

ÁREAS BÁSICAS

EFICIÊNCIA POLINIZADORA DE *APIS MELLIFERA* L. E POLINIZAÇÃO ENTOMÓFILA EM PIMENTÃO VARIEDADE CASCADURA IKEDA ⁽¹⁾

LUIZ ROBERTO RIBEIRO FARIA JÚNIOR ^(2,3*); JULIANA DO NASCIMENTO BENDINI ^(2,4);
LÍDIA MARIA RUV CARELLI BARRETO ⁽⁵⁾

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo identificar a entomofauna visitante das flores de *Capsicum annuum* L. var. Cascadura Ikeda, e avaliar os efeitos da polinização entomófila, mais especificamente de *Apis mellifera* L., nesta cultura. O estudo realizou-se em Taubaté (SP), a 21°01'S; 45°29'W; altitude de 570 m entre abril e setembro de 2002. Na ocasião, foram observadas 36 plantas de pimentão, das 6h às 17h (10 minutos/hora), durante quatro dias no período de floração máximo da cultura, sendo coletados os insetos visitantes florais. Doze parcelas receberam os seguintes tratamentos: (1) livremente visitadas por insetos; (2) isoladas em gaiolas de polinização; (3) parcelas em gaiolas de polinização contendo uma colméia de *Apis mellifera*. Foram observadas 12 espécies de insetos visitando as flores de pimentão, sendo as mais frequentes espécies de abelhas do gênero *Exomalopsis* (53,9% das visitas). Os frutos produzidos nos tratamentos (1) e (3) tinham maior massa, diâmetro, espessura de pericarpo e número de sementes do que os produzidos no tratamento (2). Concluiu-se, assim, que a polinização por insetos influenciou na produção de frutos de maior qualidade que os produzidos na ausência destes quando se considera os parâmetros aqui avaliados. Ademais, conclui-se que *Apis mellifera* foi tão eficiente quanto os demais insetos na polinização deste cultivo.

Palavras-chave: pimentão, *Capsicum annuum* L., Solanaceae, polinização, *Apis mellifera*, Apidae.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 16 de outubro de 2006 e aceito em 23 de novembro de 2007.

⁽²⁾ Departamento de Biologia, Universidade de Taubaté. Av. Tiradentes, 500, Bom Conselho, 12030-010 – Taubaté (SP)

⁽³⁾ Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná. Caixa Postal 19020, 81531-980 Curitiba (PR). E-mail: nuno@ufpr.br (*) Autor correspondente.

⁽⁴⁾ Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP Caixa Postal 560, 18618-000 Botucatu (SP). E-mail: jbendini@yahoo.com.br

⁽⁵⁾ Centro de Estudos Apícolas, Departamento de Ciências Agrárias, Universidade de Taubaté. Estrada Municipal Dr. José Luis Cembranelli, 5000, Itaim, 12081-010 Taubaté (SP). E-mail: barretolidia@yahoo.com.br

ABSTRACT

POLLINATION EFFICIENCY OF HONEYBEES AND ENTOMOPHILOUS
POLLINATION IN SWEET PEPPER VAR. 'CASCADURA IKEDA'

The aim of this research was to identify the insects visiting flowers of sweet pepper and evaluate the effects of entomophilous pollination as a whole and, more specifically, of honeybees as pollinators of this crop. This study was carried out in the municipality of Taubaté, State of São Paulo, Brazil (21°01'S; 45°29'W; altitude: 570 m) from April to September, 2002. Insects were collected in thirty-six plants during 10 minutes/hour between 6:00 and 17:00h during days of maximum blooming. Twelve plots were subjected to the following treatments: (1) open-pollinated plots, freely visited by insects; (2) caged plots; (3) caged plots containing a hive of honeybees. Twelve species of insects visited the flowers. *Exomalopsis* spp. (Hymenoptera, Apidae) were the commonest ones (53,9% of visits). Fruits yielded in treatments (1) and (3) were heavier, presented higher diameter, thicker pericarp and more seeds per fruit than fruits in treatment (2). Results showed that fruits from insect pollinated plots presented better quality. Honeybees as pollinators were efficient as the other insects.

Key words: sweet pepper, *Capsicum annuum* L., Solanaceae, pollination, *Apis mellifera*, honeybee.

1. INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é originário da América Central, sendo suas formas selvagens encontradas desde o norte do Chile até o México. A importância econômica desta cultura pode ser percebida pela sua ampla distribuição ao redor do mundo, sendo Estados Unidos, México, Itália, Japão, Índia e Brasil os principais produtores mundiais (FILGUEIRA, 1982; CASALI e COUTO, 1984; SILVA et al., 1999; DAG e KAMMER, 2001). O pimentão está entre as dez hortaliças mais consumidas no mercado brasileiro. No Brasil, em 2000, a área cultivada com pimentões atingiu 13,1 mil hectares. Os frutos são consumidos tanto na forma imatura (verdes) quanto na madura (principalmente vermelhos e amarelos) e, ainda, utilizados na indústria alimentícia e na produção de pigmentos (SOUZA e NANNETTI, 1998; BLAT-MARCHIZELI et al., 2003).

Com relação à polinização de *C. annuum*, as informações tendem a ser contraditórias e o papel dos insetos na polinização desta cultura tem sido alvo de debate (FREE, 1970, 1975; MC GREGOR, 1976; RABINOWITCH et al., 1993). As flores são hermafroditas, autocompatíveis e normalmente autopolinizadas (MEISELS e CHIASSON, 1997). Entretanto, a taxa de polinização cruzada natural no pimentão pode chegar a 75% (TODOROV e CSILLÉRY, 1990). O sistema reprodutivo no gênero *Capsicum* varia consideravelmente entre espécies e variedades, encontrando-se um nível de situações intermediárias entre a autogamia e a alogamia estritas (VIÑALS et al., 1996). A existência de nectário na base do ovário das flores reforça a idéia da atratividade aos insetos (DAG e KAMMER, 2001) e sugere adaptação destas plantas à alogamia, via polinização entomófila (VIÑALS et al., 1996). Entretanto, RABINOWITCH et al. (1993) ressaltaram que a qualidade do néctar e/ou outros atributos florais

afetam a atratividade destas flores aos insetos. Outro ponto importante é que as taxas de visitação às flores desta espécie são influenciadas pelo florescimento concomitante de outras espécies vegetais (MC GREGOR, 1976).

Vários trabalhos demonstraram a importância dos insetos na polinização de *C. annuum* (KRISTJANSSON e RASMUSSEN, 1991; SHIPP et al., 1994; MEISELS e CHIASSON, 1997; JARLAN et al., 1997), incluindo *Apis mellifera*, que foi efetiva tanto em estufas (DE RUIJTER et al., 1991; DAG e KAMMER, 2001) quanto em condições de campo (KUBISOVÁ e HÁSLBACHOVÁ, 1991; RABINOWITCH et al., 1993). O conhecimento da entomofauna visitante das flores de *C. annuum* no Brasil é escasso, restringindo-se aos trabalhos de CALMONA et al. (1989), RAW (2000) e CRUZ et al. (2005).

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o papel dos insetos em geral e, em particular, de *Apis mellifera* na qualidade dos frutos de *C. annuum* produzidos em cultivo tradicional.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado de abril a setembro de 2002, perfazendo um ciclo total da cultura, em uma área de 350 m², no Departamento de Ciências Agrárias da Universidade de Taubaté em Taubaté, Estado de São Paulo, a 23°01' S; 45°29' W; altitude de 570 m. Os tratamentos culturais utilizados foram os tradicionalmente empregados no cultivo do pimentão (FILGUEIRA, 1982) e a cultivar utilizada foi 'Cascadura Ikeda'.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e quatro repetições. Os seguintes tratamentos foram avaliados: (1) parcelas descobertas, livremente visitadas por insetos; (2) parcelas com gaiolas teladas,

para evitar a visita de insetos; (3) parcelas com gaiolas teladas e com uma colméia de *Apis mellifera* (híbrida, africanizada) no seu interior. As parcelas constaram de três linhas de 4 m, espaçadas de 1 m, correspondendo a 12 m² e a 30 plantas.

As gaiolas de polinização foram construídas com uma armação de ferro (5/8") e cobertas com tela branca com malha de 1 mm. As quatro colméias de *Apis mellifera* utilizadas foram obtidas no Apiário Escola do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade de Taubaté e, durante o período do experimento, foram manejadas para coleta de pólen, além de serem alimentadas com xarope (água e açúcar 1:1) em alimentadores Boardman e mantidas sempre com quadro quadros, sendo dois de "cria aberta" e dois de "cria fechada" (ver WIESE, 1985).

Por ocasião do início do florescimento da cultura foram selecionadas, aleatoriamente, 20 plantas por parcela. Cada uma delas teve três flores marcadas, obedecendo ao seguinte padrão: uma flor no terço superior da planta; uma no terço intermediário; uma no terço inferior. Esta divisão levou em conta a flor mais próxima do solo e a mais próxima do ápice. Após 45 dias da marcação das flores, foram colhidos, aleatoriamente, 25 frutos por parcela, e, para comparação dos tratamentos, avaliaram-se as seguintes variáveis: massa, comprimento e diâmetro do fruto, espessura da polpa (verificada após corte transversal do fruto a aproximadamente cinco centímetros da extremidade distal) e número de sementes por fruto.

Para identificar a entomofauna visitante das flores da cultura, 36 plantas escolhidas ao acaso, foram observadas das 6 às 17h, durante dez minutos a cada hora, por quatro dias, no período de florescimento máximo do plantio. Os insetos observados em visita às flores foram coletados com redes entomológicas, mortos em acetato de etila e, posteriormente, montados e identificados. Durante o período em que as gaiolas estiveram instaladas foram escolhidos, aleatoriamente, cinco dias, onde foram medidas, durante 24 horas, a temperatura e a umidade relativa do ar nas parcelas com o auxílio de um termo-higrógrafo manual. Essas medidas foram tomadas a cada hora e utilizadas para avaliar possíveis variações de temperatura e umidade relativa, ocasionadas pelas gaiolas, nos tratamentos descritos anteriormente.

As variáveis relacionadas à qualidade dos frutos de pimentão (massa, comprimento, diâmetro, espessura de polpa e número de sementes) e as variáveis climáticas foram submetidas à análise de variância com as médias comparadas, *a posteriori*, pelo teste de Newman-Keuls, no programa BioEstat 2.0 (AYRES et al., 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Coletaram-se dez espécies de insetos visitando as flores de pimentão: *Exomalopsis analis* Spinola, *Augochlora* cf. *morrae* Strand, *Augochlora* sp., *Augochlorella acarinata* Coelho, *Pereirapis rizophila* Moure, *Apis mellifera* Linnaeus e *Tetragonisca angustula* Latreille (Hymenoptera, Apidae *sensu* MELO e GONÇALVES, 2004), *Polybia* sp. (Hymenoptera, Vespidae), *Toxomerus* sp. (Diptera, Syrphidae) e *Diabrotica speciosa* Germar (Coleoptera, Chrysomelidae). Foram registradas 76 visitas de insetos às flores de pimentão e *Exomalopsis* spp. (41 visitas; 53,9%) foram os mais frequentes, enquanto *A. mellifera* visitou as plantas sob estudo apenas sete vezes (9,2%). Considerando conjuntamente as espécies de abelhas (Apidae *sensu* MELO e GONÇALVES, 2004), estas foram responsáveis por 80,2% das visitas.

Abelhas do gênero *Exomalopsis* e da subfamília Halictinae coletavam pólen por vibração nas flores e foram consideradas polinizadores do pimentão. *A. mellifera* e *T. angustula* coletavam pólen e néctar, comportamento registrado anteriormente por CALMONA et al. (1989), e também foram reconhecidas como polinizadores. Da mesma forma, *Toxomerus* sp. foi considerado agente polinizador da cultura, e a presença de sirfídeos (Diptera, Syrphidae) em flores de pimentão foi observada também por TANKSLEY (1984). Observou-se que *Polybia* sp. coletava néctar sem tocar nas partes reprodutivas das flores e que *D. speciosa* se alimentava das partes florais, atuando como um inseto praga (ver GALLO et al., 1978).

O número de espécies visitantes aqui apresentado é intermediário quando comparado aos resultados de CALMONA et al. (1989) que capturaram sete espécies de insetos em Jaboticabal (SP) e de RAW (2000) que coletou 16 espécies em Brasília (DF) e Patos de Minas (MG). O maior número de espécies de Hymenoptera em visita às flores de *C. annuum* é consenso entre os trabalhos que tratam da polinização desta cultura (TANKSLEY, 1984; CALMONA et al., 1989; RAW, 2000) e o maior número de espécies de Halictinae entre as abelhas visitantes já havia sido observado (TANKSLEY, 1984; RAW, 2000).

Exomalopsis spp. contribuiu com mais da metade do número de visitas no presente estudo, discordando dos resultados de FREE (1975) e RAW (2000). Quanto à frequência relativa de *A. mellifera*, o resultado aqui verificado (9,2% das visitas) é bem inferior ao de CALMONA et al. (1989). Vale ressaltar ainda, que todas as visitas de *A. mellifera* à *C. annuum* foram verificadas em um único dia, constatando-se que o pimentão serviu apenas como uma fonte alternativa de pólen e néctar para estas abelhas.

A baixa atratividade das flores de *C. annuum* a *A. mellifera* é citada por MC GREGOR (1976), KUBISOVÁ e HASLBACHOVÁ (1991) e RABINOWITCH et al. (1993), enquanto a atratividade das flores é defendida por DE RUIJTER et al. (1991).

Durante o período de florescimento da cultura do pimentão registrou-se o florescimento massivo de *Oxalis latifolia* H.B.K. (Oxalidaceae) e *Raphanus raphanistrum* L. (Brassicaceae) na área de estudo, o que parece ter influenciado as taxas de visita de insetos às flores de pimentão, concordando com MC GREGOR (1976). RABINOWITCH et al. (1993) comentam que o néctar de *C. annuum* é geralmente pobre em açúcares, com concentrações entre 5,3 e 24,6%, e este fator pode ter levado os insetos visitantes florais a preferirem *C. annuum*. *Exomalopsis* spp., os principais visitantes de *C. annuum* no presente estudo, foram observadas forrageando em *O. latifolia* e em *R. raphanistrum*. FREE (1975) observou que *Exomalopsis pulchella* Cresson também apresentava comportamento semelhante, uma vez que visitava várias espécies vegetais além do pimentão. Além disso, *A. mellifera* visitou freqüentemente flores de *R. raphanistrum* e de *O. latifolia*, parecendo preferir estas fontes à *C. annuum*.

A baixa frequência de visitas de *T. angustula* ao pimentão, contrariando os dados de CALMONA et al. (1989), também pode estar relacionada ao florescimento destas espécies vegetais, uma vez que eram visitadas em larga escala por esta abelha. Enquanto *Trigona spinipes* (Fabricius) e *Bombus* spp. foram observadas visitando, respectivamente, *R. raphanistrum* e *Montanoa bipinnatifida* C. Koch., nenhuma visita às flores de *C. annuum* foi registrada. Este pode ser um dos fatores que expliquem a ausência de visitas destas abelhas ao pimentão, uma vez que são comumente registradas na cultura (p. ex. TANKSLEY, 1984; CALMONA et al., 1989; RAW, 2000).

Não foram observadas variações significativas de temperatura e umidade relativa do ar entre os tratamentos, não interferindo, portanto, na formação

dos frutos de *C. annuum*. Vários trabalhos atestam que essas variáveis têm importante papel na biologia floral de *C. annuum* (POLOWICK e SAWHNEY, 1985; BAKKER, 1989) o que poderia, inclusive, mascarar possíveis efeitos da polinização entomófila.

Os valores médios e os desvios-padrão dos parâmetros de produção e qualidade de frutos e sementes, em cada tratamento, estão representados na tabela 1. As variáveis massa do fruto (PF), diâmetro do fruto (DF), espessura do pericarpo (EP) e número de sementes/ fruto (NS) foram em média maiores nos tratamentos onde polinização entomófila foi permitida (tratamentos 1 e 3). Não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos no que diz respeito à variável comprimento do fruto (CF). Além disso, observou-se (não foi quantificado) maior número de frutos mal formados nas parcelas isoladas das visitas de insetos. É importante ressaltar que nos tratamentos 1 e 3 não houve diferença significativa para nenhuma das variáveis analisadas.

A variável NS parece ser particularmente importante, uma vez que um grão de pólen é necessário para cada semente formada em *C. annuum* (KRISTJANSSON e RASMUSSEN, 1991). Assim, esta variável é a que melhor reflete a magnitude da polinização ocorrida nos diferentes tratamentos. O maior número de sementes produzidas nas parcelas polinizadas por *A. mellifera* concordam com KUBISOVÁ e HASLBACHOVÁ (1991), DE RUIJTER et al. (1991) e DAG e KAMMER (2001) que estudaram a eficiência polinizadora desta abelha em estufas.

A produção de sementes em *C. annuum* ocorre tanto por autopolinização quanto por polinização cruzada (MEISELS e CHIASSON, 1997), o que explica o número de sementes constatado no tratamento 2. Os resultados aqui verificados sugerem que a autopolinização garante a formação de sementes no pimentão e posteriores visitas de insetos (sem especificidade) às flores maximiza esta produção (SHIPP et al., 1994; JARLAN et al., 1997; CRUZ et al., 2005).

Tabela 1. Médias + desvios-padrão dos parâmetros “massa do fruto” (PF), “comprimento do fruto” (CF), “diâmetro do fruto” (DF), “espessura do pericarpo” (EP) e “número de sementes/ fruto” (NS) de frutos de pimentão produzidos nos tratamentos “parcelas livremente visitadas”, “parcelas isoladas de insetos” e “parcelas com uma colméia de *Apis mellifera*”

Tratamentos	Parâmetros				
	PF	CF	DF	EP	NS
	g		cm		n.º
Parcelas livremente visitadas	65,86+24,92 a	9,65+1,37 a	5,41+0,89 a	0,40+0,08 a	253,85+111,75 a
Parcelas isoladas	52,21+22,49 b	9,57+1,76 a	4,73+0,87 b	0,33+0,08 b	159,00+91,13 b
Parcelas com uma colméia de <i>A. mellifera</i>	63,09+23,90 a	9,58+1,55 a	5,28+0,91 a	0,41+0,07 a	238,96+97,27 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Newman-Keuls, ao nível de probabilidade de 5%.

A produção de frutos mais pesados em parcelas polinizadas por insetos concorda com os resultados de outros testes de polinização que envolveram a atuação de várias espécies de insetos, incluindo *A. mellifera* (KRISTJANSSON e RASMUSSEN, 1991; DE RUIJTER et al., 1991; SHIPP et al., 1994; JARLAN et al., 1997; DAG e KAMMER, 2001; CRUZ et al., 2005). O impacto positivo da polinização entomófila em DF corrobora os resultados anteriormente obtidos (SHIPP et al., 1994; CRUZ et al., 2005) e, com relação à variável EP, nenhum outro autor avaliou este parâmetro, embora seja um dos principais atributos de qualidade dos frutos de *C. annuum* MELO (1997).

Os dados relacionados à variável CF discordam de DE RUIJTER et al. (1991), ao verificar que os frutos produzidos em parcelas polinizadas por *A. mellifera* eram significativamente maiores que os frutos produzidos em parcelas isoladas. Entretanto, no trabalho de CRUZ et al. (2005), esse parâmetro também foi o único que não foi positivamente influenciado pela polinização entomófila. ALEEMULLAH et al. (2000) comentam que a discordância entre resultados relativos ao tamanho dos frutos pode ser uma consequência de mudanças na capacidade de resposta às auxinas pelos tecidos do ovário durante o desenvolvimento e crescimento do fruto.

Deve-se considerar que o número de sementes, que é consequência direta da polinização, tem importância fundamental no desenvolvimento dos frutos, uma vez que a distribuição irregular das sementes no interior do fruto leva à má formação (JANICK, 1966). Essa ocorrência pode ser observada nas menores taxas de frutos mal formados em parcelas livremente visitadas por insetos (DAG e KAMMER, 2001) e no impacto positivo da polinização entomófila no tamanho e massa dos frutos, conforme os dados aqui apresentados. Desta forma, a polinização entomófila deve ser considerada no cultivo e manejo de *Capsicum annuum*, tanto em condições de campo como de estufas.

4. CONCLUSÕES

1. Pelo menos dez espécies de insetos visitaram as flores de pimentão da cultivar estudada e as abelhas *Exomalopsis* spp. foram as mais frequentes.

2. A polinização entomófila teve um impacto positivo na massa, no diâmetro, na espessura de pericarpo e no número de sementes dos frutos produzidos;

3. *Apis mellifera* foi tão eficiente quanto as espécies nativas na polinização da cultivar estudada.

AGRADECIMENTOS

A Jaílson José Antônio, Odair Pessotti (*in memoriam*) e aos funcionários do Departamento de Ciências Agrárias da UNITAU que ajudaram de maneira inestimável no trabalho de campo; À Dr.^a Ana Aparecida da Silva Almeida, Dr.^a Simey Thury Vieira Fisch e Dr.^a Regina Helena Nogueira-Couto que deram sugestões de grande valia para o desenvolvimento do trabalho; Ao Dr. Fernando Amaral da Silveira e Rodrigo B. Gonçalves que identificaram as abelhas, à Dr.^a Sulene Noriko Shima, as vespas e Dr.^a Francisca Carolina do Val, as moscas; À Elaine D. G. Soares que fez comentários pertinentes quanto à forma e ao conteúdo do manuscrito. À PRPPG/UNITAU (programa PIC) por ter concedido bolsa de iniciação científica para o primeiro e segundo autores.

REFERÊNCIAS

- ALEEMULLAH, M.; HAIGH, A.M.; HOLFORD, P. Anthesis, anther dehiscence, pistil receptivity and fruit development in the Longum group of *Capsicum annuum*. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v.40, n.5, p.755-762, 2000.
- AYRES, M.; AYRES JR., M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. **BioEstat 2.0: Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas**. Belém: Editora Sociedade Civil Mamirauá, 2000. 272p.
- BAKKER, J.C. The effects of air humidity on flowering, fruit set, seed set and fruit growth of glasshouse sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.40, n.1, p.1-8, 1989.
- BLAT-MARCHIZELI, S.F.B; YAÑEZ, L.D.T.; COSTA CP. Pimentão: deu oídio. **Revista Cultivar Hortalças e Frutas**, Pelotas, v.21, p.10-11, 2003.
- CALMONA, R.C.; ADEGAS, J.E.; COUTO, R.H.N. Polinização entomófila em pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Ciência Zootécnica**, Jaboticabal, v.4, n.2, p.12-13, 1989.
- CASALI, V.W.D.; COUTO, F.A.A. Origem e botânica de *Capsicum*. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.113, p.8-10, 1984.
- CRUZ, D.O.; FREITAS, B.M.; SILVA, L.A.; SILVA, E.M.S.; BOMFIM, I.G.A. Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.12, p.1197-1201, 2005.
- DAG, A.; KAMMER, Y. Comparison between the effectiveness of honeybee (*Apis mellifera*) and bumblebee (*Bombus terrestris*) as pollinators of greenhouse sweet pepper (*Capsicum annuum*). **American Bee Journal**, Hamilton, v.141, n.6, p.447-448, 2001.

- DE RUIJTER, A.; VAN DER EIJNDE, J.; VAN DER STEEN, J. Pollination of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) in greenhouses by honeybees. *Acta Horticulturae*, Leuven, v.288, p.270-274, 1991.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de Olericultura**. 2.ed. São Paulo: Ed. Ceres, 1982. 357p.
- FREE, J.B. **Insect Pollination of Crops**. New York: Academic Press, 1970. 544p.
- FREE, J.B. Pollination of *Capsicum frutescens* L., *Capsicum annuum* L. and *Solanum melongena* L. (Solanaceae) in Jamaica. *Tropical Agriculture*, Trinidad, v.52, n.4, p.353-357, 1975.
- GALLO, D., O.; NAKANO, S.; SILVEIRA NETO, R.P.L.; CARVALHO, G.C.; BATISTA, E.; BERTI FILHO, J.R.P.; PARRA, R.A.; ZUCCHI, R.; ALVES, R.B. **Manual de Entomologia Agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1978. 531p.
- JANICK, J. **A Ciência da Horticultura**. Rio de Janeiro: USAD, 1966. 485p.
- JARLAN, A.; OLIVEIRA, D.; GINGRAS, J. Pollination of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) in green-house by the syrphid fly *Eristalis tenax* L. *Acta Horticulturae*, Leuven, v.437, p.335-339, 1997.
- KRISTJANSSON, K.; RASMUSSEN, K. Pollination of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) with the solitary bee *Osmia cornifrons* (Radoszkowski). *Acta Horticulturae*, Leuven, v.288, p.173-177, 1991.
- KUBISOVÁ, S.; HASLBACHOVÁ, H. Pollination of male-sterile green pepper line (*Capsicum annuum* L.) by honeybees. *Acta Horticulturae*, Leuven, v.288, p.364-367, 1991.
- MC GREGOR, S.E. **Insect pollination of cultivated plants**. Washington: USDA, 1976. 411p.
- MEISELS, S.; CHIASSON, H. Effectiveness of *Bombus impatiens* cr. as pollinators of greenhouse sweet peppers (*Capsicum annuum* L.). *Acta Horticulturae*, Leuven, v.437, p.425-427, 1997.
- MELO, A.M.T. **Análise genética de caracteres de fruto em híbridos de pimentão**. 1997. 112f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”-USP, Piracicaba.
- MELO, G.A.R.; GONÇALVES, R.B. Higher-level bee classifications (Hymenoptera, Apoidea, Apidae sensu lato). *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, v.22, n.1, p.153-159, 2004.
- POLOWICK, P.L.; SAWNEY, V.K. Temperature effects on male fertility and flower and fruit development in *Capsicum annuum* L. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.25, n.2, p.117-127, 1985.
- RABINOWITCH, H.D.; FAHN, A.; MEIR, T.; LENSKY, Y. Flower and nectar attributes of pepper (*Capsicum annuum* L.) plants in relation to their attractiveness to honeybees (*Apis mellifera* L.). *Annals of Applied Biology*, Oxford, v.123, n.2, p.221-232, 1993.
- RAW, A. Foraging behaviour of wild bees at hot pepper flowers (*Capsicum annuum*) and its possible influence on cross pollination. *Annals of Botany*, Londres, v.85, v.4, p.487-492, 2000.
- SHIPP, J.L.; WHITFIELD, G.H.; PAPADOPOULOS, A.P. Effectiveness of the bumble bee, *Bombus impatiens* Cr. (Hymenoptera: Apidae), as a pollinator of greenhouse sweet pepper. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.57, n.1-2, p.29-39, 1994.
- SILVA, M.A.G.; BOARETTO, A.E.; MELO, A.M.T.; FERNANDES, H.M.G.; SCIVITTARO, W.B. Rendimento e qualidade dos frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido em função do nitrogênio e potássio aplicados em cobertura. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.56, n.4, p.1199-1207, 1999.
- SOUZA, R.J.; NANNETTI, D.C. **A cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1998. 49p.
- TANKSLEY, S.D. High rates of cross-pollination in chile pepper. *HortScience*, Alexandria, v.19, n.4, p.580-582, 1984.
- TODOROV, J.; CSILLÉRY, G. Natural cross-pollination data from Bulgaria. *Capsicum and Eggplant Newsletter*, Turim, v.8, p.25, 1990.
- VIÑALS, F.N.; ORTEGA, R.G.; GARCÍA, J.C. **El cultivo de pimientos, chiles e ajies**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1996. 607p.
- WIESE, H. **Nova Apicultura**. 6.ed. Porto Alegre: Agropecuária, 1985. 493p.