

POLINIZAÇÃO POR ABELHAS EM CULTIVOS PROTEGIDOS

POLLINATION BY BEES IN GREENHOUSE CROP SYSTEMS

Darci de Oliveira Cruz¹ e Lucio Antonio de Oliveira Campos^{2*}

- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA -

RESUMO

A implantação de culturas agrícolas em ambiente protegido trouxe a possibilidade de otimizar os sistemas de produção através da obtenção de frutos e hortaliças de qualidade superior durante todo o ano e em regiões antes inaptas ao cultivo dessas espécies. No entanto, esse sistema impossibilita a entrada de agentes polinizadores específicos, podendo resultar em baixas produtividades, pois a polinização é um processo fundamental para a reprodução sexual das plantas superiores. As abelhas são consideradas os polinizadores mais importantes de culturas agrícolas do mundo e assim como são essenciais no campo, constituem a melhor opção para polinização em ambiente protegido. Embora as abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) sejam as mais usadas para a polinização de cultivos comerciais, sua utilização em casa de vegetação apresenta alguns problemas, já que essas abelhas não se adaptam bem ao confinamento. Assim, os meliponíneos são insetos promissores para o uso como polinizadores comerciais. Características como a sociabilidade, a baixa defensibilidade, a menor amplitude de vôo de forrageamento e a perenidade das colônias, os tornam aptos para essa finalidade. Espécies como, por exemplo, *Melipona subnitida* e *Nannotrigona testaceicornis* vêm sendo utilizadas, em ambientes fechados, para a polinização de pimentão e morango, respectivamente. Entretanto, outros gêneros de abelhas vêm sendo utilizados, com sucesso, para polinização de culturas, em casas de vegetação. Ainda são necessárias mais informações sobre a eficiência polinizadora de diferentes espécies de abelhas, sob condições de cultivo protegido, assim como o aperfeiçoamento de técnicas de manejo específicas, que possam contribuir para a sua preservação.

Palavras-chave: culturas agrícolas, meliponíneos, casa de vegetação

ABSTRACT

The cultivation of crops in protected environments brought the possibility to optimize production systems through obtaining fruits and vegetables of superior quality during the whole year and in regions where these species could not be cultivated in the field. However, this system prevents the entrance of specific pollinating agents, which could result in low productivities, due to the fact that pollination is a fundamental process in the sexual reproduction of higher plants. Bees are considered the most important pollinators of crops worldwide. They are essential for pollination in nature and should be considered as the best option for pollination in protected environments. Although the honey bees (*Apis mellifera* L.) are the most used

insects for the pollination of commercial crops, its use in greenhouse is limited by some problems. Furthermore they are difficult to adapt to confined environment. Thus the stingless bees are promising insects to be used as commercial pollinators. Characteristics such as sociability, low defensibility, the lower amplitude of the foraging flight, and the persistence of the colonies, enable them to this purpose. Species such as *Melipona subnitida* and *Nannotrigona testaceicornis* have been used, in confined environments, to the pollination of sweet pepper and strawberries, respectively. However, other bee genera have been successfully used in crop pollination in greenhouse. More information is need on the pollinating efficiency of different bee species under protected crop conditions, and the improvement of specific management techniques. The use of stingless bees in agriculture will contribute to the preservation of these insects.

Key words: crops, stingless bees, enclosed environment

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a implantação de culturas agrícolas em ambiente protegido trouxe a possibilidade de otimizar os sistemas de produção através da obtenção de frutos e hortaliças de alta qualidade durante todo o ano e em regiões antes inaptas ao cultivo dessas espécies. Além disso, possibilita o controle de alguns fatores agroclimáticos, a redução no uso de defensivos agrícolas e fortalece os conceitos de qualidade total, competitividade por melhores produtos no mercado, oferta programada e produtos diferenciados (EKLUND *et al.*, 2005).

Diversas culturas têm sido cultivadas, em todo o mundo, em casas de vegetação ou túneis plásticos. Países como México, Canadá e Espanha têm exportado hortaliças de alta qualidade, para os Estados Unidos. Os altos preços de mercado e a demanda crescente por produtos de qualidade têm encorajado os produtores a investir em cultivo protegido (JOVICICH *et al.*, 2004). Em 1997, na Coreia, a área de cultivo em ambiente protegido era de 47.322 hectares, incluindo 300 hectares de casas de vegetação de vidro e 47.000 hectares de estruturas cobertas com filmes de polietileno (KWON & CHUN, 1999). No Japão, mais de 700.000 casas de vegetação são usadas para o cultivo de culturas agrícolas (AMANO, 2004).

No Brasil, o cultivo em ambiente protegido faz parte da história recente da agricultura, sendo que, até o final dos anos 80, era basicamente utilizado na produção de flores (DAREZZO *et al.*, 2004). Segundo esses autores, atualmente, estima-se que cerca de 10.000 hectares sejam cultivados em casas de vegetação no país. Da produção de culturas sob estruturas de proteção no Estado de São Paulo, por exemplo,

¹ Eng. Agr., M.Sc., Doutor em Entomologia, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais.

^{2*} Biól., Dr., Professor titular do Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Campus Universitário, Depto. de Biologia Geral, Viçosa, MG, CEP 36570-000. E-mail: lcampos@ufv.br. (autor para correspondência).

(Recebido para publicação em 14/08/2008, aprovado em 16/04/2009)

60% do plantio destinam-se à produção de hortaliças e, aproximadamente, 40% à produção de flores.

No entanto, um dos principais problemas da implantação de culturas em casas de vegetação é a polinização insuficiente ou inadequada de algumas espécies olerícolas devido às condições de confinamento, resultando em baixa produção (KWON & SAEED, 2003). De modo geral, as baixas produtividades tanto em campo aberto quanto em ambiente protegido têm sido atribuídas a outros fatores, tais como as condições climáticas, variedades cultivadas, solos, ataques de pragas e doenças, etc. É importante destacar que cada flor “não vingada” significa um potencial fruto perdido e piores resultados no momento da colheita. Além disso, frutos mal formados por deficiência de polinização perdem o valor ou são descartados para comercialização (FREITAS, 1998).

A polinização é um processo fundamental para a reprodução sexual das plantas superiores. Somente através da transferência do pólen entre os estames e o estigma de flores da mesma espécie, pode ocorrer a fecundação dos óvulos e conseqüente formação de sementes (PROCTOR *et al.*, 1996). A polinização adequada pode garantir um aumento na qualidade das sementes e dos frutos produzidos por determinada cultura (RICHARDS, 2001).

A grande maioria das espécies de plantas necessita de animais para sua polinização, como pássaros, mamíferos e insetos (PROCTOR *et al.*, 1996). Estima-se que, aproximadamente, 73% das espécies vegetais cultivadas no mundo sejam polinizadas por alguma espécie de abelha, 19% por moscas, 6,5% por morcegos, 5% por vespas, 5% por besouros, 4% por aves e 4% por borboletas e mariposas (FAO, 2004).

Importância da polinização de culturas agrícolas por abelhas

As abelhas são consideradas os polinizadores mais importantes das culturas agrícolas ao redor do mundo e os mais efetivos, correspondendo a 90% do sucesso reprodutivo das plantas com flores (SHIPP *et al.*, 1994). Das mais de 20.000 espécies de abelhas descritas em todo o mundo, apenas algumas são manejadas comercialmente como polinizadores de plantas cultivadas, incluindo espécies solitárias e sociais (BOSCH & KEMP, 2002). As espécies de abelhas sociais são, geralmente, preferidas para a polinização de culturas agrícolas, principalmente, devido à alta densidade de abelhas que podem ser mantidas em determinada área. McGregor (1976) listou 166 culturas que se beneficiam ou dependem da polinização melitófila.

As abelhas melíferas (*A. mellifera* L.) são os insetos sociais mais usados para a polinização de cultivos comerciais. O padrão de vôo dessas abelhas é rápido e agitado entre as flores, tendendo ao zig-zag. Esse comportamento as torna eficientes na dispersão de pólen (COUTO & COUTO, 2007). Apesar de ser uma espécie exótica, atualmente no Brasil há mais de dois milhões de colônias de *A. mellifera* utilizadas para produção de mel, cera, própolis, pólen, geléia real, apitoxina e serviços de polinização, principalmente em cultivos de maçã (*Malus domestica*) e melão (*Cucumis melo*) (DE JONG *et al.*, 2006). No entanto, esse serviço encontra-se comprometido em virtude das doenças e envenenamento por inseticidas que estão dizimando essas abelhas (KREMEN *et al.*, 2002). Embora *A. mellifera* possua uma grande habilidade para polinização e possua a biologia bem conhecida, abelhas dessa espécie não são consideradas os melhores polinizadores para todas as culturas.

De acordo com Hogendoorn (2004), o uso de abelhas nativas como polinizadores de culturas agrícolas deve ser preferido à introdução de espécies exóticas. A introdução de polinizadores exóticos é uma prática que deve ser evitada, uma vez que, espécies importadas podem não ser polinizadores efetivos no novo ambiente, assim como o são em seus habitats naturais, podem introduzir novos parasitas e doenças e, ainda, podem competir com as espécies nativas por locais de ninho e/ou fontes de alimento (SILVEIRA *et al.*, 2006).

Os meliponíneos ou abelhas sem ferrão são, provavelmente, os insetos sociais mais promissores para o uso como polinizadores comerciais. Heard (1999) apresentou a primeira revisão detalhada sobre o papel das abelhas sem ferrão na polinização de culturas agrícolas. Segundo esse autor, abelhas da espécie *Trigona thoracica*, por exemplo, são polinizadores eficientes de culturas como coco (*Cocos nucifera*), carambola (*Averrhoa carambola*) e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). Mais recentemente, Slaa *et al.* (2006) afirmaram que os meliponíneos são polinizadores efetivos de dezoito culturas agrícolas, sendo fortes candidatos para serviços de polinização. No entanto, essas abelhas estão sob constante ameaça em função da destruição de seus habitats naturais, os quais são fontes de alimento e locais de nidificação.

Existem casos nos quais algumas abelhas solitárias podem realizar melhores serviços de polinização do que as espécies sociais (HOGENDOORN, 2004), como as pertencentes aos gêneros *Centris*, polinizadoras da aceroleira (*Malpighia glabra*), *Xylocopa* que polinizam o maracujazeiro (*Passiflora edulis*), e *Megachile* que polinizam a alfafa (*Medicago sativa*) (FREITAS *et al.*, 1999; CAMILLO, 2003).

No Brasil, de modo geral, observa-se uma escassez de agentes polinizadores nativos em vários habitats perturbados (FREITAS & ALVES, 2009). Por esse motivo, muitos agricultores são obrigados a utilizar técnicas de polinização artificiais, como a polinização manual, o uso de spray com pólen suspenso e o uso de vibradores elétricos (“abelhas elétricas”) para simular o comportamento de algumas espécies de abelhas. Esses métodos, por sua vez, elevam os custos de produção (WESTERKAMP & GOTTSBERGER, 2000). Esses fatores, somados às práticas de plantio de monoculturas que concentram as floradas em curtos períodos, tem tornado urgentes os estudos visando à polinização dirigida, evitando assim uma diminuição dos índices de produtividade.

Abelhas como polinizadores em ambiente protegido

A implantação de algumas culturas sob condições de cultivo protegido impossibilita o acesso de agentes polinizadores específicos às flores. Nesse sentido, algumas espécies de abelhas têm sido introduzidas, com sucesso, em casas de vegetação visando solucionar o problema da polinização inadequada, principalmente em culturas dependentes de agentes externos para a realização desse serviço. A seguir, serão apresentadas informações sobre alguns grupos de abelhas, utilizados em ambiente protegido, além da sua contribuição para a polinização de determinadas espécies vegetais.

Abelhas sociais

No Brasil, os meliponíneos são representados por cerca de 300 espécies (SILVEIRA *et al.*, 2002). Essas abelhas possuem certas características vantajosas para a polinização de determinadas culturas em ambiente protegido, nas quais geralmente são utilizadas abelhas melíferas: a ausência de um

ferrão funcional, a sociabilidade, a baixa defensibilidade, a menor amplitude do vôo de forrageamento (não se distanciam de seus ninhos) e a perenidade das colônias (MALAGODI-BRAGA *et al.*, 2004).

Várias pesquisas têm mostrado que abelhas pertencentes aos gêneros *Melipona* e *Trigona*, e outros gêneros são polinizadores efetivos em ambientes fechados e podem, portanto, ser uma alternativa valiosa para a polinização comercial de diversas culturas. A abelha *M. subnitida*, por exemplo, polinizou de modo eficiente as flores de pimentão (*C. annuum* L.), em ambiente protegido (CRUZ *et al.*, 2005). Esses autores mostraram que, apesar das flores de pimentão serem consideradas autógamas, essa cultura beneficia-se da polinização realizada por *M. subnitida*, produzindo frutos significativamente mais pesados e com maior número de sementes, quando comparada com a autopolinização espontânea. De modo geral, observou-se que essa espécie adaptou-se bem em casa de vegetação.

As espécies *M. beecheii*, *M. quadrifasciata*, *T. carbonaria*, *Scaptotrigona bipunctata* e *T. angustula* têm sido utilizadas para polinizar diversas culturas no Japão. Os pesquisadores japoneses utilizam colméias aquecidas para a criação dessas abelhas, principalmente as do gênero *Melipona*, as quais são restritas às Américas Central e do Sul (AMANO *et al.*, 1999; AMANO, 2004).

Colônias de *M. quadrifasciata* têm sido utilizadas para polinização de tomate e pimentão, em casas de vegetação, em Minas Gerais e São Paulo, respectivamente. Segundo DEL SARTO *et al.* (2005), é possível usar essa abelha como polinizadora de tomateiro, em ambiente protegido, devido ao aumento na qualidade dos frutos, considerando-se a diminuição das injúrias mecânicas quando comparadas à polinização manual tradicional, a não diminuição do tamanho do fruto e ao alto preço do produto no mercado.

Roselino (2005) utilizou a subespécie *M. quadrifasciata anthidioides* para polinização de pimentão, em casa de vegetação. Essa abelha, ao visitar as flores, apresenta o comportamento de polinização por vibração, o qual é favorável à polinização de espécies vegetais que possuem anteras poricidas. A eficiência de polinização de *M.q. anthidioides* contribuiu para os frutos tornarem-se maiores, no comprimento e na circunferência maior. Essas abelhas adaptaram-se muito bem ao confinamento.

As abelhas da espécie *N. testaceicornis*, também conhecidas como irai, são totalmente mansas, sociais e as colônias apresentam de 2.000 a 3.000 indivíduos (LINDAUER & KERR, 1960). Pesquisas recentes (MALAGODI-BRAGA, 2002; ROSELINO, 2005) verificaram o papel de *N. testaceicornis* na polinização de morangueiro (*Fragaria x ananassa*) em ambiente protegido. Frutos oriundos de flores polinizadas por estas, foram mais pesados, quando comparados àqueles produzidos nas casas de vegetação sem a presença de abelhas. É válido lembrar que, Maeta *et al.* (1992) já utilizavam com sucesso essas abelhas, importadas do Brasil, para polinização de morangueiro em ambiente protegido no Japão.

Abelhas da espécie *A. mellifera* também são utilizadas para polinização em casas de vegetação, em diversos países. No entanto, a utilização dessa espécie, sob condições de cultivo protegido, apresenta alguns problemas, uma vez que esses insetos possuem um comportamento defensivo, causando dificuldade com relação ao seu manejo e aos tratamentos culturais, além de não se adaptarem bem ao ambiente fechado.

Experimentos realizados por Spangler & Moffett (1977) no Arizona, Estados Unidos, mostraram que plantas de tomate

confinadas com uma colônia de *A. mellifera* produziram frutos 22% mais pesados do que plantas cujas flores não receberam visitas das abelhas.

A eficiência de polinização por *A. mellifera*, com relação ao peso dos frutos, também foi observada na Bélgica, onde experimentos compararam a produtividade de melão (*C. melo* L.), cultivado em casa de vegetação, com e sem abelhas melíferas (LEMASSON, 1987). Os resultados mostraram que a presença das abelhas aumentou o peso médio dos frutos.

Em Israel, o único polinizador usado para polinização de melão, em ambiente protegido, é a abelha melífera (DAG & EISIKOWITCH, 1995). Esses autores observaram que para alcançar a produtividade máxima de frutos, cada flor de melão, cultivado em túneis plásticos, requer a visita de pelo menos 10 abelhas. Também constataram que a introdução de colméias no lado norte dos túneis aumentou a atividade de forrageamento das abelhas. Esse aumento na atividade de forrageamento proporcionou, conseqüentemente, uma melhor produção de frutos.

No Brasil, colméias de *A. mellifera* têm sido utilizadas em confinamento para polinização de melão, no Rio Grande do Sul (KATO, 1997). São utilizadas colméias com duplo alvado de modo a permitir acesso ao interior e ao exterior da casa de vegetação. No entanto, mais estudos são necessários sobre o manejo das abelhas nesse sistema.

Na década de 20, abelhas do gênero *Bombus* foram testadas para a polinização em casas de vegetação. Entretanto, somente na década de 80, houve um aumento considerável da utilização dessas abelhas, principalmente de *B. terrestris* (MALAGODI-BRAGA & KLEINERT, 2002). Estima-se que, aproximadamente, 850.000 colônias de *B. terrestris* são comercializadas anualmente (VELTHUIS & VAN DOORN, 2004), o que torna essa espécie uma das mais utilizadas em todo o mundo para a polinização de culturas agrícolas em ambiente protegido, principalmente tomate (*L. esculentum* L.).

Pesquisas realizadas por Whittington & Winston (2004), nos Estados Unidos, mostraram que as colônias de *B. impatiens* desenvolvem-se melhor em ambiente protegido, apresentando maior número de crias e adultos, e as operárias realizam mais vôos de forrageamento do que as de *B. occidentalis*. Considerando-se que o valor das colônias é o mesmo para as duas espécies, seria mais vantajoso, em termos de custo, adquirir colônias de *B. impatiens* para a polinização. Porém, devem ser levados em conta os riscos ambientais de introduzir espécies exóticas em determinados habitats naturais.

Meisels & Chiasson (1997), avaliaram a eficiência de *B. impatiens* como polinizadores de pimentão, em ambiente protegido, no Canadá. Verificou-se que apenas três operárias dessa espécie de abelha são suficientes para polinizar efetivamente cerca de 425 plantas, ou aproximadamente, 176 abelhas por hectare (25.000 plantas).

Esses resultados são animadores e revelam o potencial de abelhas do gênero *Bombus*, em ambiente protegido, para a polinização de diversas culturas. Uma vez que métodos para produção contínua de *Bombus* foram desenvolvidos no final dos anos 80, o uso dessas abelhas, principalmente de *B. terrestris* para a polinização de culturas como melão, morango, pimentão e tomate, sob cultivo protegido, tem crescido significativamente (WILLIAMS, 2006).

No Brasil, o gênero *Bombus* é representado por apenas seis espécies: *B. pauloensis*, *B. bellicosus*, *B. brasiliensis*, *B. brevivillus*, *B. morio* e *B. transversalis* (SILVEIRA *et al.*, 2002; CORTOPASSI-LAURINO *et al.*, 2003; MOURE *et al.*, 2007). No entanto, ainda não há uma metodologia estabelecida para uso dessas espécies como polinizadores em ambiente protegido,

diferente do que ocorre em outros países, onde a técnica de criação e manejo de espécies de *Bombus*, principalmente *B. terrestris*, em casas de vegetação, está totalmente dominada.

Abelhas solitárias

As abelhas solitárias são um grupo particular de polinizadores, embora ainda haja pouca informação sobre o seu papel na polinização de culturas agrícolas. Essas abelhas são menos abundantes nas culturas quando comparado a *Apis* e a *Bombus*. Devido ao seu ciclo de vida curto, diversas espécies estão associadas a determinadas espécies de plantas que florescem em períodos específicos e que coincidem com o seu ciclo (WILLIAMS, 2006). No Brasil, mais de 2000 espécies de abelhas possuem, provavelmente, o modo de vida solitário. Popularmente, essas abelhas são confundidas com moscas, mosquitos ou qualquer outro inseto, e são consideradas sem valor, devido ao fato de não produzirem mel. No entanto, nos países da América do Norte e Europa, há mais de 40 anos as abelhas solitárias têm papel reconhecido na agricultura (ALVES-DOS-SANTOS, 2004).

Na Austrália, muitos produtores rurais polinizam tomate, em casas de vegetação, usando vibradores elétricos. Estima-se que essa prática requer 60 pessoas/semana/hectare, polinizando três vezes por semana. O uso da espécie de abelha solitária *Amegilla holmesi* para polinização de tomate em ambientes fechados pode ser uma alternativa eficiente com relação ao uso de polinização mecânica nesse país (BELL *et al.*, 2006). Segundo esses autores, *A. holmesi* são abelhas dóceis que se adaptam rapidamente em ambiente protegido. Frutos oriundos de flores polinizadas por essas abelhas foram significativamente mais pesados e com maior número de sementes quando comparados aos frutos oriundos de flores que não receberam visita das abelhas.

No Hemisfério Norte, algumas espécies pertencentes aos gêneros *Megachile* e *Osmia*, são criadas para fins de polinização (ALVES-DOS-SANTOS, 2004). O gênero *Megachile* contém 161 espécies descritas no Brasil (SILVEIRA *et al.*, 2002). Embora espécies dos gêneros *Osmia*, *Megachile* e *Nomia* tenham sido manejadas para a polinização de culturas agrícolas, como maçã (*Malus domestica*) e alfafa (*M. sativa*), o uso dessas abelhas em casas de vegetação ainda é limitado (HOGENDOORN, 2004).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maioria das abelhas, em particular os meliponíneos, aceita bem a vida em ambientes fechados, sendo a grande esperança atual para uso em casas de vegetação (FREITAS, 2002). A utilização desses insetos para polinização de culturas agrícolas, sob condições de cultivo protegido, vem sendo amplamente difundida, apresentando resultados excepcionais. Agricultores que antes se beneficiavam acidentalmente dos serviços de polinização prestados pelas abelhas têm hoje a possibilidade de alugar colméias e introduzi-las em seus plantios, uma vez que têm acesso às informações sobre quais espécies polinizam determinadas culturas e sobre os requerimentos de polinização das mesmas.

O número de pesquisas sobre a utilização de abelhas para a polinização de plantas cultivadas, em campo aberto ou em ambiente protegido, vem crescendo a cada ano. A importância da polinização com abelhas no Brasil tem sido reconhecida e está em fase de plena expansão (COUTO & COUTO, 2007). No entanto, ainda são necessárias mais informações a respeito da eficiência polinizadora de

diferentes espécies de abelhas, sob condições de cultivo protegido, assim como o aperfeiçoamento de técnicas de manejo específicas, as quais são de extrema importância para a sua preservação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES DOS SANTOS, I. Conhecimento e criação de abelhas solitárias: um desafio. **Revista Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, v.10, p.99-113, 2004.

AMANO, K.; NEMOTO, T.; HEARD, T.A. What are stingless bees, and why and how to use them as crop pollinators? A review, 1999. Food & Fertilizer Technology Center. Disponível em: <<http://www.fftc.agnet.org/library/article.htm>>. Acesso em: 18 set. 2007.

AMANO, K. Attempts to introduce stingless bees for the pollination of crops under greenhouse conditions in Japan, 2004. Food & Fertilizer Technology Center. Disponível em: <<http://www.fftc.agnet.org/library/article.htm>>. Acesso em: 19 set. 2007.

BELL, M.C.; SPOONER-HART, R.N.; HAIGH, A.M. Pollination of greenhouse tomatoes by the Australian bluebanded bee *Amegilla (Zonamegilla) holmesi* (Hymenoptera: Apidae). **Horticultural Entomology**, Biloxi, n.99, p.437-442, 2006.

BOSCH, J.; KEMP, W.P. Developing and establishing bee species as crop pollinators: the example of *Osmia* spp. (Hymenoptera: Megachilidae) and fruit trees. **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, v.92, p.3-16, 2002.

CAMILLO, E. **Polinização do maracujá**. Ribeirão Preto: Holos, 2003, 44p.

CORTOPASSI-LAURINO, M.; KNOLL, F.R.N.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Nicho trófico e abundância de *Bombus morio* e *Bombus atratus* em diferentes biomas brasileiros. In: MELO, G.A.R. & ALVES-DOS-SANTOS, I. (Eds.) **Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure**. Criciúma: UNESC, 2003, p.285-295.

COUTO, R.H.N.; COUTO, L.A. Utilização de polinizadores na conservação e sustentabilidade da agricultura. **Mensagem Doce**, São Paulo, n.90, 2007.

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

DAG, A.; EISIKOWITCH, D. The influence of hive location on honeybee foraging activity and fruit set in melons grown in plastic greenhouses. **Apidologie**, Paris, v.26, p.511-519, 1995.

DAREZZO, R.J.; AGUIAR, R.L.; AGUILERA, G.A. *et al.* Cultivo em ambiente protegido: histórico, tecnologias e perspectivas. In: AGUIAR R.L. *et al.* (Eds.) **Cultivo em ambiente protegido: histórico, tecnologias e perspectivas**. Viçosa: UFV, 2004, p.1-8.

DE JONG, D.; GOLÇALVES, L.S.; AHMAD, F. *et al.* Honey Bee. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. *et al.* (Eds.) **Bees as**

- pollinators in Brazil:** assessing the status and suggesting best practices. Ribeirão Preto: Holos, 2006, p.63-73.
- 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**, Maryland, v.98, p.260-266, 2005.
- EKLUND, C.R.B.; CAETANO, L.C.; SHIMOYA, A. *et al.* Desempenho de genótipos de tomateiro sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.1015-1017, 2005.
- FAO. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture – the international response. In: FREITAS, B.M.; PEREIRA, J.O.P. (Eds.). **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2004, p.2-19.
- FREITAS, B.M. As abelhas e o aumento da produção agrícola. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1., 1998, Fortaleza, **Anais...** Fortaleza. 1998, p.385-389.
- FREITAS, B.M. A polinização com abelhas: quando usar *Apis* ou meliponíneos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., 2002, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Confederação Brasileira de Apicultura. 2002, p.247-250.
- FREITAS, B.M.; ALVES, J.E.; BRANDÃO, G.F., *et al.* Pollination requirements of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) and its putative pollinators, *Centris* bees, in NE Brazil. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.133, p.303-311, 1999.
- FREITAS, B.M.; ALVES, J.E. Importância da disponibilidade de locais para nidificação de abelhas na polinização agrícola: o caso das mamangavas de toco. **Mensagem Doce**, São Paulo, n.100, p.4-14, 2009.
- HEARD, R.A. The role of stingless bees in crop pollination. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.44, p.183-206, 1999.
- HOGENDOORN, K. On promoting solitary bee species for use as crop pollinators in greenhouses. In: FREITAS, B.M.; PEREIRA, J.O.P. (Eds.) **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2004. p.213-221.
- JOVICICH, E.; CANTLIFFE, D.J.; SARGENT, S.A., *et al.* **Production of greenhouse-grown peppers in Florida**. HS979. University of Florida – IFAS Extension. 2004.
- KATO, E.C. **Polinização em melão (*Cucumis melo* L.) no Nordeste (campo aberto) e Sul (estufa) do Brasil, testando atrativo para *Apis mellifera***. Jaboticabal, 1997. 82f. Monografia (Graduação em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista.
- KREMEN, C.; WILLIAMS, N.M.; THORP, R.W. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. **PNAS**, Baltimore, v.99, p.16812-16816, 2002.
- KWON, Y.S.; CHUN, H. Production of chili pepper in different kinds of greenhouse in Korea, 1999. Food & Fertilizer Technology Center. Disponível em: <<http://www.fftc.agnnet.org/library/article.htm>>. Acesso em: 18 set. 2007.
- KWON, Y.J.; SAEED, S. Effect of temperature on the foraging activity of *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae) on greenhouse hot pepper (*Capsicum annuum* L.). **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v.38, p.275-280, 2003.
- LEMASSON, M. Intérêt de l'abeille mellifère (*Apis mellifera*) dans la pollinisation de cultures en serre de cornichon (*Cucumis sativus*), de melon (*Cucumis melo*) et de tomate (*Lycopersicon esculentum*). **Revue de l'Agriculture**, Bruxelles, v.40, p.915-924, 1987.
- LINDAUER, M.; KERR, W. Communication between the workers of stingless bees. **Bee World**, Cardiff, v.41, p.29-41, 1960.
- MAETA, Y.T.; TEZUKA, T.; NADANO, H. *et al.* Utilization of the Brazilian stingless bee *Nannotrigona testaceicornis* as pollinator of strawberries. **Honeybee Science**, Tamagawa, v.13, p.71-78, 1992.
- MALAGODI-BRAGA, K.S. **Estudo de agentes polinizadores em cultura de morango (*Fragaria x ananassa* Duchesne – Rosaceae)**. São Paulo, 2002. 102f. Tese (Ph.D.) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- MALAGODI-BRAGA, K.S.; KLEINERT, A.M.P. Os meliponíneos como polinizadores em estufas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., 2002, Campo Grande, **Anais...** Campo Grande: Confederação Brasileira de Apicultura, 2002, p.204-208.
- MALAGODI-BRAGA, K.S.; KLEINERT, A.M.P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Abelhas sem ferrão e polinização. **Revista Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, v.10, p.59-70, 2004.
- McGREGOR, S.E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Washington (DC): United States Department of Agricultural Research Service, 1976, 496p.
- MEISELS, S.; CHIASSON, H. Effectiveness of *Bombus impatiens* Cr. as pollinators of greenhouse sweet peppers (*Capsicum annuum* L.). **Acta Horticulturae**, Leuven, v.437, p. 425-429, 1997.
- MOURE, J.S.; URBAN, D.; MELO, G.A.R. **Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the neotropical region**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2007, 1058p.
- PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. **The natural history of pollination**. Oregon: Timber Press, 1996, 479p.
- RICHARDS, A.J. Does low biodiversity resulting from modern agricultural practice affect crop pollination and yield? **Annals of Botany**, Oxford, v.88, p.165-172, 2001.
- ROSELINO, A.C. **Polinização em culturas de pimentão – *Capsicum annuum* por *Melipona quadrifasciata anthidioides* e *Melipona scutellaris* e de morango –**

- Fragaria x ananassa por Scaptotrigona aff. depilis e Nannotrigona testaceicornis (Hymenoptera, Apidae, Meliponini).** Ribeirão Preto, 2005. 95f. Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade de São Paulo.
- SHIPP, J.L.; WHITFIELD, G.H.; PAPADOPOULOS, A.P. Effectiveness of the bumblebee, *Bombus impatiens* Cr. (Hymenoptera: Apidae), as a pollinator of greenhouse sweet pepper. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.57, p.29-39, 1994.
- SILVEIRA, F.A.; MELO, G.A.R.; ALMEIDA, E.A.B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação.** Belo Horizonte: Fernando A. Silveira, 2002. 253p.
- SILVEIRA, F.A.; PINHEIRO-MACHADO, C.; ALVES-DOS-SANTOS, I., *et al.* Taxonomic constraints for the conservation and sustainable use of wild pollinators – The brazilian wild bees. In: KEVAN, P.G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. (Eds.) **Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature.** Brasília: MMA, 2006. p.47-56.
- SLAA, E.J.; SÁNCHEZ CHAVES, L.A.; MALAGODI-BRAGA, K.S. *et al.* Stingless bees in applied pollination practice and perspectives. **Apidologie**, Paris, v.37, p.293-315, 2006.
- SPANGLER, H.G.; MOFFETT, J.O. Honeybee visits to tomato flowers in polyethylene greenhouses. **American Bee Journal**, Philadelphia, v.117, p.580-582, 1977.
- VELTHUIS, H.H.W.; VAN DOORN, A. The breeding, commercialization and economic value of bumblebees. In: FREITAS, B.M.; PEREIRA, J.O.P. (Eds.) **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination.** Fortaleza: Imprensa Universitária, 2004. p 135-149.
- WESTERKAMP, C.; GOTTSBERGER, G. Diversity pays in crop pollination. **Crop Science**, Madison, v.40, p.1209-1222, 2000.
- WHITTINGTON, R.; WINSTON, M.L. Comparison and examination of *Bombus occidentalis* and *Bombus impatiens* (Hymenoptera: Apidae) in tomato greenhouses. **Horticultural Entomology**, Biloxi, v.97, p.1384-1389, 2004.
- WILLIAMS, I.H. Insect pollination and crop production: a European perspective. In: KEVAN, P.G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. (Eds.) **Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature.** Brasília: MMA, 2006. p.65-71.