

Polinização por abelhas (*Apis mellifera* L.) em laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck)

VAGNER DE ALENCAR ARNAUT DE TOLEDO^{1*}; MARIA CLAUDIA COLLA RUVOLLO-TAKASUSUKI²; TATIANE VICENTE BAITALA³; FABIANA MARTINS COSTA-MAIA⁴; HEBER LUIZ PEREIRA¹; ANDRÉ LUIS HALAK¹; EMERSON DECHECHI CHAMBÓ⁵; DARCLET TERESINHA MALERBO-SOUZA⁶

¹Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Avenida Colombo 5790, bloco J45, Maringá/PR, CEP 87020-900. E-mail: vagner_abelha@yahoo.co.uk. *Autor para correspondência

²Departamento de Biotecnologia, Biologia Celular e Genética, Universidade Estadual de Maringá, Avenida Colombo 5790, bloco J45, Maringá/PR, CEP 87020-900, E-mail: mccrtakasusuki@uem.br

³Doutora em Genética e Melhoramento, Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR, CEP 87020-900, E-mail: thatyvb@hotmail.com

⁴Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, Coordenação de Zootecnia. Estrada para Boa Esperança, km 4, Comunidade São Cristovão, Campus Universitário, Dois Vizinhos/PR CEP 85660-000. E-mail: fabeezoo@gmail.com

⁵Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Agrárias de Marechal Cândido Rondon, Zootecnia. Rua Pernambuco 1777, Jd Social, Marechal Candido Rondon/PR, CEP 85960-000, Caixa-postal 91, E-mail: emersonchambo@hotmail.com

⁶Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, Av. Prof. Roberto Frade Monte 389 Aeroporto, Barretos/SP, CEP 14783-226 E-mail: darclermalerbosouza@gmail.com

RESUMO

A laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck) apresenta polinização cruzada e é altamente atrativa para abelhas e outros insetos. A polinização por insetos, principalmente por abelhas *Apis mellifera* L., é importante porque a laranjeira produz frutos em maior quantidade e de melhor qualidade. A eficiência da abelha *A. mellifera* como agente polinizador depende de vários fatores, tais como: disponibilidade de pólen e néctar na flor, condições climáticas e aspectos físicos do solo. A polinização no Brasil, realizada por abelhas africanizadas em *C. sinensis*, pode gerar frutos mais doces, além de aumentar a produção em cerca de 30% in var. Pera-Rio.

Palavras-chave: polinização entomófila, aumento de produção, agentes polinizadores.

ABSTRACT

Pollination by honeybees (*Apis mellifera* L.) in orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck)

Orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) presents cross-pollination and is highly attractive to honeybees and other insects. Pollination by insects, mainly honey bees (*Apis mellifera* L.), is important because it helps orange trees produce fruit in greater quantity and better quality. The performance of *A. mellifera* as a pollinator agent depends on several factors, such as availability of pollen and nectar in flowers, climatic conditions and physical aspects of soil. In Brazil, pollination by Africanized honey bees in *C. sinensis* can result in sweeter fruits, besides increasing production of Pera-Rio orange by about 30%.

Keywords: entomophilous pollination, increased production, pollinators.

INTRODUÇÃO

Polinização é a transferência do pólen das anteras (parte masculina) de uma flor para o estigma (parte feminina) da mesma ou de diferentes flores. Se o pólen for compatível, a fertilização do óvulo e formação da semente pode ocorrer. Uma boa polinização melhora o rendimento e tamanho dos frutos (RAVEN et al., 1992).

A polinização é frequentemente melhor realizada quando o pólen vem de flores de outros indivíduos da mesma espécie, em vez de virem da própria flor ou de outras flores da mesma planta (BARTH, 1991).

Free (1993) relatou que espécies de plantas de importância econômica podem ser auto-férteis, isto é, produzem frutos ou sementes com seu próprio pólen (auto-polinização) ou auto-inférteis, neste caso necessitam receber pólen de outras plantas da mesma espécie (polinização cruzada).

Uma ausência de polinizadores compatíveis com determinada florada pode impedir uma boa polinização em plantas dependentes de polinização cruzada. Esta permite uma maior variação genética e maior recombinação potencial de genes permitindo uma adaptação seletiva para os indivíduos (FAEGRI, 1979).

As plantas auto-férteis podem produzir frutos ou grãos de melhor qualidade quando ocorre a polinização cruzada como na soja (*Glycine max* L. Merrill) variedade BRS 245 RR, Chiari et al. (2008) encontraram aumento na produção de grãos, mas discutem que não se aplica a outras variedades. A produção de frutos, sementes, grãos, fibras e demais produtos, envolvendo cerca de 80% de culturas de interesse econômico dependem quase que exclusivamente da polinização entomófila (VANSELL & GRIGGS, 1952).

Muitas espécies vegetais possuem uma dependência total, para sua produção, de agentes polinizadores. Alguns fatores são responsáveis por essa dependência, como a disposição das peças florais, amadurecimento do óvulo em épocas diferentes do pólen, presença de flores unissexuais - masculinas e femininas e incompatibilidade morfológica ou genética (GAUDE & CABRILLAC, 2001; NOGUEIRA-COUTO & COUTO, 2006).

Existem vários agentes polinizadores como vento, chuva, pássaros, morcegos e insetos. Dentre os polinizadores, os insetos possuem um papel de destaque (RAVEN et al., 1992). Entre os insetos, as abelhas *A. mellifera* se destacam como um dos polinizadores mais efetivos e foi a espécie com maior número de interações com plantas mostrada por Mougá et al. (2012) em uma área de transição de vegetação no sul do Brasil.

Malerbo-Souza et al. (2003) e Nogueira-Couto & Couto (2006), afirmaram que as abelhas *A. mellifera* possuem uma organização social com grande número de indivíduos, podem ser transportadas de um local para outro. Além disso, estes mesmos autores relataram também que estas abelhas podem ser selecionadas para polinizarem culturas específicas, apresentam constância de visitas numa florada, possuem pelos ramificados que auxiliam no transporte do pólen e não danificam as flores em suas visitas.

Muitos pesquisadores consideram a polinização como a grande e principal contribuição de uma colônia de *A. mellifera* (NOGUEIRA-COUTO & COUTO, 2006). Com o crescente aumento das monoculturas, das áreas de desmatamentos e de pulverização indiscriminada de agrotóxicos tem sido constatada a diminuição das abelhas silvestres e, com isso, a cada dia, muitas plantas cultivadas se tornam dependentes das *A. mellifera* para a polinização. Entre as espécies comerciais de plantios agrícolas que se beneficiam da polinização realizada por *A. mellifera* destaca-se a laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck), que se enquadra na mais importante das culturas do Estado de São Paulo.

No Brasil, não existem estimativas sobre o retorno econômico da polinização efetuada pelos insetos em todas as culturas. Porém, nos Estados Unidos, a agricultura é altamente modernizada, produzindo alimentos de ótima qualidade, em que as abelhas desempenham papel fundamental como polinizadoras em potencial, aumentando tanto a produção quanto a qualidade dos produtos (DE JONG, 2000).

Nos Estados Unidos, aproximadamente 2.000.000 de colônias são empregadas na polinização das culturas agrícolas, com o intuito de incrementar a produção, sendo que as abelhas contribuem entre 5% e 500% para esse aumento, dependendo da espécie, variedade e condições de cultivo, como no caso da laranja e outros cítricos, a polinização aumenta a concentração de açúcar e qualidade da fruta (DE JONG, 2000).

Aliado a isso, Robinson et al. (1989) atribuíram o valor das abelhas na agricultura em cerca de 9,3 bilhões de dólares. Morse & Calderone (2000) relataram que para toda a agricultura dos Estados Unidos, o valor atribuído à polinização, ou seja, o aumento da produção e qualidade dos alimentos realizada pela polinização por abelhas *A. mellifera* foi estimado em 14,6 bilhões de dólares em 2000, Gallai et al. (2009) atribuíram aos polinizadores a contribuição econômica em 224,8 bilhões de dólares, representando cerca de 9,5% do valor total da produção mundial de alimentos.

Em relação à produção de laranja os Estados Unidos, anualmente cerca de 504,90 milhões de dólares é o valor atribuído a atividade das abelhas, mesmo tendo dados que a dependência desta cultura pelo inseto polinizador é de apenas 30% (MORSE & CALDERONE, 2000; MALERBO-SOUZA et al., 2003).

IMPORTÂNCIA DAS ABELHAS NA PRODUÇÃO DE LARANJAS

Aspectos econômicos e financeiros da produção citrícola

Os cítricos são os frutos mais produzidos no mundo. Nesse grupo, estão incluídas laranjas - 58%, tangerinas e híbridos - 21%, limões e limas - 11% e grapefruit ou pomelos - 4%, entre outros. Brasil, Estados Unidos e China são os países responsáveis por mais de 46% da produção mundial de citros e, juntos com México e Espanha, formam os cinco maiores produtores do mundo (FAO, 2010).

A citricultura ao longo de sua evolução tem mostrado grande importância econômica e social, demonstrando grande participação no valor da produção agrícola brasileira. Esse segmento reúne mais de 20 mil citricultores e aproximadamente 17 indústrias de suco, que resulta em um patrimônio aproximado de US\$ 5 bilhões (BORGHARDT & BAGOLIN, 2000).

No Brasil, a produção de citros é constituída basicamente de laranjas - 89%. As tangerinas representam apenas 6% do total produzido (FAO, 2010), sendo São Paulo, com 569,3 mil hectares plantados, o principal Estado produtor com aproximadamente 76,1% da produção, seguido por Bahia - 5,3% e Minas Gerais - 4,5%, de acordo com dados do IBGE (2012).

A área plantada ou destinada à produção de Laranja no Brasil foi de 845.616 ha, a área estimada para colheita da laranja foi de 808.624 ha, produção de 19.032.285 de toneladas, o rendimento médio foi de 23.537 kg ha⁻¹ (IBGE, 2012). O Brasil é o maior produtor e exportador de suco de laranja, detendo 50% da produção mundial, dos quais apenas 3% ficam no mercado interno. Os principais importadores de suco brasileiro são a Comunidade Europeia com 62%, os Estados Unidos com 20,5% e o Japão com 9,2% (FAO, 2010).

Na Tabela 1 estão contidos os dados estatísticos do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2013) sobre as exportações brasileiras de laranja e de seus subprodutos. Esses resultados revelam a importância da cadeia agroindustrial citrícola no Brasil e a valorização da fruticultura nacional, pois se destaca como um dos principais produtos de exportação.

Características gerais da planta

Família Rutaceae

Gênero *Citrus*

Espécie *Citrus sinensis*

Acredita-se que as plantas cítricas tenham se originado nas zonas tropicais e subtropicais da Ásia. Na maioria dos países, a laranja é a principal fruta cítrica, compreendendo

cerca de 2/3 da produção mundial de citros (FIGUEIREDO, 1991; RODRIGUEZ et al., 1991). Existe um número muito grande de variedades cítricas cultivadas comercialmente nos países produtivos de todo o mundo. Em algumas regiões do globo são ainda cultivadas, para fins comerciais, as toranjas, laranja azeda e o calamondin (RODRIGUEZ et al., 1991).

Tabela 1. Exportações brasileiras de laranja

Safra	Toneladas/Fruta	Toneladas/Suco
2003/04	90.000	1.417.000
2004/05	41.000	1.345.000
2005/06	49.000	1.415.000
2006/07	49.000	1.298.000
2007/08	34.000	1.275.000
2008/09	29.000	1.283.000
2009/10	37.000	1.173.000
2010/11	34.000	1.185.000
2011/12	20.000	1.170.000
2012/13*	25.000	1.215.000

Fonte: USDA (2013)

* Previsão

Existe um alto grau de fertilização cruzada tanto entre espécies de *Citrus* sp., quanto entre os gêneros *Citrus*, *Fortunella* e *Poncirus*. Isto tem permitido aos produtores o desenvolvimento de vários tipos de híbridos múltiplos, alguns dos quais tem considerável importância econômica (McGREGOR, 1976).

A família Rutaceae compreende em torno de 150 gêneros distribuídos nas regiões tropicais e subtropicais de todo o mundo, entre eles o gênero *Citrus*. São plantas arbustivas ou arbóreas, de folhas compostas, geralmente, de disposição alternada, provida de glândulas oleíferas e frequentemente apresentam espinhos (JOLY, 2002).

Rodriguez et al. (1991) relataram que as espécies de citros comumente cultivadas são: *C. aurantifolia* Swing (lima), *C. aurantium* L. (laranja azeda), *C. limon* L. (limão), *C. reticulata* Blanco (tangerina, mandarin), *C. sinensis* Osbeck (laranja doce), *C. grandis* Osbeck (pomelos), *C. medica* L. (cidra).

A flor das espécies de citros possui de quatro a oito pétalas, geralmente cinco, de coloração branca, inseridas na base da coluna sexual. A corola possui de 2,5 a 4 cm de diâmetro. O androceu é formado por um anel de 20-60 estames parcialmente unidos em sua base envolvendo o estilete, apresentando anteras amarelas na extremidade. O ovário súpero contém de 8-15 carpelos, cada um com duas fileiras de óvulos. Em algumas variedades os estames envolvem o estigma de tal modo que, quando a flor se abre, uma ou mais anteras se tocam (FREE, 1993). As flores do *Citrus* são marcantes por apresentarem um agradável aroma (McGREGOR, 1976).

Os citros oferecem um tipo de fruto especial, o espirídio, com grande desenvolvimento de células papiliformes que formam o endocarpo e se tornam suculentas englobando as sementes (JOLY, 2002). O tamanho das flores é variável entre as variedades cítricas e são produzidas em grande abundância. A floração chega a ser tão abundante que se detecta cerca de 60.000 flores na laranjeira (PESSON & LOUVEAUX, 1984).

As flores são frequentemente hermafroditas, liberando o pólen quando o estigma está receptivo, porém podem ocorrer flores estaminadas em lima e limão (McGREGOR, 1976). As flores do citros frequentemente florescem durante a primavera, entretanto, tanto os limões como as limas ácidas apresentam tendência de florescer ao longo do ano (McGREGOR, 1976). A época de florescimento é influenciada pelas condições de temperatura e precipitação. Em *Citrus*

sinensis, a tendência é de florescer uma vez ao ano, condição que pode ser alterada por fatores climáticos (FIGUEIREDO, 1991).

A laranjeira possui de 6 a 10 metros de altura, com copa densa e esférica, folhas verdes escuras e produzem inflorescência de flores brancas, fornecendo frutos arredondados com coloração alaranjada, as laranjas (ALZUGARAY & ALZUGARAY, 1988). Coelho (1991) verificou que plantas cítricas cultivadas no Estado da Bahia, de clima tropical úmido, apresentam ciclos de crescimento, floração e maturação dos frutos bem distintos dos verificados em climas frios ou subtropicais. Nos trópicos, a temperatura elevada constantemente reduz a dormência nas plantas e o resultado é o florescimento diversas vezes durante o ano, traduzindo-se em várias safras e colheitas. A colheita dos citros nos trópicos pode estender-se por um período mínimo de sete, e um máximo de 11 meses.

Em termos quantitativos, o potencial de produção das plantas cítricas nos trópicos pode ser comparado ao dos climas subtropicais. Isto que significa dizer que o volume obtido numa só colheita concentrada em um ou dois meses nas condições subtropicais pode ser equivalente ao somatório das várias colheitas menores verificadas nas condições tropicais (COELHO, 1991).

Malerbo-Souza et al. (2003) verificaram que as flores de citros, além de constituírem uma rica fonte de alimento para as abelhas, proporcionam um mel de sabor muito agradável e de ótima aceitação comercial. Muitos citricultores estão convencidos que a produção é maior quando as abelhas *A. mellifera* estão numerosas nos pomares.

A laranjeira tem importância alimentícia, sendo um importante alimento rico em vitamina C, importância industrial pela fabricação de sucos concentrados. Possui importância medicinal, sendo que os óleos aromáticos, flores, brotos são empregados na indústria farmacêutica e melífera, proporcionando um mel de sabor muito agradável (ALZUGARAY & ALZUGARAY, 1988).

A influência da polinização em *Citrus sinensis*

Domingues & Tulmann Neto (1999), em estudos de polinização em laranjas, reportaram que a polinização foi necessária para a fixação dos frutos. A esterilidade possui sua importância econômica em citros, induzindo menor número de sementes por fruto em certas variedades (DOMINGUES et al., 1999).

Malerbo-Souza et al. (2003) observaram que as abelhas *A. mellifera* coletaram pólen quase exclusivamente no período da manhã, em dois anos de observação, porém Nascimento et al. (2011) verificaram que além de ser a espécie de maior predominância, sua atividade de coleta de pólen se estende ao longo do dia, destacado o papel decisivo desta espécie de abelha no processo de polinização. Ainda Malerbo-Souza et al. (2003) observaram que para três variedades de *C. sinensis*, Valência, Natal e Pêra-Rio houve um aumento da fertilização e consequente frutificação com a presença de abelhas.

Em estudo de polinização em *C. sinensis* foi observado, considerando o número de visitas necessárias para que ocorra uma polinização efetiva, que as flores de *C. sinensis* que receberam poucas (até nove) ou nenhuma visita das abelhas *A. mellifera* apresentaram menor porcentagem de fecundação (MALERBO-SOUZA et al., 2004).

As laranjeiras em estado de estresse, por escassez de água ou umidade excessiva podem apresentar, em período de florescimento, quedas de frutos imaturos. Entretanto, quando ocorre a polinização cruzada, há uma significativa redução na queda de frutos imaturos (McGREGOR, 1976).

Há dados contraditórios sobre a necessidade e consequência da polinização para a variedade “Valência”. Cameron et al. (1960) afirmaram que o tamanho dos frutos aumentou com a polinização, e ainda, se ocorrer polinização cruzada com o pólen do tangelo var. “Pearl” pode aumentar o tamanho do fruto e produção de sementes na “Valência”. Francke et al. (1969) relataram que as abelhas não exercem efeito na produção dos frutos dessa variedade. Krezdorn

(1970) testou a polinização cruzada na var. “Washington Navel” e encontrou resultados indicando que não houve aumento da produção.

Várias experiências relacionadas com a polinização de citros comprovaram o aumento da produtividade de pomares com presença de abelhas. Dependendo da variedade envolvida, a polinização entomófila pode não exercer efeito algum (McGREGOR, 1976).

Trevisan (1983), estudando a polinização por abelhas africanizadas em *C. sinensis*, em Barretos, SP, encontrou aumento da produção de frutos nas variedades “Hamlin”, “Natal” e “Pêra-Rio”. Gamito & Malerbo-Souza (2006) também observaram um aumento na porcentagem de frutificação das flores de laranja, frutos maiores, mais doces e com maior quantidade de vitamina C, na variedade “Pêra-Rio”.

Malerbo-Souza et al. (2004) encontraram um aumento médio de 54% no número de botões florais fecundados, quando as abelhas visitaram as flores em relação às flores não visitadas. Esses dados foram maiores aos obtidos por Malerbo-Souza et al. (2003), em que foram encontrados aumentos de 18,5%, 25,6% e 14,0%, para as variedades “Pêra-Rio”, “Valência” e “Natal”, respectivamente. Esses resultados comprovam a importância da presença das abelhas *A. mellifera* nos pomares de laranja.

Muitas tentativas de tornar as culturas mais atrativas para as abelhas, e consequentemente aumentar a polinização, têm sido realizadas (FREE, 1993). As espécies e cultivares de citros variam em sua atratividade para as abelhas, secreção do néctar, e hora do dia (McGREGOR, 1976).

McGregor (1976) observou que árvores de citros eram fortemente atrativas como *C. depressa* e *C. macrophylla*, as áreas de forrageamento das abelhas eram individualmente menores. Porém, quando as flores apresentavam pouco néctar, a área de forrageamento individual foi estendida a várias árvores e fileiras, facilitando assim a polinização cruzada.

Malerbo-Souza et al. (2004) realizaram experimento visando testar atrativos para as abelhas *A. mellifera*, na cultura de *C. sinensis*. Os autores observaram que a aplicação do produto Bee-Here®, diluído em água, apresentou aumento de 75%; quando diluído em xarope teve um aumento de 54,3%, e ainda, com a aplicação apenas do extrato de capim-limão, que também é atrativo para essas abelhas, teve um aumento de 20% na frequência das abelhas, na cultura.

Apesar da atratividade que a cultura de *C. sinensis* exerce sobre as abelhas, deve-se observar a presença de plantas concorrentes na mesma área. Muitas vezes, as abelhas instaladas na cultura da laranja, visitam as flores silvestres das proximidades e não frequentam as flores da laranja, não atuando como polinizador e nem produzindo o mel de laranja tão desejável (KERR, 1980).

Existe a necessidade de se preservar os agentes polinizadores ou direcioná-los artificialmente, principalmente, em floradas como da laranja, quando milhares de flores ficam a disposição dos agentes polinizadores. Devido a esta abundância de flores é necessário introduzir colônias de *A. mellifera* para obter boa produção de frutos, uma vez que somente a presença de enxames naturais e as abelhas nativas não são suficientes (MALERBO-SOUZA et al., 2004).

Produção de néctar e pólen

O néctar é secretado no nectário ou disco floral localizado a cima do ponto de ligação dos estames (SHUEL, 1997). A secreção do néctar continua pelo menos por 48 horas após a abertura da flor (McGREGOR, 1976). A quantidade de néctar produzido pela flor atinge produção máxima em 28°C e 96% de umidade relativa do ar (FREE, 1993).

As flores abrem principalmente das 9 horas às 16 horas, com um pico de abertura próximo ao meio dia e não fecham até as pétalas caírem poucos dias depois. O estigma se torna receptivo antes do botão se abrir, mas os estames não liberam o pólen até algumas horas depois da flor estar completamente aberta (PESSON & LOUVEAUX, 1984). Malerbo-Souza et al. (2003) encontraram que a duração da flor de *C. sinensis*, desde botão até murchamento, foi em

média de 25 horas. No segundo dia de abertura do botão, as flores se encontravam amareladas e murchas, frutificadas ou não.

As flores do citros normalmente possuem secreção de néctar abundante, com flores contendo cerca de 20 μL de néctar (VANSELL & GRIGGS, 1952; PESSON & LOUVEAUX, 1984). A alfafa, outra fonte importante de néctar para as abelhas, os autores observaram de 0,8 a 2,4 μL de néctar, nas flores.

Vansell & Griggs (1952) também mostraram que a concentração de açúcares no néctar de flores *C. sinensis* nos EUA, foi, em média, 14,16%, variando de 13,8% em botões florais e 20,3% em flores totalmente abertas, indicando que a concentração de açúcares no néctar aumentou conforme a flor foi envelhecendo.

Malerbo-Souza et al. (2003) encontraram dados superiores aos apresentados por Vansell & Griggs (1952). A porcentagem de açúcar do néctar, coletado do papo das operárias de *A. mellifera* foi, em média, 26,5%, em 1988, e 29,8% em 1989, e a maior porcentagem foi obtida na variedade “Natal”. Alves et al. (2010), em soja var. Coodetec 207, verificaram que a presença de abelhas africanizadas não teve influência na concentração de açúcares no néctar das flores dessa variedade, e segundo Toledo et al. (2011), o néctar foi o recurso mais coletado pelas abelhas em flores de soja.

O valor do citros como fonte de pólen, é influenciado pelo tipo da espécie envolvida, não sendo considerado como destacável fonte de pólen para as operárias McGregor (1976). Malerbo-Souza et al. (2003) encontraram valores de 19,63% e 1,91% de teor de proteína bruta e extrato etéreo, respectivamente, no pólen de *C. sinensis*.

Free (1993) relatou que as flores do citros são visitadas por numerosos insetos pela abundância de néctar e pólen e as plantações podem suportar grandes concentrações de colônias de *A. mellifera*, apresentando boa produção de mel. Seabra Filho (2000) relatou que devido ao fato das floradas de citros proporcionarem um fluxo muito grande e rápido de néctar, é considerada uma das melhores do mundo para a produção de mel e para estimular a atividade de polinização pelas abelhas.

As abelhas podem visitar as flores de citros a procura de néctar, pólen ou ambos (FREE, 1993). Devido à morfologia estruturada da flor da laranjeira, se uma abelha visita uma flor produtora de pólen ela toca nas anteras e é provável que este pólen seja transferido para o estigma da próxima flor visitada (McGREGOR, 1976).

Os insetos visitantes mais frequentes que aparecem na América do Norte para cultura do citros são Hymenoptera (90% da visitação), Diptera, Lepidoptera, Neuroptera e Coleoptera, respectivamente, e a *A. mellifera* é a mais frequente (FREE, 1993). McGregor (1976) considerou *A. mellifera* como polinizador primário em citros, sendo os demais insetos polinizadores secundários. Gamito & Malerbo-Souza (2006) também constataram que a *A. mellifera* é a espécie polinizadora mais frequente e preferem coletar mais néctar do que pólen.

Malerbo-Souza et al. (2003) analisaram a frequência e comportamento das abelhas nas flores de três variedades de *C. sinensis*: “Pêra-Rio”, “Valência” e “Natal”, observando que os visitantes mais frequentes foram abelhas *A. mellifera* - abelha africanizada, *Tetragonisca angustula* - jataí, *Trigona spinipes* - irapuá e *Chloralictus* sp., sendo a *A. mellifera* a mais frequente nas três variedades.

As abelhas gastam 15 a 20 segundos, em cada flor, para coletar néctar e somente 5 a 8 segundos para coletar pólen. As abelhas que coletam néctar iniciam suas atividades antes das coletoras de pólen e atingem um pico de coleta entre 9 e 15 horas (FREE, 1993).

Em experimento realizado em Jaboticabal, SP, a abelha *A. mellifera* visitou as flores de *C. sinensis* para a coleta de néctar durante todo o dia, aumentando esta frequência no decorrer do dia. Para a coleta de pólen, elas visitaram as flores quase que exclusivamente no período da manhã. O tempo médio de coleta de pólen foi de 10,75 segundos/flor e para coleta de néctar foi de 8,91 segundos/flor (MALERBO-SOUZA et al., 2003).

Exigências de polinização nas diferentes variedades de *Citrus sinensis* L. Osbeck

A necessidade de polinização de diferentes tipos de citros é bastante diversificada, sendo difícil estabelecer um modelo geral para polinização. Durante uma florada normal de laranja, normalmente em torno de 50% dos botões florais formados ultrapassa o estado de “chumbinho” e somente de 0,2% a 5% dos botões florais, dependendo da variedade, se desenvolverão em frutos maduros nos plantios (PESSON & LOUVEAUX, 1984).

A morfologia floral em citros favorece a polinização cruzada natural, principalmente por abelhas, existindo ainda os fatores que previnem a auto-fecundação, como diferença do comprimento do pistilo e estames (PESSON & LOUVEAUX, 1984).

Apesar das flores de citros serem muito atrativas para as abelhas, a maioria das variedades não necessita da presença dos polinizadores para produzir os frutos (FREE, 1993). De acordo com McGregor (1976), em alguns tipos de citros, a autoesterilidade é quase completa e, nestas flores, o pólen deve ser transferido de outra variedade compatível para ocorrer a formação do fruto. Outras plantas são beneficiadas quando o pólen é transferido entre flores da mesma variedade.

McGregor (1976) relatou que algumas espécies de citros exigem a polinização cruzada, algumas se beneficiam pela polinização de *A. mellifera* e outras são partenocárpicas e desenvolvem os frutos sem fecundação.

As flores sem pólen da variedade “Washington Navel” de *Citrus sinensis* são bem conhecidas por sua habilidade de produzir frutos partenocárpicos (WEBBER & BATCHELOR, 1943).

Na ausência de polinizadores algumas variedades autoestéreis não desenvolvem frutos, entretanto, outras que necessitam da polinização cruzada passam a produzir frutos pobres em sementes e de tamanho menor comparando-se com aqueles que foram polinizados (FREE, 1993).

A quantidade de sementes no fruto pode variar de acordo com a fertilidade, o clima, a hereditariedade, e a fatores evolucionários e fisiológicos (SOARES FILHO et al., 1995).

Muitos cultivares produzem pólen fértil e auto-incompatível, ocorre autopolinização pelo contato das anteras com os estigmas da mesma flor, neste caso a presença do inseto polinizador se torna insignificante. Entretanto, a produção de algumas variedades de laranjas autopolinizadas é aumentada pela polinização entomófila (FREE, 1993).

McGregor (1976) destacou que de acordo com a grande diferença existente entre as cultivares de citros, o resultado da polinização entomófila pode exercer efeito sobre a produção, pode aumentar o número da produção de frutos, aumentar o tamanho dos frutos, o número de sementes, ou até mesmo causar uma sobrecarga da produção da árvore.

Recomendações do uso de colônias para polinização

Algumas recomendações têm sido estabelecidas, fornecendo dados de suporte, sobre o número de colônias de abelhas *Apis mellifera* a serem colocadas nos pomares para favorecer a polinização, porém, não há uniformidade nestas recomendações, provavelmente pelas diferentes áreas de cultivo de citros no mundo e em diferentes condições. Robinson et al. (1989) relatam que 0,9 colônias por acre são suficientes para obter uma polinização efetiva.

Para eficiente polinização em citros, os dados indicam que as colônias podem ser distribuídas numa razão de 1 a 5 colônias por acre. Porém, devem ser avaliados fatores como tamanho das colônias, área de plantação, tamanho das árvores, número de flores por árvore e presença de outras plantas atrativas para as abelhas na mesma área (MCGREGOR, 1976).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E.M.; TOLEDO, V.A.A.; OLIVEIRA, A.J.B.; SEREIA, M.J.; NEVES, C.A.; RUVOLLO-TAKASUSUKI, M.C.C. Influência de abelhas africanizadas na concentração de

açúcares no néctar de soja (*Glycine max* L. Merrill) var. Codetec 207. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v.32, n.2, p.189-195, 2010.

ALZUGARAY, D.; ALZUGARAY, C. **Enciclopédia de plantas brasileiras**. São Paulo: Três, 1988. 431p.

BARTH, F.G. **Insects and flowers: the biology of a partnership**. New Jersey: Princeton University Press, 1991. 408p.

BORGHARDT, N.; BAGOLIN, I.P. Análise Econômica da Produção de Laranja no Município de Pinhalzinho - SC. **Consciência**, v.14, n.01, p.25-38, 2000.

CAMERON, J.W.; COLE JR., D.; NAUER, E.M. Fruit size in relation to seed number in the Valencia Orange and some other citrus varieties. **The American Society for Horticultural Science**, v.76, n.1, p.170-180, 1960.

CHIARI, W.C.; TOLEDO, V.A.A.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; RÚVOLO-TAKASUSUKI, M.C.C.; ARNAUT DE TOLEDO, T.C.S.O.; LOPES, T.S. Polinização por *Apis mellifera* em soja transgênica [*Glycine max* (L.) Merrill] Roundup Ready cv. BRS 245 RR e convencional cv. BRS 133. **Acta Scientiarum - Agronomy (Online)**, v.30, p.267-271, 2008.

COELHO, Y.S. **Laranja 'Pera': florada, colheita e comercialização**. EMBRAPA - Citros em Foco, n. 21, Junho, 1991.

DE JONG, D. O valor das abelhas na produção mundial de alimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, XIII, 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2000. p.1-2. Disponível em CD-ROM.

DOMINGUES, E.T.; TULMANN NETO, A. Influência da polinização e da morfologia floral na frutificação de variedades de laranja-doce. **Scientia Agricola**, v.56, n.1, p.163-170, 1999.

DOMINGUES, E.T.; SANTOS, J.A.; TULMANN NETO, A.; MACHADO, M.A.; OLIVEIRA, L.A.; TEÓFILO SOBRINHO, J. Estudo da viabilidade de pólen em laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Scientia Agricola**, v.56, n.2, p.265-272, 1999.

FAEGRI, K.; PIJL, L.V. **The principles of pollination ecology**. 3rd ed., New York: Pergamon Press, 1979. 244p.

FAO – Organização Das Nações Unidas Para Agricultura e Alimentação. Roma, 2010. Disponível em: <<http://www.fao.org.br>>. Acesso em: 13/08/2012.

FIGUEIREDO, J.O. Variedades copa de valor comercial. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JR., J.; AMARO, A.A. **Citricultura brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1991. p.228-264.

FRANCKE, R.; JORGE, A.; MATHIEU, J.M. Effects of insect pollinators on the production of Valencia oranges: the honeybee and its effect on citrus production. **Agronomia**, v.122, p.1-7, 1969.

FREE, J.B. **Insect pollination of crops**. 2a. ed., San Diego: Academic Press, 1993. 684p.

GALLAI, N.; SALLES, J.M.; SETTELE, J.; VAISSIÈRE, B.E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator 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.

GAUDE, T.; CABRILLAC, D. Self-incompatibility in flowering plants: the Brassica model. **Comptes Rendus de la Academie des Sciences de Paris, Sciences de la vie**, v.324, n.6, p.537-542, 2001.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE: Estatística da Produção Agrícola**. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 11/04/2013.

JOLY, A.B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 13a. ed., São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2002. 777p.

KERR, W.E. Seleção de abelhas para polinização em Citrus. **Correio do Apicultor**, v.1, n.2, p.7, 1980.

KREZDORN, A.H. Pollination requirements of Citrus. **Citrus Industry**, v.53, n.28, p.5-7, 1970.

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**, v.40, n.4, p.237-242, 2003.

MALERBO-SOUZA, D.T.; NOGUEIRA-COUTO, R.H.; COUTO, L.A. Honey bee attractants and pollination in sweet Orange, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, var. Pera-Rio. **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v.10, n.2, p.144-153, 2004.

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

MORSE, R.A.; CALDERONE, N.W. The value of honey bees as pollinators of U.S. crops in 2000. **Bee Culture**, v.132, n.3, p.1-15, 2000.

MOUGA, D.M.D.S.; NOBLE, C.F.; BUSSMANN, D.B.G.; KRUG, C. Bees and plants in a transition area between atlantic rain forest and araucaria forest in southern Brazil. **Revue d'Ecologie (Terre Vie)**, v.67, p.313-327, 2012.

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, n.1, p.111-117, 2011.

NOGUEIRA-COUTO, R.H.; COUTO, L.A. **Apicultura: manejo e produtos**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 193p.

PESSON, P.; LOUVEAUX, J. **Pollinisation et productions végétales**. Paris: INRA, 1984. 663p.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**. 5a. ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992. 728p.

ROBINSON, W.S.; NOWOGRODZKI, R.; MORSE, R.A. The value of honey bees as pollinators of U.S. crops. **American Bee Journal**, v.129, p.411-423, 477-478, 1989.

RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU Jr. J.; AMARO, A.S. **Citricultura brasileira**. 2 ed., Campinas: Fundação Cargil, 1991. 491 p.

SEABRA FILHO, J.R. Produção de mel e polinização na cultura de Citrus. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, XIII, 2000, Florianópolis. **Anais...Florianópolis**, 2000, p.1-4.

SHUEL, R.W. The production of nectar and pollen. In: GRAHAM, J.M. **The hive and the honey bee**. Hamilton: Dadant & Sons, 1997. p.401-436.

SOARES FILHO, W.S.; LEE, M.; CUNHA SOBRINHO, A.P. Influence of pollinators on polyembryony in Citrus. **Acta Horticulturae**, v.403, p.256-265, 1995.

TOLEDO, V.A.A.; MALERBO-SOUZA, D. T.; SELEGATTO FILHO, J.C.; PINTO, A.S.; RUVOLLO-TAKASUSUKI, M.C.C.; CHAMBÓ, E.D. Biodiversidade de agentes polinizadores e seu efeito na produção de grãos em soja var. Mon Soy 3329. **Varia Scientia - Agrárias (Online)**, v.2, p.123-130, 2011.

TREVISAN, M. Importância das abelhas *Apis mellifera* na polinização de *Citrus sinensis*. In: SEMANA DE CITRICULTURA, 5, 1983, Cordeirópolis. **Anais...Cordeirópolis**, 1983. p.269-279.

USDA – United States Department of Agriculture. Washington, 2013. Disponível em: <<http://www.usda.gov>>. Acesso em: 23/04/2013.

VANSELL, G.H.; GRIGGS, W.H. **Honey bees as agent of pollination**. USDA Yearbook, 1952. p.88-107.

WEBBER, J.; BATCHELOR, L.D. **The citrus industry: history, botany and breeding**. Los Angeles: University of California. Press, 1943. 1028p.