

JACIMAR BERTI BOTI

**POLINIZAÇÃO ENTOMÓFILA DA GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.,
Myrtaceae): INFLUÊNCIA DA DISTÂNCIA DE FRAGMENTOS FLORESTAIS
EM SANTA TERESA, ESPÍRITO SANTO.**

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação
em Entomologia, para obtenção do título
de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2001

JACIMAR BERTI BOTI

**POLINIZAÇÃO ENTOMÓFILA DA GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.,
Myrtaceae): INFLUÊNCIA DA DISTÂNCIA DE FRAGMENTOS FLORESTAIS
EM SANTA TERESA, ESPÍRITO SANTO.**

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação
em Entomologia, para obtenção do título
de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 27 de setembro de 2001

Prof. Paulo De Marco Jr.
(Conselheiro)

Prof^a Milene Faria Vieira
(Conselheira)

Prof. Milson Lopes de Oliveira

Prof. José Eduardo Serrão

Prof. Lúcio Antonio de Oliveira Campos
(Orientador)

DEDICATÓRIA

A Deus, que distribuiu talentos a cada um de nós, para que pudéssemos multiplicá-los.

Ao senhor Jesus, mestre do amor verdadeiro e fonte da água viva, que sempre me orientou nos caminhos da verdade.

Aos meus pais, (in memorian), José Boti e Maria Berti Boti.

Aos meus irmãos, Luis, Geni, Maria Thereza, João Batista, Audiléia e Orlandina.

Ao meu irmão Ailson, (In memorian), que partiu tão cedo, mas deixou-nos exemplos de vida.

À minha esposa, Edir Jovina Batista Santiago, pelo carinho, compreensão e incentivo à realização e conclusão deste trabalho.

Aos meus filhos, Diogo Rocha Boti, Michel Santiago Boti e Michelly Santiago Boti.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Biologia Animal, pela oportunidade de realização do curso.

A Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus familiares, pelo amor, incentivo e compreensão, durante todo o período de minha ausência.

Aos professores do curso de pós-graduação em Entomologia da UFV, pela harmoniosa convivência.

Ao professor Lúcio Antonio de Oliveira Campos, pela amizade, convivência, ensinamentos passados e orientação na condução do presente trabalho.

À professora Milene Faria Vieira, pelo apoio, carinho e atenção, pelas leituras e correções desta dissertação e pelos valiosos ensinamentos.

Ao professor Paulo De Marco Jr, pelo incentivo, apoio, ensinamentos estatísticos e sugestões passadas.

Ao professor José Eduardo Serrão pelo incentivo, apoio e sugestões.

Ao professor Milson Lopes de Oliveira, pelo incentivo, apoio, amizade, convivência e pelas sugestões.

Ao professor Dejair Message, pela boa acolhida no Apiário da UFV.

Aos colegas do curso de Entomologia, especialmente, Anderson Mathias Holtz, José Roberto Gonçalves, Berghem, Carlos Romero, Carolina Rocha, Cláudia Helena, Daniel Fragoso, Eduardo José, João Alfredo, Kazui, Lenira de Souza, Rômulo, Walkimário, Pedro Juscelino, Hickel, Danilo, Edivan

Assunção, Carla Galbiati, Elna, Cesar Badji, Flávio Marquini, Marcos Gusmão e Alfredo Gonring pelos bons momentos que compartilhamos e pelas dificuldades enfrentadas juntos.

Aos colegas Cristina Faria e Hélio Pena F. Junior, pelas fotografias.

Aos colegas do Apiário da UFV: Alexsander, Mariana, Alexa, Ronaldo, Iolando, Lenira, Luciane, Guido e Érica, pelo bom convívio durante o curso.

Aos funcionários do Apiário: Iris, Osmar, Ferreira, Toninho e Geraldo pela excelente acolhida, simpatia e presteza, durante dois anos de convivência.

Aos funcionários do herbário da UFV, pela amizade, simpatia e presteza.

À direção da Escola Agrotécnica Federal de Santa Teresa-ES pelo apoio na realização deste curso.

Aos colegas de trabalho, em especial, Moacir Rodrigues, Beta, Moacir Serafini, Milson Lopes, Geraldo Majjela, Nei Matiello, Antonio Resende, Élio Cordeiro e Marita, pelo incentivo, convívio e apoio.

Ao professor Luciano Dimitrius do CEFET – Uned – Colatina-ES, pelas medidas topográficas dos pomares e fragmentos.

Ao funcionário e aluno do Curso Técnico em Meio Ambiente da Escola Agrotécnica Federal de Santa Teresa, Raimundo Nonato Monteiro, pela valiosa ajuda no manuseio dos insetos e medidas dos pomares e fragmentos.

Aos Senhores proprietários dos pomares de goiabas de Santa Teresa-ES: Avelino, Eliseu Demuner e Miguel Redigueri, pela compreensão e liberação dos pomares para as coletas dos dados.

À secretária do curso de Pós-Graduação em Entomologia da UFV, Maria Paula A. da Costa, pela amizade, eficiência e extrema simpatia, durante nossa convivência.

A todos que contribuíram, de forma direta ou indireta, para a realização deste trabalho.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	Vii
ABSTRAC T	iX
1. INTRODUÇÃO	01
2. MATERIAL E MÉTODOS	09
3. RESULTADOS	21
4. DISCUSSÃO	42
5. CONCLUSÕES	48
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

RESUMO

Boti, Jacimar Berti. M. S., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2001.

**Polinização Entomófila da Goiabeira (*Psidium guajava* L., Myrtaceae):
Influência da distância de Fragmentos Florestais em Santa Teresa;
Espírito Santo.** Orientador: Lúcio Antonio de Oliveira Campos.
Conselheiros: Milene Faria Vieira e Paulo De Marco Jr.

Este trabalho teve por objetivos analisar a morfologia e a biologia floral da goiabeira (*Psidium guajava*), verificar o seu sistema reprodutivo, comparar a riqueza e a abundância dos visitantes florais em pomares de goiabas próximos e afastados de fragmentos florestais, bem como investigar se a distância dos fragmentos florestais pode afetar a taxa de frutificação da goiabeira. Os estudos foram realizados em quatro pomares localizados no município de Santa Teresa-ES, dois pomares próximos e dois distantes dos fragmentos florestais. Flores frescas foram analisadas com auxílio de estereomicroscópio e foram medidas. Outras flores foram observadas, anotando-se os eventos da antese. O odor das flores foi testado, assim como a viabilidade dos grãos de pólen e a receptividade do estigma. Os tratamentos utilizados para estudar o sistema reprodutivo consistiram de: autopolinização espontânea, polinização manual, polinização cruzada e polinização aberta. Esse último tratamento foi realizado nos quatro pomares e os demais, apenas em um dos pomares. Os insetos foram capturados na época de floração da goiabeira, nos pomares e nos fragmentos, em horários alternados, pela manhã e a tarde, perfazendo 32 horas de coleta em cada local; foram analisados sob lupa estereomicroscópica e etiquetados. A grande maioria dos insetos foi enviada a especialistas para a identificação e, posteriormente, depositada na coleção do Museu de

Entomologia da Universidade Federal de Viçosa (UFVB). As flores da goiabeira apresentaram características de melitofilia (polinização por abelhas), ou seja, são pequenas, actinomorfas, de cor branca, odor adocicado e ricas em pólen. Os grãos de pólen mostraram-se viáveis na pré-antese, apresentando 98% de viabilidade na abertura da flor; permanecendo viáveis por, aproximadamente, 10 horas após a abertura da flor. Os resultados com as polinizações controladas indicaram que a goiabeira é autocompatível. O estigma é receptivo na pré-antese, apresenta o pico de receptividade na abertura da flor, permanecendo receptivo por 30 horas após a abertura. Nos pomares localizados próximos aos fragmentos florestais a taxa de frutificação sob polinização aberta foi de 90 e 93%, enquanto que nos pomares distantes foi de 80 e 78%, havendo diferenças significativas entre os resultados. A frutificação com autopolinização espontânea foi de 64%, a autopolinização induzida 75% e a polinização cruzada 80%. Foram significativos os contrastes entre os tratamentos: polinização aberta vs autopolinização espontânea e polinização aberta vs polinização manual. Não houve diferenças significativas entre polinização aberta vs polinização cruzada. Os resultados evidenciaram que em *Psidium guajava* a visitação por insetos polinizadores aumenta a produção de frutos. Os pomares próximos aos fragmentos florestais apresentaram maior riqueza e abundância de insetos. Os polinizadores potenciais da goiabeira mais abundantes nos pomares foram: *Apis mellifera*, *Trigona spinipes*, *Epicharis flava*, *Eulaema nigrita*, *Augochloropsis patens*, *Centris tarsata*, *Euglossa* sp., *Oxaea flavecens*, *Oxytrigona* sp., *Exomalopsis auropilosa*, *Xylocopa frontalis* e *Bombus morio*.

ABSTRACT

Boti, Jacimar Berti. M. S., Universidade Federal de Viçosa, September 2001.
**Entomophilous pollination of the guava plant (*Psidium guajava* L.,
Myrtaceae): Influence of the forest fragment distances in Santa Teresa
county - Espírito Santo State.** Adviser: Lúcio Antonio de Oliveira Campos.
Committee members: Milene Faria Vieira and Paulo De Marco Jr.

The objective of this study was to analyze the morphology and the floral biology of the guava plant (*Psidium guajava*), to verify its reproductive system, to compare the wealth and the abundance of the floral visitors in guava orchards close to and far-away from forest fragments, as well as to investigate whether the forest fragment distances may affect the fruiting rate of the guava plant. The studies were accomplished in four orchards located at Santa Teresa county, that is, two orchards close to and two orchards far-away from forest fragments. A number of fresh flowers were analyzed by stereomicroscopy and were also measured. Other flowers were observed, by recording the events of the anthesis. The scent of the flowers were tested, as well as the viability of the pollen grains and the receptivity of the stigma. The treatments used for studying the reproductive system consisted of: spontaneous self-pollination, manual pollination, crossed pollination and open pollination. That latter treatment was carried out all orchards, and the others just in one orchard. The insects were captured in both orchards and forest fragments at alternate schedules in the morning and afternoon at the flowering season of the guava plant, totalizing a 32-h collection on each local. Then, they were analyzed by stereomicroscopic magnifying glass and tagged. The majority of the insects were sent to specialists for identification, and latter on they were introduced into collection of

the Entomology Museum of the Universidade Federal de Viçosa (UFVJ). The guava flowers show characteristics for mellitophily (pollination made by bees), that is, they are small, actinomorphic, white colored, sweeten scented and high pollen content. The pollen grains were shown viable at pre-anthesis, by presenting 98% viability at the opening of the flower; and remained viable for approximately 10 hours after flowers were opened. The results from the controlled pollinations indicate that guava plant is self-compatible. The stigma is receptive at pre-anthesis, and presents the receptivity peak at the opening of the flower, remaining receptive for 30 hours after flower opening. In the orchards located near the forest fragments, the fruiting rates under open pollination reached as much as 90 and 93%, whereas in the distant orchards they were 80 and 78%, so there have been significant differences among results. The fruiting rate under spontaneous self-pollination was 64%, the induced self-pollination 75% and the crossed pollination 80%. The contrasts among treatments were significant, that is, open pollination versus spontaneous self-pollination and open pollination versus manual pollination. There were no significant differences between open pollination and crossed pollination. The results show that in *Psidium guajava* the visitation by pollinating insects increases the fruit yield. The orchards near the forest fragments presented greater wealth and abundance of insects. The potential pollinators of the most abundant guava in orchards were: *Apis mellifera*, *Trigona spinipes*, *Epicharis flava*, *Eulaema nigrita*, *Augochloropsis patens*, *Centris tarsata*, *Euglossa* sp., *Oxaea flaveces*, *Oxytrigona* sp., *Exomalopsis auropilosa*, *Xylocopa frontalis* and *Bombus morio*.

1- INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma frutífera originada nas regiões tropicais americanas, sendo encontrada desde o México até o Sul do Brasil (Medina et al. 1988). Atualmente, essa espécie é cultivada em todas as regiões tropicais e subtropicais, devido à sua fácil adaptação a diferentes condições climáticas e à facilidade de propagação por meio de sementes (Pereira, 1995; Carvalho, 1983; Gonzaga-Neto, 1990), destacando-se como frutífera de importância econômica em muitos países. Essa cultura foi introduzida principalmente, por navegadores espanhóis nas Antilhas, Flórida (USA), África do Sul e muitas ilhas do oceano pacífico (Pereira, 1995). Destacam-se como maiores produtores mundiais onze países, dentre eles o Brasil, que ocupa a terceira posição. A produção nacional é de cerca de 100 mil toneladas por ano e 70% dela concentra-se no Estado de São Paulo (Zambão & Bellintani-Neto, 1998). O Brasil destaca-se também na exportação da goiaba, tendo como maiores importadores França, Grã-Bretanha, Dinamarca, Canadá, Suécia, Holanda e Alemanha (Gonzaga-Neto & Soares, 1994).

A goiaba é uma das frutas mais importantes na indústria alimentícia do Brasil (São José & Pereira, 1987) e, juntamente com a banana, representam 64% de toda a matéria prima utilizada pelas fábricas de doces (Souza, 1977). É rica em vitaminas A, B e C, além de ser fonte regular de ferro, cálcio, fósforo, ter grande conteúdo de fibras e apresentar boa digestibilidade (Gurgel et al., 1951; Chan et al., 1971; Carnevali, 1976; McGregor, 1976; Marteleto, 1980; Pereira & Martines Junior, 1986; Fioravanço et al., 1993; Brasil et al., 1996).

A cultura da goiaba está atualmente em franca expansão. Os maiores produtores nacionais estão nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Pernambuco, Rio de Janeiro e Paraíba (IBGE, 1990). Atualmente, essa frutífera encontra-se disseminada praticamente por todo território brasileiro, desde pequenos plantios experimentais ou para consumo próprio, até grandes pomares comerciais.

Para fins comerciais, a cultura da goiabeira no estado do Espírito Santo teve início nos anos 90, no município de Santa Teresa, com mudas provenientes dos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro; posteriormente, as mudas passaram a ser produzidas no próprio estado. A variedade de goiaba mais cultivada é a “paluma”, por possuir boas qualidades comerciais, bom desenvolvimento dos frutos e facilidade nos tratos culturais. No início dos anos 90, o Espírito Santo possuía uma área plantada de 400 hectares, destacando-se a região de Santa Teresa como um dos principais municípios produtores (Silva, 1998). Neste município, alguns pomares encontram-se em altitudes superiores a 500 metros e estão localizados próximos a fragmentos de Floresta Atlântica. A elucidação do papel desses fragmentos de floresta sobre a produção dos pomares de goiaba poderá ser de grande importância na manutenção desta cultura no Espírito Santo e, conseqüentemente, sensibilizar os agricultores quanto à necessidade de preservação dos fragmentos florestais existentes.

A polinização é o primeiro passo na reprodução sexual das plantas, sendo um pré-requisito essencial para o desenvolvimento de sementes e frutos (Kevan et al., 1990). Existem poucos trabalhos publicados sobre a forma de

polinização predominante em goiabeira e as conclusões destes são contraditórias.

Alguns autores, dentre eles Sobrinho (1951) e Manica et al. (2000), relataram que a goiabeira é principalmente autopolinizada. Entretanto, Dasarathy (1951) e Balasubrahmanyam (1959) observaram que o principal tipo de polinização é a cruzada. Sobrinho & Gurgel (1962) afirmaram que os valores da polinização cruzada em um goiabal estariam entre 25,7 a 41,3 %. Esses resultados foram confirmados por Singh & Sehgal (1968), em trabalhos realizados na Índia. Estudando formas de polinização aberta, Singh & Sehgal (1968) obtiveram uma taxa de frutificação entre 54 a 90%. Testando polinização aberta em três cultivares de goiaba, Ray & Chhonkar (1981), encontraram uma taxa de frutificação entre 62 e 82% nas três cultivares testadas.

Hirano & Nakasone (1969) constataram auto-incompatibilidade parcial em todas as espécies de *Psidium* por eles estudadas, inclusive *P. guajava*. Em contrapartida, Pereira (1995) relatou que nenhum tipo de auto-incompatibilidade foi encontrado em goiabeira e observou ainda que a taxa de polinização cruzada era de 36,6 %, caracterizando-a como alógama.

Segundo Sobrinho (1951) a deiscência das anteras e a receptividade do estigma em goiabeira ocorrem durante a antese. Dasarathy (1951) e Balasubrahmanyam (1959) reportaram que o estigma de *P. guajava* torna-se receptivo duas a três horas após a antese e prossegue funcional por aproximadamente 48 horas, ao passo que o pólen permanece viável por apenas quatro horas, após a deiscência da antera. Entretanto, Sehgal (1961) (citado por Hirano & Nakasone, 1969) mencionou que o pólen de *P. guajava*

permanece viável por aproximadamente 24 horas. Estudos desenvolvidos por Singh & Sehgal (1968) revelaram que o estigma está receptivo dois dias antes da antese e atinge o seu pico no dia da antese. Manica et al. (2000) relataram que o estigma permanece receptivo por um período de 40 horas, após a abertura da flor.

Alguns autores, destacaram a importância da polinização entomófila, especialmente a melitofilia, para as plantas cultivadas, principalmente para as frutíferas tropicais. Porém, em relação à goiabeira, poucos estudos foram realizados sobre a sua polinização, para melhor desenvolvimento de seus frutos.

Sobrinho (1951) relatou que a abelha *Apis mellifera* é o primeiro inseto polinizador a chegar na flor da goiabeira e isto acontece por volta das 5:30 h. Este autor ainda mencionou que a referida abelha investe contra as pétalas de botões florais, a fim de remover obstáculos na busca do pólen. Sobrinho & Gurgel (1962) relataram que abelhas e outros insetos visitam as flores da goiabeira, no entanto, *A. mellifera* é o seu principal polinizador. As abelhas sem ferrão (meliponíneos) têm sido observadas em flores da goiabeira e em flores de outras Myrtaceae e, segundo Heard (1999), podem polinizá-las ocasionalmente ou parcialmente. Esse autor sugere que essas abelhas podem desempenhar um papel importante na polinização de culturas agrícolas e observou, além dos meliponíneos, *A. mellifera* e espécies de *Bombus* e *Xylocopa* coletando pólen em flores da goiabeira.

No trabalho realizado por Silveira (1989), em Paraopeba, Minas Gerais, com o objetivo de quantificar o número de espécies de abelhas visitantes de flores de diferentes espécies, foram coletadas 17 espécies de

abelhas em flores da goiabeira. Araújo & Castro (1998) encontraram 19 espécies de abelhas visitando flores da goiabeira na Bahia, entre elas, *Apis mellifera*, *Trigona spinipes*, *Nanotrigona punctata*, *Melipona scutellaris* e *Centris aenea*. Alves (2000) relatou que as abelhas *Xylocopa frontalis*, *Apis mellifera* e *Melipona subnitida* são polinizadores eficientes da goiabeira e suas presenças nos pomares devem ser estimuladas; esse autor concluiu que apenas uma visita dessas abelhas em cada flor da goiabeira é suficiente para se ter uma boa frutificação. Manica et al. (2000) consideraram desprezível a ação do vento na polinização cruzada da goiabeira. Por outro lado, Alves (2000) afirmou que o vento pode contribuir na sua polinização e que *P. guajava* necessita de agentes bióticos para assegurar a produtividade e a qualidade dos frutos.

Devido às informações contraditórias existentes na literatura e a falta de uniformidade entre elas, Heard (1999) descreveu que a importância dos insetos na polinização da goiabeira e o papel dos seus vários visitantes florais ainda requer estudos.

A Floresta Atlântica desperta grande preocupação dos pesquisadores em termos de preservação, pois grande parte de sua extensão está hoje subdividida em fragmentos. Define-se como fragmento florestal, qualquer área de formação florestal contínua, interrompida por barreiras antrópicas (estradas, povoados, culturas agrícolas, pastagens etc.) ou por barreiras naturais (montanhas, lagos, outros tipos vegetacionais etc.), capazes de interferir, significativamente, no fluxo de animais, pólen ou sementes, tendo como conseqüências principais a diminuição da biodiversidade, o distúrbio do regime hidrológico das bacias hidrográficas, as mudanças climáticas e a degradação dos recursos naturais (Viana, 1990).

Segundo Thomaz (1996) o Brasil possui a maior biodiversidade do planeta com uma grande variedade de ecossistemas florestais. Devido a extensa área física, com diferenças climáticas e geomorfológicas, produz uma grande variedade de tipos de vegetação e, entre eles, encontra-se a Floresta Atlântica, também conhecida como Mata Atlântica; a Floresta Atlântica é um ecossistema muito diversificado e pouco conhecido quanto a sua composição florística (Thomaz, 1996). É uma formação vegetal que vai do Rio Grande do Sul ao Rio Grande do Norte, e alguns autores questionam seus limites. Leitão-Filho (1982) e Joly et al. (1991) consideram como Floresta Atlântica toda extensão litorânea. Por outro lado, Rizzini (1979) sugere que a sua área principal ou central reside nas Serras do Mar e da Mantigueira, englobando os estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo.

A Floresta Atlântica, no início do século XX, abrangia 16 estados brasileiros, tendo aproximadamente 1.100.000 Km² de extensão (SOS Mata Atlântica, 1993). Atualmente, de acordo com informações do Consórcio Mata Atlântica (1992), restam apenas 5% de toda essa cobertura vegetal. As maiores causas dessa destruição, de acordo com Vale et al. (1989) estão ligadas à extração de madeiras, cultivo de pastagens e agricultura.

Fonseca (1985), Brown Jr. (1987), Mori (1989), Peixoto (1991) e Thomaz (1996) relataram que a Floresta Atlântica brasileira é um bioma caracterizado pela alta diversidade de espécies e alto índice de endemismo. No entanto, trata-se do ecossistema brasileiro mais ameaçado de extinção (Rizzini 1979). A fragmentação florestal é um dos problemas mais marcantes, resultantes da expansão da fronteira agropecuária, ficando a vegetação nativa

relegada à condição de fragmentos de diferentes tamanhos e formas (Viana et al., 1992).

Nesse ecossistema, o processo de fragmentação ocorreu com maior intensidade nos últimos anos. No Estado do Espírito Santo, com área de 45.597 Km², foram desmatados entre 1985 e 1990 cerca de 19.212 hectares de floresta, estima-se que no passado o Estado possuía cerca de 86% da área coberta de Floresta Atlântica, hoje restam apenas 10% dessa floresta (SOS Mata Atlântica, 1997).

Atualmente, a Floresta Atlântica está fragmentada em toda a sua extensão, com fragmentos disjuntos de florestas presentes em locais de topografia acidentada, com maior abrangência nas regiões Sul e Sudeste (Thomaz, 1996). Grande parte desses fragmentos estão espalhados em diferentes lugares e encontram-se em vários estádios de conservação (Albuquerque et al., 1998).

A polinização cruzada é um fenômeno muito comum nas florestas tropicais e há uma tendência das plantas serem polinizadas por animais (Prance, 1985). Nos fragmentos florestais existem uma enorme riqueza de plantas floríferas que atraem os insetos, podem também funcionar como refúgio para diversas espécies de animais (Wilson, 1989; Morato, 1993).

Plantas nativas necessitam de vetores de pólen para sua reprodução sexual e os insetos polinizadores são tão críticos e importantes para elas, como a água e a luz (Levin, 1971). Outros autores têm relatado sobre a importância da floresta para as abelhas sem ferrão (meliponíneos), pois segundo Wilms et al. (1996) e Velthuis (1997), 60% dos indivíduos capturados em flores de Floresta Atlântica foram de meliponíneos. Kerr et al. (1996) mencionou que

estas abelhas são responsáveis por 40 a 90% da polinização das árvores nativas do Brasil, estando muitas espécies ameaçadas de extinção, devido ao uso indiscriminado de pesticidas, queimadas e desmatamentos.

Considerando as contraditórias informações acerca da biologia floral e o papel dos polinizadores na produção da goiabeira, além do fato dos trabalhos existentes abordarem estes temas de forma superficial, realizou-se o presente trabalho com os seguintes objetivos:

- a) Analisar a morfologia e a biologia floral de *P. guajava* e verificar o seu sistema reprodutivo;
- b) Testar a hipótese de que a distância de fragmentos florestais pode afetar a taxa de frutificação de *P. guajava*;
- c) Comparar, a riqueza e a abundância dos visitantes florais em pomares de goiabas próximos e distantes de fragmentos florestais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Área de Estudo

A coleta foi realizada nos meses de setembro a novembro de 2000 em quatro pomares, aqui denominados de P1, P2, P3 e P4, e em quatro fragmentos de Floresta Atlântica, aqui denominados de F1, F2, F3 e F4, no município de Santa Teresa, Estado do Espírito Santo. Os pomares e os fragmentos escolhidos caracterizam-se por possuir diferentes dimensões, sendo dois pomares próximos a fragmentos e dois distantes.

Santa Teresa (latitude 19°56' Sul e longitude 40°37' Oeste) é cidade serrana, localizada a 80 Km de Vitória e com área aproximada de 1.019 Km² (Figura 1). Caracteriza-se por apresentar altitude de 675 m e temperatura média anual de 22°C (Tabacow 1992; Chamas 1995), sendo a média anual das máximas de 26,1°C e a média anual das mínimas de 14,2°C (Feitoza et al.1980). Durante o período de estudo, foram obtidos dados da temperatura, umidade relativa e precipitação; a maior precipitação ocorreu em novembro, com 14 dias de chuva, e a menor em outubro com apenas três dias (Tabela 1).

Os fragmentos de Floresta Atlântica mencionados nesse estudo são de fácil acesso e são caracterizados como matas de encosta (Ruschi 1950; Peixoto 1991). As áreas de estudo foram delimitadas, utilizando-se o Sistema de Posicionamento Global (GPS) e mapas da região.

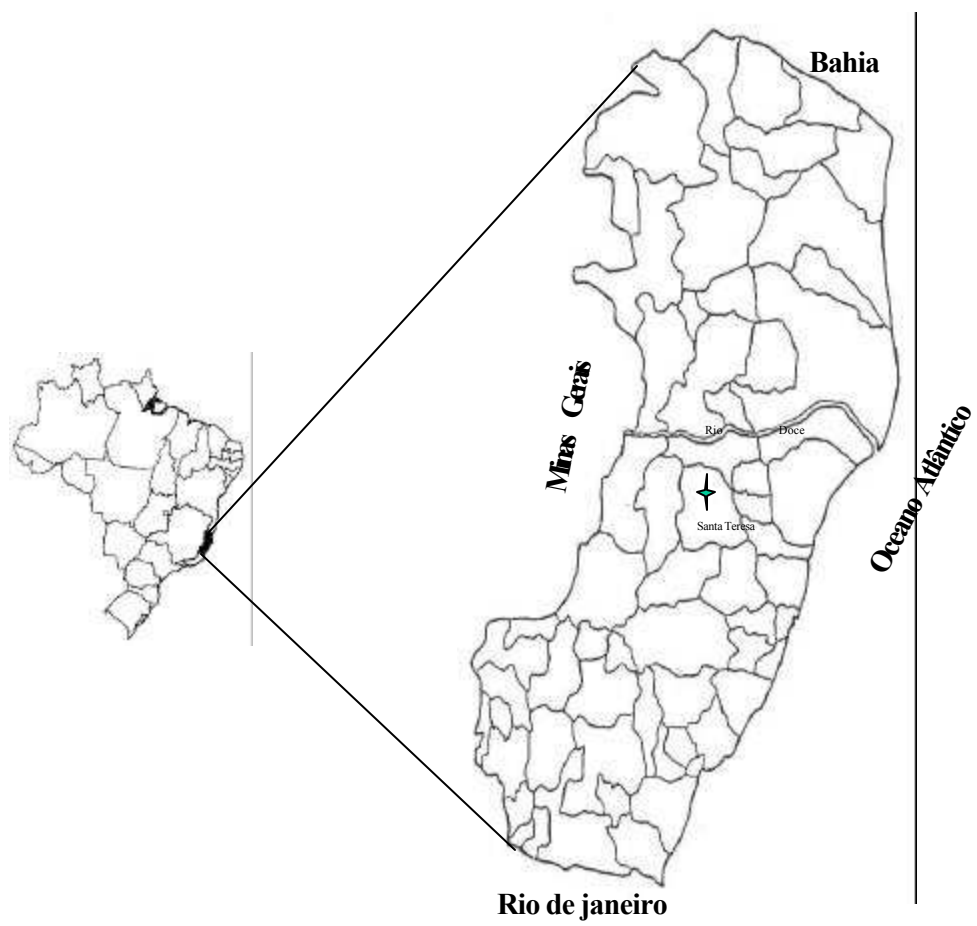


Figura 1 – Estado do Espírito Santo no Brasil, destacando-se o Rio Doce e o município de Santa Teresa.

Tabela 1- Dados climáticos do município de Santa Teresa, obtidos na Estação Meteorológica da INCAPER, localizada em São João de Petrópolis, Santa Teresa, ES.

Mês/2000	Temperatura (°C)			Umidade	Precipitação
	Máxima	Mínima	Média	Relativa (%)	(mm)
Setembro	26,4	18,3	22,3	77,8	45,2
Outubro	31,4	19,4	25,4	67,2	7,2
Novembro	32,9	19,6	26,2	79,2	217,3

O P1 possui uma área de 0,24 ha, altitude de 177 metros e localiza-se no distrito de São João de Petrópolis, Fazenda da Escola Agrotécnica Federal de Santa Teresa (Figura 2). Trata-se de um pomar didático, com 150 indivíduos de cinco anos de idade. As coordenadas geográficas do pomar são 19°48'24" Sul e longitude 40° 40'33" Oeste. Esse pomar localiza-se próximo do F1, a uma distância de 213 m (Figura 2).

O F1 possui uma área de 19 ha de floresta, preservada pela Escola Agrotécnica Federal de Santa Teresa e uma altitude de 190 m. Este fragmento destaca-se por apresentar grande número de espécies arbóreas, de até 15 m de altura.

P2 localiza-se longe do F2, a uma distância de 1.826 m, na comunidade de São Marcos (latitude de 19°53'27" Sul, longitude de 40° 36'23" Oeste), a 8 Km da cidade de Santa Teresa. Possui uma área plantada de 0,252 ha, e altitude de 356 m. Nesse pomar, emprega-se a mão de obra familiar e o principal destino da produção é o consumo dos frutos *in natura*. Possui 150 indivíduos com quatro anos de idade (Figura 3).

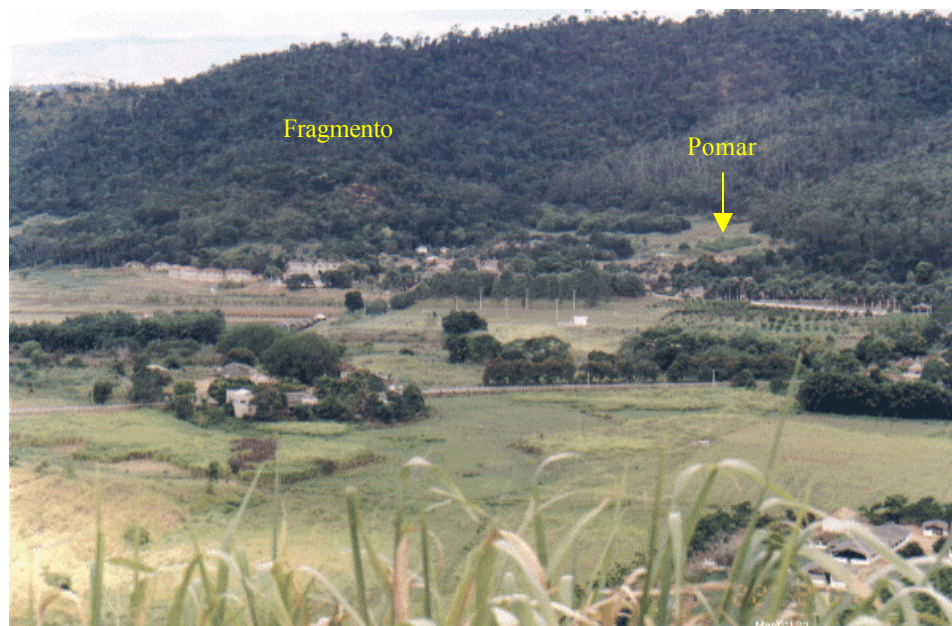


Figura 2. Vista geral do pomar 1 e fragmento 1, localizados na Fazenda da Escola Agrotécnica Federal de Santa Teresa, São João de Petrópolis, Santa Teresa-ES.



Figura 3. Vista geral do pomar 2 e fragmento 2, localizados na Comunidade de São Marcos, Santa Teresa-ES.

O F2 possui 14,5 ha e localiza-se entre rochas, em um local bem acidentado, apresentando altitude de 786 m. Neste fragmento encontra-se rica flora nativa, com representantes de palmeiras e orquídeas, e uma diversidade de árvores entre três a 10 m de altura.

O P3 encontra-se próximo ao F3 (Figura 4), a uma distância de 277 m e destaca-se como um dos maiores produtores de goiaba do município. Localiza-se na comunidade de Santa Júlia (latitude de 19°42'51" Sul, longitude 40° 42'56" Oeste) a 36 km da cidade de Santa Teresa. Possui uma área plantada de 2,9031 ha e altitude de 166 m. É um pomar com 1.800 indivíduos de quatro anos de idade. Possui boa produtividade e a produção destina-se a comercialização em feiras livre e indústrias de doces.

O F3 apresenta altitude de 219 m, área de 17 ha e nele são encontradas árvores com até 10 m de altura. Observou-se ação antrópica contínua, caracterizada pela presença de lavouras de café, bem como, em seu interior, derrubada de árvores centenárias (Figura 4).

O P4 encontra-se longe de F4, a uma distância de 1.632 m e altitude de 218 m. Trata-se de um pomar pouco produtivo, com área plantada de 0,4267 ha, possuindo 500 indivíduos com cinco anos de idade. Localiza-se próximo a comunidade 25 de julho (latitude 19° 46'47" Sul , longitude 40°35'33" Oeste) a 30 Km da cidade de Santa Teresa (Figura 5).

O F4 encontra-se em região acidentada, entre rochas, com altitude de 638 m e área de 13,5 ha, com arbustos e árvores de três a 12 m de altura, destacando-se também espécies de bromélias e orquídeas epífitas. Próximo desse fragmento há constante ação antrópica, pela presença de lavouras de café, milho, feijão e formação de pastagens (Figura 5).

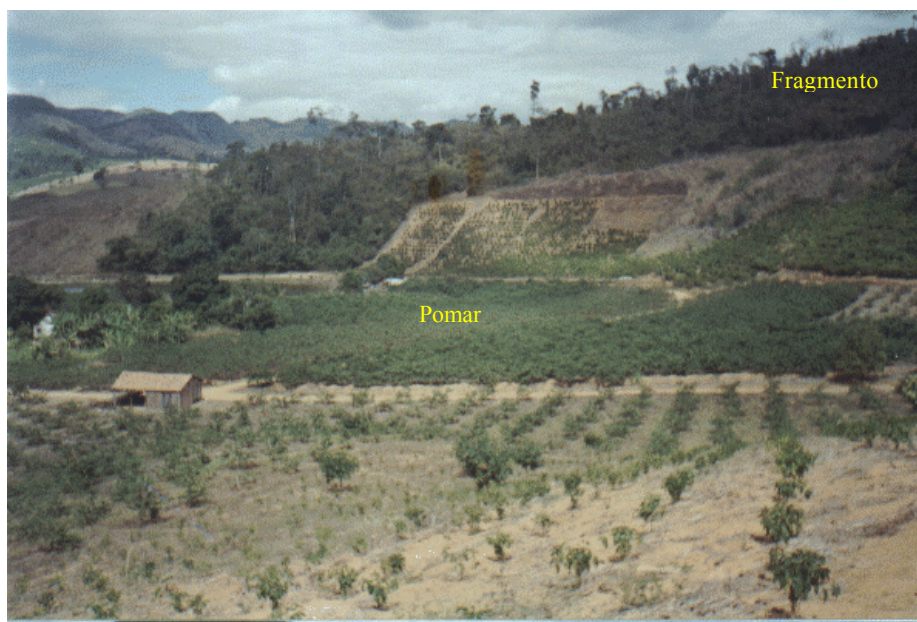


Figura 4. Vista geral do pomar 3 e fragmento 3, localizado em Santa Júlia, município de Santa Teresa-ES. Observa-se áreas alteradas pelo homem, ao redor do pomar.

2.2. Morfologia e biologia floral

Para a análise de morfologia floral, flores frescas foram analisadas com auxílio de estereomicroscópio. Foram realizadas medidas, com auxílio de régua milimetrada, e confeccionados desenhos.

Para análise da biologia floral, verificou-se o horário da antese, a receptividade do estigma, a viabilidade do pólen, a produção de odor e a duração das flores.

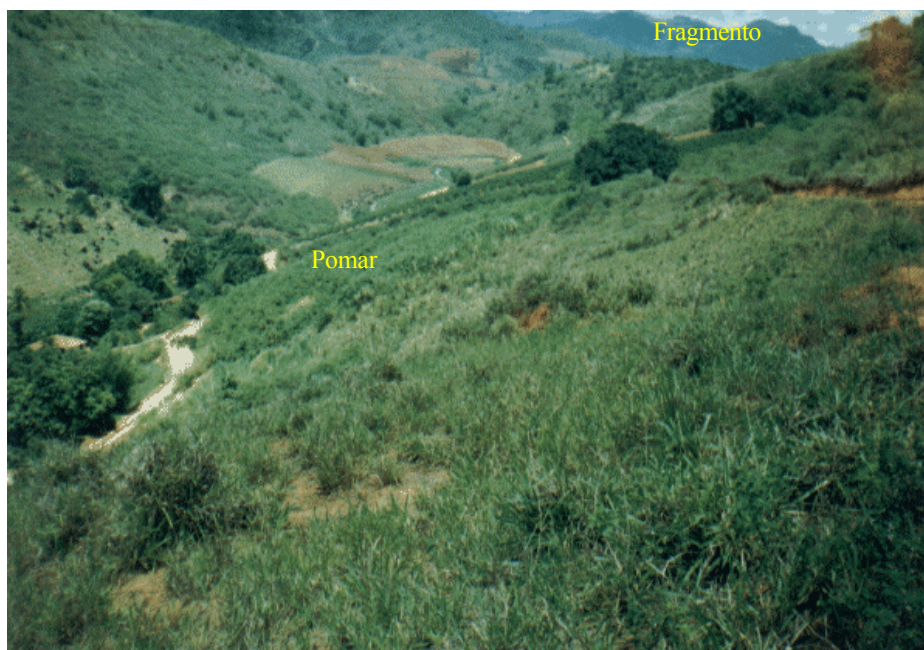


Figura 5. Vista geral do pomar 4 e fragmento 4, localizados na comunidade de XXV de Julho, Santa Teresa-ES.

Para verificar a manifestação de odor, 10 flores foram isoladas em dois recipientes de vidro. Após 40 minutos, os recipientes foram destampados e o odor foi caracterizado.

O período de receptividade do estigma foi testado de acordo com a técnica de Dafni (1992), utilizando-se peróxido de hidrogênio (H_2O_2) 3%. O teste foi realizado em 10 flores na pré-antese (flores com cálice rompido; Figura 6), em 10 flores logo após a sua abertura e em 20 flores após duas a 36 horas da abertura.

A viabilidade dos grãos de pólen foi testada utilizando-se 10 flores na pré-antese de cinco indivíduos, sendo duas flores de cada indivíduo; cinco flores de um indivíduo, logo após sua abertura; e cinco flores de outro indivíduo, 24 horas após a abertura. Lâminas foram preparadas com anteras maceradas sobre uma gota de carmim acético (Radford et al.1974) e

observadas ao microscópio. Em cada amostra foram observados 200 grãos de pólen ao acaso.

2.3 - Sistema reprodutivo e efeito da distância dos fragmentos

Para os estudos sobre o sistema reprodutivo foram realizados no P1 os seguintes tratamentos, baseados na metodologia de Kears & Inouye (1993):

- 1) Autopolinização espontânea: flores na pré-antese foram ensacadas;
- 2) Autopolinização manual: flores foram ensacadas na pré-antese e, quando abertas, foram polinizadas com o próprio pólen;
- 3) Polinização cruzada: flores receptoras de pólen foram emasculadas na pré-antese e, quando abertas, receberam grãos de pólen de flores de outros indivíduos;
- 4) Polinização aberta: flores foram apenas etiquetadas na pré-antese; esse tratamento foi realizado nos quatro pomares.

As flores utilizadas em cada tratamento, foram as centrais (primeira flor do dicásio). Após cada tratamento, exceto polinização aberta, as flores foram novamente ensacadas, assim permanecendo até a frutificação. Os sacos foram confeccionados com tecido do tipo organza. A taxa de frutificação foi avaliada aos 28 dias após os tratamentos.

Para verificar a ação do vento na polinização, flores foram emasculadas na pré-antese e ensacadas com filó, permanecendo até a frutificação.

Para verificar o efeito da distância dos fragmentos florestais sobre a frutificação, foram comparadas as percentagens de frutificação obtidas na polinização aberta nos quatro pomares.



Figura 6. Flores de *Psidium guajava* na pré-antese (com cálice rompido).

2.4. Visitantes florais

Os insetos foram coletados com auxílio de rede entomológica, durante os três meses de estudo, nos quatro pomares e nos quatro fragmentos florestais; coletando-se em horários alternados de 6 às 10 horas e de 14 às 18 horas, somando-se trinta e duas horas de coleta em cada local, sendo 16 horas pela manhã e 16 horas à tarde, para cada grupo de quatro dias (Tabela 2).

Nos pomares, para efeito de amostragem, os insetos foram coletados em dez plantas marcadas ao acaso. O total de insetos polinizadores coletados nos quatro pomares foi utilizado nas análises estatísticas.

Nos fragmentos, os insetos foram coletados nas bordas, em vegetais com flores e no interior.

Após a coleta, os insetos foram mortos em câmara mortífera e depositados em frascos de vidros brancos de 10 ml, devidamente etiquetados

por local de coleta. Posteriormente, foram montados em alfinetes entomológicos, e analisados sob estereomicroscópio.

O comportamento de visita dos principais polinizadores foi registrado. Com auxílio de um cronômetro, foi anotado o tempo de permanência dos principais polinizadores nas flores e com auxílio de estereomicroscópio e régua milimetrada, foi medido a distância entre as tégulas desses insetos (Tabela 6).

Exemplares dos insetos coletados foram enviados a especialistas para efetuarem a identificação. Os espécimes testemunhos dos visitantes florais foram depositados no Museu de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa.

Algumas espécies vegetais dos fragmentos foram coletadas e depositadas no Herbário da Universidade Federal de Viçosa.

As abelhas foram identificadas por Alexander A. Azevedo no Laboratório de Sistemática e Ecologia de abelhas do Departamento de Zoologia da Universidade Federal de Minas Gerais. As vespas foram identificadas no Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná por Dr. Gabriel A. R. Melo. Os Dípteros Calliphoridae foram identificados no Laboratório de Entomologia do Departamento de Parasitologia da Universidade Federal de Minas Gerais por Dr^a Thelma Filippis e Dr. Adson L. Santana.

Tabela 2. Datas (de setembro a novembro de 2001) e horários (A = 6 às 10 horas e B = 14 às 18 horas) das coletas dos insetos nos pomares (P1, P2, P3 e P4) e nos fragmentos (F1, F2, F3 e F4), na região de Santa Teresa-ES.

Período	Horários de coleta	
	Pomares	Fragmentos
2 a 5/IX	A	
2 a 5/IX		B
6 a 8 e 10/IX		A
6 a 8 e 10/IX	B	
12,14,18 e 20/IX	A	
12,14,18 e 20/IX		B
2,4,6 e 8/X	B	
2,4,6 e 8/X		A
14,16,18 e 22/X	A	
14,16,18 e 22/X		B
3,5,6 e 9/XI	B	
3,5,6 e 9/XI		A
12,14,16 e 19/XI	A	
12,14,16 e 19/XI		B
21,23,25 e 28/XI	B	
21,23,25 e 28/XI		A

2.5. Análises estatísticas

Para testar se diferenças entre os tratamentos sobre o sistema reprodutivo da goiabeira podem ser explicados pelo acaso, utilizou-se o teste do χ^2 de Pearson.

Diferenças na abundância dos insetos mais frequentes nas flores da goiabeira em relação à distância dos fragmentos, foram testadas através de análise de variância.

Para avaliar a abundância de algumas espécies de abelhas mais frequentes que poderiam afetar a produção de frutos em plantas individuais, utilizou-se análise de regressão linear simples. Todos os testes foram feitos assumindo um nível de significância de 5%, seguindo-se procedimento padrão de acordo com Zar (1999).

3. RESULTADOS

3.1 Morfologia e Biologia Floral

A goiabeira possui inflorescência do tipo dicásio, tríflo; em alguns ramos foram observadas inflorescências com uma ou duas flores. As flores são hermafroditas, actinomorfas e com cerca de 3,5 cm de diâmetro. O cálice é composto de cinco sépalas oblongo-ovadas, de coloração verde na face inferior e branca na face superior. A corola possui cinco pétalas brancas, ovais, com cerca de 2 cm de comprimento (Figura 7). O androceu é constituído, em média, de 380 estames (N=10). Os filetes são brancos; os filetes próximos às pétalas são maiores, medindo cerca de 1,3 cm de comprimento e os filetes próximos ao estilete são menores, medindo em torno de 0,5 cm (Figura 8). As anteras possuem duas tecas rimosas de coloração branca com aproximadamente 2 mm de comprimento. Os grãos de pólen são amarelos. O gineceu possui estigma subcapitado de coloração esverdeada e estilete terminal; o estigma posiciona-se cerca de 2 mm acima dos estames maiores. O ovário é ínfero, pentalocular, com muitos óvulos (Figura 8).

A abertura da flor iniciou-se por volta das 6 horas e prolongou-se até as 7:30 horas. Nessa ocasião, as pétalas iniciavam sua queda, as sépalas eram mais resistentes, mas também iniciavam sua queda no mesmo dia de abertura da flor; os estames encontravam-se bem agrupados, apresentando algumas anteras abertas. Em dias chuvosos ou úmidos o processo de antese prolongava-se por cerca de duas horas.

As flores exalavam perfume adocicado na antese e esse perfume era mais intenso nas primeiras horas de sua abertura, mas permanecia durante o dia. No segundo dia após a abertura, observou-se que esse perfume modificava-se para um aroma putrefado.

O estigma encontrava-se receptivo desde a pré-antese até 30 horas após a abertura da flor. Entretanto, no momento de abertura da flor, registrou-se maior receptividade, caracterizada por maior reação do estigma em contato com o peróxido de hidrogênio. Os grãos de pólen mostraram-se viáveis na pré-antese (59,8%) e na abertura da flor (98%), permanecendo viáveis por aproximadamente 10 horas após a abertura. A duração da flor foi de dois dias; no oitavo dia, após a antese, pode-se verificar o início do desenvolvimento dos frutos.

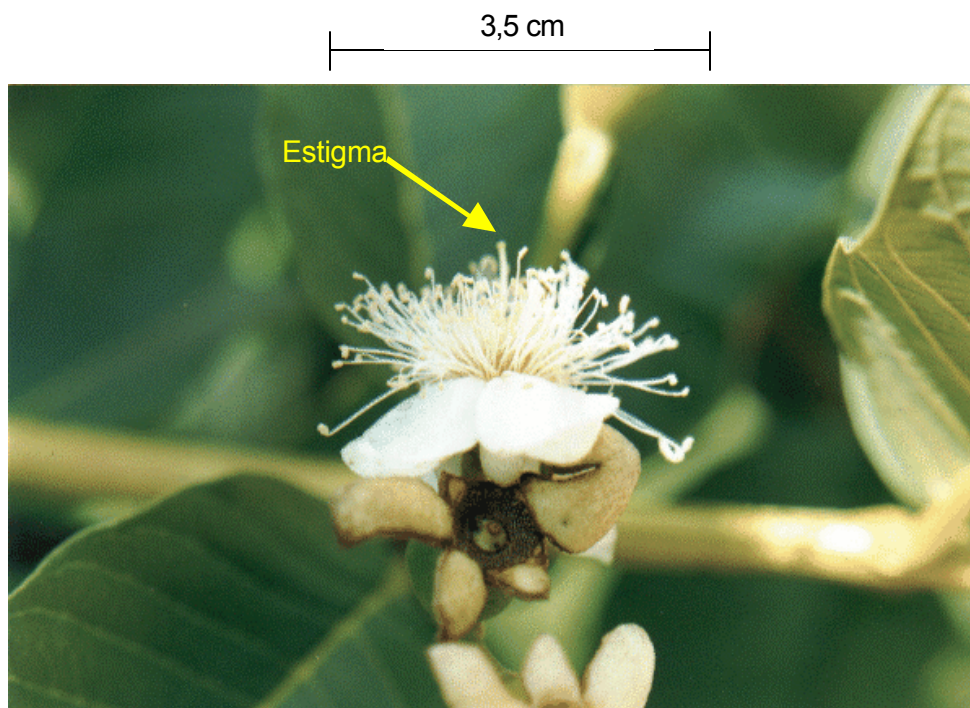


Figura 7. Flor da goiabeira recém aberta, destacando-se o estigma, acima das anteras, e os numerosos estames.

3.2. Sistema reprodutivo e efeito da distância dos fragmentos florestais

Os resultados sobre o sistema reprodutivo são mostrados na Tabela 3 e demonstram que *P. guajava* é autocompatível. As frutificações obtidas após as polinizações abertas nos pomares próximos aos fragmentos (91,5%) foi maior em relação aos pomares distantes dos fragmentos (79%), havendo diferenças significativas entre os resultados ($\chi^2 = 11.615$; $p = 0,006$; $gl = 1$). Também foram significativos os contrastes entre os tratamentos: polinização aberta vs autopolinização espontânea ($\chi^2 = 19.085$; $p < 0,001$; $gl = 1$) e polinização aberta vs polinização manual ($\chi^2 = 6.400$; $p < 0,011$; $gl = 1$). Não houve diferenças significativas entre polinização aberta vs polinização cruzada ($\chi^2 = 3.162$; $p < 0,758$; $gl = 1$)

Tabela 3 - Resultados das polinizações abertas e manuais em flores de goiabeira (*Psidium guajava*), na região de Santa Teresa-ES.

Tratamentos	Individuos (Nº)	Flores (Nº)	Frutos (Nº /%)
Polinização aberta			
Pomar 1 ^a	10	100	90/90
Pomar 2	10	100	80/80
Pomar 3 ^a	10	100	93/93
Pomar 4	10	100	78/78
Autopolinização espontânea ^b	10	100	64/64
Autopolinização manual ^b	10	60	45/75
Polinização cruzada ^b	10	60	48/80

^aPomares localizados próximos de fragmentos de floresta.

^bTratamentos realizados apenas no pomar 1.

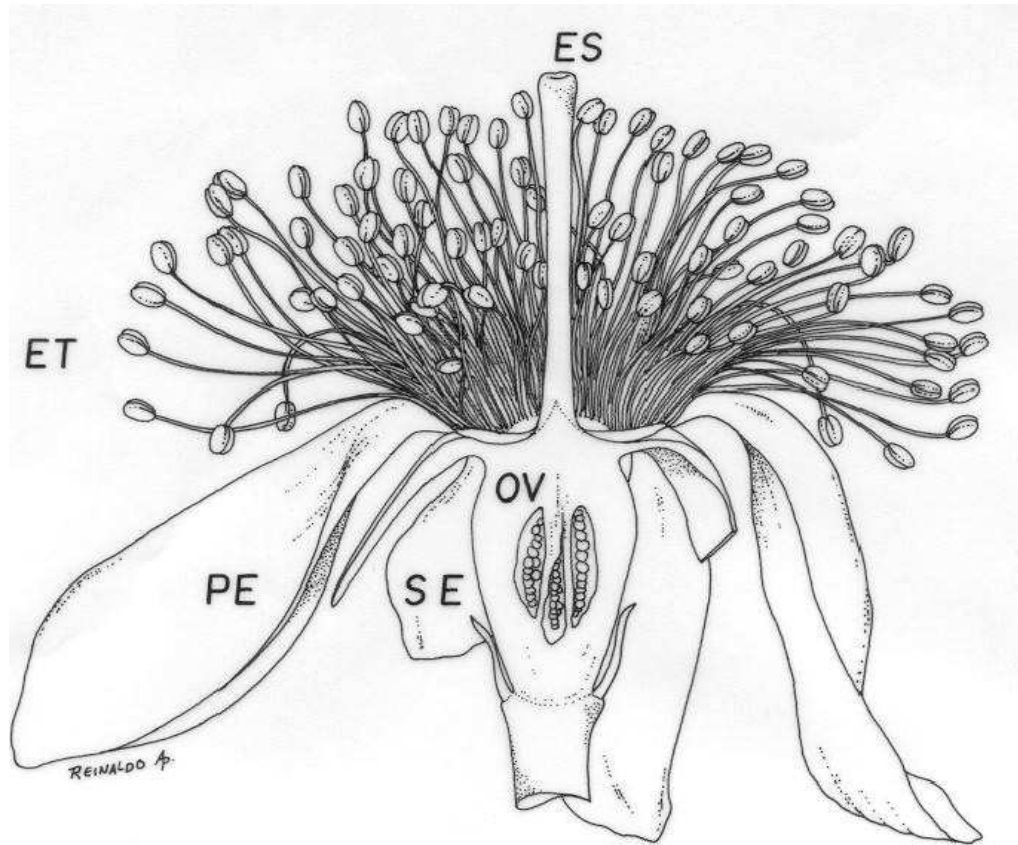


Figura 8. Esquema da flor da goiabeira (*Psidium guajava*) mostrando: (SE) sepalos; (PE) pétalas; (ET) estames; (ES) estigma; e (OV) ovário.

Após o tratamento para verificar a influência do vento na polinização, observou-se que a frutificação foi nula.

3.3 Visitantes florais

Foram coletados em ambos, pomares e fragmentos, 104 espécies de insetos (46 delas em comum), pertencentes a quatro ordens e 19 famílias, sendo 905 espécimes nos pomares e 583 nos fragmentos, totalizando 1.488 espécimes (Tabela 4). A maior riqueza (nº de espécies) e abundância (nº de indivíduos) de visitantes florais foram registrados no P1 (63 espécies e 356 espécimes) e no P3 (36 espécies e 297 espécimes), ou seja, pomares próximos aos fragmentos F1 e F3, que também apresentaram maior riqueza e abundância de insetos.

Os maiores valores em termos de abundância de insetos e riqueza de espécies ocorreram em setembro, nos fragmentos, e em outubro, nos pomares. Nestes, a maioria dos visitantes foram coletados no período da manhã, entre 6 e 10 horas. As abelhas apresentaram a maior riqueza de espécies (65%) e abundância de indivíduos (76,5%) em todos os locais amostrados e são: da família Apidae, 35 espécies, 10 gêneros e 994 indivíduos coletados; Halictidae, 9 espécies, 7 gêneros e 117 indivíduos; Megachilidae 3 espécies, 2 gêneros e 3 indivíduos; e por último, Adrenidae uma espécie e 25 indivíduos (Tabela 4).

Tabela 4 - Visitantes florais dos pomares de *Psidium guajava* (P1, P2, P3 e P4) e dos fragmentos florestais (F1, F2, F3 e F4), na região de Santa Teresa, ES.

Espécies de abelhas (Hymenoptera)	Pomares				Fragmentos				Totais	
	P1	P2	P3	P4	F1	F2	F3	F4	P	F
ANDRENIDAE - OXAEINAE										
01 <i>Oxaea flavescens</i> Klug, 1807	5	0	14	0	2	0	4	0	19	6
APIDAE - APINAE										
APINI										
02 <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	95	58	81	49	39	30	34	29	28	13
									3	2
03 <i>Bombus (Fervidobombus) morio</i> (Swederus, 1787)	1	0	6	0	2	0	1	0	7	3
04 <i>Euglossa (Euglossa) sp.</i>	3	0	19	0	2	0	15	0	22	17
05 <i>Eulaema sp.</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
06 <i>Eulaema (Apeulaema) cingulata</i> Lepeletier, 1841	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
07 <i>Eulaema (Apeulaema) nigrita</i> Lepeletier, 1841	3	0	25	0	1	0	7	0	28	8
08 <i>Frieseomelitta varia</i> (Lepeletier, 1836)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
09 <i>Melipona quadrifasciata</i> Lepeletier, 1836	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0
10 <i>Melipona rufiventris</i> Lepeletier, 1836	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
11 <i>Nannotrigona testaceicornis</i> (Lepeletier, 1836)	5	0	0	0	3	10	0	0	5	13
12 <i>Oxytrigona sp.</i>	2	5	7	5	2	9	0	0	19	11
13 <i>Partamona sp. 1</i>	1	1	1	0	1	0	0	0	3	1
14 <i>Partamona sp. 2</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
16 <i>Plebeia sp.</i>	0	0	0	0	1	3	4	0	0	8
17 <i>Schwarziana quadripunctata</i> (Lepeletier, 1836)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

18 <i>Tetragona clavipes</i> (Fabricius, 1804)	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1
19 <i>Tetragonisca angustula</i> (Lepeletier, 1811)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
20 <i>Trigona hyalinata</i> Lepeletier, 1836	2	1	1	5	3	2	0	2	9	7
21 <i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	47	20	32	26	19	20	24	11	12	74
									5	
22 <i>Trigona fulviventrís</i> (Guérin, 1845)	2	0	0	0	2	0	0	0	4	0
23 <i>Trigona</i> sp.	1	0	0	0	2	1	1	1	1	5

Tabela 4 (Continuação)

Espécies de abelhas (Hymenoptera)	Pomares				Fragmentos				Totais	
	P1	P2	P3	P4	F1	F2	F3	F4	P	F
CENTRIDINI										
24 <i>Centris</i> (<i>Centris</i>) sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0
25 <i>Centris</i> (<i>Centris</i>) <i>aenea</i> Lepeletier, 1841	4	0	1	0	0	0	0	0	5	0
26 <i>Centris</i> (<i>Centris</i>) <i>inermis</i> Friese, 1899	2	0	1	0	1	0	2	0	3	3
27 <i>Centris</i> (<i>Heterocentris</i>) <i>analys</i> Friese, 1900	2	0	0	1	4	0	1	0	3	5
28 <i>Centris</i> (<i>Heterocentris</i>) <i>terminata</i> Lepeletier, 1841	0	0	0	2	0	0	1	0	2	1
29 <i>Centris</i> (<i>Centris</i>) <i>nitens</i> Lepeletier, 1841	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
30 <i>Centris</i> (<i>Centris</i>) <i>varia</i> (Erichson, 1848)	2	0	1	0	2	0	0	1	3	3
31 <i>Centris</i> (<i>Hemisiella</i>) <i>tarsata</i> Smith, 1874	11	0	8	4	4	0	9	2	23	15
32 <i>Centris</i> (<i>Trachina</i>) <i>fuscata</i> Lepeletier, 1841	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
33 <i>Centris</i> (<i>Xanthemis</i>) <i>lutea</i> Friese, 1899	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
34 <i>Epicharis</i> (<i>Epicharana</i>) <i>flava</i> (Friese, 1900)	26	0	17	0	5	0	0	0	43	15
35 <i>Epicharis</i> (<i>Hoplepicharis</i>) <i>affinis</i> (Smith, 1874)	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0

ERICROCIDINI										
36 <i>Mesocheira</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
EUCERINI										
37 <i>Thygater</i> (<i>Thygater</i>) <i>analís</i> (Lepeletier, 1841)	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
TAPINOTASPIDIINI										
38 <i>Paratetrapedia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
EXOMALOPSINI										
39 <i>Exomalopsis</i> (<i>Exomalopsis</i>) <i>subtilis</i> (Timberlake, 1980)	1	0	1	0	0	0	1	0	0	2
40 <i>Exomalopsis</i> (<i>Exomalopsis</i>) <i>auropilosa</i> Spinola, 1854	8	0	7	1	5	1	5	0	16	11
APIDAE - XYLOCOPINAE										
CERATININI										
41 <i>Ceratina</i> (<i>Calloceratina</i>) <i>chloris</i> (Fabricius, 1804)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
XYLOCOPINI										
42 <i>Xylocopa</i> (<i>Neoxylocopa</i>) <i>frontalis</i> (Oliver, 1789)	5	0	5	0	1	0	1	0	10	2
43 <i>Xylocopa</i> (<i>Schoenherria</i>) <i>muscaria</i> (Fabricius, 1775)	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
44 <i>Xylocopa</i> (<i>Neoxylocopa</i>) <i>nigrocinata</i> (Brèther, 1916)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

Tabela 4 (Continuação)

Espécies de abelhas (Hymenoptera)	Pomares				Fragmentos				Totais	
	P1	P2	P3	P4	F1	F2	F3	F4	P	F
HALICTIDAE - HALICTINAE										
AUGOCHLORINI										
45 <i>Auglochloa</i> (<i>Oxystoglossella</i>) sp	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2

46 <i>Augochlora</i> (<i>Oxystoglossella</i>) cfr. <i>thalia</i> Smith, 1879	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
47 <i>Augochlora</i> (<i>Augochlora</i>) cfr. <i>esox</i> (Vachal, 1911)	2	2	0	0	0	1	2	4	4	7	
48 <i>Augochlora</i> (<i>Augochlora</i>) <i>francisca</i> (Schrottky, 1909)	3	0	0	0	1	0	0	0	3	1	
49 <i>Augochlorella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
50 <i>Augochloropsis</i> sp. 1	3	0	3	1	5	1	2	2	7	10	
51 <i>Augochloropsis patens</i> (Vachal, 1903)	11	2	7	4	4	2	5	7	24	18	
52 <i>Augochloropsis</i> sp. 2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	
53 <i>Augochloropsis</i> sp. 3	3	0	4	1	4	0	0	2	8	6	
54 <i>Augochloropsis</i> sp. 4	1	0	0	0	1	0	1	0	1	2	
55 <i>Augochloropsis</i> sp. 5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
56 <i>Augochlora</i> (<i>Augochlora</i>) sp. 1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
57 <i>Augochlora</i> (<i>Augochlora</i>) sp. 2	5	0	0	0	4	0	0	0	5	4	
58 <i>Megalopta</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
59 <i>Pseudaugochlora graminea</i> (Fabricius, 1804)	5	0	0	0	0	0	1	0	5	1	
60 <i>Pseudaugochlora pandora</i> (Smith, 1853)	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	
MEGACHILIDAE - MEGACHILINAE											
ANTHIDIINI											
61 <i>Epanthidium tigrinum</i> (Schrottky, 1905)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
MEGACHILINI											
62 <i>Megachile</i> (<i>Leptorachis</i>) <i>paulistana</i> Schrottky, 1902	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
63 <i>Megachile</i> (<i>Neomegachile</i>) <i>brethesi</i> Schrottky, 1909	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
Total de abelhas										71	40
										5	3

Tabela 4 (Continuação)

Outros visitantes florais (Hymenoptera)	Pomares				Fragmentos				Totais	
	P1	P2	P3	P4	F1	F2	F3	F4	P	F
VESPIDAE										
64 <i>Polistes versicolor</i> (Ihering, 1896)	2	3	3	3	5	9	5	10	11	29
65 <i>Polistes</i> sp.1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
66 <i>Polistes</i> sp.2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
67 <i>Polistes</i> sp.3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
68 <i>Agelaia</i> cfr. <i>vicina</i> (Saussure, 1854)	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
69 <i>Mischocyttarus drewseni</i> Zikàn, 1949	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
70 <i>Agelaia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
71 <i>Brachygastra lecheguana</i> Latreille	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
72 <i>Polybia sericea</i> Olivier, 1791	1	0	0	0	0	1	1	3	1	5
73 <i>Polybia rejecta</i> Saussure, 1854	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
74 <i>Polybia dimidiata</i> Ducke, 1904	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
75 <i>Polybia paulista</i> (Ihering, 1896)	3	2	12	2	6	10	5	2	19	23
76 <i>Polybia</i> sp.1	1	1	1	1	2	1	2	2	4	7
77 <i>Polybia</i> sp.2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
78 <i>Synoeca</i> cfr. <i>surinamensis</i> Linnaeus, 1758	1	1	3	0	2	0	1	1	5	4
SPHECIDAE										
79 <i>Prionyx</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
CRABRONIDAE										
80 <i>Rubrica nasuta</i> (Saussure, 1854)	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
SCOLIIDAE										
81 <i>Campsomeris</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2

FORMICIDAE											
82	<i>Campanotus</i> sp.	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0
83	<i>Pseudomyrmex</i> sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0
84	<i>Acromyrmex</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
85	<i>Solenopsis</i> sp.	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0
86	<i>Crematogaster</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Tabela 4 (Continuação)

Outros visitantes florais		Pomares				Fragmentos				Totais	
		P1	P2	P3	P4	F1	F2	F3	F4	P	F
DIPTERA											
DROSOPHILIDAE											
87	<i>Drosophila melanogaster</i> Meigen	11	0	7	0	2	0	0	0	18	2
TEPHRITIDAE											
88	<i>Ceratitis capitata</i> (Wied., 1824)	2	1	0	0	0	0	0	0	3	0
89	<i>Anastrepha fratercula</i> (Wied. 1930)	0	1	0	2	5	2	0	0	3	7
MUSCIDAE											
90	<i>Musca domestica</i> Linnaeus, 1758	7	4	6	1	9	1	3	3	18	16

CALLIPHORIDAE											
91 <i>Lucilia eximia</i> (Wiedermann, 1819)	9	2	4	5	14	5	11	4	20	34	
92 <i>Lucilia</i> sp	0	0	0	0	2	1	0	1	0	4	
93 <i>Crysomia megacephala</i> Fabricius, 1804	4	1	1	0	0	0	1	0	6	1	
SYRPHIDAE											
94 <i>Ornidia obesa</i> Lin.	5	0	0	1	2	0	1	0	6	3	
95 <i>Copestylum</i> sp. 01	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	
96 <i>Copestylum</i> sp. 02	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	
97 DOLICHOPODIDAE	2	1	0	0	0	0	0	0	3	0	
98 APIOCERIDAE	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
99 SARCOPHAGIDAE	9	16	9	10	6	8	7	6	44	27	
100 PHANNIIDAE	1	0	1	2	0	0	0	1	4	1	
101 ASILIDAE	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
102 LEPIDOPTERA – CTENUCHINAE	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	
103 COLEOPTERA –CHRYSOMELIDAE											
104 <i>Costalimaita ferruginea</i> (Lefèvre, 1885)	7	0	0	0	0	0	0	0	7	0	
Total de visitantes florais: 1.488	35	12	29	12	19	12	16	98	90	58	
	6	3	7	9	0	7	8		5	3	

Os principais polinizadores da goiabeira mais abundantes, foram as seguintes abelhas:

Apis mellifera (Apidae), com 415 espécimes coletados, foi a mais frequente, tanto nos pomares (283 espécimes) quanto nos fragmentos (132 espécimes). A abundância dessa abelha foi significativamente maior nos

pomares próximos aos fragmentos($t = 7,6$; $gl = 38$; $p < 0,001$; Tabela 5). Foi o primeiro inseto observado nas flores da goiabeira e suas visitas iniciaram-se por volta das 5:30 horas, quando estas investiam contra as flores ainda em pré-antese, com finalidade de forçar a sua abertura para efetivar a coleta de pólen. Houve pico de visitação por volta das 7:30 horas e, nessa ocasião, verificou-se que um indivíduo visitava várias flores da mesma planta, consecutivamente. *A. mellifera* pousava na flor sobre os estames e coleta pólen em zig-zag, podendo permanecer na flor por cerca de 19 segundos (Tabela 6). Os indivíduos analisados apresentavam grãos de pólen nas corbículas e no tórax. Durante a coleta de pólen, contatava o estigma várias vezes, quando levantavam vôo de uma flor em direção a outra escovando as patas afim de armazenar o pólen nas corbículas. O comportamento de visita de *A. mellifera* indica que essa espécie atua eficientemente na polinização da goiabeira.

Epicharis flava (Apidae) foi encontrada somente nos pomares próximos aos fragmentos e no F1, (em P1, 26 indivíduos, em P3, 17 indivíduos e em F1, cinco indivíduos, Tabela 4). Iniciou suas visitas às 7 horas e foram observadas até as 11 horas. Houve pico de visitação as 8 horas. Sobrevoa várias plantas e visitam as flores com mais frequência logo após sua abertura. Na flor, pousava sobre os estames e estigma (Figura 9) e coletava o pólen por vibração, durante 5,5 segundos (Tabela 6); com esse comportamento de coleta do pólen, pode também atuar eficientemente na polinização da goiabeira. Os indivíduos analisados apresentavam grãos de pólen no tórax, abdome e nas patas posteriores. A abundância dessa abelha nos pomares próximos aos fragmentos florestais foi significativamente maior ($t = 2,8$, $gl = 38$; $p < 0,008$; Tabela 5).



Figura 9. Abelha *Epicharis flava* sobre a flor de *Psidium guajava*.

Trigona spinipes (Apidae) foi a abelha que permaneceu maior tempo na flor da goiabeira, ou seja, em média 119 segundos (Tabela 6). Esteve também presente em todos os pomares e fragmentos estudados (Tabela 4) e não houve diferenças significativas de sua abundância entre pomares próximos e distantes de fragmentos florestais ($t=1.5$; $gl=38$; $p<0,131$; Tabela 5); visitavam as flores da goiabeira das 6 às 18 horas, com um pico de visitas às 8 horas. O corpo dessa abelha só ocasionalmente tocava o estigma, devido ao seu pequeno tamanho, e seu comportamento de coleta de pólen, ou seja, ficando apenas entre os estames. Os indivíduos analisados apresentaram grãos de pólen aderidos nas patas traseiras.

As visitas de *Oxytrigona* sp.(Apidae) nos pomares concentrou-se entre 7 às 17 horas, com um pico às 9 horas. Indivíduos dessa espécie foram encontrados em todos os pomares estudados e nos F1 e F2 (Tabela 4).

Possuem comportamento de coleta de pólen semelhante ao de *T. spinipes*, mergulhando-se entre os estames. Os indivíduos analisados apresentaram grãos de pólen nas corbículas. Essa espécie permaneceu na flor por cerca de 109 segundos (Tabela 6). Sua abundância não foi significativamente diferente entre pomares próximos e afastados dos fragmentos florestais ($t=0,724$; $gl=38$; $p<0,474$; Tabela 5).

Augochloropsis patens (Halictidae) foi bem representada em todos os locais estudados, sendo mais abundante nos pomares próximos aos fragmentos (Tabela 5); sua abundância não apresentou diferenças significativas entre os pomares próximos e distantes dos fragmentos florestais ($t=1.6$; $gl=38$; $p<0,116$; Tabela 5). Os indivíduos analisados apresentaram grãos de pólen no tórax e nas patas traseiras. Permaneceu na flor por cerca de 111 segundos (Tabela 6). Dentre as abelhas menores, essa espécie, juntamente com *T. spinipes* apresentaram um comportamento de coleta mais duradouro, de 6 às 18 horas, com pico às 9 horas, sendo que visitaram maior número de flores.

Exomalopsis auropilosa (Apidae) foi mais abundante nos pomares próximos aos fragmentos (Tabela 4); em relação aos pomares próximos e distantes dos fragmentos florestais sua abundância não apresentou diferenças significativas ($t=1.6$, $gl=38$ $p<0,112$; Tabela 5). Não sendo encontrada em P2 e F4. Possuem um comportamento de coleta mergulhando entre os estames, permaneceu na flor por cerca de 110 segundos (Tabela 6), mantendo contato ocasionalmente com o estigma. Os indivíduos analisados apresentaram grãos de pólen nas patas traseiras. As visitas dessa abelha aos pomares concentrou-se entre 8 às 16 horas.

Tabela 5 - Comparação média(*) das abelhas mais abundantes entre pomares próximos e distantes dos fragmentos florestais em Santa Teresa-ES.

Espécies	Distancia dos fragmentos		t-student	p
	Próximos	Distantes		
	Média	Média		
<i>Apis mellifera</i>	8,80±1,54	5,50±1,19	7,571	<0,001
<i>Trigona spinipes</i>	3,80±2,40	2,90±1,02	1,545	0,131
<i>Epicharis flava</i>	1,90±3,06	0,00±0,00	2,778	0,008
<i>Augochloropsis patens</i>	1,00±1,80	0,30±0,73	1,606	0,116
<i>Exomalopsis auropilosa</i>	0,55±1,36	0,05±0,22	1,627	0,112
<i>Oxytrigona</i> sp.	0,35±1,09	0,60±1,09	0,724	0,474

(*) Em todos os casos o grau de liberdade foi 38.

Trigona hyalinata (Apidae) mostrou um comportamento de coleta semelhante ao de *T. spinipes*, mergulhando entre os estames e mantendo contato ocasionalmente com o estigma. Os indivíduos analisados apresentaram grãos de pólen nas patas traseiras; essa espécie visita somente algumas flores de cada indivíduo e permaneceu pouco tempo na flor da goiabeira, foram observadas pela manhã de 7 às 11 horas, embora em pequeno número, em todos os locais estudados, com exceção de F3 (Tabela 4).

Nanotrigona testaceicornis (Apidae) foi coletada no P1 (cinco indivíduos), em F1 (três indivíduos) e em F2 (10 indivíduos; Tabela 4). Visitou as flores no P1 de 6 às 15 horas. Os indivíduos analisados apresentaram grãos

de pólen nas patas traseiras. Possui um comportamento de visita tocando o estigma ocasionalmente e também mergulhando entre os estames.

Melipona quadrifasciata (Apidae) foram vistas somente quatro espécimes dessa abelha coletando pólen no P1 pela manhã, entre 7 às 10 horas (Tabela 4). Os indivíduos analisados apresentaram grãos de pólen no tórax e nas patas traseiras. O comportamento de visita de *M. quadrifasciata*, contactando o estigma por várias vezes, provavelmente, indica que essa espécie também pode contribuir na polinização da goiabeira.

Augochloropsis sp. 1 e *Augochloropsis* sp. 2 (Halictidae) são abelhas que possuem comportamento de visita semelhante aos de *T. spinipes*, mergulhando entre os estames e mantendo contato com o estigma ocasionalmente. Foram observadas coletando pólen de 7 às 17 horas; os indivíduos analisados apresentaram grãos de pólen nas patas traseiras. Foram também mais frequentes nos pomares próximos aos fragmentos, não foram identificadas em P2, F1 e F2 (Tabela 4).

Augochlora esox (Halictidae). Essa espécie foi pouco representada nos locais de estudo; foi coletada no P1 (dois indivíduos), em P2 (dois indivíduos), em F2 (um indivíduo), em F3 (dois indivíduos) e em F4 (quatro indivíduos). Os indivíduos analisados apresentaram grãos de pólen nas patas traseiras. Nos pomares, foi observada coletando pólen pela manhã, de 7 às 10 horas, com um comportamento de coleta semelhante ao de *T. spinipes*, ou seja, mergulhando entre os estames (Tabela 4).

Tabela 6 - Tempo de permanência na flor, em segundos, das abelhas mais abundantes e polinizadores potenciais de *Psidium guajava*, em Santa Teresa, ES.

Espécies	Medidas (mm) (entre tégulas)	Média (s) ± Erro Padrão	
<i>Apis mellifera</i>	4	19,10 ± 2,39	(n=10)
<i>Trigona spinipes</i>	2	119,80 ± 4,73	(n=10)
<i>Epicharis flava</i>	9	5,50 ± 0,85	(n=6)
<i>Eulaema nigrita</i>	7	5,57 ± 0,65	(n=5)
<i>Augochloropsis patens</i>	3	111,17 ± 3,70	(n=6)
<i>Centris tarsata</i>	5	3,60 ± 0,51	(n=6)
<i>Euglossa</i> sp.	4	3,30 ± 0,82	(n=5)
<i>Exomalopsis auropilosa</i>	2	110,83 ± 4,12	(n=6)
<i>Oxaea flavescens</i>	6	6,00 ± 1,00	(n=5)
<i>Oxytrigona</i> sp.	2	109,33 ± 2,63	(n=6)
<i>Xylocopa frontalis</i>	11	6,50 ± 0,76	(n=5)
<i>Bombus morio</i>	9	5,00 ± 0,71	(n=5)

(n) = número de observações.

As abelhas de maior porte, das quais a grande maioria só ocorreram nos pomares próximos aos fragmentos, como *Epicharis flava*, *Centris tarsata*, *C. aenea*, *C. varia*, *C. inermis*, *C. analis*, *Bombus morio*, *Euglossa* sp., *Eulaema nigrita*, *Xylocopa frontalis* (Apidae) e *Oxaea flavescens* (Adrenidae) Tabela 6; foram observadas visitando as flores da goiabeira somente pela manhã, entre 7 e 10 horas, possuíam um comportamento de visita semelhante: coletando o pólen por vibração (“buzzing”), pousando na flor sobre os estames, agarrando-se as anteras, tocando diretamente o estigma sendo muito rápidos na coleta do pólen (Tabela 6). Essas abelhas voavam muito rápido e foram observados muitos indivíduos nos pomares visitando quase todas as flores da goiabeira e

retirando-se em seguida do local. Com os movimentos rápidos que realizavam na flor, provocavam a queda das pétalas e estames. Muitas dessas abelhas escaparam às tentativas de captura nas flores. Observou-se ainda, um certo domínio de território entre essas abelhas, pois estas, afastavam outros visitantes que estavam nas proximidades das flores. A presença de pólen no corpo dessas abelhas (tórax, abdome e patas trazeiras) e a forma com que tocavam o estigma, principalmente por cima, sugere que sejam boas polinizadoras da goiabeira.

No tratamento sob polinização aberta nos pomares amostrados, verificou-se, através da regressão linear simples, que houve um efeito significativo da abundância de *A. mellifera* na frutificação (Figura 10); enquanto que, a abundância de *T. spinipes* na frutificação não demonstrou diferença significativa (Figura 11). A abundância de espécies de abelhas quando, nessa análise, se excluiu *A. mellifera* para verificar o efeito na frutificação, foi significativa (Figura 12). A mesma análise foi feita para as demais abelhas menos abundantes nas coletas, verificando-se muito significativo na produção de frutos em *P. guajava* (Figura 13). Desta forma, constatou-se que quanto maior o número dessas abelhas e, principalmente, *A. mellifera* nos pomares, maior será a frutificação.

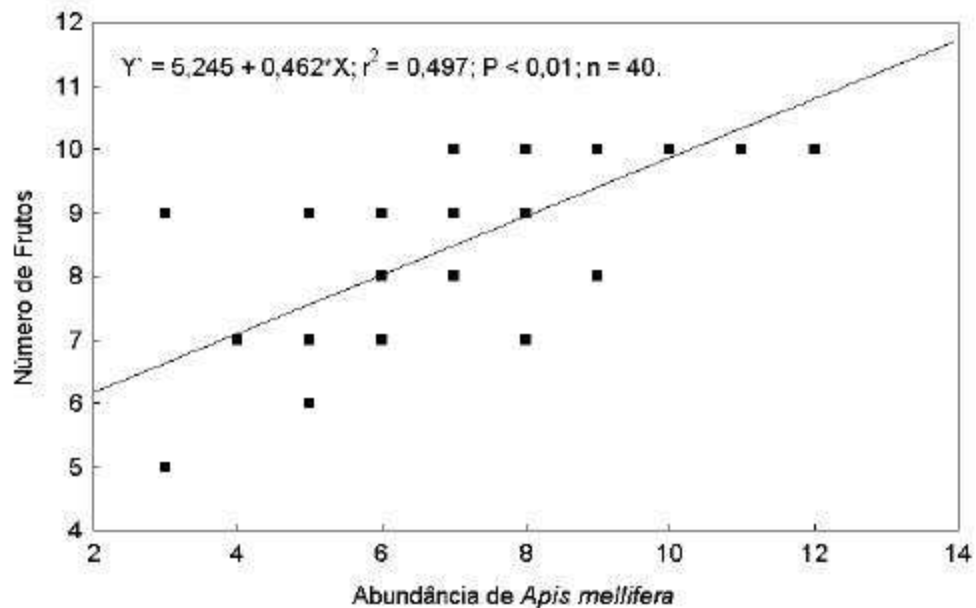


Figura 10. Estimativa do número de frutos, sob polinização aberta, em função da abundância de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), nos pomares de *Psidium guajava*, em Santa Teresa-ES.

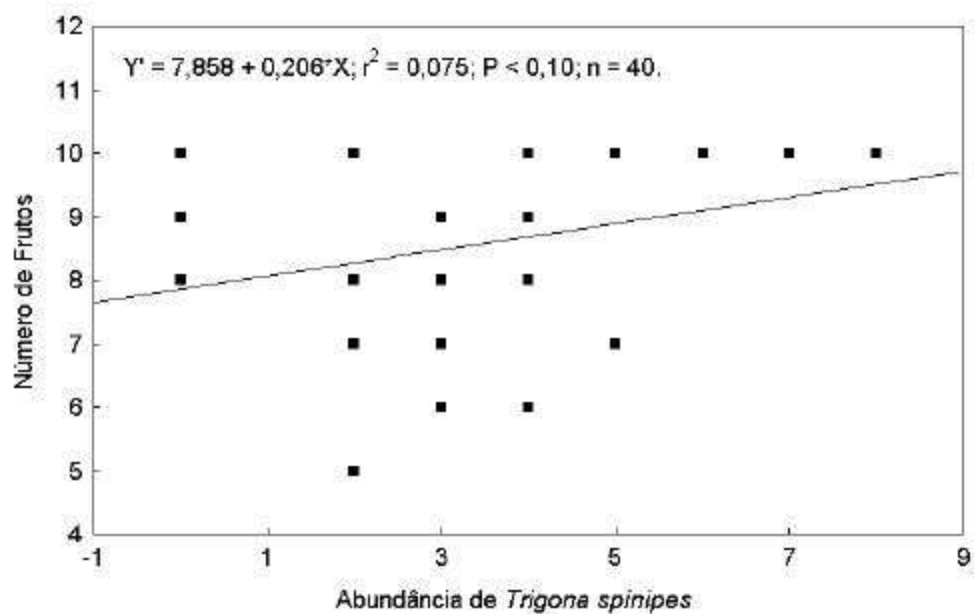


Figura 11. Estimativa do número de frutos sob polinização aberta, em função da abundância de *Trigona spinipes* (Hymenoptera: Apidae), nos pomares de *Psidium guajava*, em Santa Teresa-ES.

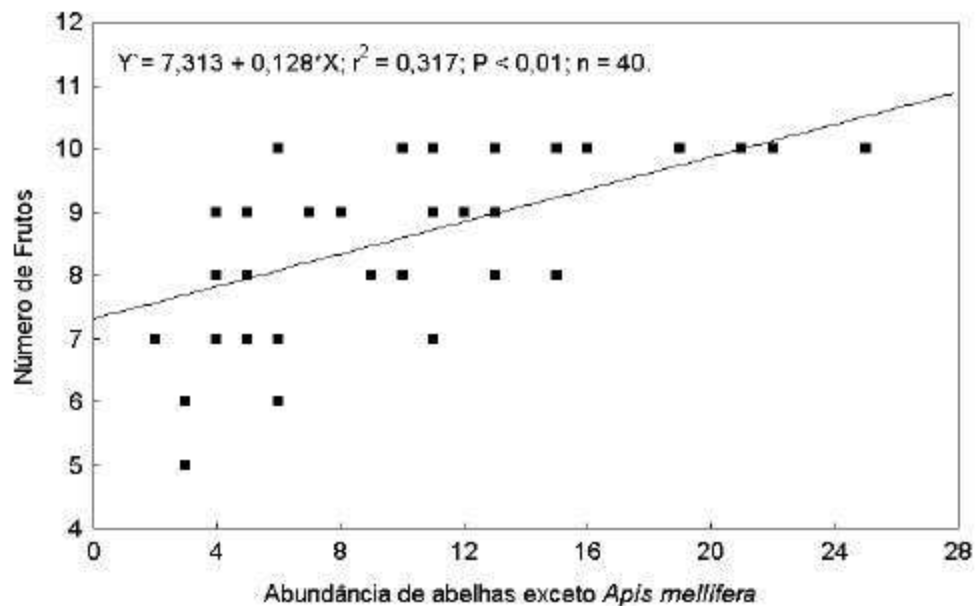


Figura 12. Estimativa do número de frutos, sob polinização aberta, em função da abundância de espécies de abelhas, excluindo *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), nos pomares de *Psidium guajava*, em Santa Teresa-ES.

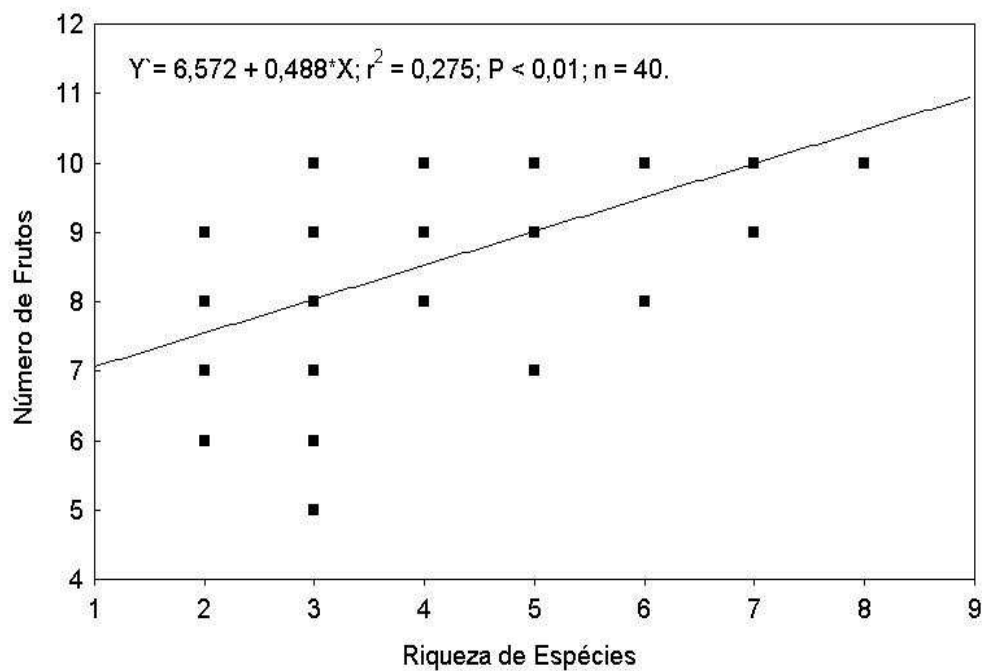


Figura 13. Estimativa do número de frutos, sob polinização aberta, em função da riqueza de espécies de abelhas (Hymenoptera), nos pomares de *Psidium guajava*, em Santa Teresa-ES.

Além das espécies de abelhas, visitaram as flores outros insetos da ordem Hymenoptera e de outros ordens (Tabela 4). Espécies de Vespidae (vespas) foram frequentes nas flores da goiabeira e nos fragmentos. *Polistes versicolor* e *Polybia paulista* foram os mais abundantes dessa família (Tabela 4), principalmente entre 14 e 18 horas. Essas vespas pousavam nas flores da goiabeira e apenas raspavam as pétalas. A postura corporal durante o pouso em todas as espécies dessa família não possibilitava a deposição de pólen no corpo e não tocavam o estigma assim, nenhuma das espécies de Vespidae observadas foi considerada polinizadora.

No segundo dia, após a abertura da flor, foi grande o número de Diptera (moscas) nos pomares, principalmente Calliphoridae (26 indivíduos) e Sarcophagidae (44 indivíduos). Essas moscas foram mais frequentes no período da tarde entre 14 e 16 horas, em todos os pomares e nas bordas dos fragmentos (Tabela 4). Observou-se que, nos pomares, estas apenas pousavam por pouco tempo nas pétalas e ocasionalmente nos estames, mas não tocavam o estigma, o mesmo ocorrendo com as moscas caseiras (*Musca domestica*), que apareceram em todos os pomares e fragmentos estudados. Observou-se ainda que dentre os Diptera *Ornidia obesa* (Syrphidae) coletava pólen tocando o estigma por várias vezes, inclusive na saída da flor, podendo assim, contribuir para a polinização, porém, não foi encontrado pólen no corpo dessas moscas. *O. obesa* ocorreu em maior número nos pomares próximos aos fragmentos (Tabela 4). Outros Diptera que ocasionalmente apareceram na flor da goiabeira, com pouca representatividade, foram *Drosophila melanogaster* (P1, 11 indivíduos; P3, sete indivíduos), *Ceratitis capitata* (P1, dois indivíduos; P2, um indivíduo) e *Anastrepha fratercula* (P2, um indivíduo;

P4, dois indivíduos), no período da tarde. O comportamento de visita dessas moscas, com exceção de *Omidia obesa*, pelo fato de não tocarem o estigma e não possuírem pólen em seus corpos, não foram consideradas polinizadoras da goiabeira.

Em novembro, foram identificadas cinco gêneros de Formicidae, todos no P1, que ocasionalmente apareceram nas flores, assim como, sete espécimes do besouro *Costalimaita ferruginea* (Coleoptera Crysomelidae), que circulavam entre as flores no P1, não sendo observado contato desses insetos com o estigma e não sendo encontrado pólen aderido em seu corpo. Observou-se ainda dois espécimes de Ctenuchinae (Lepidoptera; Tabela 4) que só ocorreram nas flores amostradas no P1, também, sem nenhuma ação polinizadora para a goiabeira.

4 – DISCUSSÃO

4.1- Morfologia e Biologia Floral

O processo de abertura da flor prolongou-se por cerca de 1:30 horas, a partir das 6 horas e a temperatura parece interferir nesse processo, ou seja, em dias mais quentes, com temperaturas em torno de 25° C, verificou-se maior número de flores abertas nos pomares; em dias mais frios (cerca de 16° C) o processo de abertura prolongava-se por duas horas. Medina et al.(1988) constatou que a temperatura influi na época de florescimento de *P. guajava*, na África do Sul, e que os botões florais permaneciam fechados em dias frios, nublados ou chuvosos.

Os atributos florais da goiabeira, ou seja, flor sem profundidade, odor adocicado e agradável, simetria actinomorfa, corola branca, numerosos estames e pólen como recompensa floral, direcionam para uma síndrome de polinização por abelhas. Faegri & Van der Pijl (1979) relataram que flores com esses atributos são responsáveis pela atração de polinizadores.

Os resultados obtidos sobre a receptividade do estigma assemelham-se aos resultados encontrados por Singh & Sehgal (1968). Esses autores relataram que o estigma encontrava-se receptivo dois dias antes da abertura da flor e atingia o seu pico de receptividade no momento da abertura.

Em relação a viabilidade dos grãos de pólen, os resultados encontrados no presente trabalho, mostraram que o pólen permanece viável por 10 horas após a abertura da flor. Entretanto, após seis horas da abertura da flor, essa viabilidade diminui bruscamente. Esses dados diferem dos encontrados por

Sehgal (1961) (citado por Hirano & Nakasone 1969); esse autor relatou que o pólen pode permanecer viável por 24 horas após a abertura.

4.2 - Sistema reprodutivo e efeito da distância dos fragmentos florestais

A autocompatibilidade de *P. guajava* contradiz o relato de Hirano & Nakasone (1969), que mencionaram auto-incompatibilidade nessa espécie e confirma o de Pereira (1995) que verificou a ausência de incompatibilidade.

A goiabeira é autógama facultativa. A localização do estigma, cerca de 2 mm acima dos estames que circundam o gineceu, parece funcionar como uma barreira física (hercogamia), que pode reduzir a frutificação por autopolinização espontânea. Alves (2000) relatou que a flor da goiabeira possui uma pequena pétala modificada em forma de colher, que no momento de sua abertura cobre o estigma, e, deste modo, também dificulta a autopolinização. Entretanto, observou-se, no presente estudo, que flores em pré-antese apresentaram estigma receptivo e algumas anteras abertas, com pólen viável, características que favorecem a autopolinização espontânea.

O percentual de frutificação registrado com a polinização aberta assemelha-se ao observado por Singh & Sehgal (1968) e Ray & Chonkar (1981), quando encontraram até 90%.

Esses resultados e o da polinização cruzada, demonstram a importância dos insetos na polinização da goiabeira, aumentando significativamente a frutificação. A maior frutificação obtida em pomares localizados próximos a fragmentos pode ser atribuída a maior abundância de insetos polinizadores. Esse fato também foi observado por Cavalcante (2000) estudando polinização

da gravioleira (*Annona muricata* L.), em duas localidades distintas: Una (Bahia), próximo a fragmento de Floresta Atlântica e Visconde do Rio Branco (Minas Gerais), distante de fragmentos florestais. Esse autor obteve, após polinização aberta, 95,2% de frutificação no pomar próximo ao fragmento e 11,7% de frutificação no pomar distante de fragmentos.

4.3. Visitantes florais

O fato das flores abrirem pela manhã, expondo suas pétalas brancas e abundância de pólen como recurso, pode ser a causa da maior frequência dos visitantes florais nesse período, pois o grande número de flores abertas, pode refletir nos pomares uma maior intensidade de sinais (cor e odor), que são utilizados pelos insetos para a localização do recurso (Heinrich & Raven, 1972). Esses relatos estão de acordo com os argumentos de Freitas (1998), quando mencionou que os polinizadores desenvolveram sincronismos de tempo com suas principais fontes de alimento, de forma a estarem presentes em maior número, quando há abundância de flores.

No mês de setembro, esses insetos ocorreram em maior abundância nos fragmentos, devido à floração de algumas espécies, entre elas, pau-brasil (*Caesalpinia echinata*, Leguminosae) no F1, F2 e F4; camará (*Lantana camara*, Verbenaceae) no F2 e F4 e leiteira (*Peschiera* sp., Apocynaceae) no F1, F2 e F3, entre outras espécies arbóreas, onde se observou muitas abelhas, vespas e moscas sobrevoando as flores dessas árvores. Entre as abelhas, destacaram-se representantes das famílias Halictidae e Apidae forrageando, nas floradas mais altas. É provável que a maioria dessas abelhas estivessem coletando néctar nas flores dessas árvores, já que esse comportamento de

coletar néctar em outras árvores é comum em espécies que visitam flores que só fornecem pólen (Zimmerman 1982; Plowright & Lavery 1984), como é o caso de *P. guajava*.

Após a abertura da flor, no período da tarde, em dias ensolarados, foi crescente o número de vespas visitando as flores; estas mantiveram contatos com as pétalas, raspando-as. Esse comportamento provavelmente foi para coleta de material para construção de seus ninhos. Sobrinho (1951) mencionou que essas vespas aparecem na flor da goiabeira, quando ocorre aumento na temperatura do dia.

O comportamento de coleta do pólen na goiabeira pelas abelhas menores, como *T. spinipes*, *T. hyalinata*, *Oxytrigona* sp (Apidae), *Augochloropsis patens*, *Augochlora* sp. e *Pseudaugochlora graminea* (Halictidae) e a eficiência dessas abelhas como bons polinizadores dessa frutífera, requer mais estudos, pois de acordo com Corbet & Willmer (1980), o tamanho do inseto em relação à flor é um dos importantes fatores a ser considerado na sua eficiência como polinizador. Nesse caso, as abelhas menores, por tocarem o estigma com pouca frequência, teriam sua eficiência como polinizadores da goiabeira menor que as demais abelhas. Esse fato foi exposto por Heard (1999), quando relatou que as abelhas sem ferrão podem polinizar a goiabeira apenas parcialmente ou ocasionalmente. Diante do exposto, Free (1993) mencionou que quanto mais tempo um polinizador permanecer na flor, maior será a capacidade de polinizá-la. No presente estudo foi constatado que essas abelhas menores permaneceram maior tempo nas flores da goiabeira em relação as demais abelhas (Tabela 6), porém, mantiveram pouco contato com o estigma.

Observando o comportamento das espécies de polinizadores mais abundantes nos pomares, principalmente *A. mellifera*, e as abelhas de maior porte, *Oxaea flavescens*, *Bombus morio*, *Eulaema nigrita*, *Centris tarsata*, *Centris aenea*, *Epicharis flava* e *Xylocopa frontalis*, acredita-se que essas possam ser os polinizadores mais eficientes da goiabeira, nos pomares de Santa Teresa-ES.

A grande ocorrência de moscas nas flores da goiabeira, principalmente Sarcophagidae, Calliphoridae e Muscidae, no segundo dia após a abertura da flor, possa ser devido a um odor pútrido, semelhante a urina exalado pela própria flor, como já dito, essas moscas não interferem no processo de polinização. Faegri & van der Pijl (1979) mencionaram que as moscas não são estimuladas para visitar partes especiais das flores, entretanto, devido ao odor pútrido, essas visitas podem se dar à procura de alimento para as larvas já que esse odor ativa o instinto de oviposição desses insetos (Faegri & van der Pijl, 1979).

Segundo Bawa (1990), as espécies arbóreas de florestas tropicais úmidas são polinizadas por animais e principalmente abelhas. Esse fato parece explicar o grande número de abelhas nos pomares próximos aos fragmentos, pois é provável que as espécies vegetais existentes nos fragmentos possam ser responsáveis pela manutenção dos polinizadores que visitam os pomares, fornecendo locais de nidificação, alimento e abrigo para algumas espécies de abelhas polinizadoras da goiabeira, além de permitir que completem o seu ciclo biológico, contribuindo assim para a sua preservação. Esses argumentos encontram reforço em Castro & Oliveira (1998), quando mencionaram que pequenos fragmentos de Floresta Atlântica, situados em extensões ocupadas

por espécies agrícolas ou pastagens, podem exercer um importante papel na manutenção da diversidade de abelhas, pelos recursos oferecidos. Esse fato pode ser confirmado com a taxa de polinização aberta na goiabeira, uma vez que a escassez de polinizadores em alguns pomares pode estar relacionado à distância dos fragmentos e as características ambientais (ações antrópicas) que possam estar ocorrendo nesses ecossistemas.

Diante dos fatos observados, considera-se que há necessidade de pesquisas sobre os diversos polinizadores potenciais da goiabeira nas diferentes regiões onde essa frutífera é cultivada, visando a identificação, a criação e a preservação desses insetos, para serem utilizados como agentes polinizadores.

5. CONCLUSÕES

Do estudo sobre a Polinização Entomófila da Goiabeira (*P. guajava* L., Myrtaceae): Influência da Distância de Fragmentos Florestais em Santa Teresa-Espírito Santo, pôde-se concluir que:

4 A flor de *P. guajava* possui odor adocicado e agradável, rica em pólen.

4 A abertura da flor inicia-se pela manhã, por volta das 6 horas.

4 A duração da flor é de aproximadamente dois dias.

4 O pólen é viável na pré-antese (59,8%) e na abertura da flor 98%.

Permanece viável por aproximadamente 10 horas após a abertura da flor.

4 O estigma encontra-se receptivo na pré-antese, com pico na abertura da flor, permanecendo receptivo até 30 horas após a abertura da flor.

4 A goiabeira é autocompatível, pode frutificar sob autopolinização, porém apresentou melhor frutificação com polinização cruzada, pois necessita de agentes polinizadores, principalmente abelhas, para assegurar boa produtividade dos frutos.

4 Os pomares próximos aos fragmentos florestais apresentaram maior taxa de frutificação que os distantes desses fragmentos.

4 Os pomares próximos aos fragmentos apresentaram maior abundância e maior riqueza de espécies, principalmente polinizadoras da goiabeira.

4 Os polinizadores potenciais da goiabeira mais abundantes nos pomares foram: *Apis mellifera*, *Trigona spinipes*, *Epicharis flava*, *Eulaema nigrita*, *Augochloropsis patens*, *Centris tarsata*, *Euglossa* sp., *Oxaea flavescens*, *Oxytrigona* sp., *Exomalopsis auropilosa*, *Xylocopa frontalis* e *Bombus morio*.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, G.S.; Tonhasca, A. Jr.; Blackmer, J. L. 1998.** The effect of Atlantic Forest fragmentation on Euglossine bee diversity and abundance in Desengano Stat Park, Rio de Janeiro. In XVII Congresso Brasileiro de Entomologia, RJ. Resumos, p. 911.
- Alves, E. J. 2000** eficiência de cinco espécies de abelhas na polinização da goiabeira (*Psidium guajava* L.). Universidade Federal do Ceará (Tese de Mestrado em Zootecnia). Fortaleza.
- Araujo, V. M. L. & Castro, M. S. 1998.** Visita de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) a algumas famílias de fruteiras tropicais nativas e exóticas. 2- Myrtaceae. Anais do III Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto, São Paulo.
- Balasubrahmanyam, V. R. 1959.** Studies on blossom biology of guava. Indian Journal of Horticulture. 16: 69-75.
- Bawa, K. S. 1990** Plant pollinator interactions in tropical rain forests. Annual Reviews. Ecologist System, 21: 399 - 422.
- Brasil, I. M.; Maia, G. A.; Figueiredo, R. W. 1996.** Estudo do rendimento do suco de goiaba extraído por tratamento enzimático. Revista da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 16: 57 - 61.
- Brown Jr., K. S. 1987.** Biogeografia e conservação das Florestas Atlântica e Amazônica brasileiras. Anais do simpósio sobre desenvolvimento econômico e impacto ambiental em área do trópico úmido brasileiro. p. 85 - 102.
- Carnevali, A. 1976.** La Guava. Fruticultura, 38: 29 - 33.

- Carvalho, R. F. 1983.** Higroscopicidade e auto-aglomeração (caking) de pós liofilizados de goiaba (*Psidium guajava* L.) contendo agentes anti-caking. Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras-MG (Tese de Mestrado).
- Castro, M. S. & Oliveira F. F. 1998** Diversidade de abelhas (Apoidea) em um fragmento de Mata Atlântica com grande influência antrópica. Anais do III Encontro sobre abelhas, Ribeirão Preto, São Paulo.
- Cavalcante, T. R. M. 2000.** Polinizações manual e natural da gravioleira (*Annona muricata* L., Annonaceae) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG (Tese de Mestrado).
- Chamas, C. A. P. C. 1995.** Espécies com potencial ornamental da Estação Biológica de Santa Lúcia, Santa Teresa-ES. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória -ES (Monografia).
- Chan, H. T. ; Brekke, J. E. ; Chang, T. 1971.** Nonvolatile organic acid in guava. Journal of Food Science, Chicago, 36: 237 – 239.
- Consórcio Mata Atlântica. 1992.** Reserva da biosfera da Mata Atlântica. Plano de ação, v.1, Unicamp, Campinas - SP.
- Corbet, S. A. & Willmer, P. G. 1980.** Pollination of yellow passionfruit nectar pollen and carpenter bees. Journal of Agricultural Science, 95: 655 – 666.
- Dafini, A. 1992.** Pollination ecology – A practical approach. Oxford, Oxford University Press. 250 p.
- Dasarathy, T. B. 1951.** The guava. Madras Agriculture Journal, 38: 521- 527.
- Faegri, K. & van der Pijl. L. 1979.** The principles of pollination ecology. Oxford Pergamon Press, New York. 244 p.

- Feitoza, L. R. ; Scárdua, J. A.; Sedyama, G. C. Valle, S.S. 1980.** Estimativas de temperaturas média das máximas mensais e anual no Estado do Espírito Santo. Revista Centro de Ciências Rurais, 10: 15 - 32.
- Fioranvanço, J. C.; Carvalho, R. I. N.; Paiva, M. C.; Manica, I. 1993.** Quantidade e preço da goiaba comercializada nas Ceasas do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, 15: 103 - 110.
- Fonseca, G. A. B. da. 1985.** The Vanishing brazilian Atlantic Forest. Biological Conservation, 34: 17 - 34.
- Free, J. B. 1993.** Insect pollination of crops. 2^a ed. London Academic Press. 684p.
- Freitas, B. M. 1998.** A importância relativa de *Apis mellifera* e outras espécies de abelhas na polinização de culturas agrícolas. Anais do III Encontro sobre abelhas Ribeirão Preto, São Paulo.
- Gonzaga-Neto, L. & Soares, J. M. 1994.** Goiaba para exportação: aspectos técnicos da produção. Série publicações técnicas. FRUPEX. Brasília-DF. EMBRAPA.
- Gonzaga-Neto, L. 1990.** Cultura da goiabeira. Petrolina-PE. EMBRAPA – CPATSA. Circular técnica, 23, 24p.
- Gurgel, J. T. A.; Soubihe Sobrinho, J.; Malavolta, E.; Leme Junir, J. 1951.** Fatores que afetam a determinação de vitamina C em goiaba. Anais da ESALQ, Piracicaba-SP, 8: 399 - 432.
- Heard, A. T. 1999.** The role of stingless bees in crop pollination. Annual Review Entomology 44: 183 - 206.

- Heinrich, B. & Raven, P. H. 1972.** Energetics and pollination ecology. *Science*, 176: 597- 602.
- Hirano, R. T. & Nakasone, H. Y. 1969.** Pollen germination and compatibility studies of some *Psidium* species. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94: 287 - 289.
- IBGE (Rio de Janeiro) 1990.** *Anuário Estatístico do Brasil*, Rio de Janeiro, v. 50, p.332.
- Joly, C. A.; Leitão Filho, H. de F.; Silva, S. M. 1991.** O patrimônio florístico. In Cecchi, J. C. & Soares, M. S. M. (eds). *Mata Atlântica / Atlantic Rain Forest*. Ed. Index. Fundação S O S Mata Atlântica, p. 95 – 125.
- Kearns, C. A. & Inouye, D. W. 1993.** *Techniques for pollination biologists*. Colorado: University Press of Colorado, 583 p.
- Kerr, W. E.; Carvalho, G. A.; Nascimento, V. A. 1996.** *Abelha urucu: Biologia, Manejo e Conservação*. Coleção Manejo da vida silvestre. Ed. Acangaú. Belo Horizonte- MG. 144p.
- Kevan, P. G.; Clark, E. A.; Thomas, V. G. 1990.** Insect pollinators and sustainable agriculture. *American J. of Alternative Agriculture* 5: 81-86.
- Leitão-Filho, H. de F. 1982.** Aspéctos taxonômicos das florestas do Estado de São Paulo. *Silvicultura em São Paulo*, 16: 197- 206.
- Levin, D. A. 1971.** The Origin of reproductive isolating mechanisms in flowering plants. *Taxon* 20: 91-113.
- Manica, I.; Icuma, I. M.; Junqueira, N. T. V.; Salvador, J. O.; Moreira, A.; Malavolta, E. 2000.** *Goiaba - Série Fruticultura Tropical*, nº 6 . Ed. Cinco Continentes, Porto Alegre-RS. 185p.

- Marteletto, L. O. 1980.** Estudo da produção e dos atributos físicos e químicos de dez variedades de goiaba (*Psidium guajava* L.) em Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, visando ao consumo ao natural e a industrialização. UFV - Viçosa-MG (Tese de Mestrado) 67p.
- McGregor, S. E. 1976.** Insect pollination of cultivated crop plants agriculture. Handbook n. 496. Washington, USDA. 411 p.
- Medina, J. C. Castro, J V. ; Sgrist, J. M. M. ; Martins, Z. J. ; Kato, K. ; Maia, M. L.; Garcia A. E. B. ; Leite, R. S. S. F. 1988.** Goiaba: Cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos, 2^a ed. Campinas-SP, Boletim ITAL, 224p.
- Morato, E. F. 1993.** Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central. UFV - Viçosa-MG (Tese de Mestrado) 105p.
- Mori, S. A. 1989.** Eastern, extra - amazoniam Brazil. In: Campbell, D. G. & Hammond, H. D. (eds) Floristic inventory of tropical countries: the status of plant systems, collections, and vegetation, plus recommendations for the future. New York: The New York Botanical Garden, p. 427 - 454.
- Peixoto, A. L. 1991.** Vegetação da Costa Atlântica. In: Monteiro, S. & Kaz, L.(coords). Floresta Atlântica. Rio de Janeiro: ed. Alumbamento, Livroarte Editora, p. 33 - 42.
- Pereira, F. M. & Martinez Junior, H. 1986.** Goiabas para industrialização. Jaboticabal - SP: UNESP, 142p.
- Pereira, F. M. 1995.** Cultura da goiabeira. Jaboticabal - SP: FUNEP, 47p.

- Plowright, R. C. & Lavery, T. M. 1984.** The ecology and sociobiology of bumble bees. *Ann. Review Entomology*. 29: 175 - 199.
- Prance, G.T. 1985.** The Pollination of Amazonian plants, Amazonia. *Key Environment Amazonia* (eds. Prance, G.T. & Lovejoy, G.T.) p. 403 – 409. Pergamon Press, Londres.
- Radford, A. E.; Dickinson, W. C.; Massey, J. R.; Bell, C. R. 1974.** Vascular plant systematics. New York: Harper & Row. 891 p.
- Ray, P. K. & Chronkar, V. S. 1981.** Pollination and development studies in guava South Indian. *Horticulture*. 29: 134 – 137.
- Rizzini, C. T. 1979.** Tratado de Fitogeografia do Brasil: Aspectos sociológicos e florísticos. v.2, São Paulo: HUCITEC, 375p.
- Ruschi, A. 1950.** Fitogeografia do Estado do Espírito Santo. *Boletim Museu Biologia Mello Leitão(série botânica)* v.1: 353p. Santa Teresa-ES.
- São José, A. R. & Pereira, F. M. 1987.** Estudo de diferentes processos para coleta de pólen e polinização da goiabeira (*Psidium guajava* L.). *Científica*, São Paulo. 15: 85 - 92.
- Silva, D. N. 1998.** A cultura da goiabeira, EMCAPER, Vitória-ES. 15p.
- Silveira, F. A da. 1989.** Abelhas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) e suas fontes de alimento no cerrado da Estação Florestal de experimentação de Paraopeba, Minas Gerais. Universidade Federal de Viçosa, (Tese de Mestrado).50 p.
- Singh, R. & Sehgal, O. P. 1968.** Studies on the blossom of *Psidium guajava* L. (guava) 2. Pollen studies, stigmatal receptivity pollination and fruit set. *Indian Journal of Horticulture*. v. 25: 52 – 59.

- Sobrinho, J. & Gurgel, J. T. A. 1962.** The extent of natural cross-pollination in guava (*Psidium guajava* L.). *Bragantia* 21: 15 - 20.
- Sobrinho, J. 1951.** Estudos básicos para o melhoramento da goiabeira (*Psidium guajava* L.) Piracicaba, ESALQ. (Tese de Doutorado).
- SOS Mata Atlântica. 1993.** Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados do domínio da Mata Atlântica no período de 1985 - 1990. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica & INPE.
- SOS Mata Atlântica. 1997.** Atlas dos remanescentes florestais e ecossistemas associados do domínio da Mata Atlântica no período de 1990 – 1995. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica & INPE.
- Souza, E. T. 1977.** Nordeste, mercado de doces e sucos de frutos e processamento de tomates. Fortaleza, BNB, 112p.
- Tabacow, J. 1992.** Proposta de zoneamento ambiental para o município de Santa Teresa-ES. UFES. Vitória-ES. (Monografia de especialização).
- Thomaz, L. D. 1996.** Florística e fitossociologia da Floresta Atlântica na Estação Biológica de Santa Lúcia, Santa Teresa-ES. UNESP. Rio Claro. Tese de Doutorado 323p
- Vale, L. C.; Costa, C.; Veloso, M. M. 1989.** Programa de Desenvolvimento Florestal do Estado do Espírito Santo. Vitória-ES, SEAG/ BANDES, vol. 1 – 111p.
- Velthuis, H. H. W. 1997.** Biodiversidade: Os nichos alimentares das abelhas sem ferrão. *Biologia das abelhas sem ferrão*. Fac. de Biologia – Universidade de Utrecht. Holanda. p. 29 – 33.

- Viana, V. M.; Tabanez, A. J. A.; Martinez, J. F. A. 1992.** Restauração e manejo de fragmentos florestais. Rev. do Inst. Floricultura de São Paulo, v. 4: 400 – 406.
- Viana, V. M. 1990.** Biologia e manejo de fragmentos florestais naturais. In Congresso Florestal Brasileiro, 6. Campos do Jordão. Anais. p. 113 – 118. (Trabalho convidado).
- Wilms, W.; Fonseca, V. L.; Engels, W. 1996.** Resources partitioning between highly eusocial bees and possible impact of the introduced africanized honey bee on native stingless bees in Brazilian Atlantic rainforest. Stud. Neotrop. Fauna & Environm., 31: 137- 151.
- Wilson, E. O. 1989.** Threats to biodiversity. Science Amer, 261: 60 - 65.
- Zambão, J. C. & Bellintani Neto, A. M. B. 1998.** Cultura da goiabeira, Boletim técnico nº 236. Campinas- SP. (CATI) Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Governo do Estado de São Paulo.
- Zar, J. H. 1999** Biostatistical Analysis, 4^a ed. Illinois University, New Jersey, USA.
- Zimmerman, M. 1982.** Optimal foraging: Random movement by pollen collecting bumblebees. Oecologia, 53: 394 – 398.