

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE DOUTORADO**

**POLINIZAÇÃO DA LARANJEIRA (*Citrus sinensis*) POR ABELHAS
(HYMENOPTERA: APIDAE) NO RECÔNCAVO DA BAHIA**

GENEROSA SOUSA RIBEIRO

**CRUZ DAS ALMAS-BAHIA
DEZEMBRO DE 2013**

**POLINIZAÇÃO DA LARANJEIRA (*Citrus sinensis*) POR ABELHAS
(HYMENOPTERA: APIDAE) NO RECÔNCAVO DA BAHIA**

GENEROSA SOUSA RIBEIRO

Bióloga

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2002

Tese submetida ao Colegiado de Curso do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do Grau de Doutor em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alfredo Lopes de Carvalho

Co-Orientador: Dr. Eloi Machado Alves

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA - 2013

FICHA CATALOGRÁFICA

A477e Ribeiro, Generosa Sousa

Polinização da laranjeira (*Citrus sinensis*) por abelhas (Hymenoptera: Apidae) no Recôncavo da Bahia / Generosa Sousa Ribeiro - Cruz das Almas, BA, 2013.

99f.; il. tab.. graf.

Orientador: Carlos Alfredo Lopes de Carvalho

Co-orientador: Eloi Machado Alves

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

1. Laranja - cultivo. 2. Abelhas - *Apis mellifera*. 3. Abelha – *Melipona scutellaris*. 4. Apicultura - Meliponicultura. I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II. Título.

CDD 636.08

À Cristo Jesus que subsistindo em forma de Deus não teve por usurpação o ser igual a Deus, coisa a que se devia aferrar. Antes, a si mesmo se esvaziou assumindo a forma de servo, se tornando em semelhança de homem. E reconhecido em figura humana, a si mesmo se humilhou sendo obediente até a morte e morte de cruz. Tudo isso por amor a mim.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, ao meu Deus, criador do Universo, o Alfa e o Ômega. A Ele seja a Glória para sempre amém;

À Neto, meu amigo, meu companheiro, meu amor, meu esposo querido;

À minha mãe Elita e aos meus irmãos e irmãs: Zeza, Gilson, Zelma, Jorge, Paulo, Luis, Marta e André pelo apoio de sempre. Sei que sempre posso contar com vocês;

À Clóvis, Helena, Zezo e Tina, representando toda minha querida família espiritual. A intercessão de vocês coopera para o meu bem porque amo nosso Deus;

À UFRB pela oportunidade do doutoramento, à UESB pela concessão de bolsa SAEB e a EBDA pelo uso das instalações da Estação Experimental de Fruticultura Tropical;

Ao professor Carlos Alfredo pela confiança, apoio e orientação fundamental no desenvolvimento do trabalho. Muito sobre as abelhas, aprendi contigo querido;

Ao Dr. Eloi Alves por todo o apoio e orientação do trabalho de campo. Sem você, não conseguiria “tocar o trabalho”.

À Taxonomista, Dr^a Favízia Freitas de Oliveira da Universidade Federal da Bahia pela identificação das abelhas;

Ao Prof. Dr. Leonardo Galetto e sua equipe da Universidade Nacional de Córdoba, Argentina pelas análises físico-químicas do néctar da laranjeira;

Ao Professor Carlos Ledo pelo apoio e orientação nas análises estatísticas;

Aos amigos e colegas do grupo de Pesquisa INSECTA, em especial Cátia, Adailton, Maiara, Pâmela, Weliton e Gabriela pela imensa cooperação no campo;

Aos colegas da Estação Experimental de Fruticultura Tropical da EBDA: Ruteleia, Valmir, Adilson, Janete, Astrogildo, Lourdes e Soares pelo apoio incondicional.

Meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO.....	01
Capítulo 1	
BIOLOGIA DA POLINIZAÇÃO DE <i>Citrus sinensis</i> VARIEDADE 'PERA RIO' EM UMA ÁREA DO RECÔNCAVO BAIANO.....	18
Capítulo 2	
RAIO DE VOO DE <i>Melipona scutellaris</i> LATREILE, 1811 (HYMENOPTERA: APIDAE).....	57
Capítulo 3	
INFLUENCIA DA POLINIZAÇÃO POR <i>Melipona scutellaris</i> E <i>Apis mellifera</i> NA QUALIDADE DOS FRUTOS DE <i>Citrus sinensis</i> VARIEDADE 'PERA RIO'.....	80
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	99

POLINIZAÇÃO DA LARANJEIRA (*Citris sinensis*) POR ABELHAS (HYMENOPTERA: APIDAE) NO RECÔNCAVO DA BAHIA

Autora: Generosa Sousa Ribeiro

Orientador: Carlos Alfredo Lopes de Carvalho

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo realizar experimentos sobre aspectos relacionados à polinização de *Citrus sinensis* variedade 'Pera Rio' por *Melipona scutellaris* e *Apis mellifera* no Recôncavo da Bahia, visto que esta é a fruteira de maior importância econômica desta região. A determinação do raio de voo de *M. scutellaris*, o estudo da biologia floral de *C. sinensis* e a influência da polinização de *M. scutellaris* e *A. mellifera* na qualidade dos frutos foram avaliados. Para a determinação do raio de voo de *M. scutellaris* foi traçado previamente um raio de até 2.000 m em todos os sentidos dos Pontos Cardeais. As abelhas foram marcadas e liberadas em pontos marcados nos trajetos traçados. As abelhas foram recapturadas e contadas ao retornarem às colônias. Foram avaliados: o florescimento, a antese, a receptividade do estigma, a duração da antese, a razão pólen/óvulo, a viabilidade e germinabilidade polínica, a secreção de néctar e os visitantes florais. Para verificar a influência da polinização entomófila foram avaliados os frutos provenientes de flores visitadas por *Apis mellifera* e *M. scutellaris*. Determinou-se um raio de 1.500 m para *M. scutellaris*. A antese ocorre a partir das 9:00 hs com duração de 24 hs, ocorrendo neste período, a receptividade do estigma, a dispersão do pólen, a viabilidade polínica e a secreção do néctar. As observações demonstraram que *C. sinensis* é alogâmica, com biologia floral também favorável à autogamia e xenogamia. Há uma diversidade de abelhas visitantes florais de *C. sinensis* destacando-se a família Apidae, sendo *A. mellifera* e *M. scutellaris* as espécies que apresentaram maior frequência relativa. Os resultados da avaliação dos frutos formados pelos experimentos demonstraram que tanto *M. scutellaris* quanto *A. mellifera* são polinizadores potenciais de *C. sinensis*.

Palavras chave: Abelhas sem ferrão; manejo de polinizadores; meliponicultura.

POLLINATION OF ORANGE BY BEES (HYMENOPTERA: APIDAE) IN RECÔNCAVO OF BAHIA, BRAZIL

Author: Generosa Sousa Ribeiro

Advisor: Carlos Alfredo Lopes de Carvalho

ABSTRACT: The present study aimed to conduct trials on aspects related to the pollination of *Citrus sinensis* variety 'Pera Rio' by the bees *Melipona scutellaris* and *A. Mellifera* in Recôncavo of Bahia/Brazil, since this is the most economically important fruit in this region. The determination of the flight radius of *M. scutellaris*, the study of the floral biology of *C. sinensis* and the influence of insect pollination on fruit quality were evaluated. To determine the flight radius path was previously a radius of up to 2 000 m in all senses of the Cardinal Points. The bees were marked and released in points pixed in the paths traced. The bees were recaptured they returned to the colonies and counted. Were evaluated: flowering anthesis, the stigma receptivity, the duration of anthesis, the pollen / ovule ratio, pollen viability and germination; secretion of nectar and floral visitors. To assess the effect of insect (*M. scutellaris* and *A. mellifera*) pollination were evaluated fruits from flowers visited by *Apis mellifera* and *M. scutellaris*. We determined a radius of 1 500 *M. scutellaris* flight range. Anthesis occurs from 9:00 pm lasting 24 synchronously with the stigma receptivity with pollen dispersal, with the pollen viability and the secretion of nectar. The observations showed *C. sinensis* with a floral biology favoring outcrossing, presenting a allogamous alternative or mixed sistem. There is a diversity of bees visitors of flowers *C. sinensis* highlighting the family Apidae. *A. mellifera* and *M. scutellaris* presented the highest relative frequency. The evaluation the fruits demonstrated that both *M. scutellaris* as *A. mellifera* are potential pollinators for *C. sinensis*.

Keywords: Stinglesbees; pollinators management; beekeeping.

INTRODUÇÃO

Aspectos relacionados à biologia e ecologia das abelhas são importantes em estudos da biodiversidade e manutenção da composição florística (POTTS et al., 2010). Estes insetos, em sua maioria, atuam como agentes polinizadores de culturas agrícolas e da flora natural (OLLERTON et al., 2011). Para Klein et al. (2007), aproximadamente 75% da alimentação utilizada pelo homem depende da ação direta ou indireta de algum agente polinizador animal. De acordo com Imperatriz-Fonseca et al. (2012), os polinizadores estão diretamente associados às espécies das plantas locais de determinado bioma e a ação destes é tida como elemento chave da produção agrícola e da conservação do ambiente. A relação entre ganhos econômicos na utilização de abelhas como agentes polinizadores nas culturas agrícolas vem recebendo a devida atenção. São movimentados anualmente cerca de 761 bilhões de Euros relacionados aos alimentos que dependem de polinizadores, contra 151 bilhões de Euros/ano de alimentos produzidos sem polinizadores (GALLAI et al., 2009).

Entretanto, existem alguns estudos que apontam o declínio de polinizadores em escala mundial como resultado dos impactos ambientais causados pela ação antrópica, especificamente na agricultura, os tratamentos culturais indevidos nas lavouras, destacando-se o uso abusivo de pesticidas (FREITAS e PINHEIRO, 2010; BREEZE et al., 2011 e BREEZE, 2012). Esses mesmos autores alertam sobre a importância da qualificação dos profissionais envolvidos na apicultura para a execução de boas práticas no manejo dos polinizadores, em especial às abelhas.

Um exemplo de boa prática de manejo de polinizadores é a criação racional de abelhas sem ferrão (Meliponicultura), também importante para a manutenção dos ecossistemas (NOGUEIRA NETO, 1997).

Silveira et al. (2002) relataram que as abelhas sem ferrão são abundantes no Brasil, chegando a mais de 200 espécies já descritas, sendo necessários novos estudos relacionados ao censo e descrição taxonômica de muitas outras espécies ainda não descritas, bem como sua preservação.

Venturieri (2008) relatou que os ecossistemas brasileiros são favoráveis à diversidade de abelhas devido às condições climáticas e vegetação, sendo esta última, a responsável pelo fornecimento de néctar e pólen que representam as

fontes de alimento energético e protéico, respectivamente, essenciais para o desenvolvimento das crias e autonomia de voo dos indivíduos adultos na realização das atividades internas e externas ao ninho. Nos Estados Unidos e em toda a Europa, as abelhas são os polinizadores mais utilizados e tem grande importância econômica. Velthuis e Van Doorn (2006), estimaram que nos Estados Unidos e na Europa, somente a comercialização através da venda ou aluguel de colônias visando a utilização de *Apis* na agricultura em condições controladas em estufas, rendeu mais de 1 milhão de dólares somente no ano de 2005, tornando-se uma indústria bilionária.

De acordo com Gallai et al. (2009), o valor econômico chega a 153 bilhões de dólares anuais em todo o mundo, quando se utiliza abelhas como polinizadores. Esses autores demonstraram que o mundo pode perder valores econômicos significativos se houver um declínio do serviço dos polinizadores. Freitas e Imperatriz-Fonseca (2004; 2005) relataram que há uma movimentação financeira na ordem de U\$ 9,3 bilhões em exportação considerando apenas oito culturas no Brasil relacionadas à polinização com abelhas.

Fruteiras beneficiadas pelos serviços de polinização das abelhas

Segundo a Associação Brasileira de Citricultores (ASSOCITRUS, 2011), as principais frutas produzidas no Brasil são respectivamente em ordem de importância, as seguintes: laranja, banana, coco, manga, uva, abacaxi, tangerina, limão, maracujá, mamão, maçã, pêsego, goiaba, abacate e figo. Além dessas, destacam-se também o melão, a acerola e a graviola devido ao aumento da produção em áreas de clima semiárido no Nordeste.

Além das condições ambientais favoráveis, o serviço oferecido pelos insetos ou agentes polinizadores endêmicos e exóticos contribuem para que o Brasil receba esta posição de destaque em alimentos que teve a ação de polinizadores. De acordo com Imperatriz-Fonseca et al. (2012) as fruteiras e hortaliças de modo geral, lideram as categorias de alimentos dependentes da ação de insetos polinizadores.

Quanto à polinização, as fruteiras podem ser classificadas nas seguintes categorias: dependente de insetos polinizadores; pouco dependente de insetos

polinizadores e não dependente de insetos polinizadores. As fruteiras não dependentes de insetos polinizadores geralmente são capazes de realizar a autofecundação. Aquelas fruteiras com pouca dependência de insetos polinizadores, também realizam autofecundação geralmente pela ação do vento. Entretanto, a ação de insetos pode gerar um aumento significativo na produção (FREITAS e IMPERATRIZ-FONSECA, 2005). Já aquelas que dependem da polinização cruzada, para se reproduzirem, necessitam de um vetor para o transporte dos grãos de pólen (DAFNI et al., 2005).

Na lista das principais fruteiras cultivadas no Brasil, existem algumas que não dependem da ação de insetos polinizadores para a produção de frutos a exemplo da bananeira (Manica, 1997), o abacaxizeiro (Spironello et al., 1994) e o mamoeiro (MANICA, 1982).

Dentre os agentes polinizadores de fruteiras, as abelhas se destacam como foi demonstrado nos trabalhos sobre polinização de aceroleira (Vilhena e Augusto, 2007; Machado et al., 2013), macieira (Blazek, 1996), pereira (Maccagnani et al., 2003), cerejeira (Bosch et al., 2006), morangueiro (Dimou et al., 2008), meloeiro (Dag e Eisikowitch, 1999) e abacateiro (MANNING et al., 2010). Além de fruteiras, outros cultivos são beneficiados pela polinização das abelhas, como vagem (Cane, 2002), girassol (Degrandi-Hoffman e Chambers, 2006; Machado e Carvalho, 2006), soja (Chiariet al., 2008), berinjela, couve e diversas ervas condimentares (WOLFF et al., 2008).

As culturas da manga, do maracujá, da maçã, do pêssego, da goiaba, do abacate, do figo, do melão, da acerola e da graviola, necessitam fundamentalmente da ação de um ou mais agentes polinizadores, principalmente insetos. Por outro lado nas culturas de *Citrus* spp. (laranja, tangerina e limão), apesar da capacidade de autofecundação, existem ganhos consideráveis na produção e qualidade de frutos quando associados a agentes polinizadores (MALERBO-SOUZA et al., 2003; FERRARO et al., 2006).

Citricultura e a polinização pelas abelhas

O gênero *Citrus*, família Rutaceae, compreende espécies cultivadas em países tropicais e subtropicais em grandes estufas em países dos Estados, como

na Califórnia e da Flórida nos Estados Unidos (WRIGHT, 2007; FUTCH e JACKSON, 2009). Segundo Phillips et al. (2009), a Índia, o México, o Egito e os países caribenhos também produzem citros em larga escala.

Os citros são fruteiras exóticas que se adaptaram muito bem aos climas tropical, subtropical e temperado do Brasil sendo possível uma produção anual nas quatro estações em todo o território brasileiro. Esses frutos têm origem nas áreas subtropicais e tropicais da Ásia. Devido ao sucesso na produção, o Brasil ocupa o 1º lugar mundial de exportador de suco de laranja concentrado (ASSOCITRUS, 2011).

No Brasil, o maior produtor de citros é o estado de São Paulo, representando mais de 60% da produção nacional. Somente na produção de laranja, o Estado de São Paulo detém 30% do mercado e é responsável por 59% da exportação mundial. Desta forma, o mercado mundial é dominado pelo Brasil (NEVES et al., 2006). De acordo com Habibe et al. (2007), a Bahia é o segundo Estado produtor de citros do Brasil, sendo o Recôncavo Baiano o responsável por mais de 50% dessa produção.

A polinização cruzada na cultura citrícola e em outras diversas culturas ocorre tanto pela ação do vento quanto pela ação de insetos (SANFORD, 2003). Dentre esses últimos estão às abelhas principalmente as do gênero *Apis* (RASMUSSEN et al., 2010). Em um trabalho sobre polinização realizado por Wright (2007) em uma variedade de laranja na Califórnia, foi relatada a necessidade da utilização de abelhas polinizadoras para aumentar a produção de frutos e conseqüentemente os ganhos na produção.

Gamito e Malerbo-Souza (2006) obtiveram sucesso na polinização com laranjeiras em condições de casa de vegetação, utilizando-se *A. mellifera*.

Produtores brasileiros utilizam as plantações de laranja como pasto apícola, influenciando na produção de frutos como foi demonstrado por Malerbo-Souza e Halak (2008). Esses mesmos autores realizaram um levantamento dos visitantes das flores do limoeiro em Ribeirão Preto - SP, chegando à conclusão que 60,2% das visitas florais foram realizadas por *A. mellifera*.

Inicialmente a relação entre polinizadores e cultivos agrícolas, esteve diretamente ligada à ação das abelhas do gênero *Apis*, utilizadas em todo o mundo por serem generalistas, influenciam ótimos resultados em ganhos de

produção. Segundo Imperatriz-Fonseca et al. (2012) a utilização das abelhas na agricultura deve seguir alguns critérios relacionados à distribuição geográfica e ao manejo.

Mesmo sendo o Brasil o maior produtor de laranja doce e o maior exportador de suco de laranja concentrado e congelado do mundo, ainda existem muitas lacunas relacionadas aos tratamentos culturais para a melhoria e aumento da produtividade das plantas.

Sabe-se que na cultura da maioria dos citros, não há necessidade de polinização cruzada para a frutificação efetiva por causa da partenocarpia (Futch e Jacson, 2009), entretanto a produção pode aumentar, quando se utiliza insetos polinizadores dentro das plantações como ocorre em pomares da Flórida (WRIGHT, 2007).

De acordo com Spiegel-Roy e Goldschmidt (1996) os frutos partenocárpicos podem ser oriundos de duas estratégias reprodutivas. A primeira por partenocarpia vegetativa quando a formação do fruto não necessita de estímulos externos como ocorre em tangerinas variedade 'Okitsu'. A segunda é a partenocarpia estimulativa, e neste caso, para ocorrer a frutificação efetiva é necessário o estímulo externo para ocorrer a polinização e conseqüentemente a germinação do pólen, desenvolvimento do tubo polínico, mesmo sem ocorrer a fertilização do ovário. Este processo ocorre naturalmente em tangerinas variedade 'Clementina' e pode ocorrer em outros citros como nas laranjas doces.

Considerando a partenocarpia estimulativa, as abelhas são os insetos mais importantes para a polinização de citros, sendo *Apis mellifera* até então considerada a mais importante.

Malerbo-Souza et al. (2003) concluíram que o inseto mais frequente nas flores de laranja (*Citrus sinensis*) variedade 'Pera Rio' foi *A. mellifera*. Segundo os mesmos autores, em todos os horários avaliados as flores apresentavam-se igualmente disponíveis para a polinização. *A. mellifera* coletaram mais néctar (94,40%) do que pólen (5,60%) e que a porcentagem de fecundação das flores foi maior (57,40%) naquelas visitadas pelas abelhas, do que as não visitadas. Os autores acrescentaram ainda que, as flores visitadas produziram maior quantidade de frutos (aumento de 35,30%), frutos mais pesados (180,2g), mais doces (1,164g de ácido cítrico/100g de amostra) e com maior número médio de

sementes por gomo (uma semente/gomo), do que as flores não visitadas pelos insetos.

Gamito e Malerbo-Souza (2006) verificaram que *A. mellifera* foi o inseto mais frequente nas flores de outra variedade de *C. sinensis* (laranja doce), coletou mais néctar do que pólen. Houve um aumento na porcentagem de frutificação das flores da laranjeira, com a presença das abelhas. Os frutos que receberam a visita das abelhas foram maiores, mais doces e com maior quantidade de vitamina C do que aqueles que não receberam a visita.

Abelhas e a polinização de cultivos

Geralmente as abelhas do gênero *Apis* são amplamente utilizadas no manejo da polinização de culturas, pois a sua criação (Apicultura) é difundida em todo o globo, embora o foco principal ainda não seja a polinização e sim a produção de mel. Os Estados Unidos e o Canadá foram os pioneiros na utilização ampla desses polinizadores na expansão da agricultura e posteriormente utilizaram também espécies de abelhas solitárias em culturas específicas como a alfafa, a amêndoa e a maçã (BOSCH e KEMP, 2001; PITTS-SINGER e CANE, 2011).

Em países europeus como a Holanda e a Bélgica, a utilização de abelhas de maior porte como algumas espécies de *Bombus*, em condições controladas em estufas, obteve sucesso em cultivos agrícolas, embora houvesse alguma resistência por pesquisadores e alguns produtores pelo fato da introdução de espécies exóticas apresentarem problemas a médio e longo prazo, além do mais essa criação e distribuição se concentram nas grandes empresas (VELTHUIS e VAN DOORN, 2006).

Alguns estudos relataram ganhos na produção de culturas pela ação das abelhas do gênero *Apis*, como o ganho de 14% para a cultura do café (De Marco e Coelho, 2004), o aumento de 53% na produção de canola (Duran et al., 2010) e o aumento de 5% na produção da mamona (Rizzardo et al., 2008; Venturieri et al., 2005) verificaram que o açazeiro é completamente dependente da ação de abelhas polinizadoras para a produção dos frutos, não apenas por *Apis*, mas por outras espécies de abelhas solitárias e por meliponíneos. Outros estudos

apontam esta espécie como a mais abundante na visita das flores de diversas culturas, como em cucurbitáceas (Minussi e Alves-dos-Santos, 2007) e *Glicidia sepium* (Jacq.) Stend (Carvalho et al., 2009).

É crescente a utilização de abelhas do gênero *Apis* na polinização de várias culturas agrícolas, tais como o tomate (HIGO et al., 2004); o pimentão (CRUZ et al., 2005); a abóbora (MINUSSI e ALVES-DOS-SANTOS, 2007); a canola (DURAN et al., 2010); a berinjela e da couve-flor (WOLFF et al., 2008) e muitas outras culturas.

Entretanto, existem algumas limitações na utilização das abelhas do gênero *Apis*, entre elas está a agressividade e o manejo das colônias. Neste contexto a utilização de abelhas sociais sem ferrão é uma importante estratégia de utilização de abelhas nativas e mansas na polinização de culturas agrícolas.

Segundo Michener (2007) e Camargo e Pedro (2007), as abelhas sem ferrão (meliponíneos) que ocorrem em regiões tropicais e subtropicais correspondem ao grupo de maior diversidade dentre as abelhas sociais.

Muitos trabalhos já foram desenvolvidos utilizando abelhas sem ferrão para a polinização de diversas culturas em campo ou em casa de vegetação, dentre os quais: *Melipona subnitida* na cultura do pimentão (CRUZ et al., 2005); *Tetragonisca angustula* na cultura do morango (MALAGODI-BRAGA e KLEINERT, 2004; ANTUNES et al., 2007), *Melipona seminigra merrillae* em plantio de guaraná (ANTONIO, 1986), *Melipona quadrifasciata* na cultura do tomate (DEL-SARTO et al., 2005; HIKAWA e MIYANAGA, 2009) *A. mellifera*, *Melipona seminigra* e *Scaptotrigona* sp. na cultura do guaraná (FERREIRA, 2002), *Trigona spinipes* na cultura da cebola híbrida (LORENZON et al., 1993), *Scaptotrigona* aff. *depilis* e *Nannotrigona testaceicornis* na cultura do melão (DOS SANTOS et al., 2008).

Não foram encontrados trabalhos utilizando a espécie *Melipona scutellaris*, também chamada de abelha uruçú, como polinizador em culturas agrícolas. Contudo, em se tratando de uma abelha “sem ferrão”, mansa, de tamanho favorável à polinização de diversas culturas, características desejáveis para a criação racional, esta espécie poderia ser também utilizada em programas de polinização. Além disso, estudos realizados no Recôncavo da Bahia demonstram que esta espécie visita diversas espécies de interesse econômico, entre as quais

diversas fruteiras (CARVALHO et al., 2001; MACHADO e CARVALHO, 2006; RAMALHO et al., 2007; COSTA et al., 2009; ANDRADE et al., 2009; e CLARTON, 2012).

Desta forma, considerando a importância da cultura de *Citrus sinensis* variedade 'Pera Rio' para a Bahia, o presente trabalho propôs a utilização de novas estratégias para o manejo de polinizadores desta fruteira de importância econômica em todo o mundo, e disponibilização de nova técnica de manejo de polinizadores, através do adensamento de espécies de abelhas com enfoque em tecnologia de manejo de *M. scutellaris*. Os estudos foram conduzidos com a intenção de confirmar os aspectos da biologia floral (anatomia floral; viabilidade e germinação polínica; disponibilidade e composição do néctar e visitantes florais); raio de ação de *M. scutellaris*; aspectos da Interação abelha-planta e caracterização dos frutos produzidos com visitação de *M. scutellaris*.

Visando sua organização, o trabalho foi dividido em três etapas, as quais estão descritas nos seguintes capítulos:

Capítulo 1: Biologia da polinização de *Citrus sinensis* variedade 'Pera Rio' em uma área do Recôncavo Baiano;

Capítulo 2: Raio de voo de *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 (Hymenoptera: Apidae);

Capítulo 3: Influência da polinização por *Melipona scutellaris* e *Apis mellifera* na qualidade dos frutos de *Citrus sinensis* variedade 'Pera Rio'.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J.P.; COSTA, S.N.; SANTANA, A.L.A.; SANTOS, P.C.; ALVES, R.M. de O.; CARVALHO, C.A.L. de. Perfil polínico do mel de *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 (Hymenoptera: Apidae) proveniente de colônias instaladas em área de agricultura familiar na Bahia. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, p. 636-640, 2009.

ANTONIO, I. C. Preferência das abelhas *Melipona seminigra merrillae* Cockerell instaladas em um plantio de guaraná (*Paullinia cupana* H.B.K. Var. *sorbilis*) na coleta de pólen. In: ENCONTRO DE PESQUISADORES DA AMAZÔNIA, 5, 1986, Manaus. **Anais...** Manaus: FUA, p. 104. 1986.

ANTUNES, O. T.; CAVALETE, E. O.; ROCHA, H. C.; NIENOW, A. A.; CECCHETTI, D.; R., E.; MARAN., R. E. Yield of strawberry cultivars pollinized by jatai bees under protected environment. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 1, p. 94-99, 2007.

ASSOCITRUS. Informativo da Associação Brasileira de Citricultores, n. 37, p 03-04, 2011.

BLAZEK, J. Pollination of single-cultivar blocks of apple cv. Golden Delicious. **Acta Horticulturae**, v. 423, p. 95-102, 1996.

BOSCH, J; KEMP, W. P. **How to manage the blue orchard bee: as an orchard pollinator**. Washington, DC: Sustainable Agriculture Network, 2001. 98 p.

BOSCH, J., KEMP, W. P.; TROSTLE, G. E. Bee population returns and cherry yields in an orchard pollinated with *Osmia lignaria* (Hymenoptera: Megachilidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 99, n. 2, p. 408-413, 2006.

BREEZE, T. D. Valuing UK Pollination Services; PhD Thesis, University of Reading. Londres, 2012.

BREEZE, T. D.; BAILEY, A. P.; BALCOMBE, K. G.; POTTS, S. G. Pollination Services in the UK: How Important are honeybees? **Agriculture Ecosystems and Environment**, v. 142, n. 3-4, p. 137-143, 2011.

CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M. Notas sobre a bionomia de *Trichotrigona extranea* Camargo & Moure (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, n. 1, p. 72-81, jan./mar. 2007.

CANE, J. H. Pollinating Bees (Hymenoptera: Apiformes) of U.S. Alfalfa Compared for Rates of Pod and Seed Set. **Journal of Economic Entomology**, v. 95, n. 1, p. 22-27, 2002.

CARVALHO, C.A.L. de; MORETI, A.C. de C.C.; MARCHINI, L.C.; ALVES, R.M. de O.; OLIVEIRA, P.C.F. de. Pollen spectrum of honey of "uruçu" bee (*Melipona scutellaris* Latreille, 1811). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n.1, p. 63-67, 2001.

CARVALHO, C. A. L.; OLIVEIRA, G. A.; OLIVEIRA, M. M.; SANT'ANNA, Y. P.; MACHADO, C. S. Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes das flores de *Gliricidia* no Recôncavo baiano. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 33, n. 2, p. 606-610, 2009.

CHIARI, W. C.; DE TOLEDO, V. D. A.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; RUVOLLO-TAKASUSUKI, M. C. C.; DE TOLEDO, T. C. S. D. A.; LOPES, T. D. Pollination by *Apis mellifera* in transgenic soy (*Glycine max* (L.) Merrill) Roundup Ready (TM) cv. BRS 245 RR and conventional cv. BRS 133. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 2, p. 267-271, 2008.

CLARTON, L. Caracterização dos méis de *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 (Hymenoptera: Apidae) da região do Recôncavo da Bahia. 73 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2012.

COSTA, S.N.; ANDRADE, J.P.; SANTANA, A.L.A.; SANTOS, P.C.; ALVES, R.M. de O.; CARVALHO, C.A.L. de. Perfil polínico da carga de pólen transportada por *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 (Hymenoptera: Apidae) proveniente de colônias instaladas em áreas de agricultura familiar na Bahia. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, p. 1804-1807, 2009.

CRUZ, D. O.; FREITAS, B. M.; SILVA, L. A. Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 12, p. 1197-1201, 2005.

DAG, A.; ESIKOWITCH, D. Ventilation of greenhouses increases honey bee foraging activity on melon, *Cucumis melo*. **Journal of Apicultural Research**, v. 38, p. 169-175, 1999.

DAFNI, A.; KEVAN, P. G.; HUSBAND, B. C. **Practical pollination biology**. Cambridge: Enviroquest Ltd. 2005. 590 p.

DEGRANDI-HOFFMAN, G.; CHAMBERS, M. Effects of honey bee (Hymenoptera: Apidae) foraging on seed set in self-fertile sunflowers (*Helianthus annuus* L.). **Environmental Entomology**, v. 35, n. 4, p. 1103-1108, 2006.

DEL SARTO, M. C. L.; PERUQUETTI, R. C.; CAMPOS, L. A. O. Evaluation of the Neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. **Journal of Economic Entomology**, v. 98, n. 2, p. 260-266, 2005.

DE MARCO, P. J.; COELHO, F. M. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures pollination and production. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, n. 7, p. 1245-1255, 2004.

DIMOU, M.; TARAZA, S.; THRASYVOULOU, A.; VASILAKAKIS, M. Effect of bumble bee pollination on greenhouse strawberry production. **Journal of Apicultural Research**, v. 47, n. 2, p. 99-101, 2008.

DOS SANTOS, S. A. B.; ROSELINO, A. C.; BEGO, L. R. Pollination of Cucumber, *Cucumis sativus* L. (Cucurbitales: Cucurbitaceae), by the Stingless Bees *Scaptotrigona* aff. *depilis* Moure and *Nannotrigona testaceicornis* Lepeletier (Hymenoptera: Meliponini) in Greenhouses. **Neotropical Entomology**, v. 37, p. 506-512, 2008.

DURÁN, X. A.; ULLOA, R. B.; CARRILLO, J. A.; CONTRERAS, J. L.; BASTIDAS, M.T. Evaluation of yield component traits of honeybee pollinated (*Apis mellifera* L.) Rapeseed canola (*Brassica napus* L.). **Chil. J. Agr. Res.**, v. 70, n. 2, p. 309-314, 2010.

FERRARO, A. E.; PIO, R. M.; AZEVEDO, F. A. Influência da polinização com variedades de laranja-doce sobre o número de sementes de tangelo Nova. **Revista Brasileira de Fruticultura** [online], v. 28, n. 2, p. 244-246, 2006.

FERREIRA, M. N. Polinização dirigida em guaranazal cultivado utilizando-se abelhas *Apis mellifera*, *Melipona seminigræ* *Scaptotrigona* sp. 2002. 105 f. **Tese** (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

FREITAS, J. N.; PINHEIRO, J. N. Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectiva de manejo para os agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 266-281, 2010.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. A importância econômica da polinização. **Mensagem Doce**, n. 80, p. 44-46. 2005.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Economic value of Brazilian cash crops and estimates of their pollination constrains. In: Food and Agriculture Organization (FAO) report 02, Agreement. **Economic value of pollination and pollinators**. São Paulo: Fundação da Universidade de São Paulo (FUSP), 2004. 64 p.

FUTCH, S. H.; JACKSON, L. K. Cross-pollination planting plants. University of Florida - IFAS Extension, p. 1-2, 2009.

GALLAI, N.; SALLES, J.; SETTELE, J.; VAISSIERE, B. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollination decline. **Ecological Economics**, v. 68, p. 810-821. 2009.

GAMITO, L. M.; MALERBO-SOUZA, D. T. Visitantes florais e produção de frutos em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 28, n. 4, p. 483-488, 2006.

HABIBE, T. C.; NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, J. E. B.; VIDAL, C. A. Controle biológico da larva minadora dos citros na Bahia. **Bahia Agricola**, v. 8, n. 1, 2007.

HIGO, H. A.; RICE, N. D.; WINSTON, M. L. LEWIS, B. Honey bee (Hymenoptera: Apidae) distribution and potential for supplementary pollination in commercial tomato greenhouse during winter. **Journal of Economic Entomology**, v. 97, n. 2, p. 163-170, 2004.

HIKAWA, M.; MIYANAGA, R. Effects of pollination by *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) on tomatoes in protected culture. **Applied Entomology and Zoology**, v. 44, n. 2, p. 301-307, 2009.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A. A.; SARAIVA, A. M. Polinizadores e Polinização. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A.; MAURO, S. A. (Org.). **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: EDUSP, 2012. 448 p.

KLEIN, A. M.; VAISSIERE, B. E.; CANE, J.H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proc. R. Soc. Biol. Sci.**, v. 274, n. 1608, p. 303-313, 2007.

LORENZON, M. C. A.; RODRIGUES, A. G.; SOUZA, J. R. G. C. Comportamento polinizador de *Trigona spinipes* (Hymenoptera: Apidae) na floração da cebola (*Allium cepa* L.) híbrida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 217-221, 1993.

MACCAGNANI, B.; LADURNER, E.; SANTI, F; BURGIO, G. *Osmia cornuta* (Latreille) (Hymenoptera: Megachilidae) as a pollinator of pear (*Pyrus communis* L.): fruit- and seed-set, **Apidologie**, v. 34, p. 207–216, 2003.

MACHADO, C.S.; CARVALHO, C.A.L. de. Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes dos capítulos de girassol no recôncavo baiano. **Ciência Rural**, v. 36, n.5, p. 1404-1409, 2006.

MACHADO, C.S.; CARVALHO, C.A.L. de ; OLIVEIRA, P.B. de. Influência da Polinização na Qualidade dos Frutos de Aceroleira. **Magistra**, v. 25, p. 24-29, 2013.

MALAGODI BRAGA, K. S.; KLEINERT, A. M. P. Could *Tetragonisca angustula* Latreille (Apinae, Meliponini) be effective as strawberry pollinator in greenhouses? **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 55, n. 7, p. 771-773, 2004.

MALERBO-SOUZA, D. T.; HALAK, A. L. Polinização das laranjeiras. In: PINTO, A. S.; ZACCARO, R. P. (Org.). **Produção de mudas e manejo fitossanitário dos citros**. Piracicaba: CP2, 2008, cap. 7, p. 125-133.

MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H.; COUTO, L. A. Polinização em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-Rio). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. [online], v. 40, n. 4, p. 237-242, 2003.

MANICA, I. **Fruticultura tropical 4: banana**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1997. 485 p.

MANICA, I. **Fruticultura tropical 3: mamão**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres Ltda. 1982. 255 p.

MANNING, R; SAKAI, H.; EATON, L. Methods and modifications to enhance the abundance of pollen on forager honey bees (*Apis mellifera* L.) exiting from beehives: implications for contract pollination services. **Australian Journal of Entomology**, v. 49, n. 3, p. 278-285, 2010.

MICHENER, C. D. **The bees of the world**. 2. ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2007. 953 p.

MINUSSI, L. C.; ALVES-DOS-SANTOS, I. Abelhas nativas vesus *Apis Mellifera* Linnaeus, espécie exótica (Hymenoptera: Apidae). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, p. 58-62, 2007. Supplement 1.

NEVES, M. F.; JANK, M. S.; LOPES, F. F.; TROMBIN, V. G.; FAVA, B. B.; BRUGNARD, R. **Perspectiva da cadeia produtiva da laranja no Brasil: agenda 2015**. Instituto de Estudos do Comércio e Negociações Internacionais. São Paulo: Markestrar. 2006.

NOGUEIRA-NETO, Paulo. **A Criação de Abelhas Indígenas sem Ferrão**. São Paulo: Tecnapis, 1997, 365 p.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT S. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos**, v. 120, n. 3, p. 321-326, 2011.

PHILLIPS, R. L.; GOLDWEBER, S.; CAMPBELL, C. W.; BALERDI, C. F.; CRANE, J. H. El limon criollo en Flórida. University of Florida - IFAS Extension, p. 1-3, 2009.

POTTS, S. G.; BIESMEIJER, J. C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P. SCHWEIGER, O.; KUNIN, W. E. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 25, n. 6, p. 345-353, 2010.

PITTS-SINGER, T. L.; CANE J. H. The alfalfa leafcutting bee, *Megachile rotundata*: The world's most intensively managed solitary bee. **Annual Review of Entomology**. v. 56, p. 221-237, 2011.

RAMALHO, M.; SILVA, M.D.; CARVALHO, C.A.L. Dinâmica de uso de fontes de pólen por *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae): uma análise comparativa com *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), no Domínio Tropical Atlântico. **Neotropical Entomology**, v. 36, p. 38-45, 2007.

RASMUSSEN, C.; NIEH, J.; BIESMEIJER, J. C. Foraging biology of neglected bee pollinations. **Hindawi publishing corporation psyche**, v. 2010, p. 1-2, 2010.

RIZZARDO, R. A. G.; FREITAS, B. M.; MILFONT, M. O.; SILVA, E. M. S. A polinização de culturas agrícolas com potencial para produção de biodiesel: um estudo de caso com a mamona (*Ricinus communis* L.). In VIII ENCONTRO SOBRE ABELHAS, FUNPEC, Ribeirão Preto, p. 293-299, 2008. **Anais...**

SANFORD, M. T. Pollination of citrus by honey bees. University of Florida - IFAS Extension, p. 1-6, 2003.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. 1. ed. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte: IDMAR, 2002. 253 p.

SPIRONELLO, A.; USBERTI FILHO, J. A.; SIQUEIRA, W. J.; SOBRINHO, J. T.; HARRIS, M.; BADAN, A. C. C. Potencial de produção de sementes de cultivares e clones de abacaxi visando ao melhoramento genético. **Bragantia**, v. 53, n. 2, p. 177-184. 1994.

VELTHUIS, H. H. W.; VAN DOORN, A. A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. **Apidologie**, v. 37, n. 4, p. 421-451, 2006.

VENTURIERI, G. C., RODRIGUES, S. T.; PEREIRA, C. A. B. As abelhas e as flores do açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart. - Arecaceae). **Mensagem Doce**, n. 80, p. 32-33, 2005.

VENTURIERI, G. C. Caixa para a criação de Uruçu-Amarela *Melipona flavolineata* Friese, 1900. Comunicado Técnico Embrapa Amazônia Oriental, Belém, n. 212, p. 1-8, set. 2008.

VILHENA, A. M. G. F.; AUGUSTO S. C. Polinizadores da aceroleira *Malpighia emarginata* DC (Malpighiaceae) em área de cerrado no triângulo mineiro. **Bioscience Journal**, v.23, p.14-23, 2007. Suplemento 1.

WOLLF, L. F.; REIS, V. A.; SANTOS, R. S. S. Abelhas melíferas: bioindicadores e qualidade ambiental e de sustentabilidade da agricultura familiar de base. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, v. 244, 2008.38 p.

WRIGHT, G. C. Pollination of W. Murcott Afourer Mandarins, **Citrus Research Report**, v.153, p. 12-13, 2007.

CAPÍTULO 1

BIOLOGIA DA POLINIZAÇÃO DE *Citrus sinensis* VARIEDADE 'PERA RIO' EM UMA ÁREA DO RECÔNCAVO BAIANO¹

¹ Artigo a ser ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Revista Brasileira de Fruticultura.

BIOLOGIA DA POLINIZAÇÃO DE *Citrus sinensis* VARIEDADE 'PERA RIO' EM UMA ÁREA DO RECÔNCAVO BAIANO

RESUMO: O cultivo de *Citrus* tem importância econômica para a Bahia, sendo considerado o segundo maior Estado brasileiro produtor de laranja doce. Aspectos relacionados à biologia floral de *Citrus sinensis* foram estudados no presente trabalho, com o objetivo de obter informações da ecologia da polinização na agricultura local. Foram realizados estudos da floração, antese, razão pólen/óvulo, receptividade estigmática, viabilidade e germinabilidade polínica, caracterização do néctar e visitantes florais. A partir dos dados estudados, foram obtidas as seguintes informações: *C. sinensis* floresce em dois períodos anuais (seco e chuvoso), a antese ocorre a partir das 9:00 da manhã com duração de 24 horas, período pelo qual a receptividade do estigma, viabilidade polínica e a secreção de néctar são altamente significativos demonstrando que a espécie também possui características de plantas alogâmicas, *Apis mellifera* se destacou como visitante floral, com um maior número de indivíduos com Frequência Relativa (FR) de 51,08%, *Melipona scutellaris* obteve segundo lugar nas visitas com FR = 23,56%; seguida por *Trigona spinipes* com FR = 17,66%. As duas estações (seca e chuvosa) apresentaram similaridade alta (índice de Morisita = 0,64). *C. sinensis* possui biologia floral favorável à polinização cruzada e as espécies *A. mellifera* e *M. scutellaris* são potenciais polinizadores dessa fruteira nas condições do Recôncavo Baiano. O sistema reprodutivo de *C. sinensis* é misto, sendo favorável à polinização entomófila. Considerando as facilidades de manejo e baixa agressividade, sugere-se a implantação de colônias de *M. scutellaris* diretamente no pomar, visando o incremento da polinização.

Palavras-chave: Apoidea, citricultura; polinização; meliponicultura.

BIOLOGY POLLINATION OF *Citrus sinensis* VAR. PERA RIO IN RECÔNCAVO BAIANO

ABSTRACT: The cultivation of *Citrus* has economic importance for Bahia, being it considered the second largest state producer of sweet orange in Brazil. Aspects related to the floral biology of *Citrus sinensis* were studied in this work, with the purpose of obtaining information about the pollination ecology in local agriculture. Studies of flowering, anthesis, pollen/ovule ratio, stigmatic receptivity, pollen viability and germinability characterization of nectar and floral visitors were performed. From the studied data, the following information was obtained: *C. sinensis* flowers in two (dry and wet) year periods, anthesis occurs from 9:00 hours lasting 24 hours, period for which the stigma receptivity, pollen viability and secretion of nectar are highly significant showing that the species also has characteristics of allogamous plants; *Apis mellifera* is highlighted with a greater number of individuals with Relative Frequency (RF) was 51.08%, *Melipona scutellaris* got second place in visits with RF = 23.56%, followed by *Trigona spinipes* with RF = 17.66%. The two (dry and wet) stations showed high similarity (Morisita index = 0.64). *C. sinensis* has floral biology favorable to cross-pollination and the species *A. mellifera* and *M. scutellaris* are potential pollinators of fruit trees in the Reconcavo Baiano. The reproductive system of *C. sinensis* is mixed, being favorable to entomophilous pollination. Considering the ease of handling and low aggressiveness, It is suggested the deployment of colonies of *M. scutellaris* directly in the orchard, aiming to increase pollination.

Keywords: *Citrus*, pollination, beekeeping.

INTRODUÇÃO

Citrus são plantas perenes, originárias de regiões subtropicais e tropicais (Weber, 1982), sendo considerado o principal gênero de fruteiras da família Rutaceae. Essas fruteiras podem se adaptar a diferentes condições climáticas e por isso são cultivadas em diversas regiões do mundo (SPIEGEL-ROY e GOLDSCHMIDT, 1996; SOUZA e LORENZI, 2005; PASSOS, 2010).

Segundo a Associação Brasileira de Citricultores (2011), o Brasil é considerado o segundo maior país produtor de frutos cítricos, sendo São Paulo responsável por 81,3%, seguidos pelo Rio de Janeiro com 3,9% e Bahia com 2,7% da produção nacional. Vários estudos já foram desenvolvidos na busca do manejo mais adequado para a citricultura (ALMEIDA e PASSOS, 2011). Entretanto existem limitações nos estudos relacionados à polinização da cultura principalmente no que diz respeito ao ganho real na produção de frutos quando polinizados por insetos, mais especificamente por abelhas (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012). A escassez de estudos relacionados à polinização de citros pode estar relacionado a característica peculiar desse gênero: autofecundação e a partenocarpia (ALMEIDA e PASSOS, 2011). Porém, nos estudos realizados por Gamito e Malerbo-Souza (2006); Malerbo-Souza et al., 2003; Sanford (2003); Wright (2007); Ferraro et al. (2006); Futch e Jackson (2009), foi observado ganhos reais na produção de frutos (tamanho) quando as flores são polinizadas pelas abelhas.

Segundo Sanford (2003) a polinização cruzada na cultura citrícola e em várias outras culturas, ocorre tanto pela ação do vento quanto pela ação de insetos. Dentre esses últimos estão as abelhas, principalmente as do gênero *Apis* (RASMUSSEN et al., 2010).

O estudo da biologia floral é uma condição básica para a análise das interações entre pólen e estigma, flores e polinizadores associados ao sucesso reprodutivo das espécies vegetais (DAFNI et al., 2005; MAUES et al., 2012). Tamanho, morfologia, cor, odor e antese são dados florais utilizados no estudo de culturas agrícolas, por revelarem não apenas a relação planta-polinizador, mas também como se dá o sucesso reprodutivo (KEARNS E INOUE 1993; GALETTO e BERNARDELLO, 2004; DAFNI et al., 2005; KEVAN et al., 2007).

A compreensão da biologia da polinização das angiospermas é fundamental para esclarecer os fenômenos associados à formação das sementes e frutos (FEAGRI e VAN DER PIJL, 1979; DAFNI et al., 2005; COUTO e COUTO, 2006; RAVEN et al., 2007).

Embora os insetos tenham contribuído para a evolução da reprodução das plantas, sendo até a atualidade os principais responsáveis pela polinização, ainda existem algumas barreiras dentro desses processos, tais como, a hercogamia (as estruturas reprodutivas da flor estão posicionadas de modo que não favorecem a autofecundação); a protandria (deiscência das anteras antes da receptividade do estigma); a protoginia (receptividade do estigma antes da liberação do pólen); e a inviabilidade polínica (má formação dos grãos de pólen no microsporângio) (BITENCOUTH JR. e SEMIR, 2005; DAFNI et al., 2005; RAVEN et al., 2007).

Outro aspecto importante a ser avaliado em estudos da biologia reprodutiva está relacionado com os visitantes florais. Segundo Freitas (1997), o levantamento destes, determina a população de espécies nativas, bem como pode apontar estratégias ideais para o adensamento e manejo de colônias em cultivos de interesse econômico.

Neste contexto, este trabalho teve por objetivo contribuir para o conhecimento da biologia da polinização da laranjeira (*Citrus sinensis*), variedade 'Pera Rio', estudando aspectos de sua biologia da polinização, visando encontrar visitantes que atuam como polinizadores potenciais na região do Recôncavo Baiano e a maior produção de frutos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados na Estação Experimental de Fruticultura Tropical da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola- EBDA localizada no Município de Conceição do Almeida-Bahia (12°48'45" S; 39°15'20" W), sendo o clima, de acordo a Thomthwaite, do tipo C1, seco e subúmido; o solo é classificado como argisolo amarelo (Figura 1). A área é caracterizada pela presença de fragmentos de Mata Atlântica nos sentidos Norte e Leste; pela extensa área composta de bancos de germoplasma de fruteiras brasileiras e

exóticas e em seu entorno; em todos os sentidos (Norte, Sul, Leste e Oeste) existe uma área de agricultura familiar e de pastagens.



Figura 1. Localização da área experimental em Conceição do Almeida-Bahia.

O estudo foi desenvolvido em um pomar de *C. sinensis* variedade 'Pera Rio' de seis anos de idade em uma área plantada de 5 000 m². O estudo abrangeu as seguintes avaliações:

Morfologia floral: o início e duração do florescimento foram acompanhados através de observações periódicas feitas no campo pela equipe de trabalho. Um total de 40 flores de 300 plantas foram escolhidas aleatoriamente e avaliadas quanto à morfologia e estruturas anatômicas seguindo a metodologia de Vidal e Vidal (2006) que consiste na dissecação das flores e a descrição morfológica dos detalhes das peças florais.

Antese: foram marcadas 40 flores em pré-antese escolhidas ao acaso em estágio de botão às 17:00 do dia anterior às observações. A partir das 6:00 da manhã do dia seguinte, as flores foram observadas de hora em hora para a determinação do início da antese até a senescência das pétalas.

Receptividade do estigma: foram selecionadas ao acaso 40 flores e seus estigmas foram avaliados quanto à duração da receptividade a cada 4 horas ao longo da duração da antese. Foram aplicadas duas gotas de Peróxido de Hidrogênio sobre a superfície estigmática e com uma lupa de dedo foram observadas a formação de bolhas pela ação da peroxidase (DAFNI et al., 2005).

Razão pólen/óvulo: foi determinada conforme metodologia de Cruden (1977), consistindo na maceração das anteras, centrifugação e contagem total por microscopia, dos grãos de pólen liberados. Os óvulos foram retirados dos ovários e contados com o auxílio de uma lupa. Foram realizadas 10 repetições para a obtenção da média de óvulos e grãos de pólen total.

Viabilidade polínica (método colorimétrico): o pólen de 40 flores foi retirado de flores em estágio inicial da antese, com repetições a cada 4 horas ao longo da duração da antese. Foram testados 4 tipos de corantes (carmim acético, vermelho neutro, azul de Evans e azul de anilina). A análise consistiu na visualização dos grãos de pólen corados (viáveis) e não corados (inviáveis). Foram realizadas a leitura de 10 lâminas por horário, sendo contados 100 grãos de pólen escolhidos ao acaso por lâmina perfazendo um total de 1.000 grãos contados e avaliados por hora (ALMEIDA et al., 2005; DAFNI et al., 2005; RIBEIRO, 2007).

Viabilidade polínica (método da germinação): o pólen de 40 flores foi retirado em estágio inicial da antese, com repetições a cada 4 horas ao longo da duração da antese. Foram testados 2 tipos de meios de cultura (solução básica composta de ágar, e sacarose a 10% e meio MS padrão). A análise consistiu na visualização dos grãos de pólen com tubo polínico de tamanho igual ou superior a seu tamanho (germinado) e pólen não germinado. Foram realizadas leituras de 10

lâminas por horário, sendo contados 100 grãos de pólen escolhidos ao acaso por lâmina perfazendo um total de 1.000 grãos contados e avaliados por hora (MURASHIGE e SKOOG, 1962; ALMEIDA et al., 2005; DAFNI et al., 2005; RIBEIRO, 2007).

Néctar: Para o desenvolvimento deste trabalho, utilizou-se a metodologia descrita por Dafni et al. (2005), compreendendo a marcação de 40 botões florais 1 hora antes da antese. Os botões foram marcados e envolvidos com saco de voil branco para evitar a interferência de visitantes florais. O néctar foi recolhido com tubo microcapilar com precisão de 2µl e o volume foi aferido com paquímetro digital. O Brix foi avaliado utilizando refratômetro manual, cuja conversão dos índices de refração em uma concentração de açúcares foi dada pela equação $Y = 0.00226 + (0.00937 X) + (0.0000585 X^2)$, onde “X” é a leitura do refratômetro e “Y” são os mg de açúcar por µl para serem utilizados na determinação da concentração de mg de açúcares. O néctar foi retirado das flores do início da antese até a senescência das pétalas perfazendo um total de 7 retiradas por flor. As amostras de néctar de 40 flores correspondentes aos horários anteriores foram derramadas em discos de papel Watman nº 2 e encaminhadas ao laboratório de Ecologia e Fisiologia Vegetal da Universidade de Córdoba, Córdoba - Argentina para a realização da avaliação da composição de açúcares, segundo metodologia de Galetto e Bernardello (2004).

Visitantes florais: a avaliação dos visitantes florais foi realizada por meio de coleta por rede entomológica, onde foram traçados dois transectos de 100 metros cada, em duas fileiras do pomar de laranja com coleta a cada uma hora, com 30 minutos de duração cada, uma vez por período (um dia de cada mês de 06:00 às 18:00), compreendendo os meses de junho de 2011 a junho de 2013. As abelhas coletadas foram sacrificadas em câmara mortífera, montadas e encaminhadas para identificação pelo Laboratório de Bionomia, Biogeografia e Sistemática de Insetos (BIOSIS) da Universidade Federal da Bahia, onde os espécimes estão depositados.

Sistema reprodutivo: para o estudo do sistema reprodutivo adaptou-se a metodologia de Dafni et al. (2005). Foram escolhidos e marcados aleatoriamente, 120 botões florais de mesma largura e comprimento, aferidos com paquímetro digital de 40 plantas do pomar. Os tratamentos foram: autopolinização espontânea (T1); polinização livre (T2) e polinização cruzada manual (T3). Na polinização livre, 40 botões florais foram marcados no dia anterior à antese. No tratamento T1, 40 botões foram marcados e envolvidos com saco de voil, no dia anterior à antese. As flores permaneceram ensacadas por 48 horas. No tratamento T3 foram marcados 40 botões de mesmo tamanho, um dia antes da antese. As anteras de flores de plantas diferentes foram retiradas manualmente e tocadas nos estigmas das flores marcadas. Estas foram novamente ensacadas por 48 horas.

Todas as flores submetidas aos testes de polinização foram avaliadas após oito dias para a verificação da formação e persistência dos frutos. Os frutos foram colhidos 120 dias após a polinização para avaliação do peso, do diâmetro e da formação de sementes. Após a análise física (peso, diâmetro e nº de sementes) dos frutos, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram analisados pelos programas estatísticos SISVAR 5.1 (FERREIRA, 2011) e SAS 4.1.

Polinização pelo vento: para avaliar a polinização anemófila, foram instalados 5 armadilhas do tipo “megaestigmas”, conforme metodologia de Dafni et al. (2005) que consiste em capturar grãos de pólen dispersos pelo vento através de lâminas adesivas fixadas denominadas “traplets”. As armadilhas foram montadas aleatoriamente no pomar de *C. sinensis* (variedade ‘Pera Rio’) com distância mínima de 15 m umas das outras (Figura 2). Em cada armadilha foram amostrados 12 “traplets” com quatro furos cada, com a parte autocolante exposta ao vento. As armadilhas permaneceram no pomar durante todo o período da florada e as lâminas foram removidas e repostas duas vezes. As lâminas foram levadas para o Núcleo de Estudo dos Insetos - INSECTA/UFRB, para identificação e contagem dos grãos de pólen.

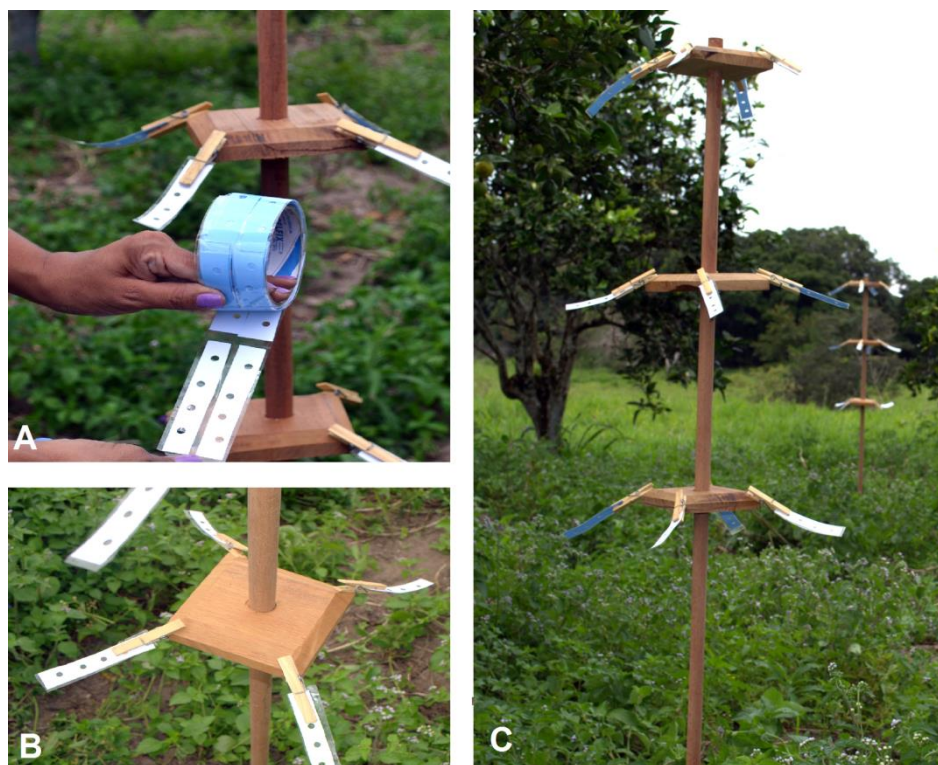


Figura 2. Armadilhas tipo “megaestigmas” para amostragem de grãos de pólen transportado pelo vento. A: montagem; B: detalhe dos “traplets”; C: armadilhas montadas dentro do pomar de *Citrus sinensis*. Conceição do Almeida-BA, 2013. (Foto: Acervo Insecta).

Análise de dados

Os dados de viabilidade polínica obtidos foram submetidos à análise de variância e os efeitos dos corantes foram comparados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se para a realização dos testes o programa GENES (CRUZ, 2001). Para verificar o efeito do percentual de viabilidade pelos corantes utilizados foi realizada a análise de regressão pelo Programa SISVAR. Para analisar os valores de concentração de açúcar, Brix, Sacarose, Frutose, Glicose e mg de açúcares foi utilizado o teste Kruskal-Wallis, $\alpha=0,05$.

Foi realizado o cálculo de Frequência, a qual foi determinada pela participação percentual do número de indivíduos de cada espécie de abelhas, em relação ao total contado; a Constância foi calculada por meio da porcentagem de ocorrência das espécies no levantamento (SILVEIRA NETO et al., 1976). Uma

determinada espécie foi considerada dominante quando seu limite inferior (Li) foi maior que o inverso do número total de espécies quando multiplicado por 100 (SAKAGAMI et al. 1967). Foi também realizada o cálculo do índice de similaridade de Morisita entre os períodos de coleta, estação seca e estação chuvosa.

Para a avaliação dos frutos resultantes dos testes de sistemas reprodutivos, foi realizada a análise de variância e o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade com o auxílio dos programas estatísticos SISVAR 5.1 (Ferreira, 2011) e SAS 4.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização do florescimento

Houve florescimento expressivo de *Citrus sinensis* em quatro períodos: (setembro a outubro de 2011; fevereiro a abril de 2012; setembro a outubro de 2012 e fevereiro a abril de 2013). Nesses períodos, a floração se estendeu pelos meses subsequentes devido a irrigação constante da área. Koller (1994) definiu que a floração de citros em climas tropicais pode ocorrer durante todas as estações anuais. No Sul do Brasil alguns trabalhos definiram o mês de setembro para a floração (TONIETTO e TONIETTO, 2005; VITTI et al., 2003). Para o Estado de São Paulo, primeiro produtor nacional, a floração foi definida por Di Giorgi (1991) entre os meses de junho a agosto e caso ocorra variação pluviométrica e da temperatura pode haver florações fora desse período. Na Bahia, segundo produtor nacional, existem duas épocas de florescimento compreendendo os meses de setembro e abril (PASSOS et al., 2010).

Morfologia floral

O diagnóstico floral de *C. sinensis* verificou que suas flores são pedunculadas, cíclicas, diclamídeas, heteroclamídeas e hermafroditas. Possuem em média 27 estames, cinco pétalas e sépalas e tem simetria actinomorfa. Sua corola tem duração caduca e o cálice é persistente. A posição relativa do gineceu é hipógina, e a soldagem dos seus estames é em sua maioria dialistêmone com alguns gamostêmone. A ramificação do seu filete é simples, com as anteras livres e dorsifixas, com abertura longitudinal. Estas são do tipo diteca e se abrem de

forma introrsa. Trata-se também de flores do tipo gamocarpelar, pluricarpelar, ovário ínfero com inserção do estilete de forma terminal e estigma indiviso. As informações obtidas estão de acordo com Vidal e Vidal (2006).

Alguns fatores influenciam a alogamia em muitas espécies de citros, como a esterilidade do pólen e dos óvulos e a partenocarpia (CAMERON e FROST, 1968; SOOST e ROOSE, 1996). Em um trabalho realizado por Domingues et al. (1999), com o objetivo de investigar a influencia da polinização e da morfologia floral na frutificação de variedades de laranjas doce foi sugerido que há necessidade de polinização cruzada para a formação de frutos, uma vez que a morfologia das flores indicam alogamia.

A característica principal de plantas associadas à síndrome da melitofilia é a presença de atrativos como o néctar e o pólen. Para Dafni et al. (2005) e Kevan et al. (2007) as flores são as responsáveis em disponibilizar esses atrativos e outras características que acentuam a alogamia, como por exemplo: área para pouso (pétalas), nectários florais e extraflorais com quantidade moderadas de néctar, sendo secretado ao longo da antese e guias para o acesso ao néctar (guias de néctar). Por outro lado, os visitantes também possuem suas peculiaridades, como: forrageamento diurno, olfato desenvolvido, visão desenvolvida (faixas do amarelo ao azul e ultravioleta).

Citrus sinensis é caracterizada como espécie nectarífera, uma vez que possui uma câmara nectarífera com 6,5 mm de diâmetro e a presença de osmóforos como prováveis responsáveis pela liberação de perfume. Diversos trabalhos classificaram *C. sinensis* como planta nectarífera, dentre os quais McGregor (1976), Silveira (1983), Barth (1989), Kerr et al. (1987), Almeida et al. (2003), Couto e Couto (2006) e Wright (2007).

A antese ocorreu a partir das 9:00 da manhã caracterizada pela abertura completa das pétalas com duração de 24 horas. Nesse período o teste da peroxidase foi positivo até o último horário avaliado (24 horas após a abertura floral), caracterizado pela formação de bolhas nas papilas estigmáticas, com média percentual de $95\% \pm 4,24$. Duração da antese similar foi encontrada por Malerbo-Souza e Nogueira-Couto (2002) em flores da mesma espécie. Estes autores verificaram que a duração das flores de três espécies de laranjas é de

aproximadamente 25 horas. Durante todo o período diurno da antese, ocorreram sucessivas visitas de abelhas, vespas, borboletas e beija-flores.

Razão pólen/óvulo

De acordo com Faegry e Pijl (1979), a razão pólen/óvulo é um dos aspectos da biologia floral relacionados ao tipo de polinização, uma vez que a dispersão de grãos de pólen pela flor irá garantir o sucesso reprodutivo, quando esta é manipulada por algum agente. Neste trabalho, a dispersão total de pólen por flor de *C. sinensis* foi estimada em 25.488 grãos e o número de óvulos foi estimado em 90 por flor. Nesse sentido a razão pólen/óvulo é de 2.832:1. De acordo à classificação de Cruden (1977) a razão pólen óvulo é um indicador do sistema reprodutivo das plantas e sugere que a razão pólen/óvulo alta encontrada no presente trabalho é compatível a plantas alógamas. Ainda segundo Cruden, (2000) a longa duração da antese floral e da receptividade estigmática estão diretamente associadas à grande dispersão de pólen e pela alta razão pólen/óvulo.

Viabilidade polínica (método da germinação)

Não houve sucesso no teste de germinabilidade polínica com os dois meios de cultura utilizados, bem como, não foi possível visualizar o crescimento dos tubos polínicos diretamente nos estigmas. Isto pode estar relacionado à possibilidade de baixa fertilidade do pólen ou da metodologia aplicada.

Ramos et al. (2008) realizaram um trabalho de germinação *in vitro* de grãos de pólen de *C. sinensis*, chegando à conclusão que entre os meios testados, àqueles com concentrações de sacarose ajustadas, proporcionaram uma maior germinabilidade do pólen. Lorenzon e Almeida (1997) e Nunes et al. (2001) sugeriram a necessidade do ajustamento de protocolos padrão de meios de cultura para estimar a germinação polínica. Para esses autores, os principais fatores que podem influenciar a baixa germinação *in vitro* é o pH e a concentração de sacarose do meio.

Viabilidade polínica (método colorimétrico)

Os testes de viabilidade polínica em todos os corantes testados proporcionaram a estimativa da fertilidade masculina principalmente no início da antese ($56,5 \pm 1,41$). Nos demais horários testados houve efeito linear decrescente para todos os corantes (carmim acético $R^2= 0,918$; azul de Evans $R^2= 0,9751$; vermelho neutro $R^2= 0,6895$ e azul de anilina $R^2= 0,7966$). Isto significa que à medida que avançam os horários a partir do início da antese ocorre um declínio nas taxas de viabilidade polínica (Figura 4). Os valores de viabilidade corresponderam à: quatro horas após a antese ($54,38 \pm 1,42$); oito horas após a antese ($46 \pm 0,98$); doze horas após a antese ($44 \pm 1,01$); dezesseis horas após a antese ($47 \pm 1,07$); vinte horas após a antese ($39 \pm 0,62$). De acordo às análises estatísticas, no horário da antese (9:00) e em quatro horas após a antese (13:00) não houve diferença significativa entre os corantes carmim acético, azul de Evans e azul de anilina. Já em oito horas após a antese (17:00) não ocorreu diferença estatística entre os corantes carmim acético, azul de Evans e vermelho neutro. Nos demais horários, ocorreram diferenças estatísticas entre todos os corantes testados (Tabela 1).

Tabela 1. Viabilidade polínica de *Citrus sinensis* var. 'Pera Rio' por meio de quatro tipos de corantes.

Corantes	Horários						
	9:00	13:00	17:00	21:00	1:00	5:00	24 h
Carmim acético	70,8 a	55b	50c	46d	44d	38e	22f
Azul de Evans	56 a	53b	47c	43d	41e	38,2e	30g
Vermelho neutro	45b	52 a	32c	41c	37d	34d	37d
Azul de anilina	62 a	55b	61 a	54b	54b	45c	38d

Médias seguidas por letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si de acordo com o teste Scott-Knott $\alpha=0,05$ de probabilidade.

Os corantes utilizados no presente estudo, também foram recomendados por Kearns e Ynouye (1993) (carmim acético); Dafni, et al. (2005) (vermelho neutro); Simonovicová et al. (2004) (azul de Evans) e Dantas et al. (2005) (azul de anilina).

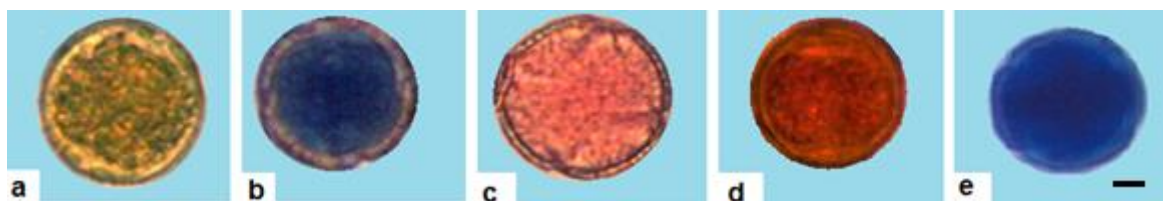


Figura 3. Viabilidade de grãos de pólen de *C. sinensis* por colorimetria: a) grão inivável/não corado; b) grão corado com azul de Evans; c) grão corado com vermelho neutro; d) grão corado com carmim acético e e) grão corado com azul de anilina. Escala: 10 µm. (Foto: Acervo Insecta).

Shivanna e Johri (1992) observaram que as estimativas de viabilidade polínica podem variar entre as espécies e até mesmo entre as amostras de uma mesma espécie ou de um mesmo indivíduo. No caso específico de *Citrus*, Soost e Roose (1996) relataram que a viabilidade polínica pode variar entre as espécies, mas não em uma mesma planta ou mesma espécie e que para analisar o pólen é necessário levar em consideração a característica do gênero, que é a baixa fertilidade masculina.

Weiler (2006) verificou uma estimativa de até 70% de viabilidade polínica em pólen de tangerinas, o que coincide com os dados obtidos neste trabalho. Por outro lado, Cavalcante et al. (2000) encontraram variações na estimativa em 9 a 98% utilizando carmim propiônico no pólen de tangeleiros. Domingues et al. (1999) encontraram viabilidade de até 78,2% em pólen na variedade 'Caipira comum' de laranjas. Brugnara et al. (2011) acharam valores variando de 42% a 70% de viabilidade em variedades de tangerinas (*Citrus* sp.) e laranjas doces (*Citrus* sp.) De acordo com Souza (2002), as taxas encontradas neste trabalho são consideradas como indicação média de viabilidade, o que já era esperado, tratando-se de pólen de citros. Assim, os corantes testados foram eficientes na determinação da estimativa da viabilidade polínica de *C. sinensis*.

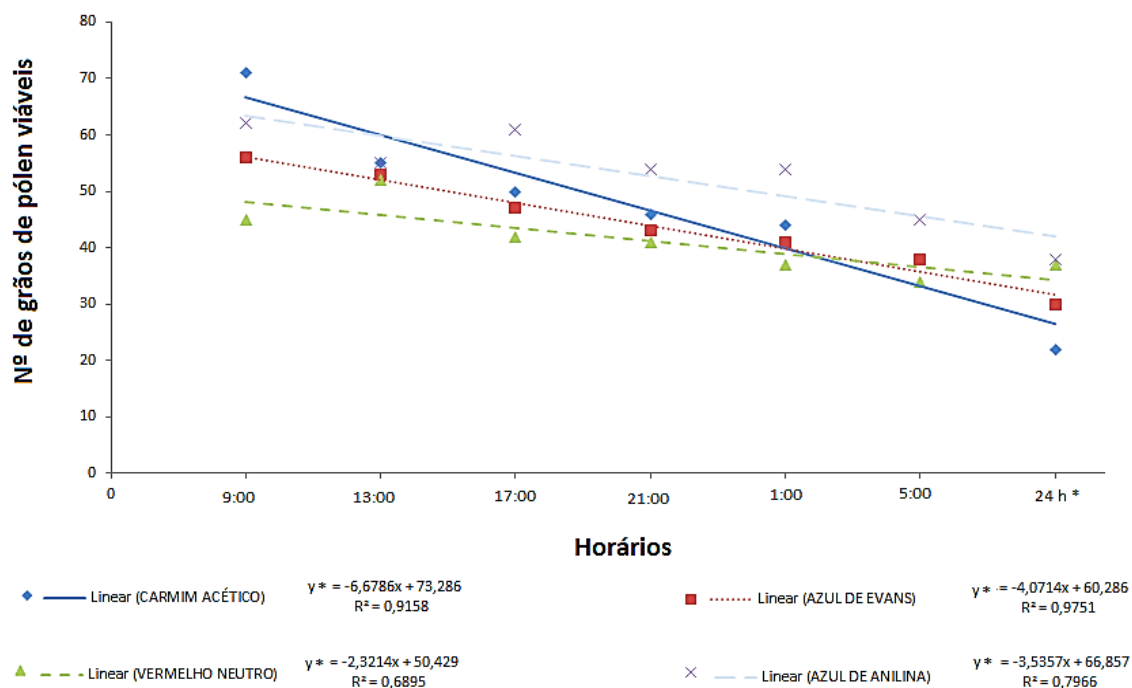


Figura 4. Viabilidade polínica de *Citrus sinensis* var. “Pera Rio” em função do horário após a antese, utilizando diferentes corantes.

Néctar

Neste trabalho, o volume médio de néctar potencial por flor foi de $9,52 \pm 1,56 \mu\text{L}/\text{flor}$. Por outro lado ocorreram diferenças significativas entre as médias do néctar disponível por horário pelo teste de Kruskal-Wallis: $p = 0,0001$, com valores variando entre $20,2 \pm 1,2 \mu\text{L}$ (10:30) e $1,3 \pm 1,1 \mu\text{L}$ (15:30). Logo nas primeiras horas após a antese foi observada uma maior disponibilidade de néctar. Essa disponibilidade caiu no decorrer dos horários subsequentes de coleta (15:50) sendo a secreção retomada nos horários de 17:30 e 24 horas após a antese (Tabela 2). De acordo a Ashworth e Galetto (2002) muitas plantas não repõem o néctar após o meio dia, pois não existem estímulos por parte dos visitantes após as coletas iniciais de pólen e néctar.

Conforme descrito por Santos (1953), os nectários de citros compreendem discos carnosos, hipóginos de coloração amarelo esbranquiçado que se localizam no topo do receptáculo floral, sendo uma peça importante para a sustentação do ovário. Ainda de acordo a Santos (1953), a secreção do néctar pelas plantas é um dos aspectos mais importantes da biologia floral, sendo que a

produção dos açúcares contido nele, dependente tanto dos fatores associados à fisiologia da planta, como dos fatores externos que atuam nelas.

Segundo Dafni et al. (2005), a produção diária de néctar é denominada néctar potencial e o volume disponível em cada visita dos polinizadores às flores denomina-se néctar instantaneamente disponível.

No caso de *C. sinensis*, a secreção de néctar ocorreu até 24 horas após a antese, juntamente com dados positivos relacionados à viabilidade polínica, receptividade do estigma e a visitação por abelhas. Essas visitas constantes durante o dia pode ocasionar a continuidade da produção de néctar, só finalizando quando da senescência das pétalas. Mesmo nesse longo período após a abertura floral, o Brix foi de 24^o caracterizado pela concentração de 44,6% de sacarose, 44,5% de frutose e 10,9% de glicose. Segundo Galetto e Bernardello (2004), essas concentrações de açúcares são ideais ou preferenciais pelas abelhas. Esses valores foram superiores aos horários de temperatura mais elevada do dia, reforçando as observações de Santos (1953), segundo o qual as concentrações de açúcares do néctar são influenciadas pelas condições climáticas.

A concentração de açúcares (Brix) apresentou diferenças significativas para o néctar instantaneamente disponível, observando-se maiores concentrações nos horários de 15:30; 17:30 e 24 horas após a antese e uma menor concentração nos horários mais próximos da antese (10:30 e 13:30). O mesmo ocorreu para mg de açúcares e percentuais de sacarose, frutose e glicose presentes no néctar (Tabela 2). Santos (1953), considerou que a produção de néctar por citros é relativamente grande, motivo pelo qual é muito procurado por diversas abelhas. Este autor realizou um estudo sobre a concentração de açúcares em várias espécies de famílias botânicas, dentre elas *C. aurantifolia* (lima da Persia), onde encontrou Brix de até 38^o próximo ao meio dia.

Tabela 2. Volume, Brix, concentração, açúcar e percentual de sacarose, frutose e glicose do néctar instantaneamente disponível nas flores de *Citrus sinensis* var. 'Pera Rio' em função de 5 horários de coleta.

Variáveis	Horários				
	10:30	13:30	15:30	17:30	24 h*
Volume (μL)	20,3 a	4,0c	1,3 d	4,3 c	17,7b
Brix ($^{\circ}$)	21c	21c	22b	25 a	24 a
Concent. (%)	20,1 a	2,55c	0,84d	2,69c	11,1b
Açúcar (mg)	4,52 a	0,62c	0,229d	0,74c	2,929b
Sacarose**	55,7b	61,7b	44,5c	72 a	44,6c
Frutose**	37,7b	29,4c	51,7a	19,8c	44,5b
Glicose**	6,6c	8,9b	3,8d	8,2b	10,9 a

Médias seguidas por letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si de acordo com o teste de Kruskal-Wallis, $\alpha=0,05$ de probabilidade. *24 horas após a antese; ** correspondente ao percentual de cada açúcar, a partir dos mg encontrados anteriormente.

Notou-se um aumento no Brix a partir do segundo horário de coleta do néctar, chegando ao pico máximo às 17:30, prolongando-se até o dia seguinte. Ocorre conseqüente aumento de sacarose e glicose e uma baixa na frutose. Para Galetto e Bernardello (2004) a relação planta polinizador está associada com as variações do volume e concentrações de açúcares no néctar das flores de uma determinada planta, o que promove fidelidade de forrageio. Chalcoff et al. (2006) sugeriram que a polinização entomófila é atraída pelo quantitativo de açúcares presentes no néctar produzido. Malerbo-Souza et al. (2003) ao coletarem néctar presente no papo de abelhas operárias de *A. mellifera* depois de forragearem em flores de *C. sinensis*, não encontraram valores divergentes na concentração de açúcares em cinco horários a partir da antese. Esses autores chegaram à conclusão de que os açúcares presentes no néctar ficam concentrados durante o dia, e por causa dessa concentração de açúcares, as abelhas dão preferência por serem mais fáceis de serem desidratados na transformação em mel. Essa observação também foi feita por Santos (1953) e por Almeida et al. (2003). À partir das 17:30 as visitas são mínimas e as abelhas retornam a um intenso forrageio em flores do dia anterior à partir das 7:00 da manhã do dia seguinte o que é perfeitamente explicado com as análises da composição de sacarose e glicose mais concentrados nesse horário.

Abelhas visitantes florais

A comunidade de abelhas do local restrito de estudo foi identificada em um total de 5.050 abelhas visitantes florais de *C. sinensis* as quais pertencem a cinco Famílias. Desse total, 0,005% pertencem à Família Andrenidae com um gênero e uma espécie; 99,99% à Família Apidae com 18 gêneros e 25 espécies; 0,004% à Família Halictidae com quatro gêneros e sete espécies e 0,001% à Família Megachilidae com um gênero e uma espécie (Tabela 3 e Figuras 4, 5 e 6). Malerbo-Souza et al. (2003) encontraram apenas a Família Apidae ao realizarem um levantamento de visitantes em um Pomar de Citros em São Paulo. Já Nascimento et al. (2011) encontraram percentuais semelhantes para a família Apidae que representou quase 100% (99,99%) dos indivíduos no presente trabalho, os dados desses autores estão de acordo aos encontrados para a área de estudo.

Tabela 3. Distribuição do número de espécies, gêneros e indivíduos distribuídos por família de abelhas visitantes das flores de *Citrus sinensis* var. 'Pera Rio'. Conceição do Almeida-BA, 2011-2013.

Família	Número de Gêneros	Número de Espécies	Número de Indivíduos
Andrenidae	1	1	20
Apidae	18	25	5.017
Halictidae	4	7	12
Megachilidae	1	1	1
Total	24	34	5.050

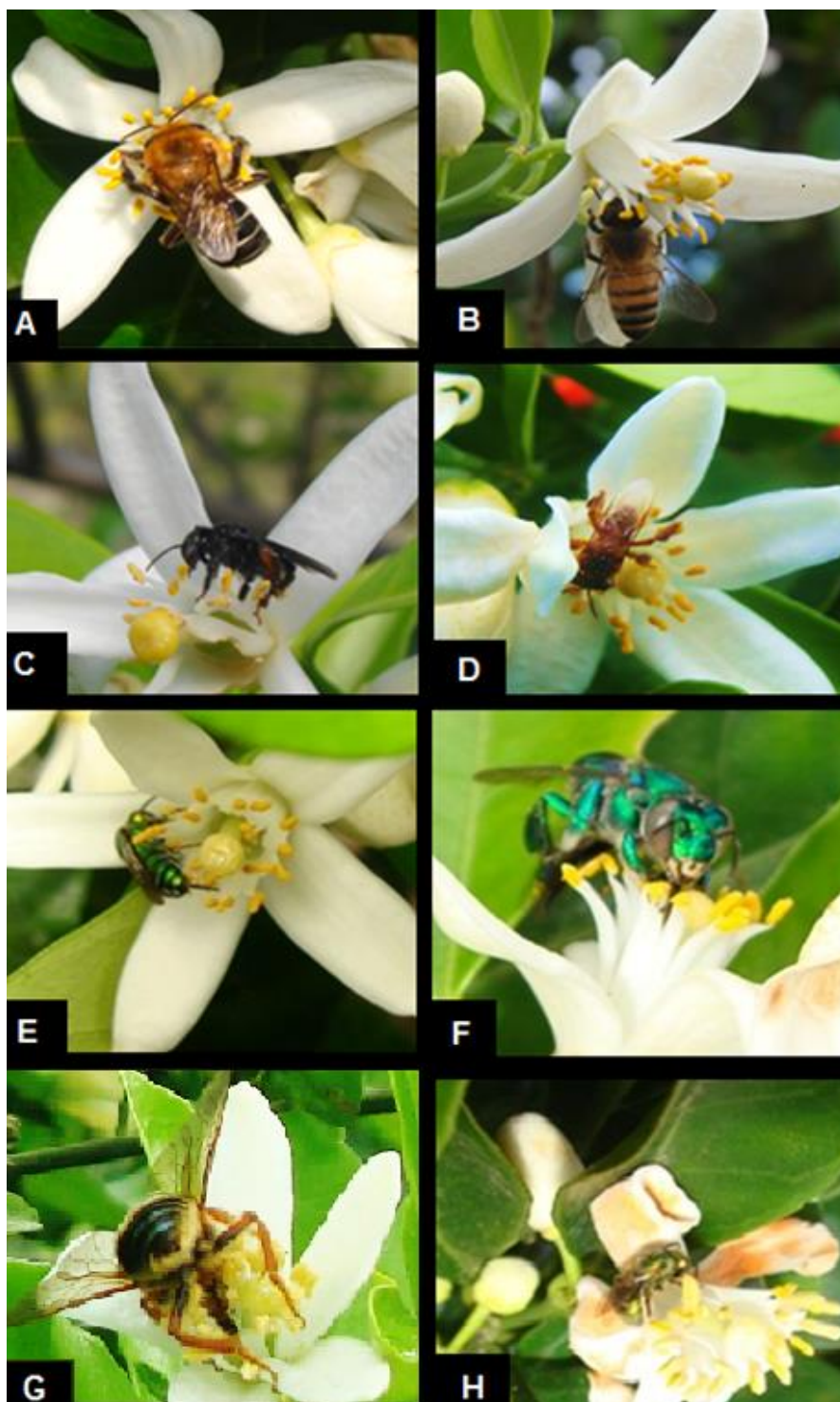


Figura 5. Visitantes florais de *Citrus sinensis* Variedade ‘Pera Rio’ em Conceição do Almeida- Bahia (2012/2013): A: *Melipona scutellaris* (Latreile 1811); B: *Apis mellifera scutellata* Lineaus (1758); C: *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793); D: *Tetragonisca angustula* (Latreile, 1811); E: *Pseudaugochlora* sp.; F: *Euglossa* sp.; G: *Oxaea* sp.; H: *Augochloropsis* sp. (Foto: Acervo Insecta).

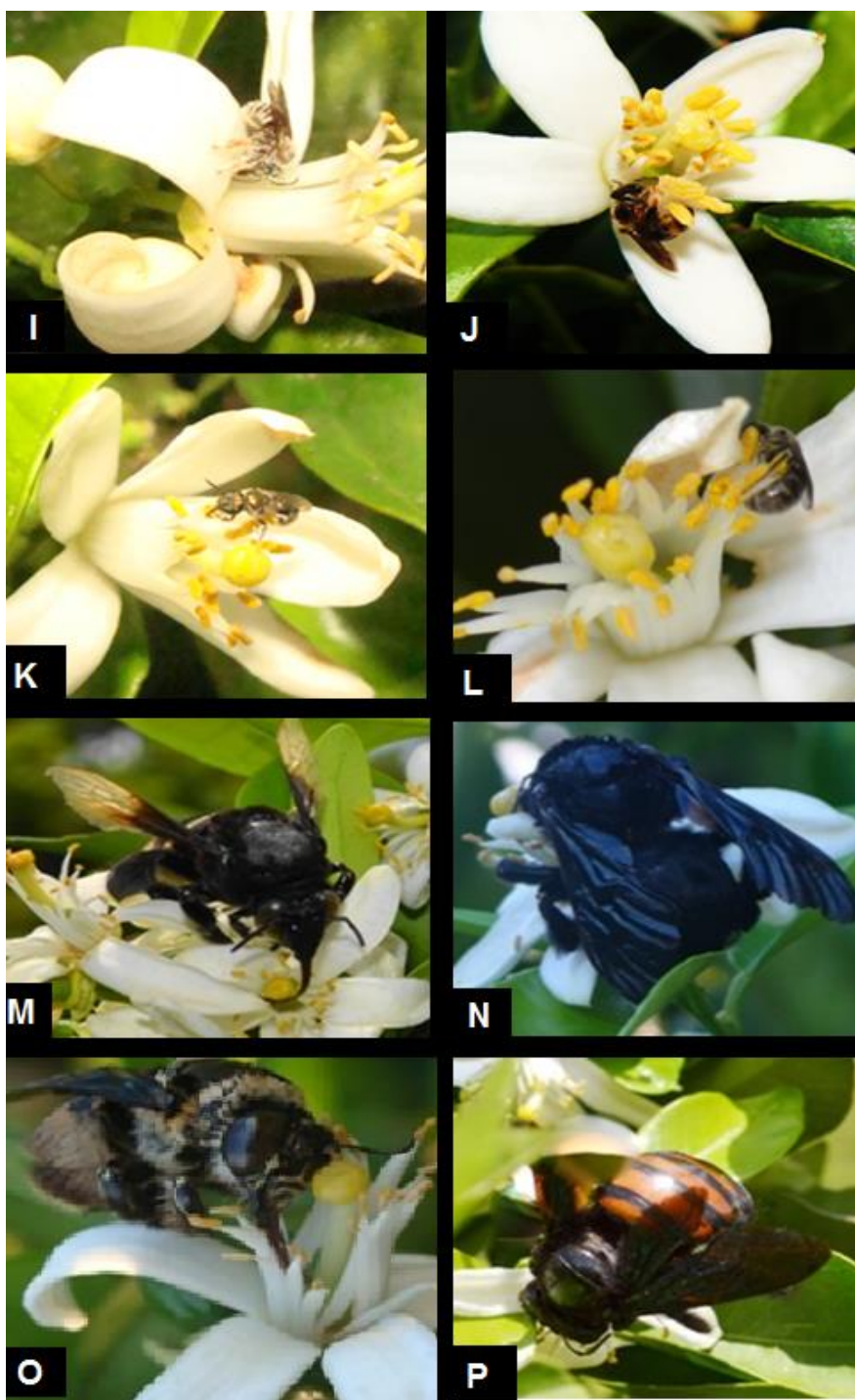


Figura 6. Visitantes florais de *Citrus sinensis* Variedade ‘Pera Rio’ em Conceição do Almeida- Bahia (2012/2013): I: *Exomalopsis auropilosa* (Spinola, 1853); J: *Exomalopsis fulvofasciata* (Smith, 1879); K e L: *Ceratina (Crewella)* sp.; M: *Eulaema atleticana* (Nemésio, 2009); N: *Bombus brevivilus* (Franklin, 1913); O: *Centris flavifrons* (Fabricius, 1775); P: *Xylocopa frontalis* (Olivier, 1789). (Foto: Acervo Insecta).

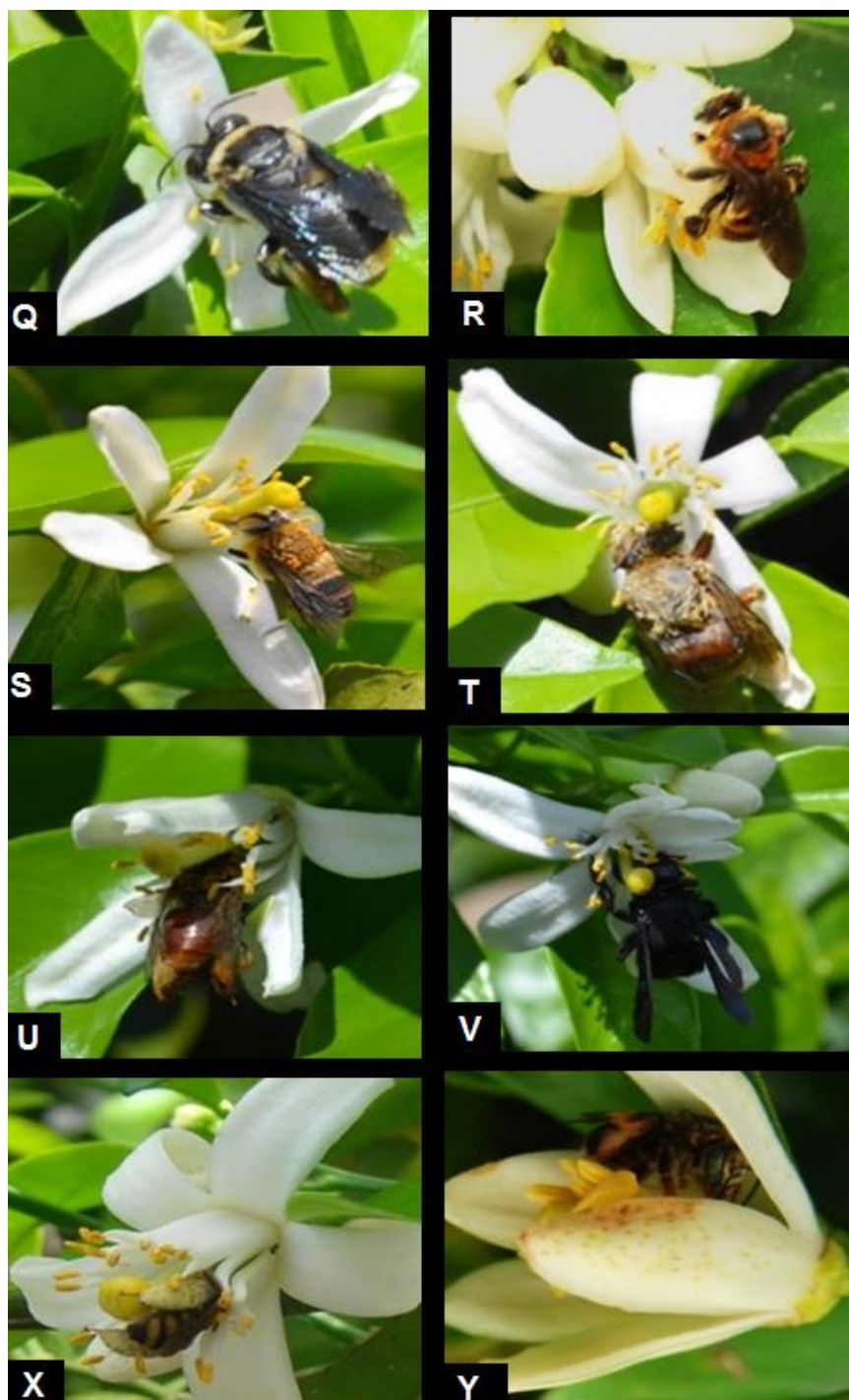


Figura 7. Visitantes florais de *Citrus sinensis* Variedade ‘Pera Rio’ em Conceição do Almeida- Bahia (2012/2013): Q: *Epicharis flava* (Friese, 1900); R: *Exomalopsis fulvofasciata* (Smith, 1879); S: *Centris analis* (Fabricius, 1804); T: *Centris fuscata* (Lepeletier, 1841); U: *Centris analis* (Fabricius, 1804); V: *Eulaema nigrita* (Lepeletier, 1841); X: *Exomalopsis auropilosa* (Smith, 1853); Y: *Melissoptila unicolornis* (Ducke, 1910). (Foto: Acervo Insecta).

Apis mellifera se destacou com um maior número de indivíduos sendo um total de 2.580 indivíduos (Tabela 5). Sua visita na flor foi preferencialmente por coleta de néctar. Mais de 90% das visitas realizadas pela espécie (Figura 5 B) ocasionava o toque nas estruturas das anteras e estigmas. A frequência relativa (51,08%) e o seu comportamento nas flores de *C. sinensis* sugere que esta espécie pode ser um polinizador potencial da laranjeira. Malerbo-Souza et al. (2003) encontraram uma frequência relativa de 66% de *A. mellifera* em um pomar de laranja da mesma espécie do presente trabalho, considerando-a como polinizadora efetiva da cultura em São Paulo. Nascimento et al. (2011) encontraram 77% de frequência de *A. mellifera* em pomar de tangerina e mais de 50% em pomar de laranja doce. *Apis mellifera* é uma generalista no que se refere à atividade de forrageio predominando sobre as demais espécies na maioria das culturas agrícolas, exceto aquelas que necessitam de um agente polinizador específico devido a seus aspectos relacionados à biologia floral (AGUIAR e MARTINS, 2002; MALERBO-SOUZA et al., 2003; CARMO et al., 2004; BIESMEIJER et al., 2005; GAMITO e MALERBO-SOUZA, 2006).

Melipona scutellaris (Figura 5A) na área de estudo, foi a segunda espécie mais frequente nas visitas, cuja amostra foi de 1.340 indivíduos representando frequência de 23,56% sendo também a maioria das visitas caracterizadas pelo forrageio do néctar e raramente pólen. Certamente este número teve influência do meliponário instalado dentro do pomar, o que reforça a possibilidade de manejo desta espécie em programas de polinização de *Citrus sinensis* var. 'Pera Rio' na região.

Trigona spinipes (Figura 5C) foi representada por 892 indivíduos, equivalendo a 17,66% de frequência. Na maioria das visitas desta espécie, não foi observado seu toque nas estruturas reprodutivas das plantas, pois a maioria das coletas aconteceu de forma indireta através de um orifício aberto por elas na flor ainda em estágio de botão. *Trigona spinipes* foi considerada como dominante com frequência de 34% no trabalho desenvolvido por Malerbo-Souza et al. (2003) em flores de laranjeiras. Também houve dominância de *T. spinipes* (1.078 indivíduos e frequência de 21,37%). No trabalho de Nascimento et al. (2011) em flores de *C. sinensis*. Os demais visitantes (Figuras 5, 6 e 7) não tiveram um número

representativo de indivíduos, sendo considerados em sua maioria como espécie acidental pelo cálculo de frequência e constância.

As duas estações seca (observado para os meses de agosto a fevereiro) e chuvosa (observada para os meses de março a julho) apresentaram similaridade alta, como foi constatado pelo índice de Morisita igual a 0,64 fundamentalmente pela predominância de *A. mellifera* e *M. scutellaris* em comparação às demais espécies. Nascimento et al. (2011) encontraram alta similaridade entre dois pomares de *Citrus* em plena florada e estações semelhantes às do presente trabalho. Os autores afirmaram que as causas da similaridade são devido à grande população de *A. mellifera*.

Tabela 5. Espécies de abelhas (Hymenoptera: Apidae) visitantes de flores de *Citrus sinensis* var. 'Pera Rio' :número de indivíduos (Ni), classes de frequência relativa - FR% (MF = muito frequente; F = frequente e PF = pouco frequente); constância (W = constante; Y = acessória e Z = acidental) e dominância (D= dominante e ND= Não dominante). Conceição do Almeida-BA, 2011-2013.

Família	Espécie	Ni	FR%	Classes		Dominância
				Frequência	Constância	
Andrenidae						
Andreninae						
	<i>Oxaea</i> sp.	20	0,39	PF	W	D
Apidae						
Apinae						
	<i>Apis mellifera scutellata</i> Linnaeus, 1758	2.580	51,08	MF	W	ND
	<i>Bombus brevivilus</i> Franklin, 1913	4	0,079	PF	Y	ND
	<i>Bombus morio</i> Swederus, 1787	1	0,020	PF	Z	ND
	<i>Centris analis</i> Fabricius, 1804	10	0,20	PF	W	ND
	<i>Centris flavifrons</i> Fabricius, 1775	1	0,020	PF	Z	ND
	<i>Centris fuscata</i> Lepeletier, 1841	1	0,020	PF	Y	ND
	<i>Ceratina (Crewella)</i> sp.	3	0,059	PF	Z	ND

Tabela 5. Espécies de abelhas (Hymenoptera: Apidae) visitantes de flores de *Citrus sinensis* var. 'Pera Rio' :número de indivíduos (Ni), classes de frequência relativa - FR% (MF = muito frequente; F = frequente e PF = pouco frequente); constância (W = constante; Y = acessória e Z = acidental) e dominância (D = dominante e ND = Não dominante). Conceição do Almeida-BA, 2011-2013. (continuação)

Família	Espécie	Ni	FR%	Classes		Dominância
				Frequência	Constância	
	<i>Epicharis flava</i> Friese, 1900	3	0,059	PF	Y	ND
	<i>Euglossa</i> sp.	15	0,30	PF	W	ND
	<i>Eulaema atleticana</i> Nemésio, 2009	3	0,059	PF	Y	ND
	<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier, 1841	2	0,040	PF	Z	ND
	<i>Eulaema niveofasciata</i> Friese, 1899	1	0,020	PF	Z	ND
	<i>Exomalopsis auropilosa</i> Spinola, 1853	6	0,12	PF	Y	ND
	<i>Exomalopsis fulvofasciata</i> Smith, 1879	4	0,080	PF	Y	ND
	<i>Frieseomelitta doederleini</i> Friese, 1900	3	0,059	PF	Y	ND
	<i>Melipona scutellaris</i> Latreille, 1811	1340	26,53	F	W	D
	<i>Melissoptila unicoloris</i> Ducke, 1910	5	0,099	PF	Z	ND

Tabela 5. Espécies de abelhas (Hymenoptera: Apidae) visitantes de flores de *Citrus sinensis* var. 'Pera Rio': número de indivíduos (Ni), classes de frequência relativa - FR% (MF = muito frequente; F = frequente e PF = pouco frequente); constância (W = constante; Y = acessória e Z = acidental) e dominância (D = dominante e ND = Não dominante). Conceição do Almeida-BA, 2011-2013. (continuação)

Família	Espécie	Ni	FR%	Classes		Dominância
				Frequência	Constância	
	<i>Nannotrigona</i> sp.	25	0,50	PF	W	ND
	<i>Tapinotaspoides</i> sp.	3	0,059	PF	Y	ND
	<i>Tetragonisca angustula</i> Latreille, 1811	102	2,1	PF	W	ND
	<i>Thygater analis</i> Lepeletier, 1841	4	0,079	PF	Z	ND
	<i>Trigona spinipes</i> Fabricius, 1793	892	17,66	PF	W	D
	<i>Trigona</i> aff. <i>fuscipennis</i>	2	0,040	PF	Z	ND
	<i>Xylocopa frontalis</i> Olivier, 1789	5	0,099	PF	Z	ND
	<i>Xylocopa suspecta</i> Moure & Camargo, 1988	2	0,040	PF	Z	ND

Tabela 5. Espécies de abelhas (Hymenoptera: Apidae) visitantes de flores de *Citrus sinensis* var. 'Pera Rio': número de indivíduos (Ni), classes de frequência relativa - FR% (MF = muito frequente; F = frequente e PF = pouco frequente); constância (W = constante; Y = acessória e Z = acidental) e dominância (D = dominante e ND = Não dominante). Conceição do Almeida-BA, 2011-2013. (continuação)

Família	Espécie	Ni	FR%	Classes		Dominância
				Frequência	Constância	
Halictidae						
Halictinae						
	<i>Augochlora</i> sp.1	1	0,020	PF	Z	ND
	<i>Augochloropsis</i> sp.1	1	0,020	PF	Z	ND
	<i>Augochloropsis</i> sp.2	2	0,040	PF	Z	ND
	<i>Augochloropsis</i> sp.3	1	0,020	PF	Z	ND
	<i>Dialictus</i> sp.	1	0,020	PF	Y	ND
	<i>Pseudaugochlora</i> sp.1	4	0,079	PF	Z	ND
	<i>Pseudaugochlora</i> sp.2	2	0,040	PF	Z	ND
Megachilinae						
	<i>Megachile</i> sp.	1	0,020	PF	Z	ND

Sistema reprodutivo

No teste de polinização livre (T2) houve 78% de frutificação efetiva, no teste de autopolinização (T1) ocorreu 42% de formação de fruto, no teste de polinização cruzada manual (T3) houve a formação de 65% dos frutos. Assim, observa-se que quanto a frutificação, os tratamentos T2 e T3 foram os melhores. Resultados semelhantes foram encontrados por Malerbo-Souza et al (2003), visto que eles observaram percentuais de frutificação de 63,80% em teste de polinização livre.

Castañer (2003) afirmou que o número de sementes formadas nos frutos pode variar em decorrência da viabilidade genética dos gametas, independentemente da quantidade de pólen depositado sobre o estigma nas diferentes formas de polinização, sendo esta uma característica peculiar de *Citrus*. Porém, a análise de variância e o teste de comparação de média não apresentou diferenças estatísticas entre os tratamentos quanto ao número de sementes conforme tabela (Tabela 6).

Por outro lado houve diferenças estatísticas relacionadas ao peso dos frutos no tratamento T2 em relação aos demais, tendo este o maior rendimento também visto na Tabela 6. O trabalho de Malerbo-Souza et al. (2003) obteve maiores rendimentos em peso de frutos da mesma variedade do presente estudo quando foram submetidos à livre polinização, corroborando os resultados obtidos neste estudo. Azevedo et al. (2013) encontraram maior peso de frutos em testes de polinização cruzada manual para *C. sinensis*.

Tabela 6. Características dos frutos de *Citrus sinensis* variedade 'Pera Rio' em função do tipo de polinização. Conceição do Almeida-BA 2011-2013

TRAT	VARIÁVEIS		
	PESO	DIÂMETRO	Nº SEMENTES
1	136,0 b	5,9 b	4,0 a
2	223,8 a	6,9 a	5,4 a
3	103,6 b	5,3 c	4,8 a
CV%	18,08	4,5	50,51

Legendas: TRAT 1 (autopolinização espontânea); TRAT 2 (polinização livre) e TRAT 3 (polinização cruzada manual). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Polinização pelo vento

O número total de grãos de pólen capturados pelos “traplets” dos megaestigmas foi de 470 grãos, dentre os quais o tipo polínico de *Citrus* foi de apenas $19\% \pm 3,7$ e os demais tipos encontrados (a, b, c, d) foram respectivamente: $53\% \pm 6,9$; $9\% \pm 1,9$; $11\% \pm 2,4$ e $8\% \pm 2,7$ (Figuras 8 e 9).

Os resultados sugerem que o vento pode efetivamente transportar os grãos de pólen de *C. sinensis* variedade ‘Pera Rio’, possibilitando a ocorrência de polinização anemófila em flores de um mesmo indivíduo, corroborando com as afirmações de Sanford (2003).

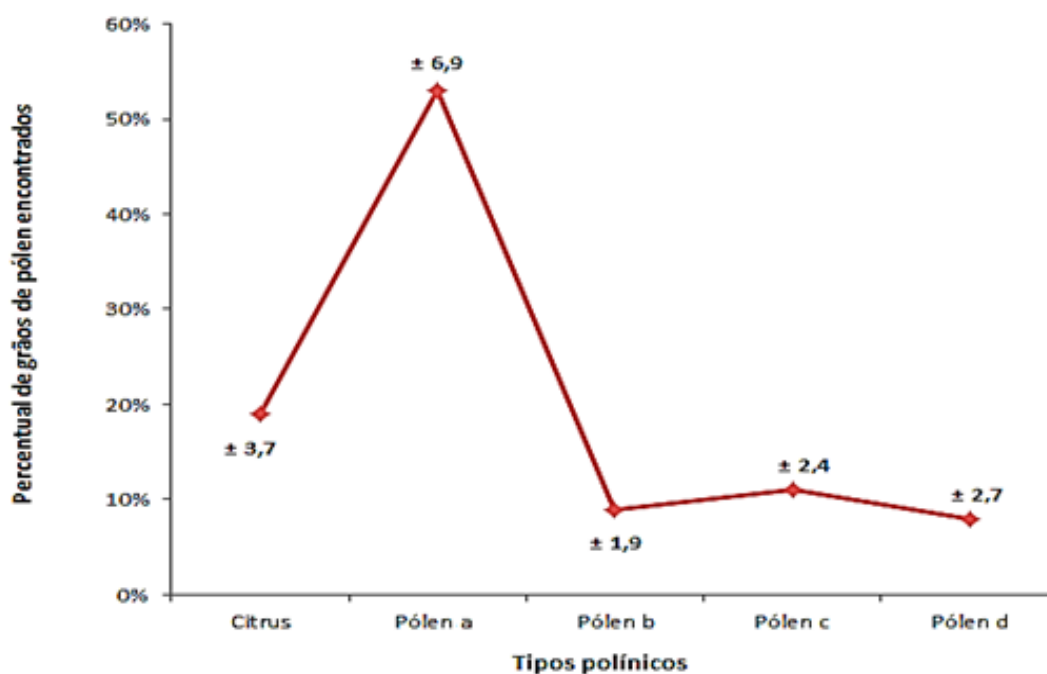


Figura 8. Deposição de grãos de pólen em “traplets” de megaestigma em pomar de *Citrus sinensis*. Conceição do Almeida-BA, 2013.

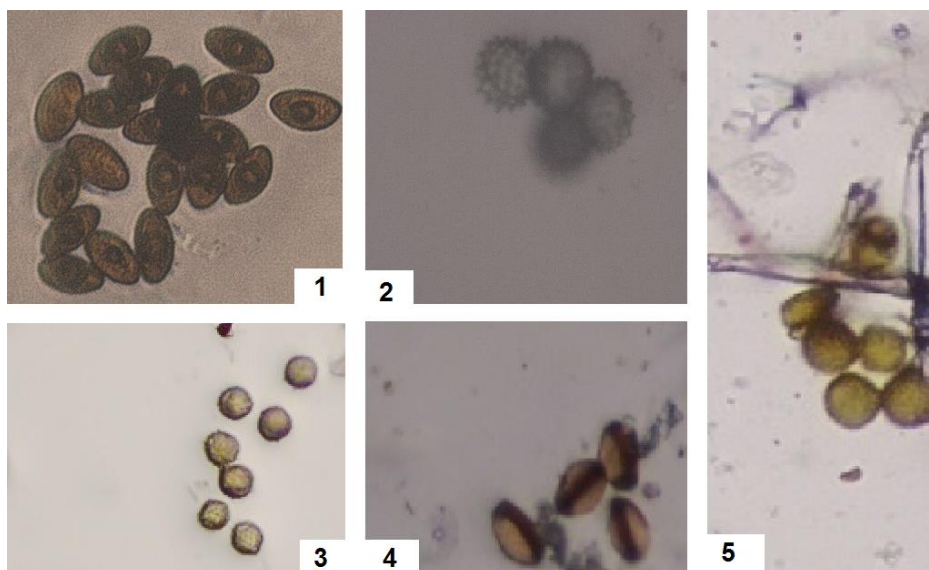


Figura 9. Tipos polínicos encontrados nos “triplets” dos megaestigmas implantados no pomar de *Citrus sinensis*: 1 (pólens tipo b); 2 (pólens tipo a); 3 (pólens tipo c); 4 (pólens tipo d) e 5 (pólens de *Citrus*). Conceição do Almeida-BA, 2013. Escala: 10 μ m. (Foto: Acervo Insecta).

CONCLUSÃO

Nas condições do Recôncavo da Bahia, a antese de *C. sinensis* ocorre a partir das 9:00 hs estendendo-se até 24 horas após a abertura;

A dispersão de pólen, a razão pólen/óvulo, a viabilidade polínica, a secreção de néctar e os testes da biologia reprodutiva, caracteriza *C. sinensis* como planta alogâmica alternativa ou de sistema misto.

Apis mellifera e *Melipona scutellaris* são potenciais polinizadores de *C. sinensis*.

Pode ocorrer polinização pelo vento em *C. sinensis* variedade ‘Pera Rio’.

A polinização livre proporciona maiores percentuais de frutificação e de características comerciais em frutos de *C. sinensis*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A. J. C.; C. F. MARTINS. Abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha na Reserva Biológica Guaribas (Mamanguape, Paraíba, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, p.101-116,2002.

ALMEIDA, D.; MARCHINI, L. C.; SODRÉ, G. S.; D'AVILA, M. V.; ARRUDA, C. M. F. **Plantas visitadas por abelhas e polinização**. Série Produtor Rural. ESALQ. 2003. 40 p.

ALMEIDA, C. O.; PASSOS, O. S. Citricultura brasileira: em busca de novos rumos desafios e oportunidades na região Nordeste. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011, 160 p.

ALMEIDA, O. S.; SILVA, A. H. B.; SILVA, A. B.; AMARAL, C. L. F. Estudo da biologia floral e mecanismos reprodutivos do alfavacão (*Ocimumoficinalis* L.) visando o melhoramento genético. **Acta Sci. Biolog. Sci.**, v. 26 p. 343-348, 2005.

ASHWORTH, L.; GALETTO, L. 2002. Differential nectar production between male and female flowers in a wild Cucurbit; *Cucurbita maxima* ssp. *andreana* (Cucurbitaceae). **Canadian Journal of Botany**, v. 80, p. 1203-1208.

ASSOCITRUS. Informativo da Associação Brasileira de Citricultores, n. 37, p 03-04, 2011.

AZEVEDO, F. A. ; BORGES, R. S.; FÁVERO, M. A. B.; GIORGI NETO, R. O.; SCHINOR, E. H.; BASTIANEL, M. A polinização cruzada determina a formação de sementes em frutos de clementina Nules. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, n.1, p. 88-92, 20013.

BARTH, M.O. **O pólen no mel brasileiro**. Rio de Janeiro: Gráfica Luxor, 1989. 152 p.

BIESMEIJER, J. C.; SLAA, E. J.; CASTRO, M. S.; VIANA, B. F.; KLEINERT, A. M. P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Connectance of Brazilian social bee – food plant network is influenced by habitat, but not by latitude, altitude or network size. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 1, 2005.

BITTENCOURT Jr, N. S.; SEMIR, J. Late-acting self-incompatibility and other breeding systems in *Tabebuia* (Bignoniaceae). **International Journal of Plant Sciences**, v. 166, n. 3, p. 493-506, 2005.

BRUGNARA, E. C.; SCHWARZ, S. F.; KOLLER, O. C.; BENDER, R. J.; WEILER, R.L.; GONZATTO, M. P.; SCHÄFER, G.; MARTINS, F. T.; LIMA, J. G. Porta-enxertos para a tangerineira 'Michal' no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 46, p. 406-411, 2011.

CAMERON, J. W.; FROST, H. B. Genetics, breeding and nucelar embryony. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L.D.; WEBBER, H. J. (Ed.). **The citrus industry**. Berkeley: University of California Press, v. 2, p. 325-369, 1968.

CARMO, R. M.; FRANCESCHINELLI, E. V.; SILVEIRA, F. A. Introduced honeybees (*Apis mellifera* L.) reduce pollination success without affecting the floral resource taken by native pollinators. **Biotropica**, v. 36, p. 371-376, 2004.

CASTAÑER, M. A. Producción de agrios. Madrid: **Mundi Prensa**, 3. ed. 352p., 2003.

CAVALCANTE, H. C.; SCHIFINO-WITTMANN, M. T.; DORNELLES, A. L. C. Meiotic behavior and pollen fertility in an open-pollinated population of 'Lee' mandarin [*Citrus clementina* x (*C. paradisi* x *C. tangerina*)]. **Scientia Horticulturae**, v. 86, p. 103-114, 2000.

CHALCOFF, V. R.; AIZEN, M. A.; GALETTO, L. Nectar concentration and composition of 26 species from the Temperate Forest of South America. **Annals of Botany**, v. 97, p. 413-42, 2006.

COUTO, R. H. N.; COUTO, L. A. **Apicultura: manejo e produtos**. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 193 p.

CRUDEN, R.W. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. **Evolution**, v. 31, n. 1, p. 32-46, mar. 1977.

CRUDEN, R. W. Pollen grains: why so many? **Plant Systematics And Evolution**, Iowa City, v. 222, p. 143-165, 2000.

CRUZ, C. D. **Programa GENES**: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.

DAFNI A., KEVAN, P. G., HUSBAND, B. C. **Practical Pollination Biology**. Cambridge: Enviroquest Ltd. 2005. 590 p.

DANTAS, A. C. M.; PEIXOTO, M. L.; NODARI, R. O.; GUERRA, M. P. Viabilidade do pólen e desenvolvimento do tubo polínico em macieira (*Malus spp.*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, p. 356-359, 2005.

DOMINGUES, E. T.; TULMANN NETO, A.; TEÓFILO SOBRINHO, J. Viabilidade do pólen em variedades de laranja doce. **Scientia Agrícola**, v. 56, p. 265-272, 1999.

DI GIOGI, F. Influencia climática na produção de laranja. **Laranja**, v. 2, p.163-192, 1991.

FAEGRI, K.; PIJL. L. VAN DER. **The principles of pollination ecology**. Pergamon, New York, 1979.

FERRARO, A. E.; PIO, R. M.; AZEVEDO, F. A. Influência da polinização com variedades de laranja-doce sobre o número de sementes de tangelo Nova. **Revista Brasileira de Fruticultura** [online], v. 28, p. 244-246, 2006.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FREITAS, B. M. Number and distribution of cashew (*Anacardium occidentale*) pollen grains on the bodies of its pollinators, *Apis mellifera* and *Centris tarsata*. **Journal Apicultural Research**, v. 36, p.15-22, 1997.

FUTCH, S. H.; JACKSON, L. K. Pollination of citrus hybrids. IFAS Extension, 2009.

GALETTO, L.; BERNARDELLO, G. Floral nectaries, nectar production dynamics and chemical composition in six *Ipomoea species* (Convolvulaceae) In: relation to pollinators. **Annals of Botany**, v. 94, p. 269-280, 2004.

GAMITO, L. M.; MALERBO-SOUZA, D. T. Visitantes florais e produção de frutos em cultura da laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.28, p. 483- 488, 2006.

WRIGHT, G. C. Pollination of W. Murcott Afourer Mandarins, **Citrus Research Report**, v.153, p. 12-13, 2007.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. de A. A. e SARAIVA, A. M. Polinizadores e Polinização. In: IMPERATRIZ-FONSECA, Vera Lúcia... et al. (Organizadores). **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: EDUSP, 2012.

KERR, W. E.; ABSY, M. L.; SOUZA, A. C. M. Espécies nectaríferas e poliníferas utilizadas pela abelha *Melipona compressipes fasciculata* (Meliponini Apidae) no Maranhão. **Acta Amazonica**, v. 17, p. 145-156, 1987.

KEVAN, P. G. ; ELSIKOWITCH, D.; KINUTHIA, W; MARTIM, P.; MUSSEN, E. C.; High quality bee products are important to agriculture: why, and what needs to be done. **Journal of Apicultural Research**, v. 46, n. 1, p. 59-64, 2007.

KOLLER, O. C. **Citricultura: laranja, limão e tangerina**. Porto Alegre: Ed. Rígel, 1994. 446p.

KEARNS, C. A.; INOUE, D. W. **Techniques for pollination biologists**. Niwot: University Press of Colorado, 1993. 579p.

LORENZON, M. C. A.; ALMEIDA, E. C. Viabilidade e germinação do pólen de linhagens parentais de cebola híbrida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, p. 345-349, 1997.

MALERBO-SOUZA, D.T. et al. Atrativos para as abelhas *Apis mellifera* e polinização em laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-rio). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**,v.40, p. 237-242, 2003.

MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H. Polinização entomófila em 3 variedades de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Científica**, v. 30, p. 79-87. 2002.

MAUES, M. M.; VORASSIN, I. G.; FREITAS, L.;MACHADO, I. C. S.; OLIVEIRA, P. E. A. M. A importância dos polinizadores nos biomas brasileiros, conhecimento atual e perspectivas futuras para conservação. In: IMPERATRIZ-FONSECA, Vera Lúcia... et al. (Organizadores). **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: EDUSP, 2012.

McGREGOR, S.E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Washington: Agriculture Handbook 411 p. 1976.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v.15, p. 473-497, 1962.

NITO, N., RAHMAN, M.M. Produção de citros em condições controladas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS. 1992. Bebedouro. **Anais...** Bebedouro: Fundação Cargill: 218-225.

NASCIMENTO, E. T.; PÉREZ-MALUF, R.; GUIMARÃES, R. A.; CASTELLANI, M. A. Diversidade de abelhas visitantes das flores de *Citrus* em pomares de laranjeira e tangerineira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.111-117, 2011.

NUNES, J. C. D.; DANTAS, A. C. D.; PEDROTTI, E. L.; ORTH, A. I.; GUERRA, M. P. Germinação de pólen *in vitro* e receptividade do estigma em macieiras cvs. Fuji e Golden Delicious. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, p. 35-39, 2001.

PASSOS, O.S.; BASTOS, D.C.; SOUZA, J.S.; RAMOS, Y.C. Potencialidade do Submédio São Francisco para citricultura. In: Seminário Desafios e Potencialidades da Fruticultura no semiárido. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010.

RAMOS, J. D.; PASQUAL, M.; SALLES, L. A.; CHAGAS, E. A.; PIO, R. Receptividade do estigma e ajuste de protocolo para germinação *in vitro* de grãos de pólen de citros. **Interciencia**, v.33, p. 51-54, 2008.

RASMUSSEN, C.; NIEH, J.; BIESMEIJER, J. C. **Foraging biology of neglected bee pollinations**. Hindawi publishing corporation psyche. 2010.

RAVEN P. H.; EVERT R. F.; EICHHORN S. E. **Biologia Vegetal**.7th ed. Editora Guanabara Koogan S. A. 2007.

RIBEIRO, G.S. Aspectos da biologia floral relacionados à produção de frutos e sementes da pinha (*Annona squamosa* L.). 2006. Dissertação (Mestrado em

Agronomia área de concentração em Fitotecnia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 72p.

SAKAGAMI, S. F.; LAROCA, S., MOURE, J. S. Wild bee biocenotics in São José dos Pinhais (PR) South Brazil. Preliminary report. **J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. VI Zool.**, v.16, p. 253-291, 1967.

SANFORD, M. T. Pollination of citrus by honey bees. IFAS Extension. Florida. 2003.

SANTOS, C. F. Morfologia dos nectários e concentração dos néctares de algumas plantas apícolas. **Anais...** Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, 146p, 1956.

SILVEIRA, F.A. Flora apícola: um desafio à apicultura brasileira. **Informe Agropecuário**, v.9, p.26-31, 1983

SILVEIRA NETO. S.; NAKANO, O.; VILA NOVA, N. A. **Manual de ecologia dos insetos**. Ceres, 419p. 1976.

SIMONOVICOVÁ, M.; HUTTOVÁ, J.; MISTRÍK, I.; SIROKÁ, B.; TAMÁS, L. Peroxidases mediated hydrogen peroxide production in barley roote grown under stress conditions. **Plant Growth Regulation**, v. 44, p. 267-275, 2004.

SHIVANNA, K.R.; JOHRI, B.M.**The angiosperm pollen: structure and function**. New Dehli: Wiley Eastern Ltd. 1992.

SOOST, R.K.; ROOSE, M.L. Citrus. In: JANICK, J.; MOORE, J.N. **Fruit breeding**. Volume I: tree and tropical fruits. New York: J. Wiley: 257-323.1996.

SOUZA, V.C.; LORENZI, M.H. **Botânica sistemática**. Nova Odessa, Instituto Plantarum. 2005.

SOUZA, M.M.; PEREIRA, T.N.S.; MARTINS, E.R. Microsporogênese e microgametogênese associadas ao tamanho do botão floral e da antera e viabilidade polínica em maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* degener). **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, p.1209-1217, 2002.

SPIEGEL-ROY, P.; GOLDSCHMIDT, E. E. **Biology of Citrus**. Cambridge: University Press, 1996. 230 p.

TONIETTO, S. M.; TONIETTO, A. Floração da variedade Tobias (*Citrus sinensis* Osbeck) sobre três porta-enxertos no Vale do Taquari-RS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, p.14-16, 2005.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M.R.R. **Botânica - Organografia**. 4ª ed. 2006. Ed. Viçosa.

VITTI, M. R.; DE ROSSI, A.; RUFATTO, L.; VISENTIN, M.; MENDEZ, M. H. G.. Época e intensidade de florescimento da laranja valência enxertada sobre dois porta-enxertos de acordo com a distribuição pelos quadrantes em três ciclos produtivos. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.9, p. 343-346, 2003.

WEBER, W. A. Mnemonic three-letter acronyms for the families of vascular plants: a device for more effective herbarium curation. **Taxon**, v.31, p.74-88, 1982.

WRIGHT, G. C. Pollination of w. murcott afouer mandarins. Citrus Research Report. Califórnia, 2007.

WEILER, R. 2006. Caracterização morfológica, citogenética e molecular de uma população de tangerineiras híbridas de 'Clementina Fina' (*Citrus clementina* Hort. ex. Tan.) e 'Montenegrina' (*C. deliciosa* Ten.). 67p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

CAPÍTULO 2

RAIO DE VOO DE *Melipona scutellaris* LATREILLE, 1811 (HYMENOPTERA: APIDAE)¹

¹ Artigo a ser ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Sociobiology, em versão na língua inglesa

RAIO DE VOO DE *Melipona scutellaris* LATREILLE, 1811 (HYMENOPTERA: APIDAE)

RESUMO: O estudo da biologia e do comportamento das abelhas é importante para a realização de análises ecossistêmicas relacionadas à manutenção da biodiversidade vegetal. *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 ocorre em áreas de Mata Atlântica do Nordeste brasileiro, sendo a Bahia um dos Estados que tem avançado na realização de atividades que incentivam a manutenção da população desta abelha, através da organização de cursos que abordam o manejo racional, oferecidos para as comunidades que tradicionalmente mantêm a atividade meliponícola. O presente estudo objetivou traçar o raio de voo das abelhas *M. scutellaris* em uma área de fruticultura. Foram introduzidas 40 colônias instaladas em caixa tipo INPA, distribuídas ao acaso, a partir do centro de um pomar de laranja variedade 'Pera Rio', com uma área total de 5.000 m². A partir do centro do pomar foram traçados quatro pontos, correspondentes aos pontos cardeais (Norte, Sul, Leste e Oeste) e marcadas as seguintes distâncias: 500 m, 1.000 m, 1.250 m, 1.500 m e 2.000 m. Para cada distância, 65 abelhas campeiras foram capturadas às 6:00 hs na entrada das colônias e marcadas utilizando-se etiquetas numeradas e coloridas. Quinze abelhas/ ponto/distância foram soltas, com numeração e coloração correspondentes a cada distância/ponto cardinal. A contagem do retorno ocorreu em dois períodos: 24h e 48h após a soltura das abelhas com o auxílio de um frasco transparente e contagem manual. O experimento foi realizado em triplicata nos seguintes períodos: agosto a outubro de 2012, novembro de 2012 a janeiro de 2013, e fevereiro a abril de 2013. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Houve diferenças significativas relacionadas às distâncias de soltura das abelhas, sendo definido o raio de voo de 1.500 m para o retorno das campeiras de *M. scutellaris*.

Palavras-chave: Abelha sem ferrão; abelha uruçu; polinização.

**RADIUS OF FLIGHT OF *Melipona scutellaris* LATREILLE, 1811
(HYMENOPTERA: APIDAE)**

ABSTRACT: The study of the biology and behavior of bees is important for conducting ecosystem analyzes, related to the maintenance of plant biodiversity. *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 occurs in the Atlantic Forest of Northeast Brazil, Bahia being one of the states that have made progress in carrying out activities that encourage the maintenance of the population of this bee, through the organization of courses that address the rational management, offered for communities that traditionally maintain activity with stingless bees. The present study aimed to determine the radius of flight of bees *M. scutellaris* in a fruit growing area experimental. 40 colonies were introduced in a type box INPA, distributed at random, from the center of an orchard orange with variety 'Pera Rio', with a total area of 5.000 m². From the Orchard were traced four points, corresponding to the cardinal points (North, South, East and West) and marked the following distances: 500 m, 1000 m, 1250 m, 1500 m to 2000 m from the center. For each distance, 65 foraging bees were captured at 6:00 pm at the entrance of the colonies and marked using numbered stickers and colored. Fifteen bees/point/distance were loose, with number and color corresponding to each distance/cardinal point. The count of the return occurred in two periods: 24h and 48h after release of bees with the aid of a transparent bottle and manual counting. The experiment was performed in triplicate in the following year periods: August to October 2012, November 2012 to January 2013 and from February to April 2013. Data were subjected to analysis of variance. Significant differences were found related to the distances of loosening of bees. Thus, it was found that the radius of flight for return of *M. scutellaris* was 1 500 meters.

Keywords: Stingless bee; bee urucu; pollination.

INTRODUÇÃO

As abelhas sem ferrão é indiscutivelmente o grupo de insetos que mais trouxe benefícios à agrobiodiversidade, sendo elas, as principais responsáveis pela polinização dos vegetais alogâmicos (GUIBU et al., 1988; RAMALHO et al., 1991; MICHENER, 2000; CARVALHO-ZILZE et al., 2007)

Além dos serviços de polinização, outros benefícios deixados pelas abelhas, ao longo dos séculos, foram usufruídos pela humanidade, sendo os principais: o mel, a própolis e o pólen, utilizados inclusive como produtos medicinais, como é abordado por Venturieri (2008). A produção desses está relacionada à capacidade de voo e a capacidade de coletar material para a construção dos ninhos, a coleta de alimento (néctar e pólen) e de água, que as abelhas em seu hábito de forrageamento adquiriram no processo de coevolução (VILELA et al., 2006). Essas atividades são influenciadas por muitos eventos naturais relacionados com o clima (KLEINERT-GIOVANNINI, 1982; IMPERATRIZ-FONSECA et al., 1985; INOUE et al., 1985; HEARD e HENDRIKZ 1993; AZEVEDO, 1997; FREITAS e WITTMANN, 1997; HILÁRIO et al., 2001 e PICK e BLOCHTEIN, 2002). As atividades podem também receber influências ligadas a fatores internos de suas colônias, como o tamanho da população, disponibilidade e necessidade de alimentos (HILÁRIO et al., 2000 e POMPEU, 2003).

Devido a estes hábitos, principalmente o da coleta de alimentos, esses insetos contribuem com a polinização das plantas nativas, cultivadas e exóticas (OLLERTON et al., 2011). Assim, de acordo com Potts et al. (2010) aspectos relacionados à biologia e a ecologia das abelhas são importantes para o desenvolvimento de estudos da biodiversidade e manutenção da composição florística natural.

Considerando a ação das abelhas como polinizadores das culturas, Klein et al. (2007) relataram que aproximadamente 75% da alimentação utilizada pela humanidade depende da ação direta ou indireta de algum agente polinizador e, de acordo com Imperatriz-Fonseca et al. (2012), os polinizadores estão diretamente associados às espécies das plantas locais de determinado bioma, e, a ação desses é tida como elemento chave da produção agrícola e da conservação do ambiente.

Assim, o estudo da ecologia das abelhas deve ser elemento-chave para a observação de possíveis ganhos na produção agrícola, associado com a capacidade de forrageamento em determinada área, ou com o raio de ação das abelhas campeiras. Esses fatores são fundamentais para a preservação das espécies de meliponíneos que são muitas vezes dizimados pela extração irregular de seus produtos, diretamente da flora nativa (KERR e VENCOVSKY, 1982; PAGE et al., 1983; KERR et al., 1994; CARVALHO, 2001 e IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012).

De acordo com Silveira et al. (2002) um desses polinizadores é a abelha uruçú (*Melipona scutellaris*), cuja ocorrência natural é no domínio da Mata Atlântica do Nordeste, desde a Bahia até o Rio Grande do Norte (KERR et al., 1996a; VELTHUIS e VAN DOORN., 2003; CAMARGO e PEDRO, 2007).

Melipona scutellaris, conhecida como Uruçú do Litoral Baiano e Nordestino, é considerada a espécie criada de maior distribuição no norte e nordeste do país, sendo que sua população pode chegar a até quatro mil indivíduos por colônia (KERR et al., 1996a). A sua distribuição no estado da Bahia é ampla, abrangendo municípios da área costeira e da Chapada Diamantina onde está associada às florestas úmidas (ALVES et al., 2012). A extensa área de ocorrência da espécie tem permitido sua criação, por meio da meliponicultura, visando a produção de mel e outros produtos da colônia, a polinização de cultivos e também a sua conservação (CARVALHO et al., 2003).

Esta espécie de abelha se destaca como a mais conhecida e manejada, habitando biomas de características semelhantes, porém em áreas distintas e algumas vezes pouco conhecidas. Com o aumento da meliponicultura no Estado e a procura por produtos das abelhas sem ferrão, a busca de informações sobre a uruçú vem aumentando nos últimos anos (CARVALHO et al., 2003; LIMA JÚNIOR et al., 2012; ALVES et al., 2012; VIANA et al., 2013).

Embora com vários estudos abordando diferentes aspectos da sua bioecologia, apenas dois trabalhos discutem o raio de voo desta abelha. Um desses estudos, de autoria de Carvalho-Zilze e Kerr (2004), trata de aspectos relacionados à genética e a distância de voo dos machos; e outro de Araújo et al. (2004) que estima o raio de voo de diferentes meliponíneos, com base em ferramentas morfométricas.

Considerando a importância de *M. scutellaris* nos ambientes úmidos do estado da Bahia, especialmente na região agrícola do Recôncavo Baiano, este trabalho teve por objetivo determinar o raio de voo desta espécie a partir de um pomar de citros, visando contribuir com informações para a construção de um plano de manejo voltado para a polinização de cultivos. Além disso, o conhecimento do raio de voo dessa espécie poderá contribuir na definição da distância mínima entre meliponários, de forma a maximizar o uso sustentado dos recursos florais disponíveis para as colônias e para o meliponicultor.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Fruticultura Tropical da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA), localizada no Município de Conceição do Almeida, Bahia (12°48'45" S e 39°15'20" W) (Figura 1), com clima, segundo Thomthwaite, do tipo C1, seco e subúmido e o solo classificado por argisolo amarelo. A área é caracterizada pela presença de fragmentos de Mata Atlântica nos sentidos Norte e Leste; pela extensa área composta de bancos de germoplasma de fruteiras brasileiras e exóticas e em seu entorno, em todos os sentidos (Norte, Sul, Leste e Oeste) existe uma grande área de agricultura familiar e de pastagens.

Dentro de um pomar de laranja (*C. sinensis*) variedade 'Pera Rio', foram implantadas 40 colônias racionais de *M. scutellaris*, constituídas de ninho, sobreninho e melgueira, distribuídas ao acaso, a partir do centro do pomar em uma área total de 5.000 m² de plantio (Figura 2), das quais 20 colônias foram adquiridas de meliponicultores tradicionais do Recôncavo da Bahia e 20 por meio do Núcleo de Estudo dos Insetos (INSECTA) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Essas abelhas receberam um reforço alimentar energético e proteico, constituído de açúcar e pólen, com o objetivo de fortalecer os enxames antes de transferi-los para o campo experimental, de acordo à metodologia de Nogueira-Neto (1997). As abelhas foram transportadas para o pomar, seis meses antes do início do presente estudo (2011).



Figura 1. Localização da Estação Experimental de Fruticultura Tropical da EBDA. Conceição do Almeida-BA.



Figura 2. Adensamento de colônias de *Melipona scutellaris* em pomar de laranja. Conceição do Almeida-BA, 2012. (Foto: Acervo Insecta).

Tabela 1. Coordenadas geográficas do centro do pomar de laranjeira e dos pontos de soltura de indivíduos marcados de *Melipona scutellaris*. Conceição do Almeida-BA, 2012.

Rumo	Distância	Ponto GPS	S	W	Altitude
Centro	0	121	12°47'30,6"	39°08'50,1"	702
Norte	500	119	12°47'37,1"	39°09'06,9"	695
Norte	1000	114	12°47'38,5"	39°09'24,7"	690
Norte	1250	113	12°47'32,7"	39°09'32,9"	678
Norte	1500	111	12°47'40,5"	39°09'41,7"	730
Norte	2000	112	12°47'42,2"	39°09'56,4"	559
Sul	500	96	12°47'01,2"	39°09'33,5"	701
Sul	1000	97	12°47'31,8"	39°08'14,5"	705
Sul	1250	98	12°47'31,9"	39°08'06,1"	672
Sul	1500	101	12°47'31,3"	39°07'58,3"	610
Sul	2000	99	12°47'30,3"	39°07'42,9"	595
Leste	500	104	12°47'16,2"	39°08'50,8"	702
Leste	1000	105	12°46'59,3"	39°08'52,9"	665
Leste	1250	110	12°46'51,4"	39°08'53,8"	710
Leste	1500	108	12°46'43,2"	39°08'54,4"	676
Leste	2000	106	12°46'27,2"	39°08'56,0"	624
Oeste	500	120	12°47'47,1"	39°08'50,9"	674
Oeste	1000	115	12°48'03,0"	39°08'51,6"	713
Oeste	1250	116	12°48'11,4"	39°08'51,7"	697
Oeste	1500	117	12°48'18,8"	39°08'51,7"	701
Oeste	2000	118	12°48'35,3"	39°08'52,2"	656

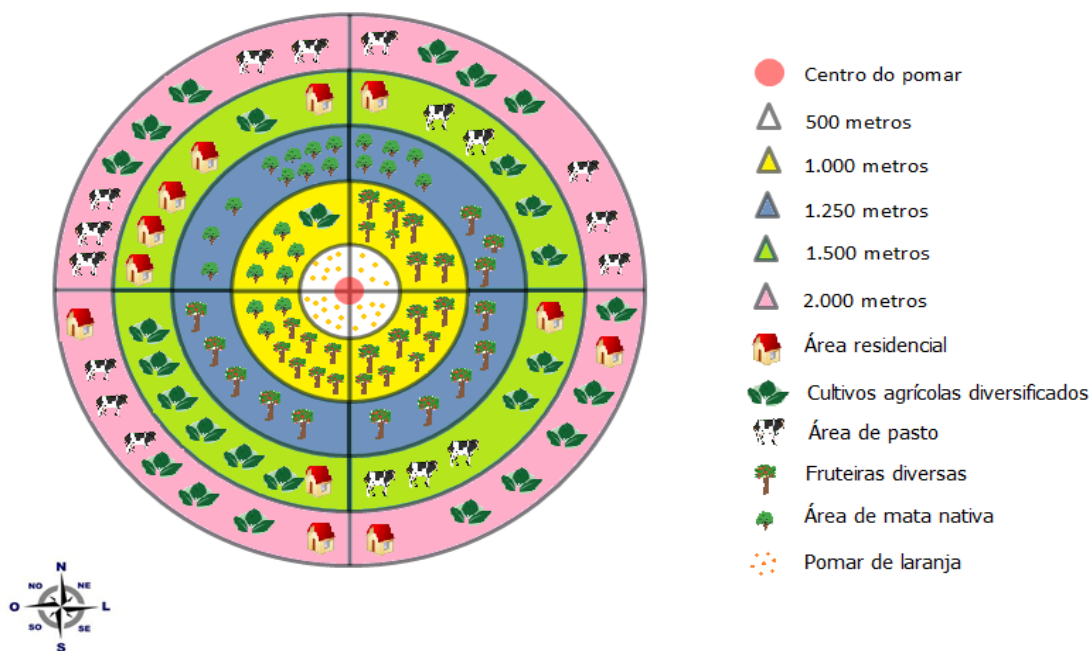


Figura 3. Croqui dos percursos traçados para a soltura de *Melipona scutellaris*, a partir de um pomar de laranjeiras. Conceição do Almeida-BA, 2012.

Trezentas abelhas campeiras foram capturadas em colônias aleatórias na entrada das colônias e marcadas com etiquetas numeradas e coloridas logo no início da manhã (6:00 hs). Essas abelhas foram colocadas em recipientes plásticos com tampa e furos para ventilação. Em cada frasco foram colocadas 15 abelhas, perfazendo um total de 20 frascos. Os frascos foram imediatamente levados aos pontos marcados e as abelhas foram soltas para cada marco, ou seja, em cada um dos pontos/distância, com numeração e coloração correspondentes a cada distância/ponto cardinal, sendo distribuídas da seguinte forma para os quatro pontos cardiais: a) etiqueta branca = 500 m; b) etiqueta amarela = 1.000 m; c) etiqueta azul = 1.250 m; d) etiqueta verde = 1.500 m; e e) etiqueta rosa = 2.000 m (Figuras 4 e 5). Essa metodologia foi adaptada do trabalho desenvolvido por Machado e Parra (1984).

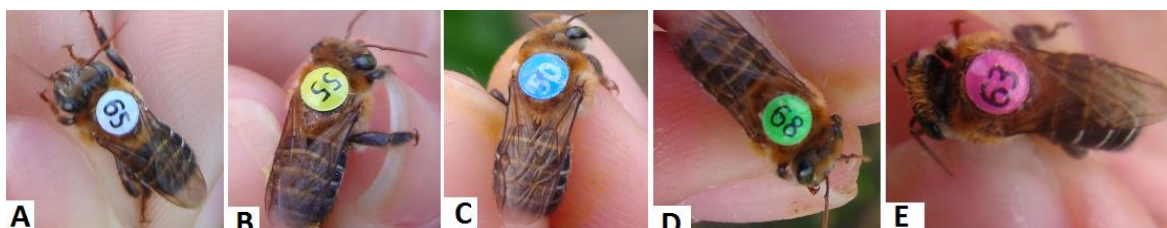


Figura 4. Abelhas marcadas com etiquetas de cores e números de acordo à distância do centro do pomar de laranjeira: A = Branca (500 m); B = Amarela (1.000 m); C = Azul (1.250 m); D = Verde (1.500 m); e E = Rosa (2 000 metros). Conceição do Almeida-BA, 2012. (Foto: Acervo Insecta)



Figura 5. Soltura de abelhas com etiquetas amarelas representando a distância de 1.000 m do centro do pomar de laranjeira. Conceição do Almeida-BA, 2012. (Foto: Acervo Insecta)

A contagem das abelhas que retornaram à colônia ocorreu em dois períodos: 24h e 48h após a soltura. Para contar as abelhas, a entrada de todas as colônias foram lacradas no início da noite do dia anterior à contagem. A partir das 6:00 hs, a entrada das colônias foram liberadas de uma a uma e as campeiras foram coletadas imediatamente ao sair com frasco plástico transparente (Figura 6), com cinco repetições.

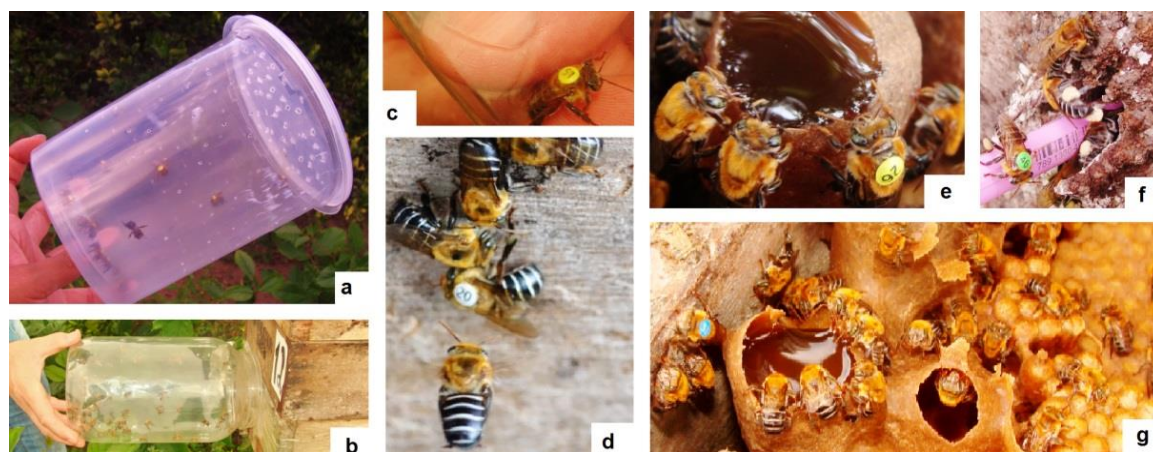


Figura 6. Soltura e recaptura de indivíduos marcados de *Melipona scutellaris*: A= recipiente plástico perfurado para soltar as abelhas marcadas; B = recipiente transparente para capturar as abelhas na entrada da colônia; C = etiquetagem das abelhas; D = abelha etiquetada na entrada da colônia; E, F e G = abelhas etiquetadas com diferentes cores (= distâncias) no interior da colônia. Conceição do Almeida-BA, 2012. (Foto: Acervo Insecta).

Por meio das etiquetas numeradas e coloridas, foi possível realizar a contagem de retorno com total controle. O experimento foi realizado em triplicata nos seguintes períodos anuais: final do inverno/início da primavera de 2012 (agosto/outubro); final da primavera/início do verão de 2012/2013 (novembro de 2012 e janeiro de 2013) e final do verão/início do outono de 2013 (fevereiro/abril).

O delineamento experimental foi o Inteiramente Casualizado com 15 repetições, sendo as parcelas constituídas de cinco distâncias, determinando um esquema fatorial de 15 x 5. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e para a condução das análises estatísticas usou-se o Programa GENES versão Windows (CRUZ, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os percentuais de retorno das abelhas demonstraram um bom desempenho dessas ao ambiente onde foram manejadas, visto que a área experimental é composta por vários bancos de germoplasma de fruteiras nativas e exóticas, cercados por pequenos fragmentos de Mata Atlântica, agricultura

familiar e pastagem. O fato de retornarem aos ninhos mesmo sendo soltas em distâncias curtas, médias e longas, revela sua capacidade de forrageio no entorno do local. De acordo com Kerret al. (1996b) e Camargo e Pedro (2007) o ambiente natural de *M. scutellaris* é a região de Mata Atlântica desde a Bahia até o Rio Grande do Norte, explicando a facilidade de reconhecimento do ambiente deste trabalho, o que pode ser favorável para o manejo dessas abelhas pelos agricultores familiares do Recôncavo da Bahia, região onde ocorrem naturalmente.

A análise de variância apontou diferenças significativas ($p < 0,01$) para a interação abelha/distância x abelha/ponto cardeal demonstrando comportamento diferenciado no retorno das abelhas dos locais onde foram realizadas as solturas em decorrência das distâncias e dos pontos. A distância com melhor rendimento foi de 500 m em todos os tratamentos, chegando a um percentual total de 44,4% de retorno. As demais distâncias apresentaram porcentagem de retorno de 35% para 1.000 m; 27,7% para 1.250 m; 17,7% para 1.500 m; e apenas 0,5% para 2.000 m. Baseado nos critérios estatísticos utilizados (Cruz et al., 1989), o raio de voo da uruçú foi determinado em até 1.500m nas condições deste trabalho, uma vez que são considerados percentuais válidos de no mínimo de 10% por este método.

Estes resultados diferem do estimado por Araújo et al. (2004), uma vez que poucos indivíduos marcados retornaram na distância de 2.000 m. Esses autores sugeriram que o raio de voo dos meliponíneos está relacionado com o tamanho do corpo, especificamente das asas. Nesse sentido, *M. scutellaris*, que é um dos maiores meliponíneos brasileiros com cerca de 10 a 12 mm, poderia chegar a um raio de até 2.800 m. Certamente, as abelhas têm a capacidade de forragear em grandes raios graças a sua capacidade de orientação como relata o trabalho de Bruening (1990), onde *M. subnitida*, abelha menor que *M. scutellaris*, poderia voar a uma distância de até 3.000 m. Contudo, existem muitas barreiras que impediriam esse raio de voo, como a escassez de pasto meliponícola e as condições climáticas.

Os coeficientes de variação relacionados ao retorno das abelhas nos diferentes períodos foram, respectivamente, 18,8% (agosto/outubro 2012), 18,9% (novembro/janeiro 2012-2013) e 17,24% (fevereiro/abril 2013). Os rendimentos

médios gerais de retorno oscilaram entre 26,7% (agosto/outubro 2012), 21,3% (novembro/janeiro 2012-2013) e 27,3% (fevereiro/abril 2013), com média geral de 25,11%. Esse resultado revela, estatisticamente, um bom desempenho para os períodos avaliados. Os períodos de soltura de agosto/outubro 2012 e de fevereiro/abril 2013 demonstraram os maiores índices de retorno, sendo suas médias superiores à média geral, enquanto o menor retorno ocorreu no período compreendido entre novembro/janeiro 2012-2013 (Figura 7).

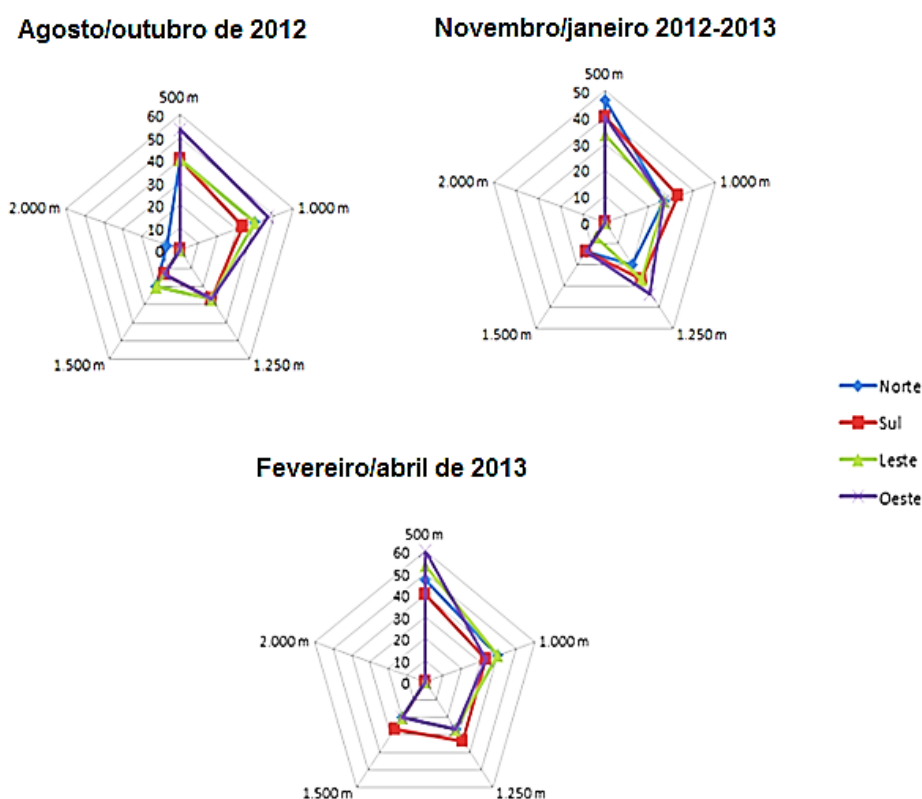


Figura 7. Retorno de indivíduos marcados de *Melipona scutellaris* em função das distâncias e dos Pontos Cardeais em três períodos experimentais. Conceição do Almeida-BA, 2012-2013 ($p < 0,01$).

Considerando que este estudo foi realizado no turno matutino, os dados apresentados estão de acordo às observações de Alves e Lorenzon (2001), que compararam o quantitativo de coleta de alimento por *M. scutellaris* nos períodos matutino e vespertino, chegando à conclusão que a coleta de pólen é maior pela manhã no período de seca.

Observações em campo revelaram que no primeiro experimento, realizado nos meses de agosto a outubro de 2012, havia a disponibilidade de florada nativa e agrícola bastante variada em todo o percurso traçado. O segundo ensaio foi realizado nos meses de novembro de 2012 a janeiro de 2013, quando não havia muita oferta de flores para o forrageio das abelhas nos percursos, exceto dos pomares irrigados da área experimental. O terceiro ensaio, nos meses de fevereiro a abril de 2013, havia disponibilidade de flores das fruteiras dos bancos de germoplasma da área experimental, bem como dos pomares irrigados de seu entorno.

As condições climáticas (maior temperatura, pouca precipitação pluviométrica e umidade relativa menor), também influenciaram nas médias de retorno, sendo menores no período de agosto a outubro de 2012 (Figuras 8 e 9). Estas observações estão de acordo com Kleinert et al. (2009), que verificaram que as abelhas só forragearam quando encontraram as condições favoráveis para seus voos, mesmo havendo floradas com disponibilidade de pólen e néctar.

O comportamento de forrageio das abelhas sem ferrão pode ser influenciado pelo clima e pela disponibilidade de recursos florais no ambiente. Na busca por local para forragear, as abelhas têm a capacidade de traçar percursos e recrutar outras abelhas da mesma colônia para médias e longas distâncias, dependendo da sazonalidade e densidade da flora (DORNHAUS et al., 2006; SOUZA et al., 2006; HILÁRIO et al., 2007).

As conclusões de outros trabalhos sobre atividades de voo de meliponíneos também apontaram a preferência das abelhas pela coleta de alimentos em temperaturas mais baixas: 21,7°C e 23°C para *M. rufiventris*; 22°C e 34°C para *Plebeia pugnax* (HILÁRIO et al., 2001); 17°C e 24°C para *M. asilvai*, com a umidade relativa variando entre 50% a 100% (SOUZA et al., 2009).

Michener (1974) relatou que a temperatura exerce grande influência no desenvolvimento do trabalho interno e externo das abelhas. Por se tratarem de animais muito pequenos a relação entre superfície e volume é imensa, havendo grande troca de calor com o ambiente. Nesse sentido, se a temperatura ambiente é alta, as atividades externas são diminuídas, e se a temperatura ambiente é baixa, diminuem também as atividades externas, visto que o metabolismo diminui.

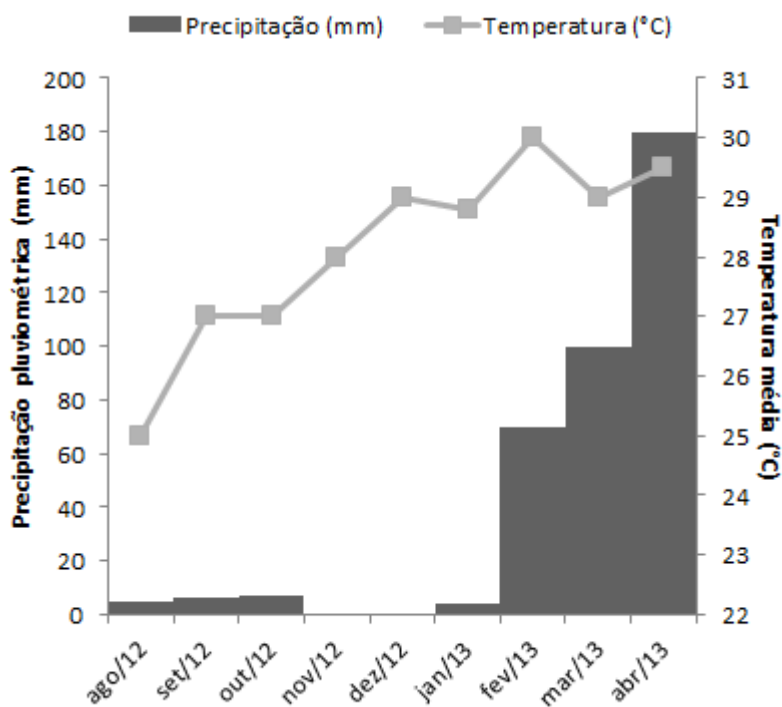


Figura 8. Dados climáticos (temperatura e precipitação pluviométrica) durante os períodos experimentais para determinar o raio de voo de *Melipona scutellaris*. Conceição do Almeida-BA, 2012-2013.

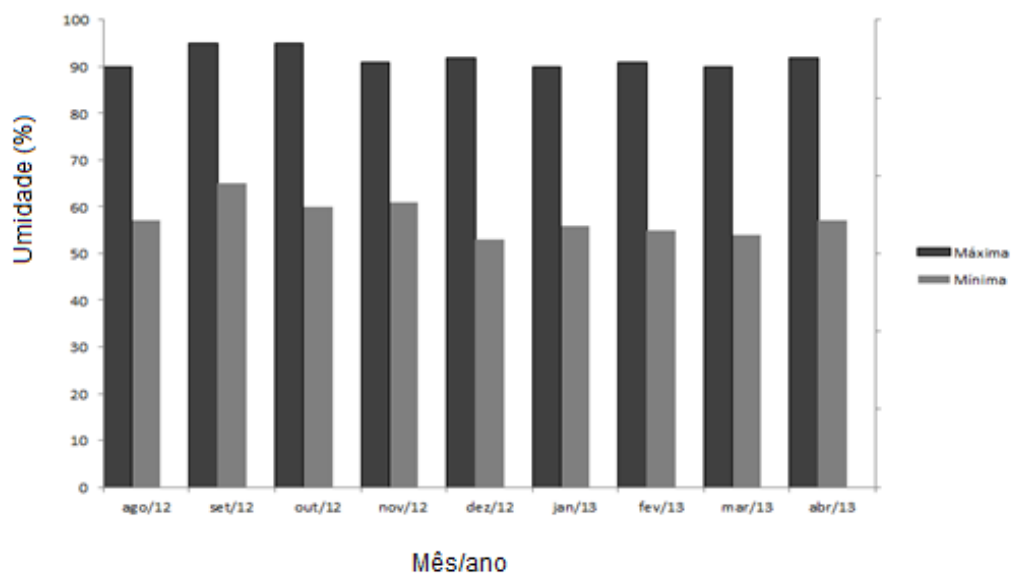


Figura 9. Umidade relativa durante os períodos experimentais para determinar o raio de voo de *Melipona scutellaris*. Conceição do Almeida-BA, 2012-2013.

No presente estudo, observou-se uma diminuição no retorno ao ninho quando as temperaturas estavam mais altas, principalmente nas distâncias mais longas (1.250 m, 1.500 m e 2.000 m).

Na análise de regressão, destacou-se com melhor adaptação para o forrageio das abelhas, o lado Oeste ($R^2 = 0,98$) (Figura 10). Isto pode estar relacionado à grande oferta de pasto meliponícola neste lado da área experimental, uma vez que os bancos de germoplasma de várias fruteiras (abacate, manga, acerola, pitanga, coco, goiaba entre outras) e o fragmento de Mata Atlântica se encontram mais concentrados neste raio, conforme demonstrado na Figura 3.

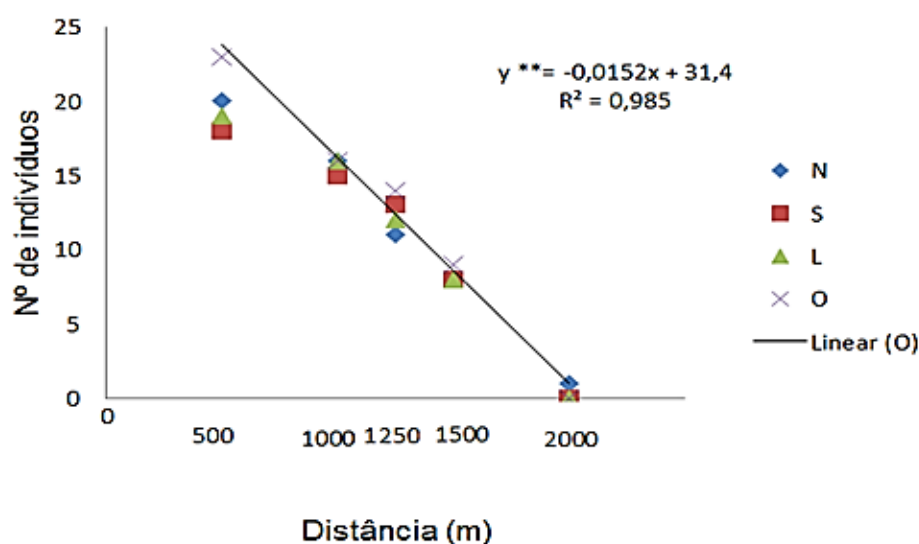


Figura 10. Retorno de indivíduos marcados de *Melipona scutellaris* em função das distâncias e dos Pontos Cardeais. Conceição do Almeida-BA, 2012-2013.

Os resultados confirmam que colônias de *M. scutellaris* podem ser utilizadas em pomares de laranjeira por agricultores familiares do Recôncavo Baiano para a visitação de flores no raio de 1.500 m. Esta possibilidade que visa o incremento da polinização dos pomares, também contribui para a preservação desta espécie, nativa na região.

Os meliponários devem ser implantados entre 1.000 e 1.500 metros de distância um do outro. Dessa forma, o adensamento de colônias pode favorecer

ao raio de forrageamento das abelhas, minimizando a competição por alimento entre indivíduos da mesma espécie.

Nogueira-Neto (1997) sugere que o raio de ação necessário para que as abelhas alcancem a área de pasto deverá ser conhecido pelo meliponicultor, para a implantação do meliponário, evitando perdas nas colônias pela falta de fonte proteica e energética.

CONCLUSÃO

O raio de voo da abelha uruçú (*M. scutellaris*) é de 1.500 metros, sendo esta distância recomendada para separar os meliponários e definir planos de manejo de polinização com esta espécie na região do Recôncavo Baiano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. U.; LOREZON, M. C. A. Atividade de voo de *Melipona scutellaris* (Meliponini) durante as estações seca e chuvosa na região do brejo da Paraíba. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 15, n. 2, p. 41-48, 2001.

ALVES, R.M. de O.; CARVALHO, C.A.L. de; SOUZA, B. de A.; SANTOS, W. da S. Areas of Natural Occurrence of *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 (Hymenoptera: Apidae) in the State of Bahia, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 84, p. 679-688, 2012.

ARAÚJO, E. D.; COSTA, M.; CHAUD-NETTO, J.; FOWLER, H. G. Body size and flight distance in stingless bees (Hymenoptera: Meliponini): inference of flight range and possible ecological implications. **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, p. 563-568, 2004.

AZEVEDO, G. G. Atividade de voo e determinação do número de instares larvais em *Partamona helleri* (Friese) (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae), 64 f. Dissertação de (Mestrado em Ciências Agrônômicas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

BRUENING, H. **Abelha Jandaíra**. Coleção Mossoroense, série C, vol. DLVII, Mossoró: ESAM, 1990. 181 p.

CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M. Notas sobre a bionomia de *Trichotrigona extranea* Camargo & Moure (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.51, p. 72-81, 2007.

CARVALHO-ZILSE, G. A.; KERR, W. E. Substituição natural de rainhas fisogástricas e distância de voo dos machos em Tiuba (*Melipona compressipes fasciculata* Smith, 1854) e Uruçu (*Melipona scutellaris* Latreille, 1811) (Apidae, Meliponini). **Acta Amazonica**, v. 34, n. 4, p. 649-652, out./dez. 2004.

CARVALHO-ZILSE, G.; PORTO, E. L.; SILVA, C. G. N.; PINTO, M. F. C. Atividade de voo de operárias de *Melipona seminigra* (Hymenoptera: Apidae) em um sistema agroflorestal da Amazônia. **Bioscience Journal**, v. 23, p. 94-99, 2007.

CARVALHO, G. A. The number of sex alleles (CSD) in a bee population and its practical importance (Hymenoptera: Apidae). **Journal of Hymenoptera Research**, v.10, p. 10-15, 2001.

CARVALHO, C. A. L.; ALVES, R. M. O.; SOUZA, B. A. **Criação de abelhas sem ferrão: aspectos práticos**. Cruz das Almas: UFBA/SEAGRI, 2003. 42 p. (Série Meliponicultura n. 1).

CRUZ, C. D. Programa GENES: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.

CRUZ, C. D.; TORRES, R. A.; VENCOSKY, R. N. Alternative approach to the stability analysis by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v. 12, p. 567-580, 1989.

DORNHAUS, A.; KLÜGL, F.; OECHSLEIN, C.; PUPPE, F.; CHITTKA, L. Benefits of recruitment in honey bees: effects of ecology and colony size in an individual based model. **Behavior Ecology**, v. 17, p. 336-344, 2006.

FREITAS, S. W.; D. WITIMANN. Poligenia temporária em *Plebeia wilfmonni* Mome & Camargo, 1989 (Hymenoptera: Apidae. Meliponinae). **Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 61-69, 1997.

GUIBU, L. S.; RAMALHO, M.; KLEINERT-GIOVANNINI, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Exploração de recursos florais por colônias de *Melipona quadrifasciata* (Apidae: Meliponinae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 48, p. 299-305, 1988.

HEARD, T. A.; HENDRIKZ, J. K. Factors influencing flight activity of colonies of the stingless bee *Trigona carbonaria* (Hymenoptera, Apidae). **Australian Journal of Zoology**, v. 41, p. 343-353, 1993.

HILÁRIO, S. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT-GIOVANNINI, A. Flight activity and colony strength in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, p. 299-306, 2000.

HILÁRIO, S. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT, A. M. P. Responses to climatic factors by foragers of *Plebeia pugnax* Moure (in litt.) (Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, p. 191-196, 2001.

HILÁRIO, S. D.; RIBEIRO, M. F.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Impacto da precipitação pluviométrica sobre a atividade de voo de *Plebeia remota* (Holmberg, 1903) (Apidae, Meliponini). **Biota Neotropica**, v. 7, p. 13-17, 2007.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A. A.; SARAIVA, A. M. Polinizadores e Polinização In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A. A.; SARAIVA, A. M. (Organizadores). **Polinizadores no**

Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. São Paulo: EDUSP, 2012.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT-GIOVANINNI, A.; PIRES, J. T. Climate variations influence on the flight activity of *Plebeia remota* Holmberg (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 29, n. 3, p. 427-434, 1985.

INOUE, T.; S. SALMAH; I. ABBAS; E. YUSUF. Foraging behavior of individual workers and foraging dynamics of colonies of three Sumatran stingless bees. **Res. Popul. Ecol.** ,v. 27, p. 373-392, 1985.

KERR, W. E.; NASCIMENTO, V. A.; CARVALHO, G. A. Há salvação para os meliponínios? In: I ENCONTRO DE ABELHAS DERIBEIRÃO PRETO, 1994, Ribeirão Preto, **Anais...** Petrolina, 1994, p. 60-65.

KERR, W. E.; VENCOVSKY, R. Melhoramento genético de abelhas I. Efeito do número de colônias sobre o melhoramento. **Brazilian Journal of Genetics**, v. 5, p. 279-285, 1982.

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; NASCIMENTO, V. A. **Abelha urucu: biologia, manejo e conservação.** Paracatu: Ed. Fundação Acangaú, 1996a.144 p.

KERR, W. E. **Biologia e manejo da tíuba: a abelha do Maranhão.** São Luis: EDUFMA., 156 p., 1996b.

KEVAN, P. G. ; ELSIKOWITCH, D.; KINUTHIA, W; MARTIM, P.; MUSSEN, E. C.; High quality bee products are important to agriculture: why, and what needs to be done. **Journal of Apicultural Research**, v. 46, n. 1, p. 59-64, 2007.

KLEIN, A. M.; VAISSIÈRE, B. E.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators

in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the of the Royal Society B: Biological Science**, London, v. 274, p. 303- 313, 2007.

KLEINERT-GIOVANNINI, A. The influence of climatic factors on flight activity of *Plebeia emerina* Friese (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) in winter. **Revista Brasileira Entomologia**, v. 26, p. 1-13, 1982.

KLEINERT, A. M. P.; RAMALHO, M.; CORTOPASSI-LAURINO, M.; RIBEIRO, M. F. & IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Abelhas Sociais (Meliponini, Apinini, Bombini). In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. eds. **Bioecologia e Nutrição de Insetos. Base para o Manejo Integrado de Pragas**. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, p. 371-424, 2009.

LIMA JÚNIOR, C.A. de; CARVALHO, C.A.L. de; NUNES, L.A.; FRANCOY, T.M. Population divergence of *Melipona scutellaris* (Hymenoptera: Meliponina) in two restricted areas in Bahia, Brazil. **Sociobiology**, v. 59, p. 107-122, 2012.

MACHADO, V. L. L.; PARRA, J. R. P. Capacidade de retorno ao ninho de operárias de *Polybia (Myraptera) scutellaris* (White, 1841) (Hymenoptera: Vespidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.13, p. 13-19, 1984.

MICHENER, C. D. **The Social Behavior of the Bees - A comparative study**. Cambridge: The Belknap Press, 1974. 404 p.

MICHENER, C. D. **The bees of the World**. Baltimore: The Johns Hopkins. 2000. 913 p.

NOGUEIRA-NETO, Paulo. **A Criação de Abelhas Indígenas sem Ferrão**. São Paulo: Tecnapis, 1997, 365 p.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT S. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos**, v. 120, p. 321-326, 2011.

PAGE JUNIOR, R. E.; LAIDLAW, H. H.; ERICKSON, E. H. Closed population honey bee breeding. Distribution of sex alleles with gyne supersedure. **Journal of Apicultural Research**, v. 22, p. 184-190, 1983.

PICK, R. A.; BLOCHTEIN, B. Atividades de voo de *Plebeia saiqui* (Holmberg) (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) durante o período de postura da rainha e em diapausa. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, p. 827- 839, 2002.

POMPEU, M. S. Aspectos bionômicos de *Melipona rufiventris* (Hymenoptera, Meliponina) e sugestões para sua conservação. 2003. 119 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Minas Gerais. 2003.

POTTS, S. G.; BIESMEIJER, J. C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.SCHWEIGER, O.; KUNIN, W. E. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 25, n. 6, p. 345-353, jun. 2010.

RAMALHO, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT-GIOVANNINI, A. 1991. Ecologia nutricional de abelhas sociais. In: PANIZZI, A., R.; PARRA, J. P. R. (eds.) **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo, p. 225-252, 1991.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. 1. ed. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte: IDMAR, 2002. 253 p.

SOUZA, B. de A.; CARVALHO, C.A.L.; ALVES, R.M. de O. Flight activity of *Melipona asilvai* Moure (Hymenoptera: Apidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n.2B, p. 731-737, 2006.

SOUZA, B. A.; CARVALHO, C. A. L.; ALVES, C. S. D.; DIAS, C. S.; CLARTON, L. **Mundurí (*Melipona asilvai*): a abelha sestrosa**. Série Meliponicultura 7. Cruz das Almas: INSECTA/UFRB, 2009. 46 p.

VELTHUIS, H. H. W.; VAN DOORN, A. A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. **Apidologie**, v. 37, p. 421-451, 2006.

VENTURIERI, G. C. Caixa para a criação de Uruçu-Amarela *Melipona flavolineata* Friese, 1900. Comunicado Técnico Embrapa Amazônia Oriental, Belém, n. 212, p. 1-8, 2008.

VIANA, J.L.; FRANCISCO, A.K. de; CARVALHO, C.A.L. de; WALDSCHMIDT, A.M. Genetic variability in *Melipona scutellaris* from Recôncavo, Bahia, Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v. 12, p. 3444-3454, 2013.

VILELA, D.; ARAUJO, P. M. M.; CUNHA, J. G. C. Câmara Setorial da Cadeia Produtiva de Mel e Produtos Apícolas. Contribuições das Câmaras Setoriais e Temáticas à Formulação de Políticas Públicas e Privadas para o Agronegócio. Conselho do Agronegócio – Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA/SE/CGAC, 2006. 496 p.

CAPÍTULO 3

INFLUÊNCIA DA POLINIZAÇÃO POR *Apis Mellifera* e *Melipona scutellaris* NA QUALIDADE DOS FRUTOS DE *Citrus sinensis* VARIEDADE 'Pera Rio'

¹ Artigo a ser ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Apidologie, em versão na língua inglesa

INFLUÊNCIA DA POLINIZAÇÃO POR *Apis Mellifera* e *Melipona scutellaris* NA QUALIDADE DOS FRUTOS DE *Citrus sinensis* VARIEDADE ‘PERA RIO’

RESUMO: O presente estudo objetivou estudar a influência na qualidade de frutos resultantes da polinização entomófila das abelhas *Melipona scutellaris* e *Apis mellifera* em um pomar de laranja ‘Pera Rio’ (*Citrus sinensis*), fruteira de grande importância para o Brasil. O trabalho foi realizado na Estação Experimental de Fruticultura da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola - EBDA. As etapas experimentais compreenderam a observação das visitas de *Melipona scutellaris* (2 visitas, 4 visitas, 6 visitas, 8 visitas e 10 visitas) nas flores de *Citrus sinensis* variedade ‘Pera-Rio’ em contraposição de flores sem acesso aos visitantes e em flores com livre acesso dos visitantes. O mesmo procedimento ocorreu com *Apis mellifera* em comparação com flores sem acesso aos visitantes e em flores com livre acesso dos visitantes, totalizando sete tratamentos e 40 repetições em cada etapa. Após 120 dias, os frutos foram colhidos e encaminhados para a realização de análises físico-químicas. Os resultados obtidos demonstraram que as flores visitadas por *M. scutellaris* e por *A. mellifera* produziram frutos com maior peso e ° Brix (> 10) em comparação aos frutos provenientes de flores que não receberam visitas (= 10). Conclui-se que as duas espécies de abelhas são polinizadores potenciais e contribuem com o aumento da produção e qualidade dos frutos da laranjeira (*C. sinensis*) variedade ‘Pera Rio’.

Palavras-chave: Fruticultura; citricultura; abelhas sociais.

INFLUENCE OF *Apis Mellifera* AND *Melipona scutellaris* POLLINATION ON FRUIT QUALITY OF *Citrus sinensis*

ABSTRACT : The present work aimed to study the influence on fruit quality resulting from pollination by bee *Melipona scutellaris* and *Apis mellifera* in an orange orchard 'Pera Rio' (*Citrus sinensis*), fruit of big importance for Brazil. The study was conducted at the Estação Experimental de Fruticultura of the Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola - EBDA. The experimental steps comprised: observation of visits of *M. scutellaris* (2 visits, 4 visits, 6 visits, 8 visits and 10 visits) on flowers of *Citrus sinensis* variety 'Pera - Rio', as opposed to flowers without bee visitors and flowers with free access of visitors. The same procedure occurred with *A. mellifera* compared to flowers without access to visitors and flowers with free access of visitors, totalizing seven treatments and 40 repetitions at each stage. After 120 days, the fruits were harvested and sent to carry out physical-chemical analyzes. The results showed that the flowers visited by *M. scutellaris* and *A. mellifera*, produced fruits with higher weight and Brix (> 10) compared to fruits from flowers that received no visits (= 10). It is conclude that the two species of bees are potential pollinators and have contribution to the increased production and fruit quality of sweet orange (*C. sinensis*) variety ' Pera - Rio'.

Keywords: Fruit, *Citrus*, social bees.

INTRODUÇÃO

Mais de 80% das culturas agrícolas possuem mecanismo de reprodução alogâmico ou misto (autogâmico, com percentuais de alogamia) (ALLARD, 1979). Essa é a causa principal da dependência desses vegetais por agentes polinizadores para a garantia do sucesso reprodutivo (AMARAL et al., 2007; KEVAN, 2007; IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012; MAUES et al., 2012).

As abelhas são os principais agentes polinizadores (KLEIN et al., 2007; OLLERTON et al., 2011). Sua utilização, racional vem sendo aplicada em muitas culturas agrícolas promovendo um incremento da produção (FREITAS et al, 2012; VENTURIERI et al., 2012).

A relação entre ganhos econômicos na utilização de abelhas como agentes polinizadores nas culturas agrícolas vem sendo abordada por muitos autores. Os estudos de Gallai et al. (2009) afirmaram que são movimentados anualmente cerca de 761 bilhões de Euros relacionados aos alimentos que dependem de polinizadores contra 151 bilhões de Euros/ano de alimentos produzidos sem polinizadores.

Geralmente, para a polinização em culturas agrícolas, as abelhas do gênero *Apis* são amplamente utilizadas, pois sua criação (apicultura) é difundida em todo o mundo, embora o foco principal ainda não seja a polinização e sim a produção de mel (BOSCH e KEMP, 2001; PITTS-SINGER e CANE, 2011).

Alguns estudos relataram ganhos na produção de culturas agrícolas, pela ação das abelhas do Gênero *Apis*: De Marco e Coelho (2004) mostraram um ganho de 14% para a cultura do café; Duran et al. (2010) encontraram o valor de 53% de aumento na produção de canola. Rizzardo et al. (2008) relataram o aumento de 5% para a mamona e, Venturieri et al. (2005) verificou que o açazeiro é completamente dependente da ação de abelhas polinizadoras para a produção dos frutos, não apenas por *Apis*, mas por outras abelhas eussociais como os meliponíneos e também abelhas solitárias.

No Brasil, a produção de laranja, também utiliza o serviço de *Apis* na polinização, como é demonstrado pelo trabalho de Malerbo-Souza e Halak (2008). Esses mesmos autores observaram que 60,2% das visitas florais do limoeiro foram realizadas por *A. mellifera*.

Além disso, nas culturas de *Citrus* (laranja, tangerina e limão) apesar da capacidade de auto fecundação há ganhos consideráveis na produção e qualidade de frutos quando associados a agentes polinizadores (MALERBO-SOUZA et al., 2003; FERRARO et al., 2006).

Mesmo sendo o Brasil o maior produtor de laranja doce e o maior exportador de suco de laranja concentrado e congelado do mundo, ainda existem muitas lacunas relacionadas aos tratos culturais para a melhoria e aumento da produtividade das plantas. Sabe-se que na cultura da maioria dos citros, não há necessidade de polinização cruzada para a formação de frutos (Futch e Jackson, 2009). Entretanto a produção pode aumentar, quando se utiliza insetos polinizadores dentro das plantações como ocorre em pomares da Flórida (WRIGHT, 2007). As abelhas são os insetos mais importantes para a polinização de citros, sendo *A. mellifera* até o momento considerada a mais importante naquele Estado.

Porém, existem limitações relacionadas à segurança quando da manipulação de abelhas do gênero *Apis*, sendo a agressividade a principal delas. Assim, a utilização de abelhas sociais sem ferrão pode compreender uma importante estratégia para o desenvolvimento da técnica de adensamento que consiste na ampliação da população das abelhas próximo à plantação ou no meio da plantação, implantando-se colônias racionais, pela facilidade de manejo dentro do pomar (ANTONIO, 1986; LORENZON et al., 1993; FERREIRA, 2002; MALAGODI-BRAGA e KLEINERT, 2004; CRUZ et al., 2005; DEL-SARTO et al., 2005; ANTUNES et al., 2007; DOS SANTOS et al., 2008; HIKAWA e MIYANAGA, 2009).

Desta forma, considerando a importância da cultura de *Citrus sinensis* variedade 'Pera Rio' para a Bahia, o presente trabalho propôs a utilização de novas estratégias para o manejo de polinizadores desta fruteira de importância econômica em todo o mundo, e disponibilização de nova técnica de manejo de polinizadores, através do adensamento de espécies nativas de abelhas com enfoque na espécie *M. scutellaris*.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Estação Experimental de Fruticultura Tropical da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola- EBDA localizada no Município de Conceição do Almeida-Bahia (12°48'45" S; 39°15'20" W), sendo o clima, de acordo a Thomthwaite, do tipo C1, seco e subúmido, o solo é classificado como argisolo amarelo. A área é caracterizada pela presença de fragmentos de Mata Atlântica nos sentidos Norte e Leste, pela extensa área composta de bancos de germoplasma de fruteiras brasileiras e exóticas e em seu entorno, em todos os sentidos (Norte, Sul, Leste e Oeste) existe uma área de agricultura familiar e de pastagens.

Dentro de um pomar de laranja (*C. sinensis*) variedade 'Pera Rio', foram implantadas 40 colônias racionais de *M. scutellaris*, constituídas de ninho, sobreninho e melgueira, distribuídas ao acaso, a partir do centro do pomar em uma área total de 5.000 m² de plantio, das quais 20 colônias foram adquiridas de meliponilcultores tradicionais do Recôncavo da Bahia e 20 por meio do Núcleo de Estudo dos Insetos – INSECTA da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB. Essas abelhas receberam um reforço alimentar energético e proteico, constituído de açúcar e pólen, com o objetivo de fortalecer os enxames antes de transferi-las para o campo experimental, de acordo com Nogueira-Neto. As abelhas foram transportadas para o pomar, seis meses antes do início do presente estudo. O estudo foi dividido em duas etapas e desenvolvido nas três primeiras semanas da florada, que ocorreu no mês de outubro de 2012. Os tratamentos foram submetidos às metodologias adaptadas propostas por Alves e Freitas (2007), sendo que os tratamentos consistiram nas visitas realizadas por *M. scutellaris* e *A. mellifera* (que ocorrem na área do pomar devido à proximidade de apiários), flores com livre acesso de abelhas e outros possíveis polinizadores e flores sem acesso das abelhas, conforme descrito a seguir:

1ª etapa:

Tratamento 1: Flores que receberam 2 visitas de *M. scutellaris*;

Tratamento 2: Flores que receberam 4 visitas de *M. scutellaris*;

Tratamento 3: Flores que receberam 6 visitas de *M. scutellaris*;

- Tratamento 4: Flores que receberam 8 visitas de *M. scutellaris*;
- Tratamento 5: Flores que receberam 10 visitas de *M. scutellaris*;
- Tratamento 6: Flores protegidas;
- Tratamento 7: Flores submetidas à livre visitação.

Nos tratamentos de 1 a 5, 40 botões florais de plantas diferentes foram escolhidos ao acaso, marcados e ensacados com tecido voil no dia anterior   antese. As observa es tiveram início na antese, onde as flores eram desensacadas e o observador aguardava a quantidade de visita das abelhas, de acordo ao estabelecido para cada tratamento. Logo após a quantidade exata de visitas, as flores foram novamente ensacadas.

No tratamento 6, 40 flores foram escolhidas aleatoriamente de plantas diferentes e foram envolvidas com o saco de voil para evitar o contato com possíveis visitantes.

No tratamento 7 foram selecionadas aleatoriamente 40 flores em est dio, de botão, todas com mesma medida, no dia anterior   antese. Estas foram apenas marcadas e submetidas livremente   todos os possíveis visitantes.

As flores dos tratamentos de 1 a 6 foram desensacadas em 48 horas depois dos procedimentos experimentais.

O desenvolvimento dos frutos provenientes dos tratamentos foram acompanhados a cada 8 dias e os frutos foram colhidos 120 dias após o início dos tratamentos.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

2^a etapa:

- Tratamento 1: Flores que receberam 2 visitas de *A. mellifera*;
- Tratamento 2: Flores que receberam 4 visitas de *A. mellifera*;
- Tratamento 3: Flores que receberam 6 visitas de *A. mellifera*;
- Tratamento 4: Flores que receberam 8 visitas de *A. mellifera*;
- Tratamento 5: Flores que receberam 10 visitas de *A. mellifera*;
- Tratamento 6: Flores protegidas;

Tratamento 7: Flores submetidas à livre visitação.

Nos tratamentos de 1 a 5, 40 botões florais de plantas diferentes foram escolhidos ao acaso, marcados e ensacados com voil no dia anterior à antese. As observações tiveram início na antese, onde as flores eram desensacadas e o observador aguardava a quantidade de visita das abelhas, de acordo ao estabelecido para cada tratamento. Logo após a quantidade exata de visitas, as flores foram novamente ensacadas.

No tratamento 6, 40 flores foram escolhidas aleatoriamente de plantas diferentes e foram envolvidas com o saco de voil para evitar o contanto com possíveis visitantes.

No tratamento 7 foram selecionadas aleatoriamente 40 flores em estágio, de botão, todas com mesma medida, no dia anterior à antese. Estas foram apenas marcadas e submetidas livremente à todos os possíveis visitantes.

As flores dos tratamentos de 1 a 6 foram desensacadas em 48 horas depois dos procedimentos experimentais.

O desenvolvimento dos frutos provenientes dos tratamentos foram acompanhados a cada 8 dias e os frutos foram colhidos 120 dias após o início dos tratamentos.

Os frutos foram encaminhados para o Laboratório de Análise de Água e Alimentos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia para a realização de análises físico-química.

Para a realização das análises físico-química dos frutos, foi utilizada a metodologia de Carvalho et al. (1990) a qual consiste: a) determinação do peso dos frutos em balança semianalítica; b) medida do diâmetro do fruto em paquímetro digital; c) sólidos solúveis com a realização da leitura direta por meio de refratômetro, sendo os resultados expressos em Brix; d) acidez do fruto através da titulação com NaOH, sendo os resultados expressos em ácido cítrico; e) pH através de aparelho de bancada e teor de ácido ascórbico por meio de titulação com solução de 2,6 diclorofenol indofenol de sódio.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Durante a realização das duas etapas do trabalho, foram realizadas observações do comportamento dos visitantes *M. scutellaris*: horário e duração das visitas, recurso coletado e movimentação na flor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comportamento das abelhas nas flores de *C. sinensis*

Devido à implantação de 40 colônias de *M. scutellaris* na área de estudo houve destaque dessas abelhas nas visitas. Assim, foram registradas oito estratégias adotadas pela espécie para a coleta de alimento, geralmente com curta duração, conforme demonstrado na Figura 1. Nas estratégias C, F e G a coleta foi realizada pela lateral da flor não ocorrendo o toque nas anteras e estigma. Na estratégia H foi registrada a coleta de pólen (rara) e néctar. Nessa estratégia também não houve toque no estigma. Por fim as estratégias A, B, D e E foram as de maior ocorrência e sempre os estigmas e anteras eram tocados, pois as abelhas “abraçavam” completamente estas estruturas havendo deposição de pólen no estigma.

As Figuras 2 e 3 demonstram respectivamente as médias de visita por horário, temperatura, umidade e a duração da visita/recurso coletado. Há uma diminuição do percentual de visitas e sua duração, como foi observado no horário de 12:01 às 14:00. Vale observar que a secreção de néctar em horários de temperaturas mais elevadas diminuiu, conforme visto no Capítulo 1.

M. scutellaris visita as flores durante todo o dia, com alguns picos de visitação de acordo à temperatura. Portanto, esses dados são discordantes aos de Malerbo-Souza et al. (2003) que afirmaram ser pela manhã a visitação de polinizadores em flores de laranja.

Esses resultados confirmam que *C. sinensis* variedade ‘Pera Rio’ é uma fruteira nectarífera importante para o pasto meliponícola na região onde foi desenvolvido o presente trabalho.

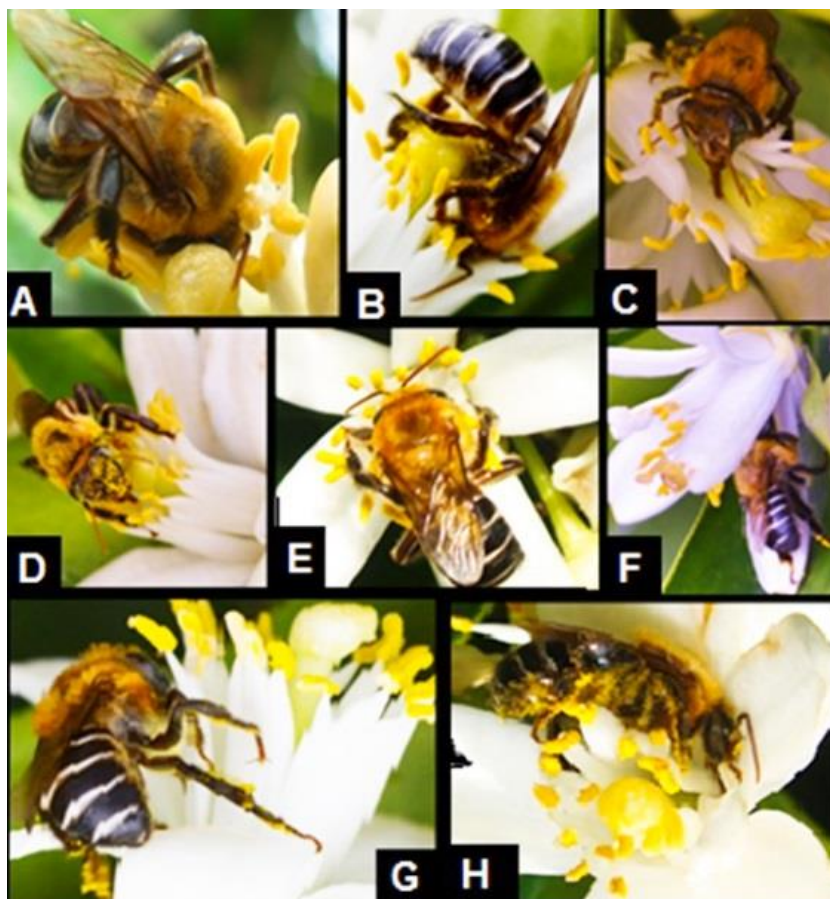


Figura 1. Estratégias de coleta de recurso florais pela abelha *Melipona scutelleris* nas flores de *Citrus sinensis* var “Pera Rio”. Conceição do Almeida-BA, 2012.(Foto: Acervo Insecta). A, B, D, E: toque nas duas estruturas reprodutivas; C, F, G: coleta lateral sem toque nas estruturas reprodutivas e H coleta lateral de néctar e pólen.

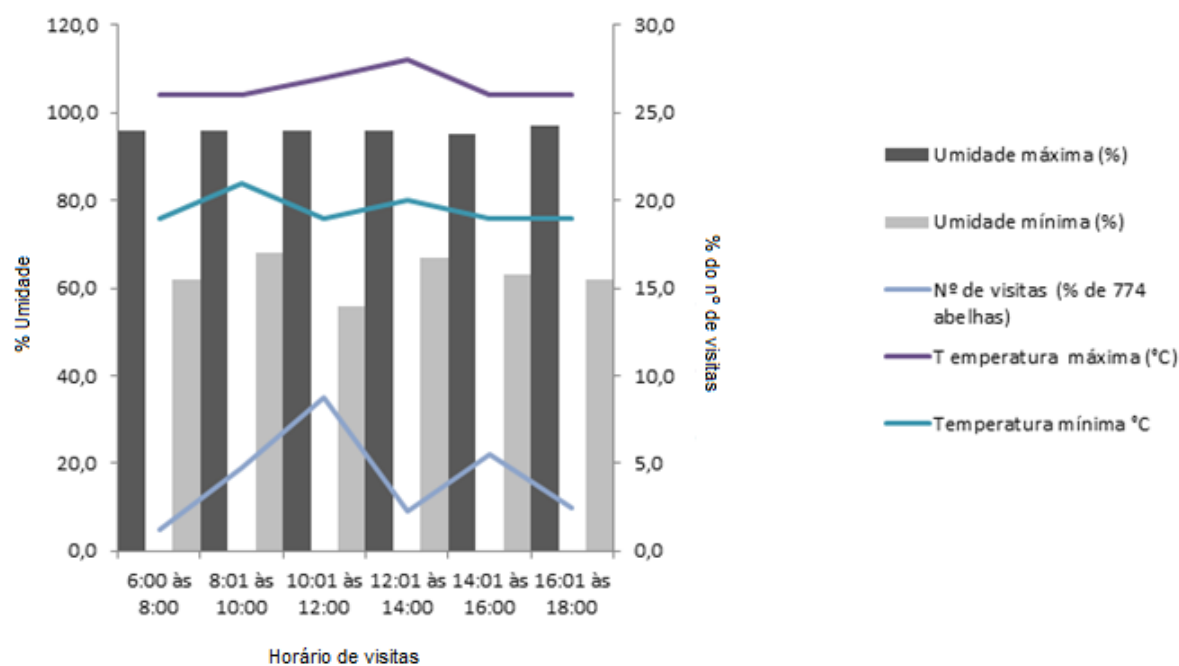


Figura 2. Visitas de *Melipona scutellaris* às flores de *Citrus sinensis* var ‘Pera Rio’ em função da temperatura e umidade relativa do ar. Conceição do Almeida-BA, 2012.

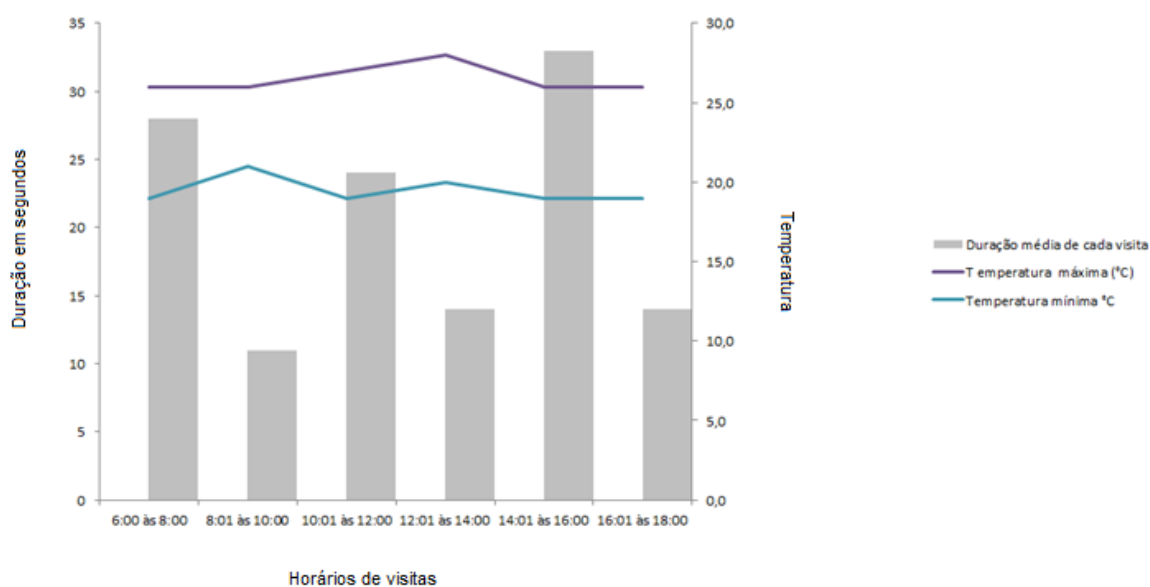


Figura 3. Duração média das visitas de *Melipona scutellaris* nas flores de *Citrus sinensis* var. “Pera Rio” e a temperatura do ar por horários de visita. Conceição do Almeida-BA, 2012.

Os frutos formados com a contribuição das visitas de *M. scutellaris* não diferiram estatisticamente entre si e com os demais tratamentos nos parâmetros nº de sementes, Brix e pH. Entretanto, houve diferenças estatísticas entre os tratamentos nos parâmetros: peso, diâmetro, acidez e teor de ácido cítrico.

O tratamento 7 (aquele que foi exposto à livre visitação) foi o melhor em todos os parâmetros exceto a acidez. Este se destacou dos demais por apresentar maior quantidade de ácido ascórbico.

Dentre os tratamentos submetidos à visitação de *M. scutellaris*, em relação ao peso e diâmetro dos frutos, os melhores foram aqueles que receberam o maior número de visitas de *M. scutellaris* (Tratamentos com 4, 6, 8 e 10 visitas) quando comparados aos demais. Os autores Wafa e Ibrahim (1960) afirmaram que pode ocorrer o aumento de até 31% na produção de fruto de laranjeiras visitadas pelas abelhas, ocorrendo 22% de aumento no peso e 33% na qualidade do suco concentrado.

Nos frutos resultantes dos tratamentos submetidos à visitação de *A. mellifera* também ocorreram diferenças estatísticas nos parâmetros: peso, diâmetro, Brix, acidez e teor de ácido ascórbico. O melhor tratamento foi aquele submetido à livre visitação em todos os parâmetros analisados, exceto na acidez. Em seguida, o melhor tratamento foi aquele que recebeu mais visitas dessas abelhas exceto no teor de ácido ascórbico. Os trabalhos realizados por Malerbo-Souza e Nogueira-Couto (2002), registraram o incremento de 19,4% na produção de frutos quando as flores foram visitadas por *A. mellifera*. Em outro estudo também com *A. mellifera*, Malerbo-Souza et al. (2003) observaram o incremento de 35,3% na produção dos frutos.

Nos dois experimentos, tanto com *M. scutellaris* quanto com *A. mellifera* não houve influência no aumento do número de sementes nem no pH dos frutos em comparação ao Tratamento 6 (flores protegidas). Desse modo, como um dos parâmetros do consumo *in natura* da laranja é a pouca produção de sementes (HORTIBRASIL, 2006), o efeito da polinização atende este requisito.

Segundo as normas de classificação e padronização do Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais de Hortigranjeiros, as laranjas são consideradas como ideal para o consumo *in natura* quando apresenta Brix igual ou superior a 10 (HORTIBRASIL, 2006). No presente estudo, o Brix de todos os

frutos cujas flores foram submetidas à visitação de *M. scutellaris* e *A. mellifera* foram maior do que 10 em comparação aos frutos provenientes de flores que não receberam visitas.

Tabela 1. Influência na qualidade de frutos resultantes da polinização de *Citrus sinensis* var. 'Pera Rio' pela abelha *Melipona scutellaris* em função de seu número de visita às flores. Conceição do Almeida-BA, 2012.

TRAT	VARIÁVEIS						
	PESO	DIAMETRO	Nº SEM	BRIX (°)	pH	ACIDEZ (%)	AA
1	145,8ab	6,0b	3,6 a	11 a	3,8 a	0,56 e	71,0 bc
2	133,4b	5,8b	4,0 a	10 a	3,4 a	0,76 cd	66,0 c
3	164,4ab	5,6b	4,4 a	10,6 a	3,4 a	1,0 a	72,0 bc
4	182,0ab	6,52ab	5,0 a	10,6 a	3,6 a	0,88 b	71 bc
5	171,4 ab	6,4ab	4,6 a	10,6 a	3,6 a	0,88 b	73,0b
6	136,0 b	5,96b	4,0 a	10,0 a	3,5 a	0,81 bc	72,4 b
7	223,8a	6,9 ^a	5,4 a	11,0 a	3,7 a	0,65de	114,8 a
CV%	25,57	7,1	23,99	6,31	15,47	7,39	4,03

Legendas - TRAT :1 (duas visitas); 2 (quatro visitas); 3 (seis visitas); 4 (oito visitas); 5 (cinco visitas); 6 (flores protegidas) e 7 (livre polinização). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Influência da polinização de *Citrus sinensis* var. 'Pera Rio' pela abelha *Apis mellifera* em função de seu número de visita às flores. Conceição do Almeida-BA,2012.

TRAT	VARIÁVEIS						
	PESO	DIAMETRO	Nº SEM	BRIX (°)	pH	ACIDEZ (%)	AA
1	141,6 b	6,04 ab	4,8 a	10,9 ab	3,6 a	0,71 c	83,0 b
2	156,8 b	6,39 ab	4,8 a	12,5 ab	3,5 a	0,81 b	74,0 c
3	118,0 b	5,9 b	2,6 a	11,1 ab	3,5 a	0,81 b	66,0 d
4	138,6 b	5,98 ab	6,4 a	12,7 a	3,22a	1,0a	85,0 b
5	178,4 ab	6,6 a	4,0 a	11,1 ab	3,6 a	0,65 a	74,0 c
6	136,0 b	5,96 ab	4,0 a	10,0 a	3,5 a	0,81 b	72,4 c
7	223,8 a	6,9 a	5,4 a	11,0 ab	3,7 a	0,65 b	114,8a
CV%	20,15	7,9	47,4	11,48	17,78	4,85	3,13

Legendas - TRAT: 1 (duas visitas); 2 (quatro visitas); 3 (seis visitas); 4 (oito visitas); 5 (cinco visitas); 6 (flores protegidas) e 7 (livre polinização). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os frutos de citros de maneira geral tem alto percentual de partenocarpia (Passos et al., 2011). Porém, pode ocorrer a partenocarpia estimulativa e esta,

necessita de estímulo externo para a polinização, germinação e crescimento do tubo polínico, mesmo sem haver fecundação dos óvulos (SPIEGEL-ROY, P.; GOLDSCHMIDT, 1996). Nesse sentido, conforme os resultados do presente trabalho, as abelhas urucu (*M. scutellaris*) e *A. mellifera* atuaram como agentes polinizadores que promoveram o transporte de grãos de pólen, estimulando as estruturas reprodutivas das flores de *C. sinensis*.

Como no presente estudo não ocorreu diferenças entre a formação de sementes em todos os tratamentos e por outro lado os tratamentos submetidos, tanto na livre visitação, quanto na visitação por polinizador específico (*M. scutellaris* e *A. mellifera*) obtiveram maior peso nos frutos, conclui-se que as duas espécies de abelhas são polinizadores potenciais e contribuem com o aumento da produção e qualidade dos frutos da lanjeira (*C. sinensis*) variedade 'Pera-Rio' nas condições do presente trabalho.

CONCLUSÃO

Nas condições edafoclimáticas do presente estudo, *Melipona scutellaris* e *Apis mellifera* são polinizadores efetivos da cultura da laranjeira (*Citrus sinensis*) variedade 'Pera Rio', influenciando na qualidade dos frutos de valor comercial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R.W. Princípios de melhoramento genético das plantas. São Paulo: Edgard Blucher, 1960. 381p.

ALVES, J. E.; FREITAS, B. M. Requerimentos de polinização da goiabeira. **Ciência Rural** . 2007, vol.37, n.5, pp. 1281-1286, 2007

AMARAL, C. L. F. et al. Tendências reprodutivas em *Ocimum canum* Sims (Lamiaceae) subsidiando programas de melhoramento genético. **Diálogos e Ciência**, v. 12, p. 1-11, 2007.

ANTONIO, I. C. Preferência das abelhas *Melipona seminigra merrillae* Cockerel instaladas em um plantio de guaraná (*Paullinia cupana* H.B.K. Var. *sorbilis*) na coleta de pólen. In: ENCONTRO DE PESQUISADORES DA AMAZÔNIA, 5, 1986, Manaus. **Anais...** Manaus: FUA, p. 104. 1986.

ANTUNES, O. T.; CAVALETE, E. O.; ROCHA, H. C.; NIENOW, A. A.; CECCHETTI, D.; R., E.; MARAN., R. E. Yield of strawberry cultivars pollinized by jatai bees under protected environment. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 1, p. 94-99, 2007.

BOSCH, J; KEMP, W. P. **How to manage the blue orchard bee: as an orchard pollinator**. Washington, DC, Sustainable Agriculture Network, 2001.98 p.

CARVALHO, C. R.L.; MANTOVANI, D. M.B.; CARVALHO, P. R. N; MORAES R. M. M. Análise química de alimentos. ITAL, Campinas, 1990. 121p.

CRUZ, D. O.; FREITAS, B. M.; SILVA, L. A. Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 12, p. 1197-1201, 2005.

DEL SARTO, M. C. L.; PERUQUETTI, R. C.; CAMPOS, L. A. O. Evaluation of the Neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. **Journal of Economic Entomology**, v. 98, n. 2, p. 260-266, 2005.

DE MARCO, P. J.; COELHO, F. M. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures pollination and production. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, n. 7, p. 1245-1255, 2004.

DOS SANTOS, S. A. B.; ROSELINO, A. C.; BEGO, L. R. Pollination of Cucumber, *Cucumis sativus* L. (Cucurbitales: Cucurbitaceae), by the Stingless Bees *Scaptotrigona* aff. *Depilis* Moure and *Nannotrigona testaceicornis* Lepeletier

(Hymenoptera: Meliponini) in Greenhouses. **Neotropical Entomology**, v. 37, p. 506-512, 2008.

DURÁN, X. A.; ULLOA, R. B.; CARRILLO, J. A.; CONTRERAS, J. L.; BASTIDAS, M.T. Evaluation of yield component traits of honeybee pollinated (*Apis mellifera* L.) Rapeseed canola (*Brassica napus* L.). **Chil. J. Agr. Res.**, v. 70, n. 2, p. 309-314, 2010.

FERRARO, A. E.; PIO, R. M.; AZEVEDO, F. A. Influência da polinização com variedades de laranja-doce sobre o número de sementes de tangelo Nova. **Revista Brasileira de Fruticultura** [online], v. 28, n. 2, p. 244-246, 2006.

FERREIRA, M. N. Polinização dirigida em guaranazal cultivado utilizando-se abelhas *Apis mellifera*, *Melipona seminigræ* e *Scaptotrigona* sp. 2002. 105 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

FREITAS, B. M.; NUNES-SILVA, P. Polinização Agrícola e sua Importância no Brasil. In: IMPERATRIZ-FONSECA, Vera Lúcia... et al. (Organizadores). **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: EDUSP, 2012.

MAUES, M. M.; VORASSIN, I. G.; FREITAS, L.; MACHADO, I. C. S.; OLIVEIRA, P. E. A. M. A importância dos polinizadores nos biomas brasileiros, conhecimento atual e perspectivas futuras para conservação. In: IMPERATRIZ-FONSECA, Vera Lúcia... et al. (Organizadores). **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: EDUSP, 2012.

FUTCH, S. H; JACKSON, L. K. Cross-pollination planting plans. University of Florida - IFAS Extension, p. 1-2, 2009.

GALLAI, N.; SALLES, J.; SETTELE, J.; VAISSIERE, B. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollination decline. **Ecological Economics**, v. 68, p. 810-821. 2009.

HIKAWA, M.; MIYANAGA, R. Effects of pollination by *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) on tomatoes in protected culture. **Applied Entomology and Zoology**, v. 44, n. 2, p. 301-307, 2009.

HORTIBRASIL. Laranja. Disponível em: <<http://www.hortibrasil.org.br/classificação/arquivos/norma.html>>. Acesso em: 30 março. 2013.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A. A.; SARAIVA, A. M. Polinizadores e Polinização. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A.; MAURO, S. A. (Org.). **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: EDUSP, 2012. 448 p.

KLEIN, A. M.; VAISSIERE, B. E.; CANE, J.H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proc. R. Soc. Biol. Sci.**, v. 274, n. 1608, p. 303-313, 2007.

LORENZON, M. C. A.; RODRIGUES, A. G.; SOUZA, J. R. G. C. Comportamento polinizador de *Trigona spinipes* (Hymenoptera: Apidae) na floração da cebola (*Allium cepa* L.) híbrida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 217-221, 1993.

MALAGODI BRAGA, K. S.; KLEINERT, A. M. P. Could *Tetragonisca angustula* Latreille (Apinae, Meliponini) be effective as strawberry pollinator in greenhouses? **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 55, n. 7, p. 771-773, 2004.

MALERBO-SOUZA, D. T.; HALAK, A. L. Polinização das laranjeiras. In: PINTO, A. S.; ZACCARO, R. P. (Org.). **Produção de mudas e manejo fitossanitário dos citros**. Piracicaba: CP2, 2008, cap. 7, p. 125-133.

MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H. Polinização entomófila em 3 variedades de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Científica**, v. 30, p. 79-87. 2002.

MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H.; COUTO, L. A. Polinização em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera Rio). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science** [online], v. 40, n. 4, p. 237-242, 2003.

MAUES, M. M.; VORASSIN, I. G.; FREITAS, L.; MACHADO, I. C. S.; OLIVEIRA, P. E. A. M. A importância dos polinizadores nos biomas brasileiros, conhecimento atual e perspectivas futuras para conservação. In: IMPERATRIZ-FONSECA, Vera Lúcia... et al. (Organizadores). **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: EDUSP, 2012.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT S. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos**, v. 120, n. 3, p. 321-326, 2011.

PITTS-SINGER, T. L.; CANE J. H. The alfalfa leafcutting bee, *Megachilerotundata*: The world's most intensively managed solitary bee. **Annual Review of Entomology**. v. 56, p. 221-237, 2011.

RIZZARDO, R. A. G.; FREITAS, B. M.; MILFONT, M. O.; SILVA, E. M. S. A polinização de culturas agrícolas com potencial para produção de biodiesel: um estudo de caso com a mamona (*Ricinus communis* L.). In VIII ENCONTRO SOBRE ABELHAS, FUNPEC, Ribeirão Preto, p. 293-299, 2008. **Anais...**

SPIEGEL-ROY, P.; GOLDSCHMIDT, E. E. **Biology of citrus**. Cambridge: University Press, 1996. 230 p.

VENTURIERI, G. C., RODRIGUES, S. T.; PEREIRA, C. A. B. As abelhas e as flores do açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart. - Arecaceae). **Mensagem Doce**, n. 80, p. 32-33, 2005.

VENTURIERI, G. C.; ALVES, D. A.; VILLAS-BÔAS, J. K.; CARVALHO, C. A.L.C; MENEZES, C.; VOLLET-NETO, A.; CONTRERA, A. L.; CORTOPASSI-LAURINO, M.; NOGUEIRA-NETO, P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Meliponicultura no Brasil: Situação Atual e Perspectivas Futuras para o Uso na Polinização Agrícola. In: IMPERATRIZ-FONSECA, Vera Lúcia... et al. (Organizadores). **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: EDUSP, 2012.

WAFI, A. K.; IBRAHIM, S. H. Effect of the honeybees as a pollinating agent on the yield of orange. **Elfelaha**, p. 18, 1960.

WRIGHT, G. C. Pollination of W. Murcott Afourer Mandarins, **Citrus Research Report**, v.153, p. 12-13, 2007.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o uso de diversas tecnologias, a agricultura mundial se expandiu nos últimos 20 anos e preocupados com a segurança alimentar de todos os povos da Terra, órgãos internacionais voltaram a atenção aos cuidados necessários sobre a utilização de agrotóxicos que agridem o ambiente e os seres vivos, dentre os quais, os polinizadores. Nesse sentido, as abelhas, principais polinizadores dos cultivos agrícolas estão recebendo a devida atenção através de iniciativas em prol da conservação e serviços ambientais oferecidos por elas.

Nesse cenário, pesquisas brasileiras tem voltado a atenção para o estudo das abelhas nativas como agentes polinizadores das principais culturas agrícolas nacionais. Sua utilização racional cresce, conseguindo resgatar práticas tradicionais de agricultores familiares cooperando com a manutenção das espécies nas regiões onde ocorrem naturalmente.

O uso racional das abelhas uruçu (*Melipona scutellaris*) em pomares de laranja no Recôncavo baiano proporciona cooperação de boas práticas de conservação e manutenção da população dessas abelhas e incremento na produção agrícola citrícola como foi demonstrado no presente estudo.