POLINIZAÇÃO ENTOMÓFILA DO COQUEIRO (*Cocos nucifera* L.)

GERBSON AZEVEDO DE MENDONÇA
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. LUÍS CARLOS MARCHINI

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura
“Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo,
para obtenção do título de Doutor em Ciências,
Área de Concentração: Entomologia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro – 2002

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Mendonça, Gerbson Azevedo de

Polinização entomófila do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) / Gerbson Azevedo de
Mendonça. - Piracicaba, 2002.

51 p.

Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002.
Bibliografia.

1. Coco 2. Insetos 3. Polinização I. Título

634.61

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

A Lígia,

melhor mãe, melhor esposa.

OFEREÇO.

Aos meus filhos,

Júlio Augusto e Luís Eduardo,
a experiência mais gratificante da minha vida,

DEDICO.

À minha querida mãe, Neves,
à minha irmã, Nancy,
aos meus tios, Absolon e Jandira e
ao meu Pai, que mesmo noutro plano, está sempre ao meu lado,

A MINHA SINCERA HOMENAGEM.

AGRADECIMENTOS

À minha família, que sempre me apoiou,

Ao Prof. Dr. Luís Carlos Marchini, pela amizade e orientação deste trabalho,

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP,
(Processo nº 98/166-6) pela bolsa de estudo e financiamento da pesquisa,

À Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte – EMPARN,
especialmente ao Dr. Fernando Antônio Marinho Pereira, Diretor-presidente
e ao Dr. José Flamarion de Oliveira, Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento,
pelo apoio constante,

Ao Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia da ESALQ/USP,
pela oportunidade do curso e aos seus professores pelos ensinamentos,

À memória do Prof. Dr. José Negreiros, da Escola Superior de Agricultura de
Mossoró – ESAM, por ter me iniciado na entomologia,

Ao Prof. Dr. Edilberto Giannotti e ao Prof. Dr. José Chaud Neto do
Departamento de Biociências da UNESP de Rio Claro, SP, pela identificação
dos insetos,

Ao Centro de Lançamentos de Foguetes "Barreira do Inferno" - C.L.B.I, do Ministério da Aeronáutica, em Natal, RN, pelo fornecimento dos dados climáticos,

Às bibliotecárias Kátia, Eliana e Sílvia da ESALQ/USP, pela orientação nas normas bibliográficas,

Às fazendas Dom Bosco e Cajupiranga, em Parnamirim, RN, pela concessão da área para realização dos experimentos,

Ao amigo apicultor, Wagner Araújo Teixeira, da Empresa Néctar do Vale, pelo apoio no manejo das colméias,

A Deus e a todos os meus bons amigos.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	ix
SUMMARY.....	x
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Variedades de coqueiros.....	3
2.2 Biologia floral.....	4
2.2.1 Aspectos da floração e sua atratividade aos polinizadores..	4
2.3 Insetos polinizadores.....	6
2.4 Forrageamento das abelhas no coqueiro.....	8
2.5 Polinização e fixação dos frutos.....	9
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1 Caracterização da área experimental.....	11
3.2 Vegetação e condições físicas do local.....	11
3.3 Plantas utilizadas.....	12
3.4 Preparação das colméias.....	13
3.5 Duração, horário de visitas e flutuação populacional das espécies visitantes.....	13
3.6 Necessidade de polinização da cultura do coqueiro.....	14
3.7 Fidelidade de visitas de <i>Apis mellifera</i> L. às flores do coqueiro.....	15
3.8 Número de visitas para fecundar uma flor.....	15
3.9 Raio de ação de <i>Apis mellifera</i> L. na cultura do coqueiro.....	16

3.10 Densidade de colméias por hectare.....	16
3.11 Produção da cultura do coqueiro polinizada por <i>Apis mellifera</i> L.....	16
3.12 Análise estatística dos resultados.....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4.1 Espécies de abelhas e vespas que visitam as flores do coqueiro.....	18
4.2 Número, duração e horário de visitas de insetos às flores do coqueiro.....	19
4.2.1 Número de visitas	19
4.2.2 Duração, horário de visitas e flutuação populacional de insetos nas flores do coqueiro.....	21
4.3 Necessidade de polinização do coqueiro.....	27
4.4 Fidelidade de visitas da <i>Apis mellifera</i> L. às flores do coqueiro.....	29
4.5 Número de visitas de <i>Apis mellifera</i> L. para fecundar uma flor.....	31
4.6 Raio de ação de <i>Apis mellifera</i> L. em pomares de coqueiro...	33
4.7 Densidade de colméias por hectare.....	35
4.8 Produção da cultura do coqueiro polinizada por <i>Apis mellifera</i> L.....	37
5 CONCLUSÕES.....	40
ANEXOS.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47

POLINIZAÇÃO ENTOMÓFILA DO COQUEIRO (*Cocos nucifera* L.)

Autor: GERBSON AZEVEDO DE MENDONÇA

Orientador: Prof. Dr. LUÍS CARLOS MARCHINI

RESUMO

O coqueiro apresenta importantes características de interesse econômico para o Brasil, onde são plantados 300.000 ha. Os estudos direcionados ao conhecimento da planta, visando aumentos de produtividade, ainda são poucos em condições brasileiras. Com o objetivo de conhecer a ecologia das interações polinizadores-coqueiro; verificar a influência da polinização entomófila na produção da cultura; dos fatores climáticos sobre as formas de polinização e determinar a densidade ótima de colméia/ha, foram desenvolvidos estudos em plantios de três variedades de coqueiro (anão, híbrido e gigante), entre junho de 1999 e dezembro de 2001, em Parnamirim, RN. Foi observado que ocorre auto-polinização apenas em coqueiros anões e polinização anemófila nas três variedades. As abelhas *Scaptotrigona postica*, *S. depilis* e, principalmente *Apis mellifera*, melhoram a polinização das plantas. As vespas *Polistes canadensis*, *Agelaia pallipes*, *A. vicina*, *Polybia sericea*, *P. ignobilis* e *P. occidentalis*, não apresentaram importância como polinizadores. O raio de ação de *A. mellifera* foi mais efetivo até 100 m nos coqueiros anões e híbridos e até 120 m nos gigantes. A densidade de uma colméia/ha aumentou o número de frutos em 7,0; 10,9 e 16 % nas variedades anã, híbrida e gigante, respectivamente.

POLLINATION ENTOMOPHILE OF COCONUT PALM (*Cocos nucifera* L.)

Author: GERBSON AZEVEDO DE MENDONÇA

Adviser: Prof. Dr. LUÍS CARLOS MARCHINI

SUMMARY

The coconut palm presents important characteristics of economic interest to Brazil, where 300.000 ha are planted there is. The studies addressed to the knowledge of the plant, seeking productivity increases, they are still few in Brazilian conditions. With the objective of knowing the ecology of the interactions pollinators-coconut tree; to verify the influence of the pollination by insects in the production of the culture; of the climatic factors on the pollination forms and to determine the best density of bee hive/ha, studies were developed in plantations of three coconut tree varieties (dwarf, hybrid and tall), among June of 1999 and December of 2001, in Parnamirim, RN, Brazil. It was observed that just happens self-pollination of the same inflorescence in dwarf coconut trees and pollination by insects in the three varieties. The stingless bees *Scaptotrigona postica* and *S. depilis* and, mainly honeybee, *Apis mellifera*, improves the pollination of the plants. The wasps *Polistes canadensis*, *Agelaia pallipes*, *A. vicina*, *Polybia sericea*, *P. ignobilis* and *P. occidentalis*, didn't present importance as pollinators. The ray of action of *A. mellifera* was more effective up to 100 m in the dwarf and hybrid coconut trees and until 120 m in

the tall variety. The density of a hive/ha increased the number of fruits in 7,0; 10,9 and 16,0% in the varieties dwarf, hybrid and tall, respectively.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil são plantados 300.000 ha de coqueiros sendo a produção concentrada principalmente na Região Nordeste. Entre os anos de 1990 e 1997, houve um aumento na produção de cocos de 17,7% no Nordeste, 63,1% no Norte e de 504,7% na Região Sudeste, mostrando a expansão e importância econômica da cultura (Anuário Estatístico do Brasil, 1999). Em 2000, o Brasil produziu 1,2 bilhões de frutos, cabendo ao Nordeste uma produção aproximada de 730 milhões. O Norte e Sudeste produziram 170 e 65 milhões de frutos, respectivamente (FNP, 2001).

O mercado do coco é dividido em dois setores: de uma parte há o coco destinado à industrialização, (a partir das variedades gigante e híbrida) para obtenção do produto ralado e óleo, utilizados nas indústrias alimentícias, farmacêuticas, de cosméticos e outras. Por outro lado há a produção do fruto para a comercialização da água de coco, oriunda dos coqueiros anões (Valexport, 1996).

Segundo Viglio (1997), as perspectivas de mercado são totalmente distintas para esses dois segmentos do mercado. O coco destinado à indústria, enfrenta a concorrência do importado com subsídios, que mesmo com a instituição de direitos compensatórios, continua a entrar no País por meio de operações triangulares. A importação do produto asiático em larga escala,

interfere na comercialização do produto nacional, impedindo a recuperação da lucratividade e a volta dos investimentos no setor.

O mercado para produção de água de coco é mais dinâmico e as indústrias investem nele com novos lançamentos de água de coco envasada (Gayet, 1999). Os produtores esperam conseguir de 5% do mercado nacional de refrigerantes, que é de 9 bilhões de litros/ano. É justificável o interesse, porque para atingir a meta de 450 milhões de litros/ano de água de coco, será necessário triplicar a área atual plantada com coqueiros (Guimarães, 1998).

Mesmo com a produção crescente, a produtividade do coqueiro gigante ainda é muito baixa, ficando em torno de 3.900 frutos/ha/ano, quando se compara com outros países que produzem mais de 10.000 frutos/ha/ano. O coqueiro anão atinge produções mais altas, já que os plantios são dotados de tecnologia como irrigação e adubações regulares, elevando a produtividade acima de 40.000 frutos/ha/ano (Madeira et al., 1998).

Sistemas de produção com sementes selecionadas, irrigação e correção da fertilidade do solo são necessários ao aumento da produtividade do coqueiro, porém, a adequada fecundação das flores também desempenha papel preponderante na produção dessa cultura.

Este trabalho teve o objetivo de conhecer a ecologia da interação insetos-inflorescências do coqueiro, verificar a influência da polinização entomófila na produção da cultura, observar a influência dos fatores climáticos na interação polinizador/coqueiro e determinar a densidade ótima de colméias/ha com vistas ao aumento da produtividade da cultura.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Variedades de coqueiros

Os coqueiros são da Família Arecaceae e estão reunidos numa única espécie: *Cocos nucifera* L. Entretanto, apresentam muitas variedades que podem ser determinadas com base no crescimento do estipe e na idade com que iniciam a frutificação. Segundo Gomes (1980), os coqueiros são agrupados em dois tipos principais: gigante ou comum e anão. A estes pode-se acrescentar ainda um terceiro tipo, designado de semi-gigante ou médio-anão, que é o tipo híbrido.

O coqueiro anão (*Cocos nucifera* var. *nana*) é de pequeno porte e inicia a produção entre 30 e 36 meses, tendo uma frutificação regular aos quatro anos (Madeira et al., 1998). Foi introduzido no Brasil em 1925, de plantas oriundas das Filipinas. São plantas auto-férteis, já que existe a coincidência na abertura das flores masculinas e femininas. A emissão das inflorescências ocorre a cada 21 dias, com flores femininas que variam de poucas a centenas e proporcionando 22,6% de fixação dos frutos (Maeno & Saturnino, 1996).

Embora os coqueiros anões entrem em produção mais cedo e tenham boa produção de frutos, a copra tem tendência a ser mais macia e com menor

teor de óleo do que do híbrido e do gigante, servindo principalmente para o consumo da água *in natura*.

O coqueiro gigante é o mais extensivamente cultivado em todos os 90 países cocoeiros do mundo. É uma planta de vida longa, geralmente atingindo 80 ou 90 anos e começam a produzir entre o 4º e 6º ano. Esta variedade é de polinização cruzada, embora nos meses de verão possa ocorrer sobreposição de inflorescências consecutivas. Os gigantes apresentam uma média de 19 flores femininas por inflorescência, com grande variação (Ferreira et al., 1998). A quantidade e qualidade da copra são satisfatórias nesta variedade. O coqueiro gigante plantado no Brasil origina-se de populações derivadas de coqueiros indianos ou africanos e foram introduzidos em 1550 (Moura et al., 1996).

O coqueiro híbrido é produzido por polinização cruzada entre o pai gigante e a mãe da variedade anã. Tais híbridos são de crescimento intermediário e com dupla aptidão comercial: podem produzir frutos para consumo da água *in natura* a exemplo dos coqueiros anões ou ser destinado à produção de copra como os gigantes (Madeira et al., 1998).

2.2 Biologia floral

2.2.1 Aspectos da floração e sua atratividade aos polinizadores

O coqueiro é uma planta alógama, com flores masculinas e femininas na mesma inflorescência. A maioria das flores é masculina e as flores femininas encontram-se na base das ráquias e apresentam três pétalas e três sépalas. A

flor masculina abre ligeiramente no primeiro dia e completamente no segundo dia, ao fim do qual, cai (Passos, 1998). Esta flor tem um pistilo abortivo com o ápice dividido em três partes, cada uma com uma glândula de néctar e seis estames que liberam grande quantidade de pólen (Frémond et al., 1975).

A flor feminina apresenta formato esférico, com 15 a 25 mm de diâmetro e um estilo curto, com três estigmas e três óvulos, mas somente um dos óvulos é fértil. Quando esta flor se torna receptiva, os lóbulos dos estigmas se separam e os nectários que se alternam com os lóbulos iniciam a produção do néctar (Tammes & Whitehead, 1969).

Segundo Gomes (1992), um coqueiro gigante produz dezessete inflorescências por ano, intercaladas a cada 21 ou 25 dias, ficando com suas flores abertas durante mais ou menos 30 dias (período de antese somado ao período de abertura das flores femininas), sendo constante ao longo do ano a presença de pólen e néctar. A abertura das flores femininas não coincide, em geral, com a das masculinas que abrem progressivamente e em três semanas caem. Enquanto isso, os botões florais continuam o seu desenvolvimento e mantêm-se fechados não havendo fecundação neste período (Passos, 1998). A abertura das flores femininas também é progressiva começando pela base da ráquila, com duração de seis ou sete dias. A fecundação deve se processar nas primeiras 24 horas que se seguem à abertura da flor, já que depois o estigma enegrece e as flores não fecundadas caem, persistindo as fecundadas, que evoluem e formam o fruto (Frémond et al., 1975).

A fecundação do coqueiro é feita por polinização cruzada, havendo a necessidade de várias plantas próximas para uma regularidade de produção, sendo então natural a coincidência de flores masculinas e femininas abertas em plantas distintas.

A inflorescência do coqueiro é de coloração amarelada, contrastando com o verde das folhas, certamente como recurso atrativo para os insetos, assim como a produção de néctar e pólen. De acordo com Kevan & Baker (1983), as flores sofreram modificações na sua estrutura para facilitar a polinização, havendo assim, uma diversidade de cores, formas e odores para garantir o reconhecimento pelos insetos polinizadores. No coqueiro, a produção de néctar nas flores femininas e de pólen e néctar nas masculinas são características de plantas dependentes da polinização biológica. Estas características evidenciam a necessidade de organismos como transportadores de pólen entre plantas já que, as plantas que necessitam de polinizadores, apresentam atratividade a estes agentes (Bierzzychudek, 1981). Como o pólen do coqueiro é seco e abundante, o vento e a gravidade devem ter importância na fecundação, entretanto, a queda de muitas flores femininas pode ser exclusivamente por falta de fecundação. Se faltar a polinização, a flor feminina cai, prejudicando a produção da planta (Tammes & Whitehead, 1969).

Existem variedades como as anãs, que a abertura das flores femininas coincide com a abertura das flores masculinas, havendo fecundação entre as flores da mesma inflorescência e entre flores de inflorescências subsequentes. Parece, que mesmo nestes casos, a fecundação entomófila é importante, já que as flores femininas dispõem-se em espiral, inclusive viradas para baixo, dificultando a polinização pelos ventos (Free, 1993).

2.3 Insetos polinizadores

O valor dos insetos polinizadores tem sido demonstrado principalmente através de registro das espécies que visitam as flores como em Castro & Viana (1996), e Conceição & Delabie (1996), existindo muita

controvérsia sobre a importância relativa da polinização anemófila ou entomófila (Hedstrom, 1986).

No Havaí, Sholdt (1966), verificou 51 espécies de insetos visitando as inflorescências do coqueiro, das quais, sete espécies visitaram em comum flores masculinas e femininas. Observou que as abelhas foram os principais polinizadores, verificando ainda uma certa importância na polinização anemófila. As principais espécies foram: Abelhas, *Apis mellifera*; vespas, *Polistes exclamans*, *P. macaensis* e *P. olivaceus*, e formigas, *Paratrechina longicornis* e *Pheidole megacephala*.

No Brasil, Castro & Viana (1996) registraram *A. mellifera* e *Augochlora* sp. como abelhas predominantes que visitam a inflorescência do coqueiro e *Dialictus* sp. como espécie esporádica. A espécie *A. mellifera* foi mais abundante em coqueiros gigantes que nos anões e a *Augochlora* sp. concentrou suas visitas apenas nos coqueiros anões. Conceição & Delabie (1996), encontraram *A. mellifera* e *Trigona* sp. associadas às inflorescências de coqueiros anões e algumas espécies de formigas como *Ectatomma quadridens*, *Camponotus blandus* e *C. cingulatus*.

Conceição (1997), registrou a visita de várias espécies de abelhas (*A. mellifera*, *Trigona guianae*, *T. spinipes*, *Melliponona rufiventris*, *Plebeia* sp. e *P. poecilochroe*) e de 22 espécies de formigas, destacando *Ectatomma brunneum* e *Cardiocondyla wroughtonii* como mais freqüentes nas flores do coqueiro.

Lepesme¹, citado por Hedstrom, (1986), relatou que existem 74 espécies de insetos hospedeiros do coqueiro na Melanésia, representando 47% de todas as espécies relacionadas à planta, sugerindo ser esta região o local de origem do coqueiro.

¹LEPESME, K.L. The inflorescence and pollination of coconut. Landbouw, Buitenz. 13: 74-89, 1947

O grande número de insetos, inclusive diversas espécies de abelhas associados às flores do coqueiro e a presença de nectários, sugere que a planta seja dependente de polinização entomófila.

2.4 Forrageamento das abelhas no coqueiro

As abelhas são os mais importantes visitantes das inflorescências do coqueiro, onde 98% das flores são masculinas, produzindo muito mais pólen que néctar (Hedstrom, 1986).

O forrageamento nas flores do coqueiro varia entre as espécies de abelhas e regiões da Terra. Nas Filipinas, Adoro¹, citado por Free (1993), observou que *Apis cerana* é uma visitante ocasional e verificou *Trigona* sp. coletando apenas pólen, sem visitas às flores femininas. Já na Costa Rica, *Trigona* spp. foram as mais importantes polinizadoras, visitando as flores de ambos os sexos (Hedstrom, 1986). No Brasil, os registros na literatura ainda são escassos, mas Castro & Viana (1996); Conceição & Delabie (1996) e Conceição (1997), realizaram pesquisas nesta área.

As flores masculinas abrem normalmente entre 8 e 12:00 h e *A. mellifera* coletam mais pólen pela manhã, quando aparecem com mais abundância, com uma média de 3,5 e 1,9 abelhas por flor masculina e feminina, respectivamente (Sholdt & Mitchell, 1967). Segundo estes autores, as flores femininas secretam 4,1 e 2,3 ml de néctar a cada cinco minutos, de manhã e à tarde, respectivamente. O néctar das flores do coqueiro contém de 9 a 12% de açúcar quando inicia a secreção, aumentando a concentração posteriormente (Jay, 1974). Isso ocorre provavelmente devido à evaporação de parte da água do néctar.

¹ADORO, B.A. The coconut pollination. Thesis. Manila University, 1982. 82p.

O número de abelhas forrageando tende a diminuir depois do pico das 10 às 11:00 h, mas existem alguns picos secundários à tarde, sendo que a proporção de abelhas geralmente não diminui durante o transcorrer do dia. Foi encontrado pólen no corpo de 99% das abelhas sobre flores masculinas e de 67% das abelhas nas flores femininas (Free et al., 1975).

2.5 Polinização e fixação dos frutos

Moura et al.(1996), verificaram abscisão de 70% das flores do coqueiro, sendo que, deste total, 21% por ataque de insetos e ácaros. Os autores também registraram uma considerável porcentagem de flores abortadas (78%), por motivos que não conseguiram determinar; parte disso certamente por falta de polinização.

Para determinar a importância relativa da polinização realizada pelo vento, Jay (1974), utilizou placas de plástico cobertas com vaselina suspensas nos coqueiros, observando que os grãos de pólen ficaram aderidos às placas, indicando assim, existir a condução anemófila. O autor verificou ainda que a maioria do pólen era coletado pela manhã.

Sholdt & Mitchell (1967), ensacaram flores femininas de coqueiro para observar a importância da polinização entomófila e obtiveram que a proporção de frutos diminuiu para 3 ou 4 %, embora o pólen pudesse passar através da malha do saco utilizado. Nas Filipinas, Adoro (1982), citado por Free (1993), ensacou flores femininas com malha que não permitia o acesso dos insetos, mas não impedia a polinização pelo vento, e em outros casos, as flores ficaram expostas aos insetos e ao vento. Oito semanas depois, a taxa de fecundação foi de 16,5 e 33% respectivamente. Esses resultados sugerem um modelo

entomófilo de polinização da planta, mas não excluem a polinização anemófila (Free, 1993).

As informações sobre o valor relativo da auto-polinização ou da polinização cruzada sobre a quantidade de frutos fixados são discrepantes. Sholdt & Mitchell (1967), determinaram a eficiência da auto-polinização e da polinização cruzada como semelhantes entre si, variando entre 45 e 59%. Por outro lado, Jay (1974) e Maeno & Saturnino (1996), registraram que apenas 22% dos frutos são fixados.

Muitos frutos são perdidos durante os dois primeiros meses de desenvolvimento, porém poucos caem depois deste período inicial, segundo Tammes & Whitehead (1969). O tempo da fecundação até à maturação dos frutos é de um ano na maioria das variedades sendo um período menor nos coqueiros anões. Nesta variedade, comumente os frutos são colhidos verdes, com seis meses após a fecundação. De acordo com Sholdt & Mitchell (1967), árvores que produzem poucas flores femininas têm um grande percentual de frutos fixados, quando o número de flores femininas aumenta, o número de frutos também aumenta, mas diminui este percentual.

A importância dos insetos como polinizadores desta cultura é evidente, mas ainda são poucos os trabalhos que relacionam a presença de abelhas à produtividade de coqueiros no Brasil.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O trabalho foi conduzido entre junho de 1999 e dezembro de 2001, na Fazenda Experimental "Rommel Mesquita de Faria" da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte - EMPARN, a 15 km de Natal, RN que dispõe de pomar de 50 ha de coqueiros gigantes. Na Fazenda Cajupiranga com 295 ha coqueiros híbridos e na Fazenda Dom Bosco, com 30 ha de coqueiros anões, no município de Pamamirim - RN. Estes locais são vizinhos e apresentam condições climáticas semelhantes.

3.2 Vegetação e condições físicas do local

As condições climáticas (precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa do ar) foram medidas em estação meteorológica do Centro de Lançamentos de Foguetes "Barreira do Inferno" do Ministério da Aeronáutica, próxima aos sítios de estudo.

As precipitações pluviiais médias da região são de 1.500 mm/ano, sendo maiores entre maio e agosto. A temperatura média é de 25°C e 75% de

umidade relativa do ar. Os ventos predominantes são oriundos da brisa marinha, no sentido leste-oeste (Prado, 1995).

O solo é de textura médio-arenosa, pouco profundo e com relevo plano apresentando drenagem de alta intensidade. Os declives raramente ultrapassam de 2-3%. Esta área encontra-se localizada praticamente ao nível do mar, copiando toda a área litorânea e permitindo, em consequência, a ocorrência de solos bem homogêneos (Madeira et al., 1998). Foi utilizada adubação química normalmente recomendada para a cultura e irrigação por micro-aspersão.

A cobertura vegetal da Fazenda Experimental é composta de uma reserva da mata atlântica litorânea com área de 188 ha, além de plantios cultivados com 50 ha de coqueiros da variedade gigante e 11 ha com frutíferas diversas. Na área plantada com coqueiros é comum a presença de extrato herbáceo durante todo o ano, sendo a vegetação mais intensa no período chuvoso. Dispõe de uma lagoa com $\pm$ 120 ha de lâmina de água (Lagoa do Jiquí). Na Fazenda Cajupiranga, trata-se da monocultura do coqueiro (295 ha), mas com incidência de vegetação rasteira entre as plantas e na Fazenda D. Bosco, coqueiros anões rodeados de plantio de cana-de-açúcar.

3.3 Plantas utilizadas

Foram utilizados plantios próximos, das três variedades de coqueiro, com mais de oito anos e em plena produção, plantados nos espaçamentos de 10 x 10 m (100 plantas/ha); 9 x 9 m (123 plantas/ha) e 7,5 x 7,5 x 7,5 m em triângulo (205 plantas/ha), das variedades gigante, híbrida e anã, respectivamente.

Os trabalhos com as variedades gigante e híbrida foram realizados com a ajuda de andaimes utilizados em construção civil, montados próximos às plantas selecionadas. Esses andaimes mediam 11 e 6 m de altura, para a variedade gigante e híbrida, respectivamente. Os trabalhos com a variedade anã foram conduzidos normalmente do chão, visto o pequeno porte dessas plantas.

3.4 Preparação das colméias

As colméias utilizadas foram do tipo Langstroth, de *A. mellifera*, padronizadas com um ninho completo e transferidas para os locais dos experimentos. Entre os meses de agosto e fevereiro, era retirado um quadro periférico e colocadas três rapaduras de cana-de-açúcar por colméia, mensalmente, como suplemento alimentar, ocasião em que eram feitas as revisões necessárias.

3.5 Duração, horário de visitas e flutuação populacional das espécies visitantes

Foram observadas as inflorescências emitidas numa planta tomada ao acaso, de cada variedade de coqueiro, entre julho de 1999 a junho de 2000. Era marcada uma flor feminina receptiva e durante quinze minutos a cada duas horas (das 7 às 17 h), com o auxílio de uma rede entomológica, foram capturados os insetos que pousaram sobre as flores selecionadas. Os insetos

foram armazenados separadamente de acordo com o horário de captura, para posterior identificação.

Com a utilização de um cronômetro digital, foi observado o tempo de permanência e anotado o número de visitas das espécies de insetos sobre as flores da ráquila marcada, durante 15 minutos a cada duas horas, das 7 às 17:00 h e coletadas amostras para identificação.

3.6 Necessidade de polinização do coqueiro

Para avaliar a influência dos agentes polinizadores nas três variedades de coqueiros, duas ráquilas com dois botões florais em cada uma, receberam os seguintes tratamentos:

- 1) As ráquilas foram emasculadas e envolvidas nas gaiolas com tecido de malha fina que permitia a passagem de luz e troca de umidade, porém excluía as formas de polinização;
- 2) Envolvimento das ráquilas com gaiolas de tecido de malha fina, mas com as flores polinizadas manualmente, seguindo metodologia de Passos (1998) para potencializar a fecundação;
- 3) Utilização de gaiolas com tecido tipo filó, que excluía os polinizadores maiores, mas permitia o acesso do pólen conduzido pelo vento;
- 4) As flores ficaram expostas, sujeitas às formas de polinização natural, servindo como padrão.

As gaiolas tinham o comprimento equivalente ao da ráquila (30 cm) e 5,0 cm de diâmetro, com armação de arame e montadas de forma que as ráquillas ficassem centralizadas longitudinalmente sem o contato do botão com o tecido. Estas ráquillas foram marcadas com fitas plásticas de quatro cores distintas que identificavam o tratamento, que foram avaliadas aos 30 dias.

3.7 Fidelidade de visitas de *Apis mellifera* L. às flores do coqueiro

Entre março e agosto de 2000 e setembro de 2000 e fevereiro de 2001, com uma rede entomológica foram coletadas abelhas que pousaram sobre as flores femininas dos coqueiros. Foram retiradas as cargas de pólen de 30 abelhas (*Apis mellifera*), em cada época e cada variedade do coqueiro e espalhadas sobre lâmina de vidro com uma pequena gota de água destilada. Com o auxílio de microscópio biológico, com aumento de 200 vezes, foram contados duzentos grãos, separando-se os de coqueiro e de outros vegetais, obtendo-se assim, a porcentagem de grãos de pólen de coqueiro presentes nas abelhas.

3.8 Número de visitas de *Apis mellifera* L. para fecundar uma flor

Para determinar o número de visitas de *A. mellifera* necessárias para fecundar uma flor, cinco inflorescências de cada variedade de coqueiro foram emasculadas por ocasião do início da abertura da espata e duas flores femininas em cada inflorescência, foram ensacadas com tecido de malha muito fina, que permitia as trocas gasosas, de umidade e luminosidade, mas não

permitia o acesso do pólen à flor. Por ocasião do florescimento feminino, eram retiradas as proteções das flores e contadas as visitas das abelhas sobre cada flor marcada. Após as visitas, que variaram de zero a cinco, as flores eram novamente ensacadas e observada a fixação do fruto após trinta dias.

3.9 Raio de ação de *Apis mellifera* L. na cultura do coqueiro

A distância efetiva de ação das abelhas foi determinada com a introdução de uma colméia no pomar de cada variedade de coqueiro. Por ocasião da abertura da inflorescência, foram marcadas duas ráquias com um botão floral cada, de plantas distanciadas até 120 m a partir da colméia, em intervalos de 20 m, aproximadamente. Aos 30 dias foi verificado o número de frutos fixados. De acordo com as observações sobre a fixação dos frutos observada após a introdução da colméia, foi determinado o raio de ação das abelhas na cultura do coqueiro.

3.10 Densidade de colméias por hectare

A densidade ótima de colméias foi determinada introduzindo-se seis colméias, uma a uma, em um hectare de cada variedade de coqueiro. A cada colméia instalada no campo, foram associados dez botões florais (devidamente etiquetados), de dez plantas selecionadas por ocasião do florescimento feminino, observando-se o número de frutos fixados após 30 dias. Os dados comparados foram os números de frutos fixados antes e após a introdução crescente do número de colméias e estabelecido o número adequado de colméias por hectare de coqueiro.

3.11 Produção da cultura do coqueiro polinizada por *Apis mellifera* L.

Para observar a influência das abelhas na produção dos coqueiros, foram contados os frutos fixados em dez inflorescências de cada variedade, de plantas tomadas ao acaso. Das inflorescências seguintes, nas mesmas plantas, foi determinado o número de frutos fixados após a introdução de três colméias/ha.

Aos seis meses após a fecundação das flores, esses frutos foram contados, pesados em balança com precisão de dez gramas e com o auxílio de uma proveta graduada verificou-se o volume de água de cada fruto.

3.12 Análise estatística dos resultados

Os dados obtidos foram analisados e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Espécies de abelhas e vespas que visitam as flores do coqueiro

As espécies de vespas encontradas nas flores do coqueiro foram identificados pelo Prof. Dr. Edilberto Giannotti e das abelhas pelo Prof. Dr. José Chaud Neto do Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da UNESP, em Rio Claro, SP. Os espécimes *voucher* ficaram depositados no museu de entomologia deste respectivo instituto.

Foram identificadas as seguintes espécies:

- 1- *Scaptotrigona postica* Moure, 1961
- 2- *Scaptotrigona depilis* Moure, 1961
- 3- *Apis mellifera* L., 1758
- 4- *Polistes canadensis* (L., 1758)
- 5- *Agelaia pallipes* (Olivier, 1791)
- 6- *Agelaia vicina* (de Saussure, 1854)
- 7- *Polybia occidentalis* (Olivier, 1791)
- 8- *Polybia ignobilis* (Haliday, 1836)
- 9- *Polybia sericea* (Olivier, 1791)

4.2 Número, duração e horário de visitas de insetos às flores do coqueiro

4.2.1 Número de visitas

As inflorescências do coqueiro são visitadas por diversas espécies de abelhas e de vespas, que apresentam comportamento distinto na coleta de pólen e néctar. As abelhas visitam muitas flores na mesma inflorescência, enquanto as vespas apenas uma ou duas flores em cada viagem. O número de visitas dos insetos variou entre as espécies e as variedades de coqueiro, sendo que no coqueiro anão, as abelhas visitam mais as flores do que as vespas. *A. mellifera*, visitou 36,6 vezes a mesma flor e as espécies de *Scaptotrigona* visitaram 30,2 vezes (Tabela 1). O comportamento de *S. depilis* e *S. postica*, difere de *A. mellifera* por apresentar maior inconstância no número de visitas.

As vespas visitam as flores do coqueiro anão de forma semelhante, variando entre 7,1 visitas de *P. canadensis* e 8,1 visitas das espécies do gênero *Polybia*. Este grupo de insetos, quando presentes, fazem visitas muito variadas. As espécies de *Polybia*, mostraram visitas mais numerosas que as de *P. canadensis* e números semelhantes aos de *A. pallipes* e *A. vicina* (Tabela 1), sendo que os coqueiros anões foram mais visitados que as outras variedades. As vespas não transportam pólen no corpo e não visitam flores masculinas e femininas na mesma viagem, sendo sem importância na polinização do coqueiro.

O número de visitas de abelhas no coqueiro híbrido foi intermediário entre o anão e o gigante, embora seja numericamente mais próxima do gigante. As visitas de *A. mellifera* são semelhantes a *S. postica* e *S. depilis* e mais freqüentes do que as espécies de vespas. As espécies de *Scaptotrigona*

tiveram números de visitas mais variados que *A. mellifera* (Tabela 1), enquanto que as vespas, quando presentes, visitaram no máximo 7,2 vezes.

Tabela 1. Médias de visitas de insetos às flores do coqueiro, em seis observações de 15 minutos, entre 7 e 17:00 h. (Parnamirim, RN - 1999).

Espécies visitantes	Variedades de coqueiros		
	Anão	Híbrido	Gigante
<i>Apis mellifera</i>	36,6±7,26 a	24,6±7,01 b	19,2±5,20 c
<i>Scaptotrigona</i> spp. ¹	30,2±6,30 a	23,0±7,20 b	20,1±6,98 c
<i>Polybia</i> spp. ²	8,1±1,61 a	7,2±1,98 b	6,5±1,06 c
<i>Agelaia</i> spp. ³	8,0±1,68 a	5,6±0,84 b	5,5±1,85 b
<i>Polistes canadensis</i>	7,1±1,52 a	6,0±1,43 b	5,2±1,36 c

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05).

¹ *S. postica* e *S. depilis*; ² *P. occidentalis*, *P. ignobilis* e *P. sericea*; ³ *A. pallipes* e *A. vicina*.

No coqueiro gigante, *A. mellifera* visitou menos que nas demais variedades, fato que também foi observado com relação a *S. postica* e *S. depilis*. Algumas vezes as espécies de *Scaptotrigona* foram observadas em grande número sobre as flores do coqueiro, mas geralmente mantêm o número de visitas semelhante ao de *A. mellifera*.

O maior número de visitas no coqueiro anão pode estar relacionado com a produção concomitante de pólen e néctar na mesma inflorescência, exercendo assim, maior atratividade aos polinizadores. Segundo Passos (1998), os coqueiros gigantes e híbridos produzem pólen e néctar em épocas distintas, já que ocorre protrandia nestas variedades, diminuindo a sua atratividade aos insetos.

4.2.2 Duração, horário de visitas e flutuação populacional de insetos nas flores do coqueiro

A duração das visitas de abelhas e vespas nas flores femininas do coqueiro mostraram diferenças entre as horas do dia, entre espécies visitantes e as variedades das plantas.

As abelhas *A. mellifera* dobram o tempo de visitas entre 7:00 e 9:00 h, permanecendo acima de 15 s até 13:00 h, quando então, tornam-se mais rápidas. As espécies de *Scaptotrigona* apresentaram comportamento semelhante, mas tendo em todos os horários, visitas mais rápidas do que *A. mellifera* (Tabela 2).

Castro & Viana (1996), observaram que *A. mellifera* em flores do coqueiro tendem a concentrar as visitas entre 8 e 14:00 h, concordando com os dados deste trabalho, que tiveram uma diminuição no tempo de visitas das abelhas à tarde, sendo decrescente até 17:00 h. Free et al.(1975), registraram picos de visitas de *A. mellifera*, entre 10 e 11:00 h.

As visitas de vespas foram crescentes ao longo do dia, para as três variedades de coqueiro, sendo geralmente mais demoradas a partir das 15:00h.

Nos coqueiros híbridos e gigantes (Tabelas 3 e 4, respectivamente), a duração das visitas de *A. mellifera*, *S. postica* e *S. depilis* apresentaram números semelhantes, ocorrendo também um pico entre 9 e 13:00 h, sendo menos demoradas nos demais horários.

Tabela 2. Duração (s) média das visitas de insetos nas flores do coqueiro anão (Parnamirim, RN – 1999).

Espécies visitantes	Horário de observação					
	7:00	9:00	11:00	13:00	15:00	17:00
<i>Apis mellifera</i>	10,1	22,2	23,1	17,6	13,1	10,9
<i>Scaptotrigona</i> spp. ¹	8,3	16,2	18,0	15,3	10,9	10,6
<i>Polybia</i> spp. ²	6,4	8,2	10,1	12,9	15,4	16,7
<i>Agelaia</i> spp. ³	8,8	9,2	8,1	9,9	12,4	12,1
<i>Polistes canadensis</i>	6,1	5,5	6,8	9,3	12,3	11,2

¹ *S. postica* e *S. depilis*; ² *P. occidentalis*, *P. ignobilis* e *P. sericea*; ³ *A. pallipes* e *A. vicina*.

Tabela 3. Duração (s) média das visitas de insetos nas flores do coqueiro híbrido (Parnamirim, RN – 1999).

Espécies visitantes	Horário de observação					
	7:00	9:00	11:00	13:00	15:00	17:00
<i>Apis mellifera</i>	9,2	18,3	18,0	20,1	10,0	9,9
<i>Scaptotrigona</i> spp. ¹	9,1	16,1	17,3	18,1	10,1	8,6
<i>Polybia</i> spp. ²	7,7	8,1	10,0	10,7	14,5	15,2
<i>Agelaia</i> spp. ³	8,3	6,1	8,3	8,7	8,3	12,8
<i>Polistes canadensis</i>	5,3	5,4	7,7	10,1	10,1	11,1

¹ *S. postica* e *S. depilis*; ² *P. occidentalis*, *P. ignobilis* e *P. sericea*; ³ *A. pallipes* e *A. vicina*.

Segundo Shouldt & Mitchell (1967), as flores do coqueiro produzem mais néctar pela manhã, embora à tarde exista maior concentração de açúcares. Free et al., (1975), verificaram a presença de *Polistes crinita* sobre flores do coqueiro e relataram a alternância no horário de exploração dos recursos florais desta planta, observado também neste trabalho.

Nas três variedades, de modo geral, as visitas das abelhas são mais demoradas pela manhã e das vespas à tarde.

Tabela 4. Duração (s) média das visitas de insetos nas flores do coqueiro gigante (Parnamirim, RN – 1999).

Espécies visitantes	Horário de observação					
	7:00	9:00	11:00	13:00	15:00	17:00
<i>Apis mellifera</i>	8,3	15,8	17,5	17,0	11,0	11,3
<i>Scaptotrigona</i> spp. ¹	6,1	13,6	18,4	16,9	8,8	8,1
<i>Polybia</i> spp. ²	8,6	9,7	8,5	11,8	15,5	17,4
<i>Agelaia</i> spp. ³	6,6	8,3	8,0	9,1	6,5	13,7
<i>Polistes canadensis</i>	3,5	4,5	7,9	12,1	13,4	13,3

¹ *S. postica* e *S. depilis*; ² *P. occidentalis*, *P. ignobilis* e *P. sericea*; ³ *A. pallipes* e *A. vicina*.

As populações de abelhas e vespas que visitam as inflorescências do coqueiro, variam ao longo do ano, mantendo um comportamento semelhante nas variedades.

As abelhas *A. mellifera*, apresentaram uniformidade de visitas entre os meses de julho de 1999 a fevereiro de 2000, sendo observada no ano de 1999, a menor frequência de visitas em dezembro, no coqueiro anão (Figura 1, Anexo G). A partir de março até junho, as visitas foram reduzidas, época em que foi observado o menor índice populacional. As espécies de *Scaptotrigona* mantiveram constantes as visitas entre julho e novembro, diminuindo em dezembro e retomando o padrão anterior de visitas em março. A partir de então, ocorreu um decréscimo, sendo observada em maio a menor taxa de visitas destas espécies. As vespas mostraram uma flutuação mais intensa que as abelhas, mas também com reduzido número de visitas entre abril e junho.

Figura 1- Flutuação populacional de insetos nas flores do coqueiro anão (Parnamirim, RN, 1999-2000).

Os meses com menos visitas, coincidem com os meses de maior pluviosidade (Anexos A e D) e umidade relativa do ar (Anexos B e E), concordando com informações de Persley (1992) e Frèmond et al.(1975), que as chuvas reduzem ou anulam a atividade das abelhas no coqueiro. Já Wiese (1981), observou que o tempo nublado diminui as viagens de forrageamento de *A. mellifera*.

No coqueiro híbrido (Figura 2, Anexo H), as abelhas *A. mellifera* visitaram de forma estável durante o segundo semestre de 1999 e diminuíram a frequência de visitas a partir de março até junho de 2000. Esses insetos passaram de 35,9 visitas em fevereiro para 12,0 no mês de junho. As espécies de *Scaptotrigona* apresentaram comportamento semelhante, com menor frequência de visitas entre março e junho de 2000. Os Polistinae, apresentaram

estabilidade no número de visitas durante o semestre observado de 1999, mas a partir de fevereiro de 2000 observou-se a curva descendente de visitas até o mês de junho, com a menor frequência de visitas do ano.

Figura 2 – Flutuação populacional de insetos nas flores do coqueiro híbrido (Parnamirim, RN, 1999-2000).

No coqueiro gigante, pode-se observar uma constância de visitas entre as espécies durante os meses de julho de 1999 a fevereiro de 2000, sendo que a partir de março, foi observada uma redução do número de insetos nas flores desta variedade (Figura 3).

No início das observações, *A. mellifera* apresenta quase o dobro do número de visitas das vespas (Polistinae), entretanto, nos meses de pluviosidade alta, esses números tornam-se próximos, indicando que as abelhas são mais influenciadas pelas chuvas do que as espécies de vespas.

Nos meses de maior intensidade de visitas, foram registradas menos chuvas e umidade relativas mais baixas, porém com elevação da temperatura. Durante as observações sobre flutuação populacional de insetos no coqueiro, registrou-se a maior temperatura (28,2 °C) no mês de fevereiro e a menor (21,5 °C), em junho de 2000 (Anexo C e F). Essa temperatura é considerada ótima segundo Krezdorn (1972), que verificou que os voos das abelhas são reduzidos abaixo de 16 °C; entre 17 e 22 °C, os voos tornam-se mais freqüentes, porém, não ocorrem diferenças na atividade das abelhas entre 23 e 25 °C. Segundo Waller (1980), quando a temperatura do ar excede 38 °C a atividade de voo é fortemente reduzida.

Figura 3 – Flutuação populacional de insetos nas flores do coqueiro gigante (Parnamirim, RN, 1999-2000).

Quando a umidade relativa do ar está acima de 85%, ocorre diluição de néctar das flores e o deixa pouco atrativo (Giorgini & Gusma, 1972). Isso induz a diminuição das visitas dos insetos. Desta forma, é provável que a maior

influência sobre o comportamento de visitas dos insetos às flores do coqueiro tenha sido das chuvas e da umidade relativa do ar.

4.3 Necessidade de polinização do coqueiro

A polinização manual foi realizada com o objetivo de potencializar a fixação dos frutos, segundo sugestão de Free (1993), e servir de comparação às demais formas de polinização. Com polinização manual, a taxa de fixação dos frutos foi mais alta em todas as variedades de coqueiro (Figura 4). Esta forma de polinização deveria proporcionar 100% de fecundação das flores, entretanto, muitos fatores interferem na polinização, como a viabilidade dos grãos de pólen, a receptividade das flores femininas e a localização do pólen sobre o estigma (Pardede et al., 1986).

Foi verificado que na mesma inflorescência, existe auto-polinização apenas no coqueiro anão, porém, ocorreu 2% de flores fecundadas no híbrido, neste tratamento, conforme dados mostrados na Figura 4. Nenhum fruto foi formado na variedade gigante com este tipo de polinização.

No coqueiro anão, dois terços das flores masculinas ainda estão na inflorescência quando é iniciada a receptividade feminina (Ferreira et al., 1998). Isso justifica a alta taxa de auto-polinização (Figura 4 e Tabela 5). Nos híbridos e gigantes, a receptividade feminina ocorre após a abscisão das flores masculinas, obrigando estas variedades à polinização cruzada. Nestes coqueiros os dados foram próximos entre si, já que exibem formas semelhantes de florescimento.

No tratamento em que foi permitida a passagem de pólen, mas não de insetos, através do tecido da gaiola que cobria as flores, o coqueiro anão apresentou maior taxa de fixação de frutos, em função da polinização anemófila e por gravidade (Tabela 5).

Tabela 5. Fixação de frutos (%) de variedades de coqueiros por diferentes tipos de polinização (Parnamirim, RN, 1999-2000).

Tipos de polinização	Variedades		
	Anão	Híbrido	Gigante
Manual	64,1	59,0	61,4
Auto-polinização	32,2	2,0	0,0
Anemófila e por gravidade	18,7	8,1	6,1
Aberta	38,3	31,3	33,3

A proximidade entre as plantas desta variedade pode ter favorecido a polinização pelo vento, já que Frèmond et al.(1975), relataram que o pólen do coqueiro é conduzido pelo vento somente a curtas distâncias, embora os autores não tenham determinado essa distância.

Quando as flores ficaram expostas a todos os tipos naturais de polinização, foi verificada semelhança na fixação dos frutos entre as variedades de coqueiros, variando de 31,3 % no híbrido e 38,3% no anão. Observações sobre a porcentagem de frutos fixados em coqueiros anões e gigantes, foram conduzidas em Java, por Pardede et al.(1986), onde os autores verificaram que flores ensacadas produziam 10,3 % de frutos em coqueiros anões e apenas 3,9% nos gigantes. As flores expostas produziram 46,4 % de frutos na variedade anã e 77,5% nos gigantes.

Figura 4 – Fixação de frutos de coqueiros por diferentes formas de polinização (Parnamirim, RN, 1999-2000).

4.4 Fidelidade de visitas de *Apis mellifera* às flores do coqueiro

A fidelidade de visitas de *A. mellifera* às flores do coqueiro, diferiu entre as variedades das plantas e as épocas do ano (Tabela 7 e Figura 5). Por apresentar maior disponibilidade de recursos florais, no coqueiro anão a fidelidade das visitas é maior, sendo próximas entre o híbrido e o gigante.

Durante a época de chuvas (março a agosto), a fidelidade de visitas diminuiu em relação à época mais seca, devido à maior disponibilidade de recursos florais, concordando com Forbes et al.(1993), que verificaram que a fidelidade de visitas em flores de coqueiro, variou de 65 a 90 %, de acordo com

a época do ano, na Índia. Citaram ainda que *A. mellifera* visita mais as flores do coqueiro quando há limitações de outras fontes de pólen. De acordo com a Tabela 6, pode se observar que a fidelidade de visitas no coqueiro anão foi sempre maior que 80 %, sendo mais variáveis nos outros tipos de coqueiros. Essas diferenças podem ser explicadas, porque segundo Pacheco (1982), as abelhas podem coletar pólen de espécies vegetais diferentes na mesma viagem de forrageamento, buscando, entretanto, as fontes mais disponíveis.

Figura 5 - Fidelidade (%) de visitas de *Apis mellifera* L. às flores de variedades de coqueiros (Parnamirim, RN, 2000-2001).

Na época das chuvas, quando a vegetação se torna diversificada, mais da metade (52,2%) do pólen das corbículas das abelhas, era do coqueiro gigante, sendo que esse valor se eleva nos meses de menor pluviosidade. Nos híbridos, a fidelidade de visitas também variou, passando de 59,4% entre setembro e fevereiro, para 76,2% entre março e agosto. Esses resultados se assemelham aos de Sommeijer et al.(1983), que verificaram o coqueiro como

principal fonte de pólen durante o ano, embora as abelhas procurassem outras fontes de pólen na estação de chuvas.

Tabela 6. Fidelidade (%) de visitas de *Apis mellifera* L. às flores de variedades de coqueiros (Parnamirim, RN, 2000-2001).

Variedades	Épocas de observação	
	março – agosto	setembro – fevereiro
Anão	92,1	82,5
Híbrido	76,2	59,4
Gigante	71,8	52,2

4.5 Número de visitas de *Apis mellifera* L. para fecundar uma flor

O número de visitas das abelhas influenciou a quantidade de frutos fixados, sendo diferente entre as variedades de coqueiro observadas (Figura 6). Como pode ser observado no coqueiro anão, onde flores que receberam uma só visita foram fecundadas, alcançando o máximo com três visitas (Tabela 7). No híbrido, as flores que receberam duas visitas não foram fecundadas, mas aquelas que receberam uma visita formaram frutos. Nesta variedade, foi obtido maior fixação de frutos com quatro visitas por flor, apresentando valores iguais para uma, três e cinco visitas.

Figura 6 - Fixação de frutos (%) de variedades de coqueiros de acordo com o número de visitas de *Apis mellifera* (Parnamirim, RN, 2000).

No coqueiro híbrido, assim como no anão, foi observado que uma única visita de *A. mellifera* pode fecundar uma flor. Segundo Frèmond et al.(1975), o fruto do coqueiro apresenta três embriões, mas geralmente apenas um é viável e desta forma, um grão de pólen pode ser suficiente para fecundar uma flor.

Tabela 7. Fixação (%) dos frutos de variedades de coqueiros de acordo com o número de visitas de *Apis mellifera* L. (Parnamirim, RN, 2000).

Variedades	Número de visitas					
	0	1	2	3	4	5
Anão	0,0	10,0	10,0	40,0	20,0	30,0
Híbrido	0,0	20,0	0,0	20,0	40,0	20,0

4.6 Raio de ação de *Apis mellifera* L. em pomares de coqueiros

Com a introdução das colméias nos pomares de coqueiros, foi observado aumento no número de flores fecundadas, que variou com a distância de cada colméia e a variedade da planta (Figura 7 e Tabela 8).

Figura 7 – Frutos fixados de acordo com o raio (m) de ação de *Apis mellifera* L. em plantios de variedades de coqueiros (Parnamirim, RN, 2001).

As abelhas preferem coletar néctar e pólen das flores mais próximas da colméia, decrescendo sua atividade a cada 20 m, em pomar de macieira, segundo Paranhos (1990). Estes resultados são diferentes no coqueiro anão, onde ocorreram semelhanças de 20 a 80 m de distância da colméia, quando

então, a taxa de fixação de frutos foi diminuída entre 100 e 120 m. Nos híbridos, não houve muita variação entre 20 e 80 m, mas a porcentagem de frutos fixados foi um pouco reduzida aos 100 m e mais acentuadamente aos 120 m de distância. Nos coqueiros gigantes, foi verificada diminuição na proporção de frutos fixados apenas aos 120 m, indicando maior raio de ação das abelhas no pomar desta variedade.

A disponibilidade de pólen e néctar nos coqueiros gigantes é a menor entre as variedades estudadas, por apresentarem menor número de flores femininas por inflorescências e de plantas por área. Segundo Free (1993), a área de ação de uma colônia de *A. mellifera*, depende entre outros fatores da quantidade disponível de pólen e néctar por unidade da área.

Tabela 8. Frutos fixados de acordo com o raio de ação (m) de *Apis mellifera* L. em plantios de variedades de coqueiros (Parnamirim, RN, 2001).

Variedades	Distância da colméia (m)					
	20	40	60	80	100	120
Anão	42,1	44,6	42,0	42,9	36,1	33,2
Híbrido	40,3	39,7	38,0	38,7	36,0	30,3
Gigante	37,4	36,5	34,3	36,6	36,4	30,0

Já Amaral (1972), determinou o raio de ação de *A. mellifera* na cultura do café e concluiu que as abelhas trabalham principalmente nas flores mais próximas, apresentando atividade decrescente e considerável até 100 m de distância da colméia. Embora seja uma cultura diferente, os resultados são próximos dos observados em coqueiros.

4.7 Densidade de colméias por hectare

O número crescente de colméias introduzidas nos pomares das variedades de coqueiro, não apresentaram aumentos relativos na fixação dos frutos na planta, sendo pequenas as diferenças entre os tratamentos com uma colméia e com o máximo de seis colméias (Figura 8).

Figura 8 – Fixação de frutos de variedades de coqueiros de acordo com o número de colméias ha (Parnamirim, RN, 2000)

A máxima fixação de frutos ocorrida no coqueiro anão, foi verificada com a introdução de seis colméias, porém, este número é muito próximo daquele com apenas uma colméia por hectare desta variedade (Tabela 9).

No coqueiro híbrido, as variações ocorreram em todos os tratamentos, sendo superior com duas e com seis colméias, enquanto que nos gigantes, os resultados de duas, quatro e seis colméias/ha foram semelhantes.

Bornus et al. (1976), estimaram que em um pomar com 600 macieiras, com 3000 flores em cada árvore, são necessárias 250 abelhas/hora/árvore, correspondendo a uma colméia/ha da cultura. Entretanto, os autores recomendam a utilização de mais colméias de acordo com o custo de implantação ou aluguel do apiário. Paranhos (1990), observando o número de abelhas coletadas nas flores de macieiras, não verificou diferenças com relação às quantidades de uma a cinco colméias introduzidas em 0,8 ha dessa cultura

Tabela 9. Fixação de frutos (%) de acordo com o número de colméias/ha de variedades de coqueiro (Parnamirim, RN, 2001).

Variedades	Número de colméias/ha						
	0	1	2	3	4	5	6
Anão	37,6	44,6	45,1	44,5	45,1	48,0	48,7
Híbrido	33,3	39,1	43,0	38,2	38,3	39,9	43,5
Gigante	35,1	39,3	39,1	40,2	38,3	43,1	42,3

De acordo com o exposto e como o número de plantas e de flores do coqueiro por unidade de área é muito reduzida, os dados obtidos deixam entender que um número mínimo de colméias seja suficiente para potencializar a fecundação das flores dessa cultura.

4.8 Produção da cultura do coqueiro polinizada por *Apis mellifera* L.

Com a introdução de abelhas, a produção do coqueiro apresentou diferenças no número de frutos por cacho e não houve diferenças para o peso do fruto e o volume de água (Tabelas 10).

A produção de frutos aumentou 7% no coqueiro anão (Figura 9). Como esta variedade produz dezessete cachos por ano e tem uma densidade de 205 plantas/ha, foi obtido incremento de 2.822,8 frutos/ha/ano, correspondendo a 0,81 fruto a mais por cacho.

Tabela 10. Número de frutos por cacho de variedades de coqueiro com a introdução de uma colméia de *Apis mellifera* L. (Parnamirim, RN, 2001).

	Variedades		
	Anão	Híbrido	Gigante
Sem colméia	11,60 $\pm$ 2,32 a	8,20 $\pm$ 1,30 a	6,60 $\pm$ 1,02 a
Com uma colméia	12,41 $\pm$ 2,01 b	9,09 $\pm$ 1,41 b	7,65 $\pm$ 1,40 b

Médias Seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente (Tukey, $p < 0,05$).

Nas variedades híbrida e gigante, foram observados aumentos mais significativos na produção. O híbrido (15 cachos/ano e 123 plantas/ha), ocorreu incremento de 10,9%, ou seja, 1.623,6 frutos/ha/ano e no gigante foi observado maior influência das abelhas na produção com aumento de 16,0%, correspondendo a 1.470,0 frutos/ha/ano, já que esta variedade emite 14 cachos por ano nas 100 plantas/ha. Esses dados demonstram que as abelhas aumentam a produtividade dos coqueiros, sendo mais efetivas nos híbridos e gigantes.

Figura 9 – Aumento (%) na produção de frutos após a introdução de uma colméia de *Apis mellifera* por hectare de variedades de coqueiros (Parnamirim, RN, 2001)

Para o peso dos frutos (Tabela 11) e o volume de água (Tabela 12) não foi verificada diferença significativa, entre as variedades, após a introdução da colméias nos pomares.

Tabela 11. Peso de frutos de variedades de coqueiro com a introdução de colméias de *Apis mellifera* L. (Parnamirim, RN, 2001).

	Variedades		
	Anão	Híbrido	Gigante
Sem colméia	1,83±0,32 a	1,88±0,38 a	2,10±0,28 a
Com uma colméia	1,80±0,36 a	1,97±0,29 a	2,18±0,32 a

Médias Seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente (Tukey, $p < 0,05$).

Para os coqueiros anão e híbrido os parâmetros mais importantes são o número de frutos, pois são colhidos ainda verdes, para consumo de água. Já nos híbridos (dupla utilização) e gigantes, os fatores mais importantes são o número de frutos produzidos e o peso destes, já que a produção de coco seco é medida por peso.

Tabela 12. Volume (ml) médio de água dos frutos de variedades de coqueiro com a introdução de colméias de *Apis mellifera* L. (Parnamirim, RN, 2001).

	Variedades		
	Anão	Híbrido	Gigante
Sem colméia	468,3 $\pm$ 78,5 a	455,1 $\pm$ 98,8 a	463,2 $\pm$ 88,5 a
Com uma colméia	460,3 $\pm$ 123,0 a	458,8 $\pm$ 110,2 a	469,0 $\pm$ 90,0 a
Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente (Tukey, $p < 0,05$).			

Pelos resultados obtidos, a introdução de *A. mellifera* proporcionou aumento na produção de cocos, entretanto, é importante relacionar o valor do incremento na produção com os custos de implantação e manutenção de apiários para esta cultura.

5 CONCLUSÕES

Os resultados permitem concluir que:

- O coqueiro apresenta polinização anemófila,
- Agentes biológicos melhoram a polinização do coqueiro,
- As abelhas *Apis mellifera*, *Scaptotrigona postica* e *S. depilis* são capazes de polinizar flores do coqueiro,
- As vespas *Agelaia pallipes*, *A. vicina*, *Polistes canadensis*, *Polybia occidentalis*, *P. ignobilis* e *P. sericae* não são importantes na polinização do coqueiro,
- Fatores ambientais como precipitação pluvial e umidade relativa do ar interferem no comportamento dos polinizadores,
- A introdução de uma colméia de *Apis mellifera* L. por hectare de coqueiro, proporciona aumentos na produção de frutos.

ANEXOS

Anexo A – Precipitação pluvial (mm) no município de Parnamirim, RN.

Anexo B – Umidade relativa do ar no município de Parnamirim, RN.

Anexo C – Temperatura média (°C) no município de Parnamirim, RN

Anexo D - Precipitação pluvial (mm) no município de Parnamirim- RN

Ano	Meses											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1999	21.1	71.6	78.5	206.0	491.0	214.0	52.0	66.0	6.3	65.8	14.0	181.0
2000	15.3	39.6	69.3	165.2	890.0	468.1	515.7	117.5	85.2	33.2	29.9	136.5
2001	8.5	126.3	135.9	258.6	289.9	98.2	86.0	112.4	18.2	7.0	19.0	7.8

Anexo E - Temperatura média (°C) do ar no município de Parnamirim - RN

Ano	Meses											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1999	28.1	28.0	27.8	27.0	25.8	25.5	25.2	25.1	26.2	26.4	27.4	27.5
2000	28.0	28.2	28.0	26.3	23.2	21.5	21.1	23.2	23.0	25.8	26.1	26.9
2001	27.9	27.9	28.1	27.1	26.8	26.0	25.5	25.1	25.8	26.2	27.8	27.8

Anexo F - Umidade relativa (%) do ar no município de Parnamirim - RN

Ano	Meses											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1999	77.7	79.2	82.0	83.3	86.6	84.0	78.5	79.6	77.5	74.0	73.2	77.8
2000	77.0	77.2	79.5	88.0	92.0	90.2	93.2	80.2	80.0	75.2	74.5	76.8
2001	75.5	76.8	76.8	86.9	88.0	87.8	80.4	80.2	78.0	75.1	72.3	75.0

Anexo G – Número de visitas de insetos às flores do coqueiro anão, em seis observações de 15 minutos, entre 7 e 17:00 h. (Parnamirim, RN, 1999-2000).

Espécies	Meses											
	1999						2000					
	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
<i>Apis mellifera</i>	38,0	37,0	37,1	39,9	38,9	34,5	38,9	38,4	32,2	18,3	12,3	12,0
<i>Scaptotrigona</i> spp. ¹	35,0	35,0	34,6	30,9	33,5	28,1	28,6	27,9	30,3	10,6	8,9	9,5
Polistinae ²	24,3	27,4	29,3	24,8	26,4	25,5	26,5	26,9	28,0	11,6	9,5	9,9

¹ *Scaptotrigona postica* e *S. depilis* ² *Polybia occidentalis*, *P. ignobilis*, *P. sericea*, *Agelaia pallipes*, *A. vicina*, *Polistes canadensis*

Anexo H – Número de visitas de insetos às flores do coqueiro híbrido, em seis observações de 15 minutos, entre 7 e 17:00 h. (Parnamirim, RN, 1999-2000).

Espécies	Meses											
	1999						2000					
	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
<i>Apis mellifera</i>	32,2	30,3	35,6	35,9	36,1	33,9	35,4	35,9	30,7	18,0	12,0	12,0
<i>Scaptotrigona</i> spp. ¹	28,1	29,0	29,1	27,8	28,0	22,4	24,3	26,0	23,2	18,3	10,9	8,4
Polistinae ²	20,1	22,1	20,8	26,7	26,8	23,0	26,0	22,1	19,0	8,3	8,3	6,0

¹ *Scaptotrigona postica* e *S. depilis* ² *Polybia occidentalis*, *P. ignobilis*, *P. sericea*, *Agelaia pallipes*, *A. vicina*, *Polistes canadensis*

Anexo I – Número de visitas de insetos às flores do coqueiro gigante, em seis observações de 15 minutos, entre 7 e 17:00 h. (Parnamirim, RN, 1999-2000).

Espécies	Meses											
	1999						2000					
	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
<i>Apis mellifera</i>	30,1	30,2	31,1	31,9	33,0	30,0	32,0	34,0	26,1	13,5	10,6	9,1
<i>Scaptotrigona</i> spp. ¹	22,1	22,3	26,9	27,0	27,2	24,0	25,0	24,1	13,9	10,3	8,8	8,3
Polistinae ²	17,3	17,4	18,0	17,0	16,9	15,0	18,8	19,5	12,5	8,3	6,2	5,3

¹ *Scaptotrigona postica* e *S. depilis* ² *Polybia occidentalis*, *P. ignobilis*, *P. sericea*, *Agelaia pallipes*, *A. vicina*, *Polistes canadensis*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, E. P. Polinização entomófila de *Coffea arabica* L., raio de ação e coleta de pólen pela *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) em cafezal florido. Piracicaba, 1972. 82p. Tese (Livre-docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL – 1999, v.59, p.27, 1999.

BARTH, O.M. **O pólen no mel brasileiro**. Rio de Janeiro: Gráfica Luxor, 1989. 150p.

BIERZICHUDEK, L. Insects, flowers and pollination. In: LASSALE, J.; GAULD, I.D. (Ed.). **Hymenoptera and biodiversity**. Wallingford: CAB International, 1993. p.223-249.

BORNUS, L.; JABLONSKI, B.; KROL, S. Attempt to stimate the optimal number of honeybees requered for pollination of apple orchards. **Apicultural Abstracts**, v.29, n.2, p.137, 1976.

CASTRO, M.S.; VIANA, B.F. Bee visiting coconut inflorescences in Bahia, northeast Brazil. **Journal of Apicultural Research**. v.36, n.3/4, p.180-181, 1997.

CONCEIÇÃO, E.S.; DELABIE, J.H.C. Atividade de formigas e abelhas (Hymenoptera, Formicidae, Apoidea) durante o período de floração do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) da var. anão verda da Malásia, no sudeste da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 14. Curitiba, 1996. **Resumos**. Curitiba:SBF, 1996. p.207.

FERREIRA, J.M.S **A cultura do coqueiro no Brasil**. Aracaju: EMBRAPA,SPI, 1998. 309p.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **AGRIANUAL 2001**: Anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2001. 545p.

FORBES, M.F.; CERVANCIA, C.R.; VEERESH, G.K. Foraging behavior of *Apis cerana* F. and *Apis mellifera* L (Hymenoptera:Apidae) in Majayjay, Lagune. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON POLLINATION IN TROPICS, 3, Bangalore, 1993. **Resume**. Bangalore: IUSSI, 1993. p.117.

FREE, .B.; RAW, A.; WILLIAMS, I.H. Pollination of coconut (*Cocos nucifera* L.) in Jamaica by honeybees and wasps. **Applied of Animal Ethology**. v.1, n.2, p.213-223, 1975.

FREE, J.B. **Insect pollination of crops**. London: Academic Press, 1993. 684p.

FRÈMOND, Y.; PIERRE, J.P.; CHAND, P.P. **Le cocotier**. Paris: IRHO, 1975. 304p.

GAYET, J.P. Especial fruticultura: Receita para crescer. **Agroanalysis**. v.19, n.1, p.39-43, 1999.

- GIORGINI, J.F.; GUSMAN, A.B. A importância das abelhas na polinização. In: CAMARGO, JMF. (Coord.). **Manual de apicultura**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1972. p.155-214.
- GOMES, R.P. **O coqueiro-da-baía**. São Paulo: Nobel, 1980. 111p.
- GUIMARÃES, J.R. **Perspectivas da água do coco anão**. Petrolina: ASBRACOCO, 1998. 13p.
- HEDSTROM, I. Pollen carriers of *Cocos nucifera* L. (Palmae) in Costa Rica and Ecuador (Neotropical Region). **Revista de Biologia Tropical**, v.34, n.2, p.296-301, 1986.
- JAY, S.C. Nectar and pollen collection by honeybees from coconut flowers. **Bee World**, v.55, n.3, p.101-105, 1974.
- KEVAN, P.G.; BAKER, H.G. Insects as flower visitors and pollinators. **Annual Review of Entomology**. V.28, p.407-453, 1983.
- KREZDORN, A.H. Pollination requirements of *Citrus*. **Citrus Industry**, v.53, n.4, p.5-7, 1972.
- MADEIRA, M.C.; HOLANDA, J.S.; OLIVEIRA, J.F. **Coqueiro anão: do preparo das mudas à colheita**. Natal: EMPARN, 1998. 44p.
- MAENO, P.; SATURNINO, H.M. Comportamento agrônômico do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) irrigado no semi-árido mineiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 14, Curitiba, 1996. **Resumos**. Curitiba:SBF, 1996. p.209.

MOURA, J.I.L.; LEITE, J.B.V.; ALMEIDA, A.A.F.; SOUZA, J. Fatores que podem afetar a queda das flores e frutos do coqueiro (*Cocos nucifera* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 14, Curitiba, 1996. **Resumos**. Curitiba:SBF, 1996. p.208.

PACHECO, A.A. Polinização de *Eucalyptus saligna* Smith (Myrtaceae) por *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera, Apidae). Piracicaba, 1982. 87p. Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

PARANHOS, B.A.J. Estudo do raio de ação e densidade ideal de abelhas africanizadas, *Apis mellifera* L., 1758, (Hymenoptera, Apidae), marcadas com ^{32}p em pomar de maçã. Piracicaba, 1990. 55p. Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

PARDEDE, D.; RANDRIANI, E.; MARFUATI, A. The pollination of coconut at the Pakuwon Sub Research Institute for coconut. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON POLLINATION IN TROPICS, 1, Medan, 1986. **Resume**. Medan: IUSSI, 1986. p.56.

PASSOS, J.P. Fisiologia do coqueiro. In: FERREIRA, J.M.S **A cultura do coqueiro no Brasil**. Aracaju: EMBRAPA/SPI, 1998. p.123-137.

PERSLEY, G.J. **Replanting the tree of life**. Wallingford: CAB International, 1992. 228p.

PRADO, J. **Dados climáticos do Rio Grande do Norte**. Natal:EMPARN, 1995. 28p.

SHOLDT, L.L. Insects associated with the flowers of the coconut palm, *Cocos nucifera* L. in Hawaii. **Hawaii Entomological Society Proceedings**. v.19, n.2, p.293-296. 1966.

SHOLDT, L.L.; MITCHELL, W.A. The pollination of *Cocos nucifera* in Hawaii. **Tropical Agriculture of Trinidad**. v.51, n.2, p.133-142, 1967.

SOMMIEIJER, M.S.; ROOY, G.A.; PUNT, W.; BRUIJN, L.L.M. A comparative study of foraging behaviour of pollen resources of various stingless bees (Hymenoptera, Meliponinae) and honeybees (Hymenoptera, Apidae) in Trinidad, West-Indies. **Apidologie**. v.14, n.3, p.205-224, 1983.

TAMMES, P.M.L.; WHITEHEAD, R.A. Coconut. In: FEWERDA, E.P.; WIT, F. (Ed.). **Outlines of perennial crops breeding in the tropics**. Wageningen: Veenman and Zonen, 1969, p.175-188.

VALEEXPORT. **Fruticultura**: uma abordagem construtiva. Petrolina, 1996. 86p.

VIGLIO, J. Yes, nós importamos coco da Suíça. **Agroanalysis**. v.17, n.2, p.17-23, 1997.

WALLER, G.D. Managing colonies for crops pollination. In: MARTIN, E.C. (Ed.). **Beekeeping in the United States**. Washington: USDA, 1980, cap.3, p.73-77.

WHITEHEAD, R.A. The flowering of *Cocos nucifera* L. in Jamaica. **Tropical Agriculture of Trinidad**, v.49, n.1, p.19-29, 1965.

WIESE, O. O trabalho das abelhas. **Apicultura no Brasil**, v.1, n.2, p.7-9, 1981.