

Efeito da interação abelha-flor na produção de frutos em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck)

Effect of bee-flower interaction on fruit production in orange sweet crop (*Citrus sinensis* L. Osbeck)

Efecto de las interacción abeja-flor en la producción de naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck)

Darcelet Teresinha Malerbo-Souza^{1*} e André Luiz Halak²

¹ Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos. Departamento de Ciências Agrárias. Av. Prof. Roberto Frade Monte, 389, Bairro Aeroporto, 14783-226, Barretos, SP. *Correo electrónico: darceletmalerbosouza@gmail.com.

² Universidade Estadual de Maringá, PR.

RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram estudar a biologia floral, a biodiversidade e comportamento de polinizadores em florada de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck), variedade “Pera-rio”, em diferentes localidades e anos e seu efeito na produção dos frutos. A frequência dos insetos foi obtida por contagem nos primeiros 10 minutos de cada horário, das 7h00 às 18h00, com três repetições. Para a porcentagem de frutificação, foram marcados 300 botões florais, sendo 150 deles mantidos descobertos e 150 cobertos, impedindo a visita dos insetos. Os frutos foram avaliados quanto a contagem, número de gomos e sementes, pesagens (g), altura (cm), largura (cm), espessura da polpa (mm), pH e volume do suco (ml). Os insetos mais frequentes observados foram abelhas africanizadas *Apis mellifera*, seguidas por outras espécies de himenópteros, lepidópteros, vespídeos e coleópteros. As abelhas africanizadas preferiram coletar néctar comparado ao pólen e preferiram visitar as flores no período da manhã. Foi observado aumento de 9,6% na fecundação das flores e de 7,35% na produção de frutos livremente visitadas. A abelha africanizada foi espécie mais frequente e constante nas flores. Houve aumento na porcentagem de frutificação das flores, com a presença dos insetos. Os frutos que receberam a visita dos polinizadores foram maiores, mais doces, com maior número de sementes e quantidade de suco.

Palavras-chave: abelhas, insetos, laranja, polinização

ABSTRACT

The objectives of this work were to study the floral biology, biodiversity and behavior of pollinators in flowering orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck), variety “Pera-Rio”, in six different places, in six years, and its effect on fruit production. The frequency of insects was obtained by counting the first 10 minutes at a time, from 7h00 to 18h00, with three replications. For fruit set, 300 flower buds were marked, 150 discovered and 150 of them kept covered, preventing the visit of the insects. Fruits were evaluated for count, number of buds and seeds, weighed (g), height (cm), width (cm), flesh thickness (mm), volume (ml) and pH juice. The insects more frequent observed were honeybees *Apis mellifera*, others Hymenoptera, Lepidoptera, Vespidea and Coleoptera (beetles). Africanized bees preferred to collect nectar compared to pollen. *Trigona spinipes* bees preferred to collect pollen compared to nectar and Lepidoptera (butterflies) feeding on nectar. It was observed 9.6% increase in fertilization of the flowers and 7.35% in fruit production visited freely. The Africanized honeybee was more frequent species in the flowers. There was an increase in fruit set of flowers with the presence of insects. The fruits that were visited by pollinators were higher, sweeter, with more seeds and quantity of juice.

Key words: bees, insects, orange, pollination.

RESUMEN

Los objetivos de este trabajo fueron estudiar la biología floral, la biodiversidad y el comportamiento de los polinizadores en la floración de naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck), variedad Pera-rio, en seis diferentes lugares, en seis años y su efecto en la producción de fruta. La frecuencia de los insectos se obtuvo contando los primeros 10 minutos de cada hora, de 7h00 a 18h00, con tres repeticiones. Para el porcentaje de yemas fructíferas fueron marcados e seleccionados 300 botones florales, 150 descubiertos y 150 cubiertos, evitando las visitas de los insectos. Se evaluó la cantidad de frutos, número de brotes y las semillas, de ensayo (g), altura (cm), anchura (cm), espesor de la pulpa (mm), pH y volumen de jugo (ml). Los insectos más frecuentes observados fueron la abeja *Apis mellifera*, otros Hymenoptera, Lepidoptera, Vespidea y Coleoptera. Las abejas africanizadas colectaron principalmente néctar que polen, mientras que las *Trigona spinipes*, colectaron prioritariamente polen que néctar y los lepidópteros (mariposas) se alimentan de néctar. Hubo un aumento del 9,6% en la fecundación de las flores y 7,35% en la producción de frutas libremente visitadas. Las abejas africanizadas fueron más frecuentes en las flores. Hubo un aumento en el porcentaje de flores frutales, con la presencia de insectos. Los frutos que fueron visitadas por los polinizadores eran más grandes, más dulce, con más semillas y contenido de jugo.

Palabras clave: abejas, insectos, naranja, polinización

INTRODUÇÃO

O papel funcional dos serviços ecossistêmicos prestados por polinizadores é fundamental na manutenção da biodiversidade e da composição florística e a sua conservação é de valor incalculável, pois atua na base da cadeia alimentar dos biomas (Imperatriz-Fonseca *et al.*, 2012). Sem polinizadores muitas plantas não se reproduzem nem produzem sementes, e as populações que delas dependem também declinam. Cerca de 75% da alimentação humana depende direta ou indiretamente de plantas polinizadas ou beneficiadas pela polinização animal (Klein *et al.*, 2007).

Gallai *et al.* (2009) demonstrou a importância econômica das abelhas como polinizadoras de plantas que servem como alimento para o homem, assim como a vulnerabilidade da produção de alimento ao declínio de polinizadores no mundo. Ainda segundo esses autores, as verduras e frutas lideram as categorias de alimento que necessitam de insetos para a polinização, ressaltando que o declínio de polinizadores pode ter como consequência a redução da produção de frutas, verduras e estimulantes, como o café, por exemplo.

Dentre as espécies frutíferas que se beneficiam dos insetos, aumentando a produção, está a laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck). Esta espécie tem importância alimentícia, industrial, melífera e medicinal. Seus frutos são muito apreciados tanto *in natura*, quanto em forma de sucos, sorvetes, pudins e doces. São fabricados sucos concentrados para consumo interno e para exportação, além de se fazer doces com as cascas, usando-se como matéria-prima, a laranja amarga. As flores, folhas, brotos e cascas fornecem óleos essenciais e aromáticos que são empregados nas indústrias farmacêuticas e perfumaria. Na medicina popular, as flores e as folhas da laranjeira são como sedativo do sistema nervoso (Pinto e Zaccaro, 2008).

O Brasil é responsável por 50% da produção mundial de suco de laranja e exporta 98% do que produz. Em São Paulo (SP), nas safras 1996/97 e 1997/98, a produção de limas ácidas atingiu 28,26 e 31,82 milhões de caixas de 25,0 kg, respectivamente. O valor desta produção foi estimado ao redor de 119 e 76 milhões de reais, respectivamente. Isto corresponde a 1,17% e 0,67% do valor de toda a atividade agropecuária do Estado de São Paulo, superando assim a cultura do amendoim, da melancia, da uva fina de mesa, do arroz em casca, da mandioca para mesa, do tomate para indústria e do trigo. Por esses números, o Estado de São Paulo é o grande produtor brasileiro de “Tahiti”, em torno de 73% da safra brasileira (Donadelli *et al.*, 2000).

Um pomar florescendo, com sua abundância de flores, atraem as mais diferentes espécies de insetos, principalmente, as abelhas. Essa atração traz lucros não só para os apicultores, mas também para os citricultores (Malerbo-Souza e Halak, 2008). Devido à quantidade e qualidade altamente apreciada do mel de laranjeira pela população, pelo seu agradável sabor, muitos apicultores colocam suas colmeias no interior ou nas proximidades dessas culturas.

Dentre os insetos, as abelhas da espécie *Apis mellifera* tem sido utilizadas com sucesso na polinização de várias culturas. De acordo com Free (1993), essas abelhas são responsáveis por 80% das visitas as flores de citros.

Com relação à importância dessas abelhas no aumento de produção, vários autores comprovaram a eficiência da abelha *A. mellifera*. No Brasil, Trevisan (1983) relatou que usando 10 colmeias por hectare, em Barretos (SP), obteve aumentos na produção de laranjas de 36,4% e 15,5% nas variedades “Hamlin” e “Natal”, respectivamente, e em Olímpia (SP), 43,0% na variedade “Pera-Rio”. E que esta diferença entre as três variedades pode ser atribuída a variáveis tais como:

topografia, diferenças da idade, ventos e características genéticas.

Em experimento realizado em Piracicaba (SP), Pasini (1989), estudando a variedade “Piralima”, verificou que a presença das abelhas provocou aumentos do número de frutos, da quantidade de suco e do teor de acidez dos frutos; entretanto, não houve diferença significativa no peso dos frutos por planta na colheita, no formato dos frutos, no número e peso das sementes e na porcentagem de sólidos solúveis do suco. Em Jaboticabal (SP), Malerbo (1991) obteve um aumento na produção de laranjas de, em média, 18,5%, 25,6% e 14,0% nas variedades “Pera-Rio”, “Valência” e “Natal”, respectivamente. Observou ainda que, nas variedades “Pera-Rio” e “Valência”, os frutos que não receberam a visita das abelhas foram menores (13,3%), mais ácidos (5,7%), com menor número de sementes (50,5%) e com menor quantidade de vitamina C (13,0%) do que aqueles que receberam a visita das abelhas.

De acordo com Malerbo-Souza *et al.* (2003), a presença de abelhas nos pomares de citros, além de trazerem benefícios aos apicultores, também aumentam a produção de frutos, beneficiando citricultores. Os botões florais visitados pelos insetos frutificaram mais que os aqueles onde a visita dos insetos é impedida, isto é, ocorre aumento na porcentagem de frutificação das flores da laranja com a presença das abelhas.

Os objetivos deste trabalho foram estudar a biologia floral, a biodiversidade e comportamento de polinizadores em florada de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck), variedade “Pera-rio”, em diferentes localidades e anos e seu efeito na produção dos frutos.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi conduzido em seis localidades e em seis anos, no estado de São Paulo,

como mostra a Tabela 1. Todos os dados foram coletados no período de florescimento de pomares de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck), variedade “Pera-rio”, que normalmente ocorre entre agosto e novembro.

Em cada localidade, os insetos mais frequentes foram fotografados e, posteriormente, identificados em comparação com coleção entomológica do Centro Universitário Moura Lacerda, em Ribeirão Preto (SP).

Foram avaliados a frequência das visitas e o tipo de coleta (néctar e/ou pólen) desses insetos, nas flores da laranjeira, no decorrer do dia. Esses dados foram obtidos por contagem nos primeiros 10 minutos de cada horário, das 7h00 às 18h00 (07h00 às 07h10, 08h00 às 08h10 e assim por diante até às 18h00), com três repetições (três dias distintos), em cada localidade, por meio de observação visual. Essa contagem foi realizada percorrendo-se aleatoriamente as linhas da cultura, durante 10 minutos, em cada horário, anotando-se os insetos presentes nas flores e o que eles estavam coletando. O número de insetos observados durante os 10 minutos em cada hora foi utilizado para estimar o número de insetos nas flores em uma hora.

O comportamento forrageiro das espécies visitantes também foi observado durante todo o período experimental. A constância (C) desses insetos foi obtida por meio da fórmula: $C = (P \times 100)/N$, onde P é o número de coletas contendo a espécie estudada e N é o número total de coletas efetuadas.

Em duas localidades, para se observar a porcentagem de frutificação, foram marcados 300 botões florais, aleatoriamente, em diversas laranjeiras do pomar, sendo que 150 deles permaneceram descobertos e 150 foram cobertos com armações de arame revestidas com clarite, impedindo a visita dos insetos, durante a fase de botão até o murchamento. A partir desses dados,

Tabela 1. Localidades e anos dos florescimentos onde foram coletados os dados, em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck).

ANO	LOCALIDADE
2001	Bebedouro
2003	Porto Ferreira
2008	Viradouro
2009	Ribeirão Preto
2009	Colina
2011	Brodowski

foi estimada a taxa de frutificação da cultura para as flores cobertas (sem acesso de polinizadores) e para as flores descobertas (acessíveis aos polinizadores).

A colheita dos frutos foi realizada quando os mesmos já estavam maduros. Sendo avaliado o tempo de formação dos frutos, nos diferentes tratamentos, desde botão até a colheita. A forma e coloração dos frutos foram observadas, nos diferentes tratamentos.

Foram feitas contagens dos frutos, dos gomos e das sementes, pesagem (g), altura (cm), largura (cm), espessura da polpa (mm), pH e volume do suco (ml) de frutos procedentes do tratamento coberto (sem polinização entomófila) e descoberto, com 10 repetições em cada análise. As análises foram realizadas na Estação Experimental do Pólo Regional da Alta Mogiana, Colina (SP), unidade da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado e os dados foram analisados através de análises de variância, no programa SAS, que inclui teste de Tukey para comparação de médias de todas as variáveis e análises de regressão por polinômios ortogonais, para testar cada variável no tempo. Os dados foram considerados ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, podem ser observadas as fases de desenvolvimento das flores da laranjeira, desde botão até o murchamento e/ou frutificação. A duração da flor de *Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera, nas condições desse ensaio, desde a abertura do botão até o murchamento e, conseqüente ou não, de frutificação, foi em média de 25 horas, concordando com Malerbo-Souza *et al.* (2003).

Em Bebedouro, em 2001, os insetos observados nas flores da laranjeira foram abelhas africanizadas *Apis mellifera* (74,2%), e abelhas sem ferrão *Trigona spinipes* (16,85%) e *Tetragonisca angustula* (8,35%), como pode ser visto na Tabela 2.

Em Porto Ferreira, em 2003, os insetos observados visitando as flores de laranjeira foram abelha africanizada *A. mellifera* (95,8%), *Chloralictus* sp. (2,27%), insetos da ordem Vespidae (0,91%), Diptera (0,91%) e a abelha sem ferrão *T. spinipes* (0,11%).

Em Viradouro, em 2008, os visitantes florais observados na cultura de laranja foram: abelhas africanizadas *A. mellifera* (65,6%), seguida por insetos da ordem Lepidoptera (13,2%), Diptera (12,7%), Vespidae (7,6%) e abelhas *Xylocopa* sp. (0,9%).

Em 2009, em Colina, os insetos observados foram abelhas africanizadas *A. mellifera* (87,5%), *T. spinipes* (8,6%), insetos da ordem Lepidoptera (2,7%), Vespidae (0,7%), Coleoptera (0,2%) e abelhas *Xylocopa* sp. (0,3%).

Também em 2009, mas em Ribeirão Preto, os insetos observados nas flores da laranjeira foram abelhas *A. mellifera* (75,0%), insetos da ordem Lepidoptera (9,6%), abelhas *T. spinipes* (6,6%), abelhas *T. angustula* (6,1%), Diptera (1,9%) e Vespidae (0,8%).

Já em 2011, em Brodowski, os insetos observados nas flores da laranjeira foram abelhas africanizadas *A. mellifera* (72,3%), abelhas *T. spinipes* (11,05%), abelhas *T. angustula* (10,15%), insetos da ordem Lepidoptera (4,8%), Vespidae (0,8%), *Xylocopa* sp. (0,45%) e Coleoptera (0,45%).

Os dados observados nos diferentes anos e localidades comprovaram a predominância da abelha africanizada nos pomares paulistas, concordando com vários autores. Malerbo (1991), em Jaboticabal (SP), observaram quatro espécies de abelhas



Figura 1. Fases da flor da laranjeira, desde o botão até o início da formação do fruto.

Tabela 2. Ordens, famílias, espécies e porcentagens dos insetos observados nas flores da laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck), variedade “Pera-rio”, nas diferentes localidades e nos diferentes anos.

Ano/Localidade	Ordem	Família	Espécie	Número total de insetos	Porcentagem (%)
2001					
(Bebedouro)	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	3708	74,8
	Hymenoptera	Apidae	<i>Trigona spinipes</i>	838	16,8
	Hymenoptera	Apidae	<i>Tetragonisca angustula</i>	414	8,4
2003					
(Porto Ferreira)	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	845	95,8
	Hymenoptera	Apidae	<i>Chloralictus</i> sp.	20	2,27
	Hymenoptera	Vespidae		8	0,91
	Diptera			8	0,91
		Apidae	<i>Trigona spinipes</i>	1	0,11
2008					
(Viradouro)	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	139	65,6
	Lepidoptera			28	13,2
	Diptera			27	12,7
	Hymenoptera	Vespidae		16	7,6
	Hymenoptera	Apidae	<i>Xylocopa</i> sp.	2	0,9
2009					
(Colina)	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	299	87,5
	Hymenoptera	Apidae	<i>Trigona spinipes</i>	29	8,6
	Lepidoptera			9	2,7
	Hymenoptera	Vespidae		2	0,7
	Coleoptera			1	0,2
	Hymenoptera	Apidae	<i>Xylocopa</i> sp.	1	0,3
2009					
(Ribeirão Preto)	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	785	75,0
	Lepidoptera			100	9,6
	Hymenoptera	Apidae	<i>Trigona spinipes</i>	69	6,6
	Hymenoptera	Apidae	<i>Tetragonisca angustula</i>	64	6,1
	Diptera			20	1,9
	Hymenoptera	Vespidae		8	0,8
2011					
(Brodowski)	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	1780	72,3
	Hymenoptera	Apidae	<i>Trigona</i> sp.	272	11,05
	Hymenoptera	Apidae	<i>Tetragonisca angustula</i>	250	10,15
	Lepidoptera			118	4,8
	Hymenoptera	Vespidae		20	0,8
	Hymenoptera	Apidae	<i>Xylocopa</i> sp.	11	0,45
	Coleoptera			11	0,45

visitando essas flores: *A. mellifera* (68,0%), *T. spinipes* (13,0%), *T. angustula* (12,0%) e *Chloralictus* sp. (7,0%). Malerbo-Souza e Nogueira-Couto (2002) concluiu que *A. mellifera* e *T. spinipes* e *Chloralictus* sp. foram os visitantes mais frequentes nessas flores, com diferenças entre os cultivares “Pera-rio”, “Valência” e “Natal”, sendo *A. mellifera* a abelha mais frequente, nos dois anos observados. Malerbo-Souza *et al.* (2003), em Jaboticabal (SP), observaram *A. mellifera* (66,0%) e *T. spinipes* (34,0%).

As abelhas *A. mellifera* (Figuras 2 e 3) foram os insetos mais frequentes nas flores das laranjeiras nas diferentes localidades e anos, representando, em média, 78,4% dos insetos observados. Quando um pomar de laranjeiras floresce, muitas flores se abrem ao mesmo tempo, exalando um perfume intenso, o que pode atrair as várias espécies de abelhas. Além disso, o néctar das flores das laranjeiras apresenta alta concentração de açúcares no néctar, em torno de $29,50 \pm 1,30\%$. (Malerbo-Souza *et al.*, 2003)

Enquanto as abelhas *T. spinipes* representaram, em média, 8,6%, as abelhas *T. angustula*, 8,3% e as abelhas *Xylocopa* sp. 0,6%. Em média, as diferentes

espécies de Lepidoptera observadas nas diferentes localidades e anos, representaram 6,9% dos insetos observados, as espécies de Vespidae, 2,2% e Coleoptera representaram 0,3% (Tabela 2).

Em 2001 (Figura 4), em Bebedouro (SP), *A. mellifera* preferiram coletar néctar (89,3%) comparado a pólen (10,20%). Para néctar, essa abelha visitou as flores das 7h00 às 18h00, entretanto, para pólen as visitas aconteceram entre 9h00 e 16h00, com pico de frequência às 12h00. Por meio de regressão polinomial no tempo, observou-se que, para coleta de néctar, a frequência das abelhas aumentou até às 13h00, diminuindo em seguida, obedecendo a seguinte equação de 2º. Grau: $Y = -17,34 + 1,56X - 0,22X^2$ ($R^2 = 0,9710$) onde Y é o número de abelhas e X é o horário do dia. Para coleta de pólen, a frequência das abelhas aumentou até às 13h00, diminuindo em seguida, obedecendo a seguinte equação de 2º. Grau: $Y = -18,44 + 3,46X - 0,14X^2$ ($R^2 = 0,7997$).

Nesse ano, *T. spinipes* também preferiu coletar néctar (82,0%) comparado a pólen (18,0%). Essas abelhas foram observadas visitando as flores apenas entre 11h00 e 14h00.



Figura 2. Abelha africanizada *Apis mellifera*, coletando pólen em flor de laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. “Pêra-Rio”).



Figura 3. Abelha africanizada *Apis mellifera*, coletando néctar em flor de laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. "Pêra-Rio").

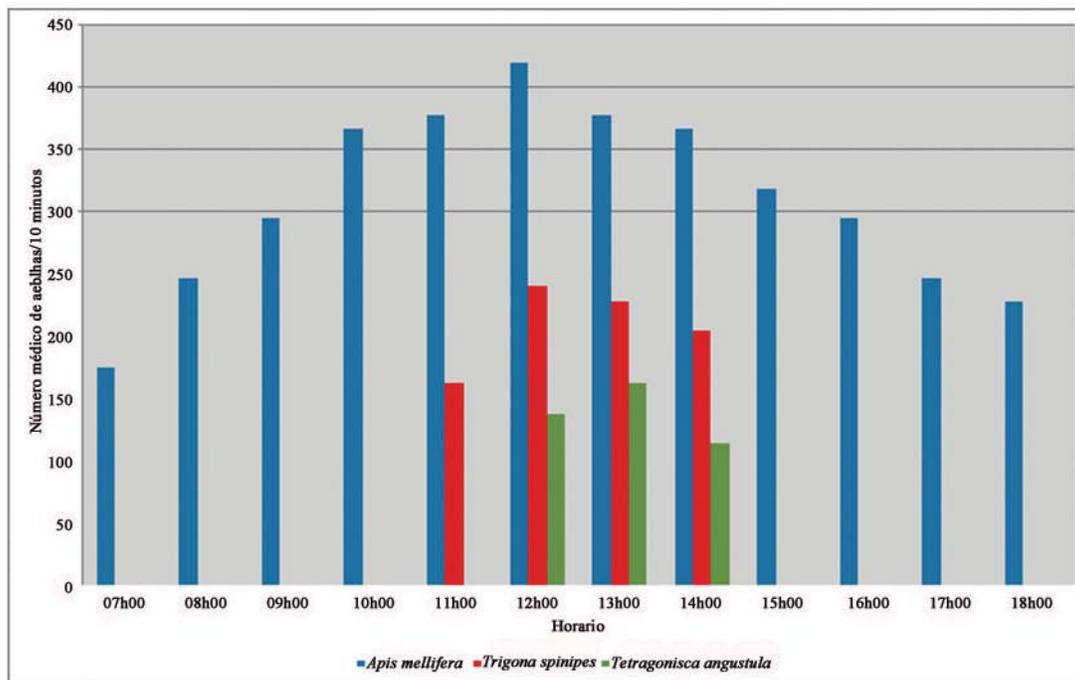


Figura 4. Número médio de abelhas *Apis mellifera*, *Trigona spinipes* e *Tetragonisca angustula* visitando as flores da laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. "Pêra-rio") em Bebedouro (SP), no decorrer do dia, em 2001.

Com relação à *T. angustula*, em 2001, essa espécie de abelha preferiu coletar néctar (76,8%) comparado a pólen (23,2%). Foram observadas coletando néctar e pólen apenas entre 12h00 e 14h00, apresentando um pico de frequência às 13h00.

Em 2003, em Porto Ferreira (SP), apenas *A. mellifera* foi observada coletando néctar e pólen, sendo que todos os outros insetos coletaram exclusivamente pólen, nos dias observados (Tabela 3). A abelha *A. mellifera* preferiu coletar néctar (72%) comparado a pólen (27,9%), nas flores de laranjeira. Com relação ao período do dia, esta abelha preferiu o período da manhã para coletar néctar e pólen (62,1% e 65,3%, respectivamente) comparado ao período da tarde. Isto pode explicar porque o período da manhã é tão importante para a polinização dessa cultura, já que as coletoras de pólen são as polinizadoras mais efetivas (Free, 1993).

Em Viradouro (SP), em 2008 (Figura 5), *A. mellifera* visitaram as flores da laranjeira das 7h00 às 18h00, aumentando sua frequência até às 10h00, diminuindo até às 15h00 e aumentando novamente, até o final da tarde. Por meio de Regressão Polinomial no tempo pode-se observar que essas abelhas obedeceram a seguinte equação de 3°. Grau: $Y = - 4,28 + 5,64X - 0,98X^2 + 0,049X^3$, onde Y é o número de abelhas e X é o horário do dia. Observou-se que muitas abelhas estavam se dirigindo a outra espécie vegetal, a sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides*), que florescia próximo ao pomar, sendo considerada uma fonte alternativa de alimento para essas abelhas. Além disso, próximo à área experimental havia uma pequena mata ciliar e as áreas com a cultura da cana-de-açúcar (*Sacharum officinarum*). Essa cultura está se expandindo na região de Viradouro e em todo o estado, diminuindo as fontes de alimento para as abelhas.

Em 2008, os lepidópteros (borboletas) visitaram as flores das 7h00 às 17h00 para coleta exclusiva de néctar, apresentando um pico de frequência às 14h00. Por meio de regressão polinomial no tempo, observou-se um aumento da frequência até às 13h00, diminuindo em seguida ($Y = - 22,07 + 4,26X - 0,16X^2$, $F = 8,1234^*$, $R^2 = 0,7869$).

Em 2009 (Figura 6), em Ribeirão Preto (SP), as abelhas *A. mellifera* visitaram as flores das 7h00 às 17h00, preferindo coletar néctar (89,43%) comparado ao pólen (10,57%). Por meio de Regressão Polinomial no tempo, observou-se que, para coleta de néctar, as abelhas aumentaram sua frequência nas flores até às 13h00, diminuindo em seguida, obedecendo a seguinte equação de 2°. Grau: $Y = - 158,98 + 31,23X + 1,72X^2$ ($F = 26,5007^{**}$, $R^2 = 0,9489$), onde Y é o número de abelhas e X é o horário do dia. Para pólen, aumentaram sua frequência até às 12h00, diminuindo em seguida ($Y = - 20,69 + 4,21X - 0,18X^2$, $F = 19,3735^{**}$, $R^2 = 0,6303$).

Em 2009, em Ribeirão Preto, *T. spinipes* coletaram pólen das 7h00 às 17h00. Por meio de regressão polinomial no tempo, observou-se que essas abelhas aumentaram sua frequência até às 12h00, diminuindo em seguida ($Y = - 12,94 + 2,78X - 0,12X^2$, $F = 14,9977^{**}$, $R^2 = 0,5532$).

Nesse ano, *T. angustula* coletaram pólen das 9h00 às 17h00. Por meio de regressão polinomial no tempo, observou-se que essas abelhas aumentaram sua frequência no decorrer do dia ($Y = - 1,84 + 0,31X$, $F = 10,7089^{**}$, $R^2 = 0,4173$).

Também em 2009 (Figura 7), mas em Colina (SP), as abelhas *A. mellifera* visitaram as flores das 8h00 às 18h00, preferindo coletar néctar (89,6%) comparado ao pólen (10,4%). Para coleta de néctar, essas abelhas visitaram as flores das 9h00 às 18h00 e foram mais frequentes entre 11h00 e 14h00. Por meio de Regressão Polinomial no tempo, observou-se que, para coleta de

Tabela 3. Número médio de abelhas africanizadas *Apis mellifera*, coletando néctar e pólen, no período da manhã e tarde, em Porto Ferreira (SP), em 2001.

Período	Tipo de coleta	Total	Média
Manhã	Néctar	378	75,6 a
	Pólen	154	30,8 b
Tarde	Néctar	231	57,8 a
	Pólen	82	20,5 a

Médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna, dentro de cada período, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

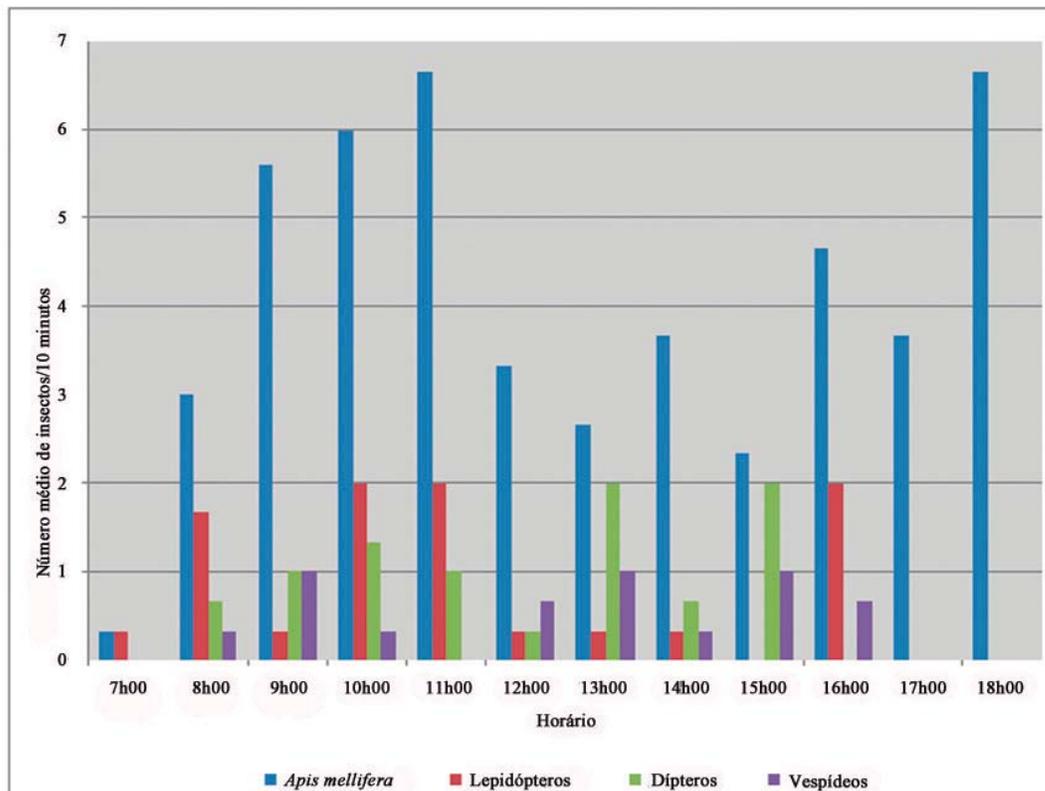


Figura 5. Número médio de insetos visitando as flores da laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. "Pêra-rio") em Viradouro (SP), no decorrer do dia, em 2008.

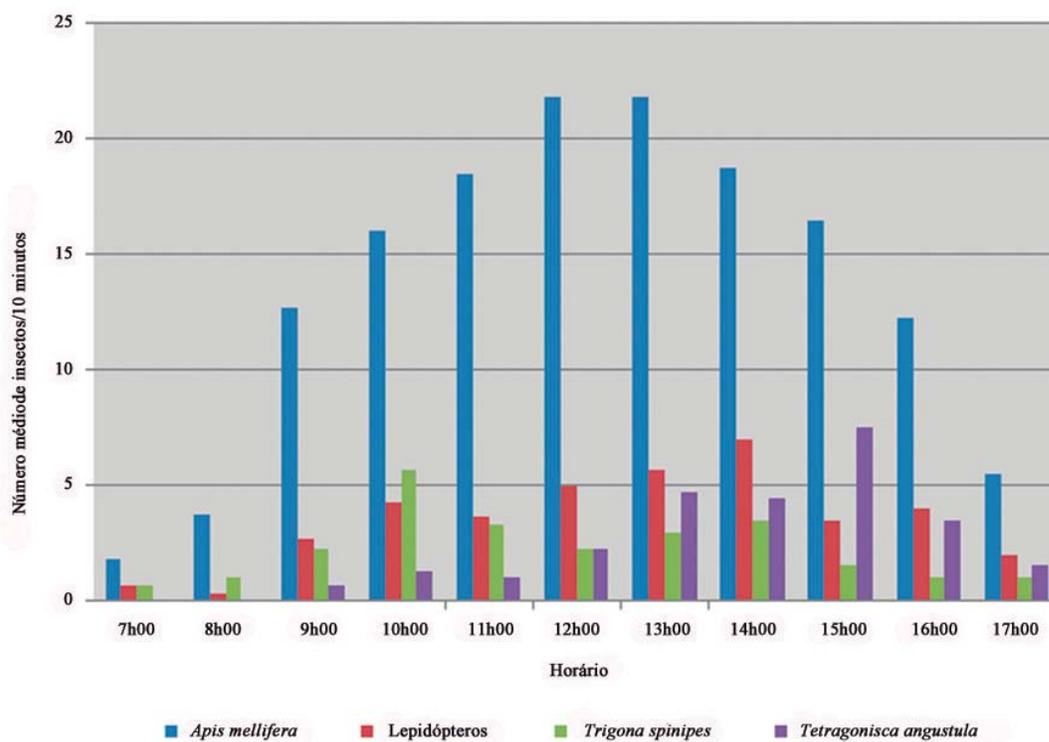


Figura 6. Número médio de insetos visitando as flores da laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. "Pêra-rio") em Ribeirão Preto (SP), no decorrer do dia, em 2009.

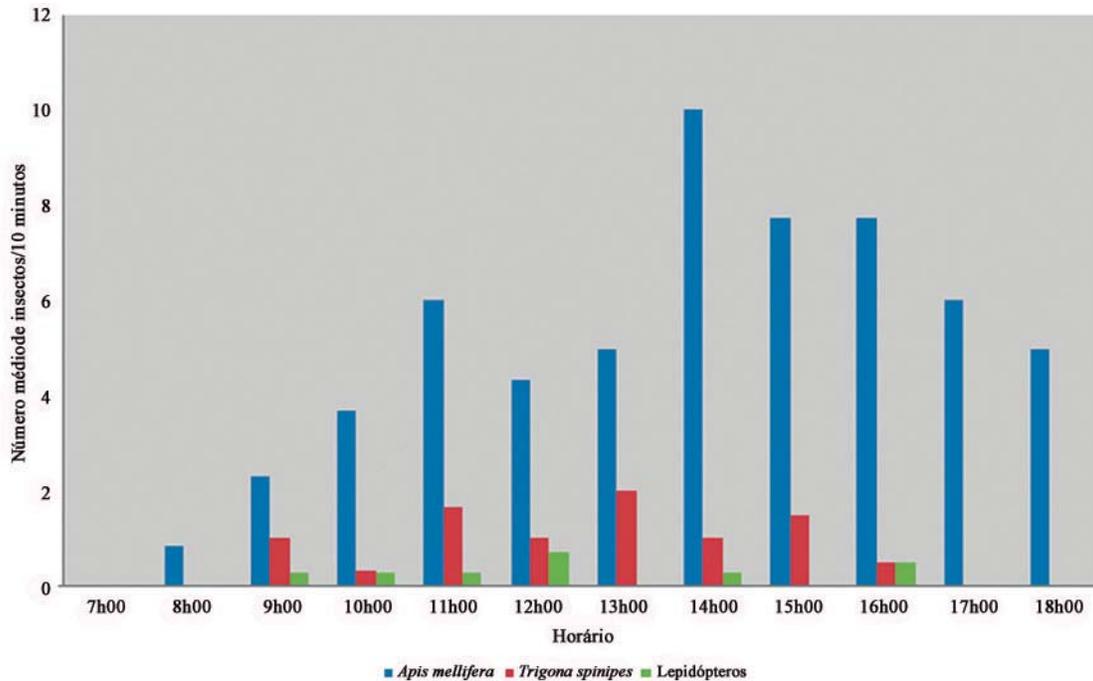


Figura 7. Número médio de insetos visitando as flores da laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. "Pêra-rio") em Colina (SP), no decorrer do dia, em 2009.

néctar, as abelhas aumentaram sua frequência nas flores, no decorrer do dia, obedecendo a seguinte equação de 3°. Grau: $Y = -0,0316x^3 + 0,3727x^2 + 1,042x - 2,1545$ ($F = 9,9975^{**}$, $R^2 = 0,8637$), onde Y é o número de abelhas e X é o horário do dia. Para pólen, apresentaram dois picos de frequência: entre 8h00 e 10h00 e entre 14h00 e 15h00.

Nesse ano, *T. spinipes* visitaram as flores entre 9h00 e 16h00, com um pico de frequência às 11h00 para coleta de pólen e as 15h00 para coleta de néctar. Essas abelhas preferiram coletar pólen (70%) comparado ao néctar (30%).

Em 2011 (Figura 8), em Brodowski (SP), *A. mellifera* visitaram as flores das 8h00 às 18h00, preferindo coletar néctar (89,6%) comparado ao pólen (10,4%). Para coleta de néctar, essas abelhas visitaram as flores das 9h00 às 18h00 e foram mais frequentes entre 11h00 e 14h00. Por meio de Regressão Polinomial no tempo, observou-se que, para coleta de néctar, as abelhas aumentaram sua frequência nas flores, no decorrer do dia, obedecendo a seguinte equação de 3°. Grau: $Y = -0,0316x^3 + 0,3727x^2 + 1,042x - 2,1545$ ($F = 9,9975^{**}$, $R^2 = 0,8637$), onde Y é o número de abelhas e X é o horário do dia. Para pólen, apresentaram dois picos de frequência: entre 8h00 e 10h00 e entre 14h00 e 15h00.

Nesse ano, *T. spinipes* coletaram pólen das 7h00 às 17h00. Por meio de regressão polinomial no tempo, observou-se que essas abelhas apresentaram um pico de frequência entre 8h00 e 10h00, diminuindo em seguida ($Y = -0,2321X^2 + 1,3568X + 10,962$, $F = 14,9977^{**}$, $R^2 = 0,4367$).

Já *T. angustula* coletaram pólen das 9h00 às 17h00. Por meio de regressão polinomial no tempo, observou-se que essas abelhas aumentaram sua frequência no decorrer do dia ($Y = 0,853X + 3,8818$, $F = 10,7089^{**}$, $R^2 = 0,3181$).

Em 2011, os insetos da ordem Lepidoptera (borboletas) visitaram as flores das 9h00 às 16h00 para coleta exclusiva de néctar, apresentando um pico de frequência entre 9h00 e 12h00.

A abelha *A. mellifera* apresentou o comportamento de visitar várias flores numa mesma visita, carregando pólen no seu corpo. Como nas visitas às flores, essas abelhas tocam nos estames e nos estigmas, foi considerado um agente polinizador dessa cultura, concordando com os dados de Malerbo (1991), Malerbo-Souza *et al.* (2003) e Gamito e Malerbo-Souza (2006).

Malerbo-Souza e Halak (2008) concluíram que a abelha *A. mellifera* foi o inseto mais frequente em diferentes localidades e que essa abelha preferiu o período da

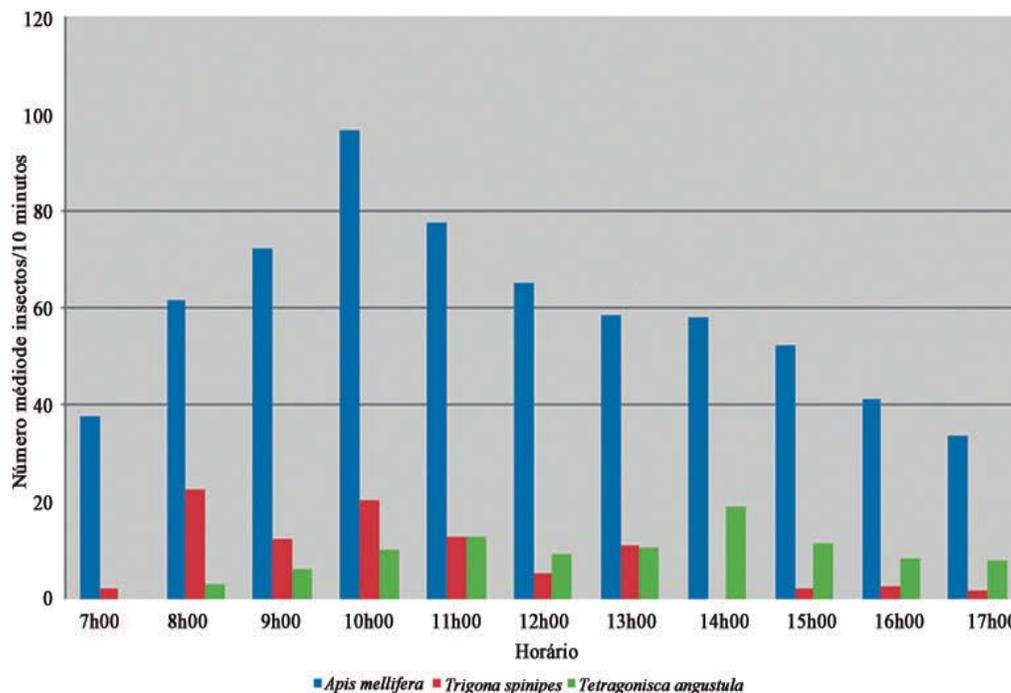


Figura 8. Número médio de abelhas *Apis mellifera*, *Trigona spinipes* e *Tetragonisca angustula* visitando as flores da laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. “Pêra-rio”) em Brodowski (SP), no decorrer do dia, em 2011.

manhã para a coleta de pólen e néctar. Ainda, que presença dessas abelhas, nos pomares de laranja, traz inúmeros benefícios. Um deles é a produção de um dos méis mais apreciados pela população do estado de São Paulo: o mel da laranjeira. Outro benefício é o aumento da produção dos frutos, tanto em quantidade quanto em qualidade. Além de se produzir mais, os frutos decorrentes de flores visitadas pelas abelhas são maiores e mais doces.

Malerbo-Souza e Halak (2008) ressaltaram que deve haver a conscientização dos citricultores, no sentido de evitar a pulverização de agrotóxicos, no período de florescimento da cultura. Esse manejo se torna inadequado, pois além de matar as abelhas presentes nas flores, pode contaminar o néctar e, consequentemente, o mel produzido por esses insetos. Se houver a necessidade de realizar esse manejo, a pulverização deve ocorrer no final da tarde, período com menor frequência de abelhas nas flores.

Guimarães e Pérez-Maluf (2004) consideraram a abelha *A. mellifera* uma espécie dominante em citros (laranja e tangerina). Ainda observaram, nesse mesmo estudo, que a abelha *T. spinipes* foi a única espécie considerada dominante nas três culturas estudadas (laranja, tangerina e goiaba).

Com seus hábitos generalistas e sua condição social, a família Apidae apresenta o maior número de indivíduos. Possui alta diversidade em zonas quentes de baixas latitudes (trópicos úmidos) e há uma clara redução dos seus representantes de norte para sul. Na Mata Atlântica, em São Paulo, foram encontradas 40 espécies. Entre os representantes da família Apidae, estão os Meliponinae, os Bombinae e Euglossinae (Silveira *et al.*, 2002).

De acordo com esses autores, a abelha *A. mellifera* pertence à subtribo Apina, que contém apenas o gênero *Apis*. Os meliponíneos são abelhas eussociais sem ferrão, com distribuição principalmente tropical, sendo que existem dois grupos principais de abelhas sem ferrão: os Meliponini e os Trigonini. Reúne as chamadas “abelhas sem ferrão”, entre elas a jataí, a mandaçaia e a irapuá. Dentre os Trigonini, o gênero *Trigona*, constitui um dos grandes gêneros de Meliponina neotropicais, com espécies desde o norte da Argentina ao México. No Brasil, 19 espécies têm sido reconhecidas, dentre elas a *T. spinipes*. Ainda esses autores, dentro do gênero *Tetragonisca*, apenas três espécies têm sido reconhecidas, das quais duas estão presentes na fauna brasileira: *T. angustula* e *T. weyrauchi*.

Uma questão importante a ser ressaltada, é a controvérsia sobre as abelhas *T. spinipes* nas flores da laranjeira. Muitos citricultores relataram que essas abelhas fazem perfurações na base das flores, sendo muitas vezes, considerada uma praga da cultura. Na verdade, as abelhas perfuram as flores, antes mesmo delas se abrirem, como estratégia para coletar o néctar. Entretanto, Malerbo (1991) observou que, mesmo com essas perfurações, as flores se desenvolveram normalmente e frutificaram, sem nenhum prejuízo na produção.

Foi observada a espécie *T. spinipes* (Figura 9) visitando as flores sem causar injúrias nos botões florais, reforçando o conceito de que essa espécie é um visitante frequente da cultura e que não é o agente causador da queda dos frutos. Essa observação confere com as obtidas por Malerbo (1991), ou seja, os botões perfurados por essa abelha para coletar néctar não caíram mais comparados a botões não perfurados. Na Figura 10, observa-se *T. angustula* coletando pólen na flor da laranjeira.

Diferentes espécies de lepidópteros (borboletas) visitaram as flores das 7h00 às 17h00 para coleta exclusiva de néctar (Figura 11). Outras espécies de insetos visitaram esporadicamente as flores da laranjeira como coleópteros, vespídeos e dípteros (Figura 12). Além disso, outras espécies de abelhas também visitaram esporadicamente as flores da laranjeira, como abelhas *Melipona quadrifasciata* (mandacaia) e abelhas da família Halictidae.

Pelo índice de constância desenvolvido por Silveira-Neto *et al.* (1976), observou-se que a abelha *A. mellifera* foi o único inseto constante nas flores da laranjeira (91,7%). Os lepidópteros (44,4%) e os dípteros (33,3%) foram espécies acessórias no pomar. Já os vespídeos (30,5%) e as mamangavas (5,55%) foram considerados espécies acidentais visitando as flores. Já, em 2011, *A. mellifera* foi uma espécie constante nas flores para coleta de néctar (78,1%) e uma espécie acidental para coleta de pólen (34,4%). As abelhas *T. spinipes* e os lepidópteros foram espécies acidentais (20,3% e 21,9%, respectivamente). A abelha *A. mellifera* foi o visitante floral mais frequente e constante. Pelo seu comportamento de forrageamento foi considerado o agente polinizador da cultura

Comparando esse experimento com aqueles já realizados (Malerbo, 1991; Malerbo-Souza *et al.*, 2003; Gamito e Malerbo-Souza, 2006), pode-se perceber que essas espécies de abelhas frequentemente são observadas nos pomares de laranja do Estado de São Paulo. As abelhas nativas *T. angustula* e *Chloralictus* sp. são observadas em menor número e, algumas vezes, não são relatadas. Pelo comportamento

observado para coleta de néctar e de pólen, essas espécies foram consideradas polinizadores da cultura da laranja. Existe, então, a necessidade da preservação dessas espécies para garantir a biodiversidade dos polinizadores.

Não foi observado comportamento agonístico entre as espécies de insetos nas flores da laranjeira, demonstrando que estavam envolvidas apenas na coleta de alimento. Como a laranjeira fornece muitas flores e, conseqüentemente, muito alimento aos insetos, não houve competição pelo alimento.

Muitos experimentos relacionados com polinização de *Citrus* sp comprovaram o aumento na produção de frutos quando as abelhas estão presentes (Trevisan, 1983; Pasini, 1989; Malerbo, 1991; Malerbo-Souza *et al.*, 2003; Gamito e Malerbo-Souza, 2006), comprovando a importância da polinização e reforçando a necessidade da presença dessas abelhas em alta densidade, para essa cultura. Tanto o número de visitas como também o comportamento das abelhas na flor influenciaram na frutificação.

O tempo de formação do fruto, desde o botão até a colheita, foi, em média, de 10 meses. Os frutos se apresentaram sadios, com formato ovalar e coloração laranja.

Em 2007, dos 208 botões florais cobertos apenas 10 frutificaram (4,28%). Já dos 130 botões florais descobertos, 116 frutificaram (89,23%). Entretanto, pelos dados obtidos, observou-se que com a presença das abelhas houve um aumento de 7,35% na produção de frutos.

Em 2011, em Colina, dos 150 botões florais descobertos, 91 (61,7%) fecundaram já dos 150 botões florais que permaneceram cobertos, apenas 83 (55,3%) fecundaram, mostrando um aumento de 9,6% na fecundação de flores livremente visitadas por insetos.

Isto pode ter ocorrido devido a fatores ambientais, como o vento e chuvas que podem ter derrubado os frutos ou também devido a um abortamento natural decorrente de uma carga excessiva de frutos na árvore.

Observou-se na Tabela 4 que o peso, a altura, a largura, a espessura da polpa, o número de sementes, o pH e o volume do suco dos frutos analisados, apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, sendo maiores no tratamento descoberto comparado ao coberto. Apenas com relação ao número de gomos por fruto, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Portanto, observou-se que os frutos decorrentes do tratamento descoberto foram mais



Figura 9. Abelha *Trigona spinipes* coletando pólen em flor de laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck), var. "Pêra-Rio".



Figura 10. Abelha *Tetragonisca angustula* coletando pólen em flor de laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck), var. "Pêra-Rio"



Figura 11. Lepidóptero se alimentando de néctar em flor de laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck), var. “Pêra-Rio”.

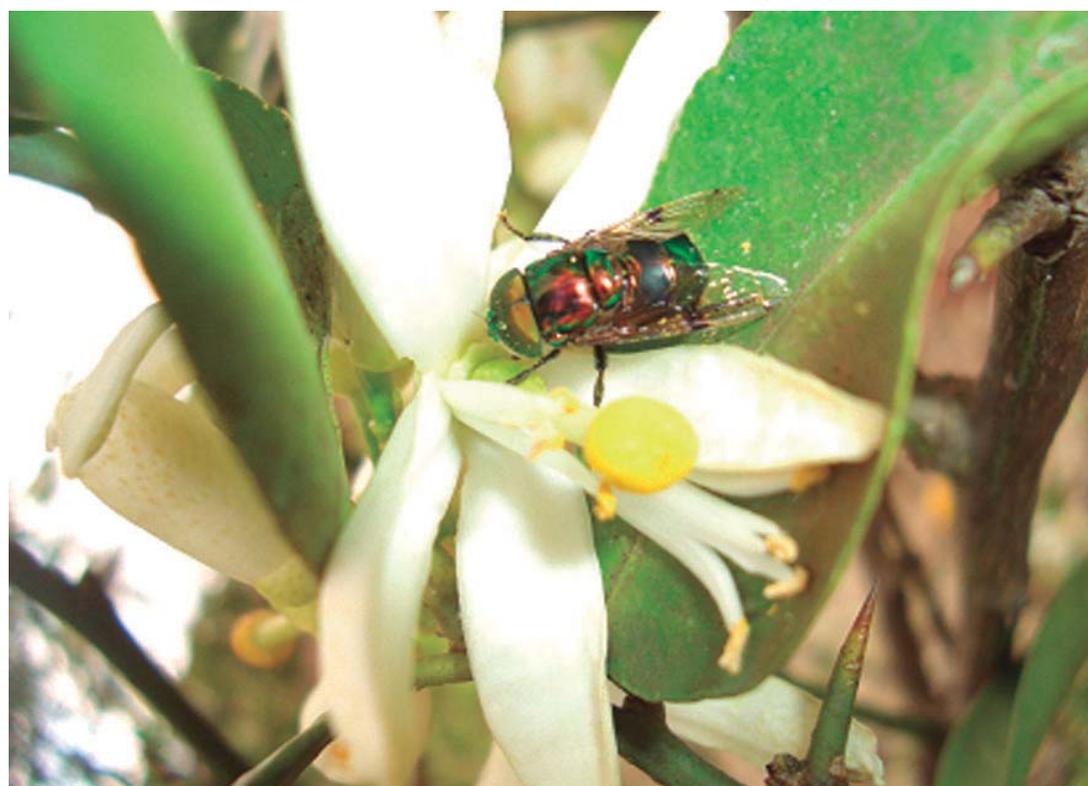


Figura 12. Díptero se alimentando de néctar em flor de laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck), var. “Pêra-Rio”.

Tabela 4. Características dos frutos resultantes do tratamento descoberto (flores visitadas pelos insetos) e tratamento coberto (flores não visitadas pelos insetos), em cultura de laranja (*C. sinensis* L. Osbeck var. "Pera-rio"), em Colina, SP.

Tratamento Descoberto								
Tratamento	Peso dos frutos (g)	Altura (cm)	Largura (cm)	Espessura da polpa (mm)	Nº gomo	Nº sementes	pH	Suco (ml)
1	330	8	8,6	0,7	11	9	4,06	112
2	205	7,2	7	0,6	8	5	3,9	65
3	240	7,1	7,5	0,6	11	4	3,79	88
4	327	7,9	8,4	0,6	12	5	4,14	103
5	238	7,3	7,5	0,5	10	1	3,96	83
6	293	7,7	8,1	0,5	12	2	3,94	91
7	243	7,6	7,3	0,5	9	2	4	87
8	202	6,9	7,1	0,6	11	6	3,82	65
9	179	6,7	6,7	0,5	10	4	3,98	68
10	280	8	7,9	0,6	11	5	4,03	98
	253,7A	7,44A	7,61A	0,57 ^a	10,5A	4,3A	3,96A	86A
Tratamento Coberto								
Tratamento	Peso dos frutos (g)	Altura (cm)	Largura (cm)	Espessura da polpa (mm)	Nº gomo	Nº sementes	pH	Suco (ml)
1	157	6,1	6,7	0,4	12	0	3,57	60
2	79	5,2	4,9	0,4	10	0	3,45	25
3	136	5,9	6,1	0,3	11	0	3,65	59
4	145	6	6,2	0,3	10	1	3,72	53
5	131	6	6,1	0,4	10	1	3,82	51
6	62	4,7	4,4	0,3	10	0	3,48	21
7	124	5,9	5,9	0,4	10	0	3,73	47
8	208	6,9	7,2	0,5	12	7	3,75	79
9	196	6,9	6,9	0,5	10	2	3,68	70
10	188	6,5	6,9	0,4	12	4	3,62	68
	142,6B	6,01B	6,13B	0,4B	10,7A	1,5B	3,65B	53,3B

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem significativamente entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5%.

pesados, mais doces, com maior número de sementes e com maior volume de suco comparado aos frutos decorrentes do tratamento coberto.

Esse fato demonstra a importância de uma boa polinização e reforça a necessidade da presença dessas abelhas em alta densidade, para essa cultura. Nota-se que tanto o número de visitas como também

o comportamento da abelha na flor influencia na frutificação (Malerbo-Souza *et al.*, 2008).

De acordo com Malerbo-Souza e Nogueira-Couto (2002), pode-se supor, que a presença de abelhas nos pomares de citros, além de trazerem benefícios aos apicultores, também aumentam a produção frutos, beneficiando citricultores.

CONCLUSÕES

Nas condições experimentais, conclui-se que as abelhas africanizadas *Apis mellifera* são os insetos mais frequentes e constantes nas flores da laranjeira e preferiram coletar néctar comparado a coleta de pólen, preferencialmente no período da manhã. As abelhas *Trigona spinipes* e *Tetragonisca angustula* coletaram exclusivamente pólen nessas flores.

Houve um aumento na porcentagem de frutificação das flores da laranja, com a presença dos insetos. Os frutos que receberam a visita dos agentes polinizadores foram maiores, mais doces, com maior número de sementes e quantidade de suco do que aqueles que não receberam a visita.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Donadelli, A., P. J. Coelho, M. M. D. Santiago, A. Negri Neto. 2000. Valor da produção agropecuária do Estado de São Paulo, 1996/97 e 1997/1998. Informações Econômicas, São Paulo, v.30, n.2.
- Free, J. B. 1993. Insect pollination of crops. New York, Academic Press, 544 p.
- Gallai, N., J. M. Salles, J. Settele and B. E. Vaissière. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. Ecological Economics, v. 68, pp. 810-821.
- Gamito, L. M. e D. T. Malerbo-Souza. 2006. Visitantes florais e produção de frutos em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck). Acta Scientiarum Zootechny, v. 28, pp. 483-488.
- Guimarães, R. A. e R. Pérez-Maluf. 2004. Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes das flores de goiaba (*Psidium guajava*), laranja (*Citrus sinensis*) e tangerina (*C. reticulata*) em pomar comercial de salinas, MG. **In:** ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 4., 2004. Ribeirão Preto. Anais.... Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo.
- Imperatriz-Fonseca, V. L., Canhos, D. A. L., Alves, D. A., Saraiva, A. M. 2012. Polinizadores do Brasil: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 488 p.
- Klein, A. M., B. E. Vaissière, J. H. Cane, I. Steffan-Dewenter, S. A. Cunningham, C. Kremen and T. Tschardt. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proceedings of the Royal Society, v. 274, pp. 303-313.
- Malerbo, D.T.S. 1991. Polinização entomófila em três variedades de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck). Ribeirão Preto, Depto de Biologia, USP, 66p. (Dissertação de Mestrado)
- Malerbo-Souza, D. T. e R. H. Nogueira-Couto. 2002. Polinização entomófila em 3 variedades de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck). Científica, São Paulo, SP. v. 30, n. 1/2, pp. 79-87.
- Malerbo-Souza, D. T. S., R. H. Nogueira-Couto e L. A. Couto. 2003. Atrativos para abelhas *Apis mellifera* e polinização em laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pêra-Rio). Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science. v. 40, pp. 272-278.
- Malerbo-Souza, D. T., Halak, A. L. 2008. Polinização das laranjeiras. **In:** Produção de mudas e manejo fitossanitário dos citros. Pinto, A.S.; Zaccaro, R.P. (orgs). Piracicaba: CP2, 133 p.
- Malerbo-Souza, D. T.; V. A. A. Toledo e A. S. Pinto. 2008. Ecologia da polinização. Piracicaba: CP2, 2008.
- Pasini, F. M. 1989. Influência da polinização entomófila sobre a produção e as características dos frutos da laranjeira cultivar Piralima (*Citrus sinensis* Osbeck). Piracicaba, 1989. 68p. Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. (Dissertação de Mestrado).
- Pinto, A. S., R. P. Zaccaro. (orgs) 2008. Produção de mudas e manejo fitossanitário dos citros. Piracicaba: CP2, 133 p.
- Silveira, F.A., G. A. R. Melo, E. A. Almeida. 2002. Abelhas brasileiras: Sistemática e Identificação. Belo Horizonte, F.A. Silveira, 253 p.
- Silveira-Neto, S., O. Nakano, D. Barbin, N. A. Villa Nova. 1976. Ecología Manual de Insectos. Sao Paulo: Agronómicos Ceres. 419 p.
- Trevisan, M. 1983. Importância das abelhas *Apis mellifera* na polinização de *Citrus sinensis*. **In:** SEMANA DE CITRICULTURA, 5, Cordeirópolis. Anais... EEL-IAC, pp. 269-279.