

Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.)¹

Foraging behavior and pollination efficiency of five bee species on guava (*Psidium guajava* L.) flowers

José Everton Alves² e Breno Magalhães Freitas³

Resumo - A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma planta nativa das Américas de elevado valor na economia brasileira para a indústria e para o comércio de frutos *in natura*. O presente trabalho foi realizado na fazenda Frutace, localizada no município de São Gonçalo do Amarante, Ceará, tendo-se como objetivos determinar quais os visitantes florais de comportamento mais propício ao sucesso da polinização da goiabeira e descrever suas características de pastejo nas flores, bem como sua resposta na produtividade de frutos de goiaba. Os dados foram coletados nos meses de setembro de 1999 a janeiro de 2000, entre plantas do cultivar paluma. Observou-se que as espécies de visitantes florais que poderiam polinizar a goiabeira foram as abelhas melífera (*Apis mellifera*), jandaíra (*Melipona subnitida*), cupira (*Partamona cupira*), mamangava (*Xylocopa frontalis*) e arapuá (*Trigona spinipes*). Entretanto somente as abelhas melífera, jandaíra e mamangava apresentaram comportamento de pastejo condizente com agentes polinizadores efetivos desta cultura, mas apenas *Apis mellifera* alcançou bons resultados na produção de frutos quando se permitiu somente uma visita por cada flor, diferindo significativamente das demais espécies estudadas.

Termos para indexação: polinizadores, polinização, melitofilia, goiaba, entomofilia.

Abstract - Guava (*Psidium guajava* L.) is a native plant of the Americas with a great value in Brazilian economy, especially for the industry and commerce of fruits *in natura*. The present work was carried out in the farm Frutace, county of São Gonçalo do Amarante, state of Ceará, Brazil. This investigation aimed to identify the most successful floral visitors for the pollination of guava, describe their foraging pattern on guava flowers as well as their response on the productivity of guava fruit. Paloma cultivar data were collected from September, 1999 to March, 2000. It was observed that the floral visitors were: the honey bee *Apis mellifera*, the stingless bees *Melipona subnitida*, *Partamona cupira* and *Trigona spinipes* and the carpenter bee *Xylocopa frontalis*. However, only *A. mellifera*, *M. subnitida* and *X. frontalis* showed conducive foraging behavior to pollinate guava flowers, but only *A. mellifera* differentiated to other species producing significantly more fruits after single visits to flowers.

Index terms: pollinators, pollination, mellitophily, guava, entomophily.

¹ Recebido para publicação em 16/12/2004; aprovado em 28/12/2005.

Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada ao Dep. de Zootecnia, CCA/UFC, CE. Pesquisa financiada pela CAPES.

² Eng. Agrônomo, M. Sc., Prof. da Universidade Estadual Vale do Acaraú, everton@uvanet.br

³ Eng. Agrônomo, Ph. D., Prof. do Dep. de Zootecnia, CCA/UFC, CE, Caixa Postal 12.168, Campus do Pici, CEP 60.455-970, Fortaleza, CE, freitas@ufc.br

Introdução

A goiabeira (*Psidium guajava*) é uma planta que produz frutos de elevado valor no mercado, tendo cultivares apresentando diversos formatos, pesos e cores de frutos (Maia, 1991). A produção brasileira de goiaba concentra-se nos Estados de São Paulo, Pernambuco e Bahia que produzem um total de 252,79 milhões de frutos por ano, cujo valor é de 101 milhões de reais, equivalente a 76,9% da produção nacional (IBGE, 2004).

O cultivar paluma, em particular, é muito explorada em plantios comerciais no Brasil, produz frutos de cor vermelha, com a forma semelhante a uma pêra e bastante grandes e pesados (Pereira, 1984). O tempo que o fruto leva desde a polinização até a colheita é de aproximadamente 120 dias (Alves, 2000). Entretanto pouco se sabe sobre os requerimentos de polinização da goiabeira, seus visitantes florais e suas eficiências como polinizadores (Medina, 1988).

Para um agente polinizador ser considerado efetivo, o mesmo terá que apresentar um comportamento de pastejo que favoreça aos requerimentos de polinização, visitando as flores no horário de receptividade do estigma e portando-se de forma que proporcione o transporte do pólen das anteras para o estigma daquela ou de outra flor (Freitas, 1995; Roubik, 1989).

Na goiabeira, visitas realizadas logo após a abertura das flores, ainda nas primeiras horas do dia, teoricamente podem levar a melhores índices de polinização, pois o estigma encontra-se mais receptivo neste horário e por apenas duas horas antes de iniciar o declínio da receptividade. Neste momento, a flor apresenta aroma agradável e libera a maior parte do pólen, atraindo muitos visitantes florais (Alves, 2000).

Pretendeu-se nesse trabalho, determinar quais os visitantes florais de comportamento mais propício ao sucesso da polinização da goiabeira, descrever suas características de pastejo nas flores e identificar aquela(s) espécie(s) mais eficiente(s) como polinizador(es) da goiabeira, capaz(es) de contribuir para o aumento de produtividade da cultura, quando presentes nos plantios.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado de setembro de 1999 a janeiro de 2000 na fazenda Frutace, em São Gonçalo do Amarante, Ceará, Brasil, a 15,92 m de altitude em relação ao nível do mar. O clima é do tipo quente semi-árido e sua pluviosidade média é de 1100 mm anuais (IBGE, 1995 e ANUÁRIO, 1993), apresentando duas estações bem definidas: uma chuvosa

de janeiro a junho e outra seca, que corresponde ao período que vai de julho a dezembro. O relevo é plano com suaves ondulações e com pouca declividade. Os solos de São Gonçalo do Amarante são caracterizados como areia quartzosa distrófica (IBGE, 1995).

O cultivar de goiabeira estudada foi a paluma, que fornece um fruto cuja polpa é de cor vermelha. As plantas foram escolhidas aleatoriamente entre as que se apresentavam em florescimento dentro de um pomar com 3 anos de implantação. Toda a área compreende 9 hectares, embora o estudo tenha abrangido somente 0,35 ha, totalizando 120 plantas. As plantas estavam florescendo no período seco do ano, época em que havia pouca disponibilidade de outras plantas florescendo no campo.

Determinação dos agentes polinizadores

Para determinar quais os visitantes florais que poderiam desempenhar algum papel na polinização da goiabeira, e assim ser objeto de estudo, durante quinze dias foram efetuadas observações com caminhadas, a intervalos de uma hora, iniciando por volta de 4:30 h e finalizando aproximadamente às 17:00 h. Durante as caminhadas eram anotadas quais espécies estavam presentes no pomar, o horário de visita, frequência nas flores e o comportamento de pastejo de cada espécie ao pousar na flor, procurando visualizar o que esta coletava.

Após a identificação de cinco espécies de abelhas encontradas no pomar com potencial para serem polinizadores da goiabeira, apenas três delas possuíam população suficiente para o experimento. Portanto, procurou-se introduzir colônias das duas espécies com população insuficiente. Destas espécies introduzidas, a abelha jandaíra (*Melipona subnitida*) é citada na literatura como visitante de Myrtaceae (Heard, 1999) e a abelha Cupira (*Partamona cupira*) apresentava boas características de comportamento. Foram introduzidas três colônias de jandaíra e uma de cupira, por esta última ser bem mais populosa do que as primeiras.

Conforme descrito a seguir, cada visitante floral teve seu comportamento observado e anotado suas ações durante as visitas às flores.

Horário de visitação às flores: Foram realizadas várias observações entre 4:30 h e 17:00 h, onde realizou-se, a cada hora, uma caminhada ininterrupta de 10 minutos de duração a uma distância aproximada de 300 metros, por entre as plantas em florescimento, seguindo o mesmo trajeto em todas elas. Foi anotado o número de indivíduos por espécie naquele horário.

Tempo médio de cada visita à flor da goiabeira: Segundo Free (1993), quanto mais tempo o visitante passa na flor, maior é a probabilidade desse polinizá-la. Tendo por base tal prerrogativa, procedeu-se então a cronometragem do tempo de permanência das cinco espécies de abelhas investigadas na flor da goiabeira, bem como o tempo total que essas levavam em cada visita à flor e o número de pousos efetuados durante as visitas.

Número de visitas recebidas por uma flor logo após a antese: Contou-se o número de visitas que uma flor recebeu durante toda a primeira hora após sua abertura, em intervalos de 10 minutos.

Para quantificar o potencial de polinização das espécies estudadas, foram ensacados os botões florais próximos da antese e no dia seguinte desensacando-os permitindo uma única visita de cada uma das abelhas estudadas. Em seguida estas flores foram etiquetadas e ensacadas para protegê-las da visita de outros indivíduos. Após 30 dias, foi contabilizado o número de frutos vingados da polinização de cada espécie.

Análises estatísticas

Os dados de tempo médio gasto pelas abelhas em cada visita à flor da goiabeira foram submetidos à análise de variância e comparação entre as médias *a posteriori* por meio do teste de Tukey - b (Zar, 1984) calculado pelo programa "SPSS for Windows - versão 4.0" com nível de significância predeterminado em 5%.

Os dados relacionados ao vingamento em função do tipo de polinização, foram analisados por meio do teste não paramétrico de Qui-quadrado (Zar, 1984), através do programa "SAS", pois tinham um caráter binomial (fruto caído = 0 X fruto não caído = 1) não atendendo as pressuposições para uma análise de variância. Como este teste determina somente se há ou não diferenças e não determina quais tratamentos são diferentes, foram analisados separadamente os tratamentos de forma que cada um fosse

comparado com todos os outros utilizando-se um nível de significância de 1 %.

Resultados e Discussão

Algumas espécies de insetos foram vistos nas flores de goiabeira. No entanto, além do número reduzido ou visitação esporádica, parte desses visitantes florais não apresentava comportamento de pastejo adequado para polinizar as flores. Somente cinco espécies de abelhas apresentaram visitas frequentes e comportamento condizente a polinizadores em flores de *P. guajava*. (Tabela 1).

As observações mostraram que *A. mellifera* e *P. cupira* são as abelhas mais frequentes nas flores de goiaba logo após a sua antese. A baixa frequência das demais espécies pode estar relacionada com o fato de *X. frontalis* ser uma espécie solitária e *M. subnitida* apresentar baixo número de indivíduos nas colônias quando comparado com as grandes populações das colônias de *A. mellifera* e *P. cupira*. No entanto, *T. spinipes* é social e apresenta colônias populosas, e sua ausência nas flores logo após a antese só pode ser justificada por sua preferência por explorar outra fonte de alimento naquele horário (Tabela 2).

A abelha melífera foi o visitante mais frequente na área do experimento, embora só existissem três colônias silvestres dentro do raio de ação das abelhas. A jandaíra também apresentou-se abundante na área, e com frequência próxima a da abelha melífera ($2,78 \pm 0,51$). Isso provavelmente deveu-se à introdução de três colônias no pomar. As abelhas cupira e arapuá apresentaram frequências médias intermediárias ($1,85 \pm 1,02$ e $1,55 \pm 0,95$, respectivamente) e a mamangava foi observada com baixa frequência na área e em visitas às flores. A pequena presença das mamangavas (*X. frontalis*) no pomar pode ser explicada pelo baixo nível de sociabilidade dessa abelha, que não forma colônias, e por não ter havido nenhuma introdução dessa espécie na área estudada.

Todos esses visitantes florais concentraram-se nas flores apenas no período da manhã, com pico de visitação muito cedo do dia, por volta de uma hora após o início da abertura das flores, entre 5:00 h e 6:00 h, quando havia a maior disponibilidade de alimento no pomar. Já o final do pastejo ocorreu por volta de 12:00 h, não havendo visitas no turno da tarde (Tabela 3). Reforçando o potencial polinizador das es-

Tabela 1 - Espécies de abelhas visitantes florais da goiabeira (*Psidium guajava*) (cv. paluma) em um pomar durante os meses de setembro de 1999 a janeiro de 2000, em São Gonçalo do Amarante, Ceará.

Visitante floral Nome vulgar	Visitante floral Nome científico	Ordem:Família
Abelha melífera	<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	Hymenoptera: Apidae
Abelha cupira	<i>Partamona cupira</i> (Smith, 1863)	Hymenoptera: Apidae
Abelha jandaíra	<i>Melipona subnitida</i> (Ducke, 1910)	Hymenoptera: Apidae
Abelha mamangava	<i>Xylocopa frontalis</i> (Olivier, 1789)	Hymenoptera: Apidae
Abelha arapuá	<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	Hymenoptera: Apidae

Tabela 2 - Número médio de visitas de cinco espécies de abelhas às flores de goiabeira (*Psidium guajava*) (cv. paluma) em intervalos de 10 minutos após a antese, durante os meses de setembro de 1999 a janeiro de 2000, em São Gonçalo do Amarante, Ceará.

Espécie de abelha	Número médio de visitas na primeira hora após a antese (em intervalos de 10 min)						Número de visitas por espécie
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	
<i>Apis mellifera</i> (Abelha melífera)	4,73	8,91	5,91	4,91	2,82	1,82	29,10
<i>Partamona cupira</i> (Abelha cupira)	2,36	2,09	0,36	0,45	0,00	0,18	5,44
<i>Melipona subnitida</i> (Abelha jandaíra)	0,18	0,18	0,09	0,00	0,00	0,00	0,45
<i>Xylocopa frontalis</i> (Abelha mamangava)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Trigona spinipes</i> (Abelha arapuaá)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total de visitas na flor	7,27	11,18	6,36	5,36	2,82	2,00	34,99

pécies em questão, Singh & Sehgal (1968) afirmaram que o estigma apresenta pico de receptividade no intervalo entre o momento da antese e duas horas após a abertura da flor, o que faria com que estas visitas ocorressem no momento de maior receptividade de pólen na flor.

Durante estas visitas, o pólen foi a única recompensa buscada pelos visitantes florais (Tabela 3). Estes dados sugerem que as cinco espécies testadas poderiam ser polinizadores efetivos, pois Free (1993) e Freitas (1995) afirmaram que a visita em busca de pólen favorece a polinização, pois os visitantes florais carregam quantidades maiores de pólen aderido ao corpo que ocasionalmente são depositados no estigma.

Entretanto, o visitante além de ter pólen aderido ao corpo, necessita tocar com frequência os órgãos reprodutivos masculinos das flores. Porém observou-se que *P. cupira* e *T. spinipes*, devido ao seu pequeno tamanho e comportamento calmo, geralmente não efetuaram contato com a parte feminina da flor (Tabela 3). Segundo Corbet & Willmer (1980), o tamanho do inseto em relação à flor é um dos importantes fatores a ser considerado na determinação da sua eficiência como polinizador. Dessa forma, se *P. cupira* e *T. spinipes* pudessem polinizar a goia-

beira, sua eficiência seria menor do que as espécies que entrassem em contato com os estigmas e anteras.

O tamanho do corpo do visitante floral já dá à abelha mamangava possibilidades de ser um agente polinizador eficiente, pois estas abelhas abraçam toda a flor no ato de suas visitas, o que leva o estigma a tocar na parte ventral de seu tórax, possivelmente impregnado de pólen de outras flores. Suas visitas são rápidas (Tabela 3) sugerindo que há um pequeno depósito de grãos de pólen no estigma, e seus vôos são alternados de planta a planta, promovendo com maior probabilidade a polinização cruzada. Esta última característica impõe a este inseto uma provável condição de polinizador eficiente da goiabeira (Camilo, 1996).

As abelhas melíferas e jandaíras diferem das mamangavas por demorarem muito mais tempo por flor e por pousarem na flor sem tocar nos estigmas (Tabela 3). Porém, efetuam caminhadas por cima dos estames e o tamanho de seu corpo proporciona um contato com o estigma durante a caminhada. Logo que elas apresentam-se totalmente cobertas de pólen, por várias vezes, em uma única visita, levantam vôo para se escovarem a fim de armazenar os grãos de pólen em suas corbículas. Esses vôos rasantos ao estigma, provavelmente proporcionam uma queda

Tabela 3 - Insetos observados em flores de goiabeira (*Psidium guajava*) (cv. paluma) e suas características de horário e pico de visitação, recompensa procurada e parte da flor tocada pelo visitante floral, no período de setembro de 1999 a dezembro de 2000, em São Gonçalo do Amarante, Ceará.

Visitante floral	Horário de visita	Pico de visita	Recompensa procurada		Parte da flor tocada pelo corpo da abelha		Tempo de permanência na flor Estigma	Número de pousos na mesma flor Anteras(s)
			Néctar		Pólen			
<i>Apis mellifera</i>	5:00-12:00	5:00-6:00	-	+	+	+	10,23 ± 0,84	25,01 ± 2,27
<i>Melipona subnitida</i>	5:00-10:00	5:00-6:00	-	+	+	+	15,12 ± 4,03	10,89 ± 1,89
<i>Partamona cupira</i>	5:00-10:00	5:00-6:00	-	+	+/-	+	39,75 ± 6,48	5,90 ± 0,72
<i>Xylocopa frontalis</i>	5:00-09:00	5:00-6:00	-	+	+	+	3,34 ± 0,75	1,92 ± 0,37
<i>Trigona spinipes</i>	5:00-10:00	5:00-6:00	-	+	+/-	+	149,79 ± 20,69	17,10 ± 2,42

+: Sim; -: Não; +/-: Ocasionalmente

de grande quantidade de grãos de pólen sobre o estigma da flor. Porém, uma característica da jandaíra não observada na abelha melífera é a coleta de pólen por meio de vibração dos músculos indiretos de vôo promovendo uma maior eficiência na retirada do pólen das anteras.

A resposta do potencial de polinização de cada abelha através do vingamento de frutos, mostrou que, com únicas visitas dos agentes polinizadores, os melhores resultados foram obtidos pelas abelhas melífera enquanto que as demais não diferiram estatisticamente (Tabela 4). Este resultado talvez seja pelo fato delas efetuarem visitas demoradas, tocarem nos estigmas e anteras das flores, promoverem vôos rasantes na flor que permitem a queda de muitos grãos de pólen no estigma, além de terem suas visitas nos horários em que as flores estão abundantemente repletas de pólen.

Tabela 4 - Produção de frutos na goiabeira (*Psidium guajava*) (cv. paluma) aos 30 dias sob uma visita à flor realizada por cinco espécies de abelhas no período de setembro de 1999 a janeiro de 2000 em São Gonçalo do Amarante, Ceará.

Tratamentos	Nº de flores	Frutos colhidos	
		Nº	(%)
Uma visita de abelha melífera	44	38 a	(86,36)
Uma visita de jandaíra	32	18 b	(56,25)
Uma visita de cupira	31	19 b	(61,29)
Uma visita de mamangava	32	19 b	(59,38)
Uma visita de arapuá	32	17 b	(53,13)

Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem a $P < 0,01$ ($c^2=81,348$, $gl = 6$).

Conclusões

1. Somente as abelhas melífera (*Apis mellifera*), jandaíra (*Melipona subnitida*) e mamangava (*Xylocopa frontalis*) apresentaram comportamento de pastejo condizente com agentes polinizadores efetivos da goiabeira (*Psidium guajava*).
2. Apenas *Apis mellifera* alcançou bons resultados na produção de frutos da goiabeira (*Psidium guajava*) quando se permitiu somente uma visita por cada flor, diferindo significativamente das demais espécies estudadas.
3. Estudos envolvendo múltiplas visitas por cada espécie de abelha serão necessários para identificar o potencial polinizador das demais espécies envolvidas.

Agradecimentos

À Frutace, na pessoa do Sr. Leon Cusnir, pelo apoio e credibilidade. À CAPES, pela bolsa de mestrado do primeiro autor. CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa de B. M. Freitas.

Referências Bibliográficas

- ALVES, J. E. **Eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas na polinização da goiabeira (*Psidium guajava* L.)**. 2000. 140f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2000.
- CAMILO, E. Utilização de espécies de *Xylocopa* (Hymenoptera, Anthophoridae) na polinização do maracujá amarelo. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 2., 1996. Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto. FFCLRP-USP, 1996. p.141-146.
- CORBET, S. A., WILLMER, P. G. Pollination of yellow passionfruit: nectar, pollen and carpenter bees. **Journal of Agricultural Science**, v.95, p.655-666. 1980.
- FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. 2. ed. London: Academic Press, 1993. 684 p.
- FREITAS, B. M. **The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica* Borkh) and cashew (*Anacardium occidentale* L.)**. 1995. 197 f. Tese (Doutorado) - University of Wales, Cardiff, 1995.
- IBGE. **Censo agropecuário - Brasil**. Rio de Janeiro, IBGE, 1995.
- IBGE. Banco de dados agregados. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?z=t&o=11&i=P>. Acesso em: 15 dez. 2004.
- HEARD, T. A. The role of stingless bees in crop pollination. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.44, p.183-206, 1999.
- Anuário estatístico do Ceará. Fortaleza: IPLANCE, v.3, 1345p. 1993.
- MAIA, M. L., GARCIA, A. E. B., LEITE, R. S. Aspectos econômicos da produção e mercado. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Goiaba**: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2 ed. rev. ampl., Campinas, 1988. p. 177 - 224. (ITAL. Série Frutas Tropicais, 6).
- MEDINA, J. C. Goiaba I: Cultura. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Goiaba**: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2 ed. rev. e ampl. Campinas, 1988. p.1-120. (ITAL. Série Frutas Tropicais, 6).
- PEREIRA, F. M. Rico e Paluma: Novas cultivares de goiabeira. Comunicação Técnica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7, Florianópolis, 1983, **Anais...** Florianópolis, SBF/EMPASC, 1984. p.524-528.
- ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge, Cambridge University, 1989. 514 p.
- SINGH, R.; SEHGAL, O. P. Studies on the blossom biology of *Psidium guajava* L. (guava); 2, Pollen studies stigmatal receptivity pollination and fruit set. **Indian Journal of Horticulture**, v.25, p.52-59, 1968.
- ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 2. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1984. 718p.