 1978).

Existe entre os autores que estudaram a polinização em cajueiro, muitas controvérsias em relação ao agente mais importante na polinização dessa Anarcadiacea. Alguns afirmam ser o vento, existem também aqueles que asseguram ser os insetos e ainda existem aqueles que afirmam serem ambos, como também existem aqueles que asseguram ser a polinização exclusivamente entomófila, a mais importante na transferência do pólen. Não obstante, de acordo com a estrutura das partes reprodutivas da flor (estame e estigma) os quais estão localizados em planos distintos e a natureza pegajosa dos grãos de pólen, o que dificulta a ação do vento e da gravidade no transporte desses para o estigma, há de se convir, que os insetos na realidade apresentam maiores possibilidades na execução deste processo. Por outro lado, possivelmente uma parte ponderável do pólen das plantas visitadas pelos insetos, quando transportado pelo vento ou pela gravidade, foi antes desprendido das anteras das flores devido a ação dos insetos (NOGUEIRA NETO, 1953). Desta maneira, a ação desses agentes polinizadores, caso a assertiva citada anteriormente seja verdadeira, não deve ser descartada do processo de polinização das flores do cajueiro, muito embora na natureza o processo de polinização das

plantas que dela depende far-se-á mais efetivamente com a presença de polinizadores.

2.8.1. Polinização em cultura de cajueiro

A baixa fixação de frutos em cajueiro parece ser devida a ausência de uma polinização natural adequada, sendo essa demonstrada eficientemente através da excepcional fixação (55%) de frutos sob condições artificiais. O papel dos insetos no processo de polinização parece ser insignificante, e entre os agentes naturais, bióticos e abióticos, o vento foi o único que auxiliou a polinização, muito embora a fixação de frutos possa ser aumentada em condições nas quais a frutífera seja consorciada com outras plantas com maior espaço para a atividade dos insetos (RAO & HASSAN, 1957).

KERR & AMARAL (1960), citam o cajueiro na lista das principais plantas que se beneficiam com a presença das abelhas para produção de frutos e sementes. Esses autores também afirmam que em certos lugares da Tanzânia, os negros selvagens roubavam colônias de abelhas para colocá-las nos cajueiros com o objetivo de aumentar a produção de frutos.

SMITH (1960) fazendo referência à importância das plantas no que se refere ao seu valor forrageiro para as abelhas, cita o cajueiro como uma planta de alto valor na lista das plantas beneficiadas pela polinização dos insetos.

Além do cajueiro o referido autor também cita o coqueiro (*Cocos nucifera*), sisal (*Agave sibana*) e o cafeeiro (*Coffea arabica*) nesta mesma categoria.

BINGGER (1960) afirma que sendo o cajueiro uma planta que possui uma alta percentagem de flores masculinas, sugere o vento como um agente polinizador, o que na verdade contraria a colocação de outros autores, pelo fato do pólen do cajueiro ser pegajoso.

De acordo com DAMODARAN et al. (1966) a estrutura da flor do cajueiro apresenta maior tendência para a polinização cruzada do que para autopolinização. Na flor hermafrodita, o estame desenvolvido é cerca da metade do comprimento do estilo e sua antera geralmente abre-se somente tarde da noite, sendo por essa razão a chance do estigma ser polinizado pelo pólen de alguma flor, muito rara. Segundo ainda os autores, o presente estudo não indica nenhum grau de incompatibilidade de autopolinização ou polinização cruzada e a estrutura da flor favoreceria a polinização cruzada, e o vento pareceu ser o principal agente polinizante. Ainda de acordo com os autores, os estaminóides em condições naturais não apresentaram nenhum papel significativo na polinização, muito embora eles apresentem alguns grãos de pólen viáveis.

NORTHWOOD (1966) estudando a polinização em cajueiro, verificou que a polinização realizada pelos insetos (entomófila) é mais importante do que aquela feita pelo vento (anemófila). Segundo ainda o autor, o forte aroma

das flores, a viscosidade do pólen e a diferença existente entre o tamanho do pistilo (mais comprido) e os estames, reforça o ponto de vista de que os insetos são agentes polinizantes mais eficazes do que o vento.

Segundo PURSEGLOVE (1968), as flores do cajueiro são visitadas por moscas, formigas e outros insetos, sendo esses capazes de fazerem a transferência do pólen pegajoso para o estigma da flor. Cita ainda, que no Sul da Tanzânia, a produção de flor, polinização e fixação de frutos são eficientes e normalmente não limitam o rendimento. Não obstante na Índia a polinização não foi tida como eficiente e o incremento na fixação de frutos foi obtido por polinização artificial.

FREE (1970a) afirmou que embora poucos experimentos tenham sido realizados para elucidar o problema da polinização em cajueiro, há indicação de que a auto-polinização é tão efetiva quanto a polinização cruzada, não obstante, flores isoladas não produzirem frutos, a não ser quando polinizadas artificialmente, concluindo o autor que algum agente é necessário para transferir o pólen.

GIORGINI & GUSMAN (1972) estudando a importância das abelhas na polinização, cita em sua lista de plantas apícolas com produção econômica, o cajueiro como sendo uma planta beneficiada para produção de fruto, muito embora as informações colhidas pelo referido autor tenham sido oriundas de declarações pessoais.

Smith¹, citado por JOHNSON (1974), sugere que as abelhas podem ser usadas para incrementar a polinização do cajueiro. Referindo-se ainda ao cajueiro, o autor enfatiza que a ocorrência de um acentuado aroma das flores, os grãos de pólen pegajosos, reforçam a assertiva da importância dos insetos como agentes polinizadores da cultura.

Wulfrath & Speck², citados por MCGREGOR (1976b), afirmam que as flores do cajueiro permanecem atrativas para as abelhas durante todo o dia devido ao seu rico néctar.

FREE & WILLIAMS (1976) estudando o efeito da polinização entomófila em quatro frutíferas, entre as quais a mangueira e o cajueiro (mesma família) verificaram que a maior parte da polinização das flores do cajueiro foi feita por abelhas que realizaram suas visitas cedo, muito embora formigas e dípteros tenham contribuído. Os autores também fazem inferência, que em locais onde existem pequenos insetos polinizadores, a introdução de famílias de abelhas nas culturas poderiam aumentar a polinização.

MCGREGOR (1976b) declarou que não existe recomendação quanto ao uso de insetos na polinização do caju, não obstante, evidências fortes indiquem que, concentrações

¹ SMITH, F.G. "Beekeeping operations in Tanganyica 1949-1957". *Bee World*, Benson, 39: 29-6, 1958.

² WULFRATH, A. & SPECK, J.J. *La flora mellífera*. 2.ed. México, Edições Mexicanas, s.d. 96p. (Enciclopedia Apícola, 28).

de colônias de abelhas em cajueiros durante o florescimento poderiam amenizar o problema da baixa fixação de frutos e cita também que a seleção de clones com alta percentagem de flores hermafroditas poderia sem dúvida aumentar a produção.

MEDINA (1978) afirma que o florescimento é bastante elevado no cajueiro e que o número de flores por panícula pode variar de 200 a 1.600. As inflorescências são constituídas por panículas terminais, compostas de ramos, que comumente produzem flores masculinas e hermafroditas, sendo que as primeiras são as mais numerosas. O autor cita também que as flores hermafroditas apresentam sempre o estigma em plano superior às anteras e que dificilmente a autofecundação pode ser realizada. Segundo ainda o autor, o cajueiro apresenta os grãos de pólen viscosos, dificultando a polinização anemófila, chegando a conclusão final de que a falta de polinização cruzada no cajueiro pode ser considerada como um motivo de baixa produção em determinadas condições, sendo os insetos considerados os mais eficazes agentes polinizadores.

NAIR (1979) relata que a polinização em cajueiro é conduzida por moscas e formigas, assim também pelo vento.

NAIR (1980) afirma que de acordo com a estrutura da flor do caju, nas flores perfeitas ou bissexuais o estame desenvolvido (fértil) é apenas a metade do comprimento do estilo, ou seja, o estigma está localizado num

plano superior em relação às anteras e a flor tem uma tendência maior à polinização cruzada. O autor cita também que a auto-incompatibilidade em cajueiro não é noticiada e que a polinização anemófila é predominante.

BARROS et al. (1984) estudando o comportamento de progênies oriundas de cruzamentos livres, detectaram uma grande variabilidade entre a produção das plantas, o que permitiu aos autores concluir que o cajueiro é de polinização cruzada.

REDDI (1987) estudando a polinização em cajueiro, através da comparação do desenvolvimento de frutos em 750 flores, pertencentes à árvores de diferentes populações na Índia, verificou que dessas 10,5% e 17,5% desenvolveram frutos, quando polinizadas naturalmente e através da polinização artificial respectivamente. O autor declarou ainda, que é possível um aumento de 157,8% no desenvolvimento de frutos, caso as flores recebam pólen adequadamente.

Segundo BARROS (1988a) o florescimento do cajueiro varia de 5 a 7 meses e a sua época é em função da distribuição pluviométrica. No litoral cearense, em anos de precipitações normais, vai de julho a dezembro, sendo que 85% da produção concentra-se de outubro a dezembro. Observou-se também que existe uma variação bastante grande no florescimento, desde plantas que florescem o ano inteiro até aquelas que apresentam o período de floração mais

concentrado. Já no cajueiro anão precoce o período de florescimento é mais alongado do que no comum. Com o objetivo de estudar o fluxo de crescimento vegetativo e o desenvolvimento da floração, foram marcados até 18 ramos por árvore e após o início da floração foram contados semanalmente em cada inflorescência o número de flores masculinas, hermafroditas e de frutos. Foi verificado a inexistência de fases com fluxo de flores masculinas e hermafroditas, como descrito na literatura para o cajueiro comum. Foi observado também, que nos cajuais de Pacajus (Ceará), além das abelhas (*Apis* sp.) visitaram as flores, outros himenópteros, vários dípteros e lepidópteros. Do total de 12 inflorescência isoladas com sacos de filó no clone CCP-1001, apenas uma deu fruto, já outras 4 árvores de origem de policruzamento deram 11 frutos, porém nenhuma desenvolveu-se. A equipe de pesquisadores conclui preliminarmente que a autopolinização natural em panículas isoladas acontece com mais frequência nas árvores provenientes de policruzamento, mas mesmo assim, não se obtiveram frutos desenvolvidos (EMBRAPA, 1990).

BISPO & COSTA (1991) estudando a ecologia dos insetos polinizadores potenciais do cajueiro na região nordeste da Bahia, realizaram uma coleta dos insetos que visitaram as inflorescências dessa frutífera, a cada duas horas a partir das 6 horas da manhã até às 18 horas. De acordo com os resultados iniciais obtidos, a maioria dos

exemplares capturados nas inflorescências no período observado pertenciam a ordem Hymenoptera (85,02%), ficando (14,98%) distribuídos entre as ordens Coleoptera, Lepidoptera e Diptera. Os autores ainda afirmam que possivelmente a ausência de agentes polinizadores pode ser um dos fatores responsáveis pela baixa produtividade do cajueiro.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido em área pertencente ao Centro Nacional de Pesquisa do Caju - CNPCa da EMBRAPA, onde foram obtidos dados pertinentes a polinização entomófila em cultura de cajueiro do tipo anão-precoce.

3.1. Localização do Campo Experimental de Pacajus (CEP)

O CEP pertence ao Centro Nacional de Pesquisa do Caju - CNPCa da EMBRAPA e está localizado na Microregião Litoral de Pacajus, município de Pacajus, Estado do Ceará, com as coordenadas geográficas 4° 10'S e 38° 27'W e a 60 m de altitude (EMBRAPA, 1990).

3.2. Caracterização da área experimental

3.2.1. Clima

O clima do CEP está enquadrado no tipo climático seco/úmido, segundo a classificação climática de

THORNTHWAITE (1948) com índices efetivos de umidade (Im) variando de -33 a 0 (zero). A precipitação média anual é de 1100 mm com regime pluvial caracterizado por chuvas de verão/outono, apresentando duas estações definidas: uma chuvosa na qual 90% das precipitações ocorrem no período de janeiro a julho e outra seca, correspondendo aos meses de agosto a dezembro, coincidindo com a época de frutificação do cajueiro. A Tabela 1 apresenta os parâmetros climáticos médio referentes ao Campo Experimental de Pacajus, CE (EMBRAPA, 1990).

3.2.2. Solo

A área do CEP apresenta a seguinte classificação pedogenética: Podzólico Vermelho - Amarelo Tb eutrófico A fraco, textura arenosa/média (PE), Podzólico vermelho amarelo Tb distrófico A fraco, textura arenosa/média (PV) e Areia Quartzosa distrófica A fraco (AQd). As três unidades apresentam relevo plano e suave - ondulado com declividade entre 0% e 6%. As características físicas de maior importância são associadas à textura, e nos três solos estas características estão marcadamente influenciadas pela condição arenosa dos perfis. A Tabela 2 apresenta as características físicas e químicas dos solos e os valores médios nos horizontes superficiais (Ap) e subsuperficiais (B 2T ou C) (EMBRAPA, 1990).

Tabela 1. Parâmetros climáticos médios do Campo Experimental de Pacajus, CE (EMBRAPA, 1990).

Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Precipitações (mm)	100	151	277	239	143	84	39	13	11	15	09	25	1.106
Umidade relativa (%)	74	77	79	80	82	81	81	75	75	74	73	72	77
Temp. máx. (°C)	32,0	31,8	31,0	31,2	31,0	30,9	31,4	31,8	32,2	32,4	32,6	32,8	31,8
Temp. mín. (°C)	20,4	20,5	20,7	20,5	20,4	19,4	18,4	18,4	18,9	19,0	19,0	19,0	19,6
Temp. méd. (°C)	26,2	26,2	25,9	25,9	25,7	25,2	24,9	25,1	25,6	25,7	25,8	26,2	-
Vel. vento (m/s)	4,0	3,3	2,8	2,6	3,0	3,4	3,9	4,8	5,5	5,1	4,8	4,5	4,0

Tabela 2. Características físicas e químicas dos solos; valores médios nos horizontes superficiais (Ap) e sub-superficiais (B2T ou C) (EMBRAPA, 1990).

Solo	Parte do perfil ¹	Textura ²			Características ²			Cátions		Trocáveis	(meq/100 g de solo)	
		AR	SI	Arg.	pH	MO (%)	P (ppm)	Ca+Mg	K	Na	H	Al
PV	SUP	91,5	3,0	5,5	5,4	0,95	2	1,00	0,07	0,04	1,7	0,10
	SUB	61,5	9,0	29,5	4,9	0,65	1	0,65	0,08	0,06	1,4	0,60
PE	SUP	91,0	4,0	5,0	5,3	0,80	3	0,90	0,14	0,11	0,6	0,10
	SUB	68,0	15,0	17,0	4,8	0,40	2	0,70	0,11	0,11	0,2	0,70
AQd	SUP	95,0	1,0	4,0	5,5	0,50	1	0,80	0,05	0,05	0,8	0,10
	SUB	89,0	2,0	9,0	4,9	0,16	1	0,40	0,04	0,06	0,8	0,20

¹ SUP = Solo superficial (Ap); SUB = Solo subsuperficial (B2T ou C).

² AR = Areia; SI = Silte; ARG = Argila; M.O. = Matéria Orgânica; P = Fósforo; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; K = Potássio; Na = Sódio; H = Hidrogênio; Al = Alumínio.

3.3. Teste de polinização em cultura de cajueiro

Foram utilizadas duas áreas plantadas com dois clones de cajueiro anão-precoce, CCP - 76 e CCP - 06, de respectivamente 160 e 500 plantas com idade de 5 anos. Os referidos clones foram obtidos a partir das plantas CP - 76 e CP - 06 propagadas por sementes coletadas no município de Maranguape no Estado do Ceará no ano de 1956 (BARROS, 1988b). As duas áreas apresentavam espaçamentos diversos entre plantas, por se tratar de uma área experimental para determinação de melhor espaçamento entre plantas.

Nas proximidades das áreas onde foi conduzido o presente trabalho havia um apiário com 60 colméias modelo Langstroth compostas de um ninho e duas melgueiras, povoadas com colônias de abelhas (*Apis mellifera* L.) com uma distância do apiário até as áreas dos cajueiros de aproximadamente 200 metros. Vale ainda salientar, que o pasto apícola das áreas circunvizinhas encontravam-se em estado final do período de floração, sendo portanto, a florada do cajueiro, na ocasião, praticamente a única fonte de néctar e pólen disponível para as abelhas.

No período do experimento as duas áreas não receberam tratos culturais a não ser no período da colheita quando foi feita uma roçagem mecânica para facilitar a colheita dos frutos e pseudofrutos (pedúnculo), como também não receberam qualquer tipo de adubação, correção do solo nem tão pouco, aplicação de produtos químicos para controle de pragas e doenças.

No início do florescimento, julho à agosto de 1991, foram selecionadas ao acaso dez árvores dos clones CCP - 76 e 10 de CCP - 06, as quais ainda apresentavam em suas panículas botões florais. Posteriormente, 20 panículas, com aproximadamente o mesmo comprimento em cada árvore dos dois clones, foram ensacadas com sacos de filó, sendo outras 20 mantidas etiquetadas, servindo como testemunha. Durante o

período de florescimento foram feitas três avaliações do número de frutos fixados nas panículas impedidas de visitação e também naquelas que estavam livres em ambos os clones.

As avaliações foram feitas nas datas: 28/08, 18/09 e 30/09/91 para o clone CCP - 06 e 27/08, 11/09 e 30/09/91 para o clone CCP - 76. Essas avaliações foram feitas através da contagem e marcação do número de "maturis" (frutos recém vingados) para evitar que estes fossem recontados. O fato de se ter realizado mais de uma avaliação por árvore e por panícula é justificado pelo fato de que o cajueiro é uma frutífera que apresenta comumente em suas inflorescências frutos em diferentes estágios de desenvolvimento, chegando mesmo ao ponto de numa mesma inflorescência encontrar-se desde botões florais até frutos totalmente desenvolvidos, o que caracteriza bem uma planta em seu semiestado de domesticação (BARROS, 1988a).

O horário e número de visitas de insetos, foi feito através de contagem do número dessas, observações feitas em seis panículas, por quatro horários: 6 - 8h30; 9 - 11h30; 12 - 14h30 e 15 - 17h30. Para determinar a duração de visitas foi usado um cronógrafo digital marca TECHNOS, modelo 219, para registrar o tempo de permanência dos insetos por panícula dentro dos quatro períodos supra citados.

Para a determinação do número, horário e duração de visitas foram marcadas aleatoriamente 7 árvores do clone CCP - 06, nas quais foram etiquetadas seis panículas com aproximadamente o mesmo comprimento e idade, localizadas à altura do terço médio das árvores. As observações foram feitas à distância (aproximadamente 5 m), para que não houvesse interferência na aproximação e visitas dos insetos.

Os insetos foram coletados através de rede entomológica, sendo mortos, montados, etiquetados e enviados a especialistas para identificação. Os de ordem Hymenoptera foram identificados pela Dra. Vera Ligia Letizio Machado (Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências - UNESP

- Rio Claro) e os demais pelos Professores Dr. Sinval Silveira Neto e Dr. Roberto Antonio Zucchi (Departamento de Entomologia - ESALQ/USP).

Os frutos fixados e desenvolvidos nas inflorescências protegidas e livres à visitaço dos insetos, amostras de 10 e 18 frutos de panculas ensacadas dos clones CCP-76 e CCP-06 respectivamente, foram pesados e obtido o peso mdio. Do mesmo modo uma sub amostra de 30 frutos colhidos em panculas no ensacadas dos clones referidos anteriormente foram pesados para determinao do peso mdio.

As mesmas amostras citadas anteriormente foram enviadas ao Laboratrio de Tecnologia de leos Vegetais do Departamento de Cincias e Tecnologia Agroindustrial ESALQ/USP para realizao de anlise de composio centesimal. Os frutos foram quebrados para obteno das amndoas, as quais foram trituradas para determinao do teor de leo, protena e cinzas na mteria seca.

3.3.1. Teor de umidade

Amostras de 1.0g foram pesadas em placas de vidro, levadas estufa a $100^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 12 horas, resfriadas em dessecador, pesadas e devolvidas estufa de onde foram retiradas periodicamente at atingirem massa constante.

3.3.2. Teor protico bruto

A determinao do teor de nitrognio total foi feito conforme o mtodo de micro Kjeldahl, segundo a A.O.A.C (1990) usando-se 0,05g de amostra. O fator de correo utilizado foi 6,25 para a obteno do teor de protena bruta.

3.3.3. Cinzas

Tomou-se uma amostra de 1,0g e fez-se a pesagem em cadinhos, os quais foram colocados em forno de mufla para incineração do material orgânico. Após serem retirados da mufla foram colocados em dessecador até atingirem a temperatura ambiente para a pesagem, segundo PREGNOLATTO & PASCUET, 1985.

3.3.4. Teor de óleo

Foi pesada 1,0 g da amostra em cartucho de papel de filtro e feita a extração do óleo com hexano p.a. em extrator Butt segundo método da A.O.C.S., 1983.

3.4. Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com esquema fatorial conforme GOMES (1985), onde, além do processo de proteção (ensacamento ou não) das panículas, compararam-se também os três períodos de avaliação dos dois clones.

O efeito ou não dos clones com relação ao processo de proteção (ensacamento ou não) foi avaliado através de uma análise conjunta dos dois experimentos.

Esse modelo estatístico permitiu também avaliar-se o número de frutos fixados nas dez árvores selecionadas de cada clone, os horários de maior concentração de visitar às panículas, e o efeito do ensacamento ou não, na fixação dos frutos.

Para as análises da variância das variáveis estudadas, com exceção da variável duração de visitas, as demais foram transformadas para $\sqrt{x+0,5}$, conforme STEEL & TORRIE (1960).

As médias de duração de visitas, do número de frutos fixados foram comparadas pelo teste de Tukey e de peso de fruto pelo teste "t" de Student, ambos a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Teste de polinização

4.1.1. Insetos visitantes

Ordem Hymenoptera

Superfamília Vespoidea

Família Vespidae

São indivíduos que se caracterizam por apresentarem reentrâncias na margem interna dos olhos compostos. Formam sociedade onde as castas são formadas pelas rainhas, machos e operárias, que são mais ou menos semelhantes. Muitas formas adultas alimentam-se de substâncias açucaradas e larvas de outros insetos que são capturados e triturados pelos adultos. Os ninhos são feitos de fibra vegetal misturada com saliva. Apresentam como gêneros mais importantes os gêneros *Polystes* e *Polibia*, cujos ninhos são abertos e fechados, respectivamente.

Espécies coletadas:

Polybia ignobilis (Haliday, 1936)

Brachygastra lecheguana (Latreille, 1824)

Polybia sp.

Zettus sp.

Polistes sp.

Superfamília Formicoidea

Família Formicidae

Subfamília Formicinae

São formigas que apresentam pecíolo com um segmento, sem ferrão e abertura anal circular. Estes indivíduos preferem líquidos açucarados para sua alimentação embora podemos encontrar alguns deles insetívoros. Essas formigas foram comumente encontradas em constante movimento no tronco das árvores de cajueiro, como também nas panículas.

Espécie coletada:

Camponotus sp.

Superfamília Apoidea

Compreende os himenópteros conhecidos por abelhas e mamangavas.

Família Apidae

A principal característica desta família é a presença de curbícula na parte externa das tíbias posteriores, usada para o transporte de pólen.

Subfamília Apinae

Nesta subfamília encontram-se as abelhas do gênero *Apis*, com várias subespécies, tais como: *A. mellifera*

mellifera L. (européia), *A. mellifera ligustica* (italiana) e *A. mellifera scutellata* L. (africana).

Essas abelhas apresentam comportamento altamente social, formam uma sociedade onde existe uma só rainha, vários zangões e as operárias. Apresentam características biológicas desejáveis para que sejam manejadas racionalmente pelo homem, com a finalidade de produzir mel e realizar polinização nas plantas superiores com estruturas florais adequadas para esse fim.

Durante as observações de campo, híbridos desse gênero apresentaram-se em maior número e com maior constância de visitas às flores.

Espécie coletada:

Apis mellifera L.

Família Anthophoridae

Subfamília Anthophorinae

Esta subfamília é representada por abelhas solitárias, geralmente de conformação robusta, de tamanho médio, com o corpo coberto de densa pilosidade, e a presença de escopas e esporão nas tíbias posteriores. As espécies do gênero *Xylocopa* são conhecidas como mamangavas.

Espécies coletadas:

Xylocopa (Neoxylocopa) *grisescens* Lep., 1841

Xylocopa (Neoxylocopa) *cearensis* Ducke, 1910

Ordem Diptera

Superfamília Syrphoidea

Família Syrphidae

Ocorrem em quase todos os lugares, com espécies e habitats diferentes. Os adultos são na maioria das vezes encontrados em lugares onde existem flores e com frequência pairam longamente no ar. Muitos tem cores vivas e assemelham-se a diversas abelhas, havendo espécies bastante semelhante à abelha doméstica.

Espécie coletada:

Ornidia obesa

Ordem Hemiptera

Subfamília Pyrrhocoridae

São percevejos pequenos, desprovidos de ocelos e com nervuras anastomosadas na base das partes membranosas dos hemiélitros.

Espécie coletada:

Dysdercus sp.

Afora os taxons descritos anteriormente e apresentados na Tabela 3, verificou-se a presença de vários lepidópteros visitando as paniculas nos horários mais quentes do dia.

Tabela 3. Taxons capturados nas inflorescências de cajueiro no período de agosto a setembro. Pacajus (CE), 1991.

Ordem/Família	Taxons
Hymenoptera	
Vespidae	<i>Brachygastera lecheguana</i> (Latreille, 1824) <i>Polybia ignobilis</i> Haliday, 1936 <i>Polybia</i> sp. <i>Zethus</i> sp. <i>Polistes</i> sp.
Formicidae	<i>Camponotus</i> sp.
Apidae	<i>Apis mellifera</i> L.
Anthophoridae	<i>Xylocopa</i> (Neoxylocopa) <i>grisescens</i> Lep., 1841 <i>Xylocopa</i> (Neoxylocopa) <i>cearensis</i> Ducke, 1910
Diptera	
Syrphidae	<i>Ornidia obesa</i>
Hemiptera	
Pyrrhocoridae	<i>Dysdercus</i> sp.

Dos taxons apresentados na Tabela 3, apenas *A. mellifera* e *Camponotus* sp. fizeram-se presentes em maior número e com maior constância durante os períodos de observação, sendo as demais espécies raramente encontradas e em número bastante reduzido. Essas espécies são consideradas como visitantes ocasionais, que do ponto de vista da polinização não são consideradas importantes para a cultura. Wultrath & Speck³, citado por MCGREGOR (1976b) afirmam que as abelhas são atraídas durante todo o dia pela riqueza do néctar das flores. FREE & WILLIAMS (1976) verificaram a presença de abelhas, formigas e dípteros realizando polinização nas flores, sendo que BARROS (1988a) verificou a presença de formigas pretas e abelhas visitando flores de cajueiro, na região litorânea do nordeste brasileiro. Já, BISPO & COSTA (1991) verificaram em seus resultados preliminares que dentre os taxons capturados nas panículas de cajueiro na Bahia, havia também a presença de *Apis mellifera*, embora não havendo coincidência para os demais taxons capturados.

Outros autores também verificaram a presença de formigas visitando as panículas de cajueiro, conforme os trabalhos de RAD & HASSAN (1957); NORTHWOOD (1966) e FREE & WILLIAMS (1976) na Índia, Tanzânia e Quênia, respectivamente.

³WULFRATH, A. & SPECK, J.J. La flora mellifera. 2.ed. México, Edições Mexicanas, s.d. 96p. (Enciclopédia apícola, 28).

4.1.2. Horário e número de visitas

Conforme as observações de campo realizadas no período de florescimento da cultura, as abelhas do gênero *Apis* foram os insetos predominantes como visitantes das panículas. Assim, as observações com relação ao horário e número de visitas, foram feitas em relação ao grupo citado, muito embora, os demais insetos tenham sido avaliados, com exceção das formigas pretas (*Camponotus* sp.), que se apresentam em pequeno número.

A baixa frequência de outras espécies provavelmente deve-se à ausência de áreas com reservas de matas nas proximidades. Por outro lado, há de considerar-se o uso de defensivos agrícolas nas áreas experimentais próximas.

Em relação às plantas em florescimento, vale ressaltar que no período de julho/agosto, as abelhas encontravam-se visitando flores de vassourinha-de-botão (*Borreria* sp.), espécie nativa que vegeta no período chuvoso e representa uma boa fonte nectarífera para as abelhas. De certo modo, as abelhas preferem essa espécie em detrimento da flor de cajueiro, provavelmente pela maior concentração de açúcares no néctar e quíça, também pela maior abundância. Não obstante, como a florada dessa espécie já se encontrava no seu término, logo, as abelhas passaram a visitar as flores do cajueiro, tendo no entanto, essa espécie passado a constituir-se, praticamente, a única fonte de alimento disponível no campo.

As abelhas, geralmente realizavam visitas individuais às panículas, tendo no entanto, sido observado, que quando mais de uma abelha visitava a mesma panícula, na maioria das vezes, elas dispersavam-se no momento que entravam em contato. Tal fato, também explica o pequeno número de outras espécies visitantes. As visitas, muitas vezes, foram prejudicadas pela ação do vento, que obrigava as abelhas a transferirem-se rapidamente para outras panículas.

Durante as observações, verificou-se que houve uma variação do número de visitas em relação às panículas observadas. Isto provavelmente tenha ocorrido em função da variação do número de flores abertas e da idade dessas. Segundo GIORGINI & GUSMAN (1972) há influência na secreção do néctar, sendo a máxima secreção verificada na época da maturidade do ovário (que decresce acentuadamente após a fecundação) e também, o sexo e as condições edafoclimáticas.

Através da Tabela 4 observa-se que houve significância ao nível de 1% de probabilidade para horário de visitas. Pela Tabela 5, observa-se que o primeiro pico de visitas ocorre entre 9h e 11h30 e um segundo no período de 12h00 às 14h30 (Figura 1), que coincide com a abertura das flores, que segundo NORTHWOOD (1966) ocorre entre 11h00 e 12h30, ou ainda de acordo com RAO & HASSAN (1957); NAIR (1979) e NAIR (1980), que relataram uma concentração de aberturas de flores entre 10h00 e 12h00.

Tabela 4. Fontes de variação, graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM) e significância do número (NU) e duração das visitas (DV) de abelhas às paniculas de cajueiro-anão-precoce, clone CCP-06. Pacajús (CE), 1991).

Fonte de Variação	GL	QM(NU) ¹	QM(DV)
Árvores	6	3,019 ns	6,1067*
Horário de visita	3	89,3385**	2,43722
Resíduo	18	1,6817	2,4481
C.V. (%)		14,51	15,61

¹ Dados transformados para $\sqrt{x+0,5}$.

** Diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade.

* Diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade.

ns Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5. Médias do número e duração das visitas (s) de abelhas (*Apis mellifera* L.), às paniculas de cajueiro do clone CCP-06, em diferentes horários. Pacajús (CE), 1991.

Visita Horários	Número de visitas*	Duração de visi- tas (segundos)
06h às 08h30	6,36 c	9,78 a
09h às 11h30	13,96 a	9,30 a
12h às 14h30	8,99 b	10,45 a
15h às 17h30	6,41 c	10,55 a

* Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não difere estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Para análise estatística, os dados foram transformados em $\sqrt{x+0,5}$.

BISPO & COSTA (1991) relataram que na Bahia o maior número de espécies em panícula do cajueiro, foi encontrado no período entre 10h00 e 12h00.

Figura 1. Médias do número de visitas de abelhas (*Apis mellifera* L.) às panículas de cajueiro-anão-precoces, do clone CCP-06 em diferentes horários. Pacajus (CE), 1991.

4.1.3. Duração das visitas

As visitas de abelhas *A. mellifera* às panículas, tiveram uma duração muito variável de 5 até 90 segundos, apresentando uma média de aproximadamente 10 segundos para os horários de observação.

Pelos resultados da tabela 5, citada anteriormente, verificou-se que não há diferença significativa de duração dessas visitas, embora a maior duração tenha ocorrido nos dois últimos períodos, como podemos observar pela mesma tabela e graficamente pela Figura 2.

McGREGOR et al. (1965) obteve uma média de 10 segundos para flores de melão cantalup. Já em girassol, a média foi de 140 a 170 segundos, respectivamente, para coleta de néctar e pólen (MORETTI, 1989).

Na literatura não existe informações a respeito da duração de visitas de abelhas do gênero *Apis* em panícula de cajueiro, no entanto, acreditamos que esse fato esteja relacionado com fatores pré-florais e que agem durante a floração.

Figura 2. Médias de duração das visitas de abelhas (*Apis mellifera*) às panículas de cajueiro anão-precoce, clone CCP-06 em diferentes horários. Pacajus (CE), 1991.

4.1.4. Número de frutos fixados

Os resultados pertinentes ao número de frutos fixados, bem como os das análises estatísticas são apresentados nas Tabelas 6, 7 e 8, respectivamente.

Tabela 6. Fontes de variação, graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM) e significância para número de frutos fixados por panículas ensacadas e não ensacadas de dois clones de cajueiro anão-precoce. Pacajus (CE), 1991.

Fonte de Variação	GL	QM	
		CCP-06	CCP-76
Período de avaliação	2	18,0820**	15,0832**
Proteção	1	114,4868**	104,7615**
Árvore	9	1,2510ns	0,3186ns
Proteção x árvore	9	0,6620ns	0,2912ns
Resíduo	38	1,0228	0,4292
C.V. (%)		40,87	25,58

* Dados transformados para $\sqrt{x+0,5}$

** Diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade.

ns Diferença não significativa ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7. Análise conjunta dos dois experimentos, entre os períodos de avaliação e da proteção das panículas de cajueiro-anão-precoce, sobre a variável número de frutos fixados. Pacajus (CE), 1991.

Fonte de Variação	GL	E(QM)
Clone	1	0,2224ns
Período de avaliação	2	20,5947**
Proteção	1	219,1404**
Árvore	9	0,7415ns
Clone x proteção	1	0,1079ns
Resíduo	105	0,9176
C.V. (%)		38,05

* Dados transformados para $\sqrt{x+0,5}$

** Diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade.

ns Diferença não significativa ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 8. Médias do número de frutos fixados em panículas não ensacadas e ensacada de dois clones de cajueiro anão-precoce. Pacajus (CE), 1991).

Tratamento	Clones			
	CCP-06		CCP-76	
Não ensacado	3,85	(17,27)a	3,88	(16,00)a
Ensacado	1,09	(0,87)b	1,24b	(0,93)b
Redução (%)	94,96		94,19	

* Médias seguidas da mesma letra na vertical diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$.

Pelos resultados da Tabela 8 e Figura 3, verifica-se que as panículas não ensacadas apresentaram um maior número de frutos fixados que aquelas ensacadas, para os dois clones; as diferenças foram estatisticamente significativas, no entanto, não ocorreu diferença entre clones (Tabela 7).

O maior número de frutos fixados nas panículas não ensacadas confirmam a importância das abelhas como agentes polinizadores para cultura, sendo o mesmo verificado por FREE & WILLIAMS (1976) usando a mesma metodologia em cajueiro do tipo comum na Jamaica.

Figura 3. Médias do número de frutos fixados em panículas ensacadas e não ensacadas de dois clones de cajueiro anão-precoce. Pacajus (CE), 1991.

RAO & HASSAN, 1957; BINGGER, 1960; DAMODARAN et al., 1966 e NAIR, 1980 afirmaram que a morfologia das flores justifica a polinização entomófila, sendo que NORTHWOOD, 1966 e PURSEGLOVE, 1968 consideraram a polinização entomófila mais importante para o cajueiro, e MCGREGOR (1976b) e MEDINA (1978) afirmaram que os insetos, principalmente as abelhas, são responsáveis pelo aumento de produção.

Ainda pelas Tabelas 6 e 7, podemos verificar os efeitos não significativos para interação clone x proteção, demonstrando que a ação desses dois fatores é totalmente independente. Pelas mesmas Tabelas pode-se verificar, através da diferença não significativa, que as abelhas visitam aleatoriamente as árvores, por isso, não há repercussão na fixação de frutos.

4.1.5. Peso de frutos

Pela análise da variância (Tabela 9), verifica-se que houve diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade, sendo verificado pelo teste "t" de Student ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 10) e representado graficamente na Figura 4.

Tabela 9. Análise da variância do peso (g) de frutos oriundos de panículas ensacadas e não ensacadas de dois clones de cajueiro anão-precoce. Pacajus (CE), 1991.

Causa da Variância	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	167,9470	54,9834	81,49**
Resíduo	84	56,6777	0,6747	
Total	87	221,6270		
C.V. (%)		11,63		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 10. Médias do peso (g) dos frutos oriundos de panículas ensacadas e não ensacadas, de dois clones de cajueiro anão-precoce. Pacajus (CE), 1991.

Tratamentos	CCP-76	CCP-06
Não ensacado	8,58 a	6,63 c
Ensacado	7,68 b	4,88 d
Redução (%)	7,25	26,40

Figura 4. Médias do peso (g) de frutos colhidos em panículas ensacadas e não ensacadas de dois clones de cajueiro-anão-precoce. Pacajus (CE), 1991.

Quando compara-se as médias dos pesos dos frutos colhidos em panículas não ensacadas e ensacadas para os dois clones, verifica-se que os frutos oriundos de panículas não ensacadas apresentaram médias de peso maior (Tabela 10 e Figura 4) citadas anteriormente.

A diferença em favor dos frutos não ensacados pode ser atribuída a diferença no índice de polinização devido ao livre acesso das abelhas, o que provavelmente influenciou a manifestação de fatores fisiológicos da planta.

Estes resultados são semelhantes aos obtidos com forrageiras leguminosas, abóbora e aquênio de girassol, segundo NOGUEIRA & PEREIRA (1983), ÁVILA et al. (1989) e MORETI (1989), respectivamente.

4.1.6. Composição centesimal dos frutos

Pela Tabela 11, verifica-se que o clone CCP-06 foi o que apresentou maior variação na composição com relação ao tipo de polinização ocorrendo um aumento no teor de proteína e carboidratos, em detrimento dos teores de cinza e de óleo, quando as panículas foram isoladas. Já o clone CCP-76, não foi tão influenciado, pois apresentou teores de óleo, proteína bruta e cinzas variável com o tipo de polinização.

Pela literatura, verifica-se que os teores de óleo, proteína e carboidratos são semelhantes àqueles determinados por TREVAS FILHO, 1971 em cajueiro do tipo comum

não polinizado. MORETI et al., 1987 verificaram um menor teor de óleo em gergelim (*Sesamum orientalis*) quando as plantas foram isoladas dos insetos.

Tabela 11. Composição centesimal (%) de amêndoa de castanha de caju "in natura", oriundas de panículas ensacadas e não ensacadas de dois clones de cajueiro anão-precoce.

Clones	Ensacadas		Não ensacadas	
	CCP-76	CCP-06	CCP-76	CCP-06
Componentes				
Óleo	49,9	48,2	48,8	51,4
Proteína bruta	30,3	30,3	31,9	28,0
Cinzas	2,8	2,8	2,9	3,2
Carboidratos	17,0	18,5	16,4	17,4

5. CONCLUSÕES

Baseando-se nos resultados obtidos na presente pesquisa, conclui-se que:

- . *Apis mellifera* é a espécie mais importante na polinização da cultura;

- . A menor fixação de frutos ocorre nas panículas isoladas independentemente do clone;

- . A duração média de visitas de *Apis mellifera* às panículas é de 10 segundos;

- . A *Apis mellifera* apresenta um pico máximo de visitas às panículas das 9 às 14h30;

- . Panículas isoladas apresentaram um menor peso de frutos para ambos os clones;

- . O clone CCP-06 apresenta maior variação qualitativa dos frutos com o tipo de polinização;

- . Panículas isoladas do clone CCP-06, apresentaram frutos com menores teores de cinza, óleo e maiores teores de proteína e carboidratos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. Official and tentative methods. 3.ed. Champaign, 1983. n.p.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL - 1991. Rio de Janeiro, 51: 504, 1991.
- ARGLES, G.K. *Anacardium dentale*. Cashew. In: _____. The propagation of tropical trees. Farnham Royal, CAB, 1976. p.182-222. (Horticultural Review, 4).
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Microchemical methods. In: Official methods of analysis. Arlington, 1990. v.1, cap. 12, p.337-48.
- ÁVILA, J.C.; MARTINHO, M.R.; CAMPOS, J.P. Polinização e polinizadores na produção de frutos e sementes híbridas de abóbora (*Cucurbita pepo* var. melopepo). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Jaboticabal, 18(1): 13-9, 1989.
- BARROS, L.M. Origem, dispersão e perspectivas de melhoramento do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.). Piracicaba, ESALQ/Depto. de Genética, 1987. 36p.

- BARROS, L.M. Biologia floral, colheita e rendimento. In: LIMA, V.P.M.S., org. A cultura do cajueiro no nordeste do Brasil. Fortaleza, BNB, 1988a. p.301-19. (Estudos Econômicos e Sociais, 35).
- BARROS, L.M. Melhoramento. In: LIMA, V.P.M.S., org. A cultura do cajueiro no nordeste do Brasil. Fortaleza, BNB, 1988b. p.321-56. (Estudos Econômicos e Sociais, 35).
- BARROS, L.M. Caracterização morfológica e isoenzimática do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), tipos comum e anão precoce, por meio de técnicas multivariadas. Piracicaba, 1991. 256p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- BARROS, L.M. & MELO, Q.M.S. Alguns aspectos sobre a cultura do caju (*Anacardium occidentale* L.). Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, 9: 29-38, 1987.
- BARROS, L.M.; ARAUJO, F.E. de; ALMEIDA, J.I.; TEIXEIRA, L.M.J. A cultura do cajueiro anão. Fortaleza, EPACE, 1984. 64p. (EPACE. Documentos, 3).
- BINGGER, M. *Selenothrips rubrocinctus* (Giard) and the floral-biology of cashew in Tanganyika. East African Agricultural Journal, Nairobi, 25(4): 229-34, 1960.
- BISPO, S.W.P. & COSTA, J.N. Insetos polinizadores potenciais do cajueiro no Nordeste da Bahia. Fortaleza, EMBRAPA/CNPc de Caju, 1991. 3p. (EMBRAPA/CNPc. Pesquisa em Andamento, 5).

- COPELAND, H.F. Observations on the reproductive structures of *Anacardium occidentale* L. *Phytomorphology*, New Delhi, 11(4): 315-24, 1961.
- CRANE, E. O livro do mel. São Paulo, Nobel, 1983. 255p.
- DAMODARAN, V.K.; ABRAHAN, J.; ALEXANDER, K.M. The morphology and the biology of cashew flower II - Anthese, Dehiscence, receptivity of stigma, pollination, fruit set and fruit development. *Agricultural Research Journal*, Kerala, 4(2): 78-84, 1966.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Plano de implantação do Centro Nacional de Pesquisa do Caju. Brasília, 1987. 53p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa do Caju. Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa do Caju, 1987-1988. Fortaleza, 1990. 88p.
- FALUYI, M.A. The natural breeding system of cashew (*Anacardium occidentale* L.) and its influence on yield in Southwestern Nigeria. *Nigeria Journal Science*, Ibadan, 17(1): 51-60, 1983.
- FAO PRODUCTION YEARBOOK - 1991, Rome, 45: 172, 1992.
- FREE, J.B. Introduction. In: _____. *Insects pollination crops*. London, Academic Press, 1970a. cap. 1, p.1-11.
- FREE, J.B. Anacardiaceae. In: _____. *Insects pollination crops*. London, Academic Press, 1970b. cap. 14, p.193-7.

- FREE, J.B. & WILLIAMS, I.H. Insects pollination of *Anacardium occidentale* (L.), *Blighia sepids* Roening and *Persea americana* Mill. *Tropical Agricultural*, Trindade, 53(2): 125-39, 1976.
- GIORGINI, J.F. & GUSMAN, A.B. A importância das abelhas na polinização. In: CAMARGO, J.M.F. *Manual de apicultura*. São Paulo, Agronômica Ceres, 1972. p.155-64.
- GOMES, F.P. *A estatística moderna na pesquisa agropecuária*. 2.ed. Piracicaba, POTAFOS, 1985. 162p.
- HARLAN, J.R. & WET, J.M.J. On the quality of evidence for origem and dispersal of cultivated plants. *Current Anthropology*, Chicago, 14(1/2): 51-5, 1973.
- IMPORTÂNCIA da polinização. *Apicultura no Brasil*, São Paulo, 3(16): 23, set./out. 1986.
- JOHNSON, D.V. The botany origin and spread of the cashew (*Anacardium occidentale* L.). *Journal of Plantation Crops*, Kasaradog, 1(1): 1-7, 1973.
- JOHNSON, D.V. Botânica e biologia do caju. In: _____. *O caju do nordeste do Brasil; um estudo geográfico*. Fortaleza, Banco do Nordeste do Brasil/ETENE, 1974. p.19-21.
- KERR, W.E. & AMARAL, E. *Apicultura científica e prática*. São Paulo, Secretaria de Estado dos Negócios da Agricultura do Estado de São Paulo, 1960. 148p.

LIMA, V.P.M.S. Origem e distribuição geográfica. In: _____, org. A cultura do cajueiro no nordeste do Brasil. Fortaleza, BNB, 1988. p.3.13. (Estudos Econômicos e Sociais, 35).

LOPES NETO, A. A agroindústria do cajú no Nordeste do Brasil e em outros países grandes produtores. Fortaleza, Banco do Nordeste do Brasil, 1981. 472p.

MARTINHO, M.R. A criação de abelhas. 2.ed. São Paulo, Globo, 1989. 180p.

McGREGOR, S.E.; LEVIN, M.D.; FORSTER, E.R. Honey bee visitors and fruit set of cantaloups. *Journal of Economic Entomology*, Lanhan, 58(5): 968-70, 1965.

McGREGOR, S.E. Economics of plant pollination. In: *Insect pollination of cultivated crops plants*. Washington, USDA/Agricultural Research Service, 1976. p.1-7 (USDA/ARS. Agriculture Handbook, 496).

McGREGOR, S.E. Cashew. In: _____. *Insect pollination of cultivated crop plants*. Washington, USDA/Agricultural Research Service, 1976. p.130-2. (USDA/ARS. Agriculture Handbook, 496).

MEDINA, J.C. Cultura. In: MEDINA, J.C.; BLEINROTH, E.W.; BERNHARDT, L.W.; HASHIZUME, T.; RENESTO, O.V.; VIEIRA, L.F. *Caju; da cultura ao processamento e comercialização*. Campinas, ITAL, 1978. cap. 1, p.5-66.

MITCHELL, J.D. & MORI, S.A. The cashew and its relatives (*Anacardium*: Anacardiaceae). *Memoirs of the New York Botanical Garden*, New York, 42(1): 1-76, 1987.

- MORETI, A.C.C.C. Estudo sobre a polinização entomófila do girassol (*Helianthus annuus* L.) utilizando diferentes métodos de isolamento de flores. Piracicaba, 1989. 126p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- MORETI, A.C.C.C.; MARCHINI, L.C.; REGITANO-D'ARCE, M.A.B. Observações sobre a polinização entomófila do gergelim (*Sesamum orientalis*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 1.; ENCONTRO SOBRE MOSCAS-DAS-FRUTAS, 1., Campinas, 1987. Resumos. Campinas, IAC, 1987. v.1, p.78.
- MORTON, J.F. The cashew's brighter future. *Economic Botany*, New York, 15(1): 57-78, 1961.
- MOTA, M. Origem. In: _____. O cajueiro nordestino. 3.ed. Recife, Fundação de Cultura Cidade do Recife, 1982. p.39-44. (Coleção Recife, 29).
- NAIR, G.S. Floral biology and hybridization technique in Cashew. *Indian Cashew Journal*, Cochin, 12(3): 15-7, 1980.
- NAIR, M.K.; RAO, E.V.V.B.; NAMBIAR, K.K.N.; NAMBIAR, M.C. In: _____. Cashew (*Anacardium occidentale* L.). Kerala, Central Plantation Crops Research Institute, 1979. p.16-26.
- NOGUEIRA, R.H.F. & PEREIRA, J.M.S. Polinização entomófila em *Glycine wightii* (soja perene). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 35., Belém, 1983. Resumos. *Ciência e Cultura*, Suplemento, São Paulo, 35(7): 688, jul. 1983.

- NOGUEIRA NETO, P. Polinização das flores. In: _____. A criação de abelhas indígenas sem ferrão; Meliponinae. São Paulo, Chácaras e Quintais, 1953. p.13-56.
- NORTHWOOD, P.J. Some observations on flowering and fruit-setting in the cashew *Anacardium occidentale* L. *Tropical Agricultural*, Trindade, 43(1): 35-42, 1966.
- PARAMESWARAN, N.K.; DAMODARAN, V.K.; FRABHAKARAN, P.V. Relationship between yield and duration of different phases in flower opening in cashew (*Anacardium occidentale* L.). *Indian Cashew Journal*, Cochin, 16(4): 15-9, 1983.
- PINHEIRO, F.F.M. & PARENTE, J.I.C. Estudos preliminares sobre a biologia floral do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), no Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 4., Salvador, 1977. *Resumos*. Salvador, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1977. p.3.
- PREGNOLATTO, W. & PASCUET, E. Determinações gerais. In: _____, coord. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. 3.ed. São Paulo, Inst. Adolfo Lutz, 1985. v.1, cap. 4, p.16-76.
- PURSEGLOVE, J.W. *Anacardiaceae*. In: _____. *Tropical crops*. London, Longmans, 1968. v.1: Dicotyledons, p.18-32.
- PURSEGLOVE, J.W. *Tropical crops*. London, Logmans, 1974. v.1: Dicotyledons.
- RAO, V.N.M. & HASSAN, M.V. Preliminares studies on the floral biology of cashew (*Anacardium occidentale* L.). *Indian Journal Agricultural Science*, New Delhi, 27: 277-88, 1957.

REDDI, E.U.B. Under - pollination: a major constraint of cashew-nut production. *Proceedings Indian of the National Science Academy, Pt. B: Biological Sciences, New Delhi*, 53(3): 249-52, 1987.

SMITH, F.G. Bee forrage. In: _____. *Beekeeping in the tropics*. New York, Longmans, 1960. p.63-77.

STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. *Principles and procedures of statistics*. New York, John Wiley, 1960. 481p.

THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, Bratislava, 38: 55- 94, 1948.

TREVAS FILHO, V. *Tecnologia dos produtos do pedúnculo do caju*. Fortaleza, s.ed., 1971. 101p. (mimeog.).