



DOI: <http://dx.doi.org/10.18378/aab.v2i2.3599>

Mikail Olinda de Oliveira*

*Zootecnista, Doutor em Abelhas e Polinização pela Universidade Federal do Ceará e Pós – Doutorado na Universidade Federal do Pará, Zoologia UFPA/MPEG, Rua Augusto Corrêa 01, CEP 66075-110, Guamá, Belém-PA

***Autor Correspondente:**

E-mail: oliveiramikail@gmail.com

PALAVRAS-CHAVES:

polinização agrícola; produtividade; casas de vegetação

KEY WORDS:

crop pollination; productivity; greenhouses

Recebido: 24/08/2014

Aceito: 23/11/2014

As abelhas *Bombus* como polinizadores agrícolas: perspectivas do uso de espécies nativas em cultivo protegido no Brasil

RESUMO

As abelhas *Bombus* são utilizadas na polinização agrícola em vários países do mundo, contribuindo para o incremento da produtividade de diversas culturas. Porém, a sua importância na agricultura é muito maior quando se trata de cultivo protegido. No Brasil, o uso do cultivo protegido já é bastante difundido, assim, seria muito interessante para uma melhoria na produtividade de nossas culturas, o uso dessas abelhas no interior das casas de vegetação. Entretanto, a importação de espécies exóticas de abelhas, pode trazer severos efeitos negativos e é proibida pela legislação brasileira. Dessa forma, esta revisão bibliográfica se propõe fazer um levantamento das informações sobre a importância dessas abelhas no processo produtivo da agricultura em condições de cultivo protegido e verificar as potencialidades e as perspectivas do uso de abelhas nativas do gênero *Bombus* no processo de polinização em cultivo protegido no Brasil.

***Bombus* bees as crop pollinators: perspectives of the use of native species on greenhouses in Brazil**

ABSTRACT

The Bumblebees are used in crop pollination in many countries, contributing in the productivity of several crops. However, its importance in agriculture is much higher in greenhouses conditions. In Brazil, the use of greenhouses is already very widespread, so it would be very interesting to an improvement in productivity of our crops, the use of Bumblebees inside the greenhouses. However, the import of exotic bee species can bring severe negative effects and is prohibited by Brazilian law. Thus, this literature review aims to survey the information about the importance of Bumblebees in the crop production in greenhouse conditions, and to verify the potential and the perspectives of the use of native Bumblebee species, in the pollination process in greenhouses in Brazil.

INTRODUÇÃO

As abelhas do gênero *Bombus* apresentam grande importância para polinização das culturas agrícolas, pois não é de hoje que são utilizadas, essas abelhas contribuem no incremento da produtividade de diversas espécies. (VELTHUIS E DOORN, 2006). Entretanto, a sua importância na agricultura é muito maior quando se trata de cultivo protegido. Em 1985 utilizaram-se abelhas *Bombus* em estufas de tomate, e os resultados foram surpreendentes, os frutos produzidos a partir de flores polinizadas pelas abelhas apresentaram uma melhor qualidade, foram mais bem conformados, com um maior número de sementes e, conseqüentemente, com um melhor preço de mercado. Foi a partir daí, que o interesse na utilização de espécies do gênero *Bombus*, na polinização de culturas agrícolas em ambiente protegido aumentou.

As abelhas *Bombus* se adaptam melhor em casas de vegetação do que outras espécies, como a *Apis mellifera*, por exemplo (FREE, 1970). E devido ao seu maior porte, podem carregar cargas maiores de pólen e visitar várias flores antes de retornar para a colônia. São abelhas muito rápidas, visitam o dobro de flores por minuto do que a maioria das outras espécies e são muito mais eficientes polinizadores, em comparação com abelhas de menor tamanho (HEINRICH, 2000). Cerca de 95% do seu uso estão em estufas de tomate, berinjela, pimentão, pepino, melão, abóbora, groselha vermelha e preta, framboesa e morango (VELTHUIS E DOORN, 2006). Com aumentos de rendimento em estufas de tomates, por exemplo, podendo superar 28%, além da obtenção de frutos com qualidade superior (SANDE, 1990; FIUME E PARISI, 1994). Entretanto, a utilização de *Bombus* na polinização só se tornou uma realidade a partir do momento que colônias começaram a ser produzidas em escala comercial.

Essa produção de colônias em larga escala só foi possível através do desenvolvimento de tecnologias de iniciação de colônias (SLADEN, 1912; GREY, 1996; DUCHATEAU, 1991; VAN EIJNDE *et al.*, 1991), que permitiu a aquisição dessas colônias, independentemente da época do ano. Atualmente, grandes multinacionais europeias, principalmente holandesas e belgas, lucram milhões todo ano com a produção e venda de colônias para produtores de todo mundo, vários países exportaram colônias, principalmente da espécie *Bombus terrestris*, para realizar a polinização de suas culturas em ambiente protegido (casas de vegetação).

No início da década de 90, o uso do cultivo protegido no Brasil passou a ser bastante utilizado (GRANDE *et al.*, 2003), e com essa nova forma de cultivo, a utilização das abelhas *Bombus* seria muito interessante para uma melhoria na produtividade de nossas culturas, como acontece em boa parte da Europa. Porém, a importação de espécies exóticas de abelhas, pode trazer severos efeitos negativos, como competição com polinizadores nativos pelos recursos florais, competição por locais de nidificação, introdução de doenças e patógenos que podem infectar organismos nativos (GOULSON, 2003) e, além disso, é proibida pela legislação brasileira (SARAIVA *et al.*, 2012).

Assim, a utilização de espécies nativas desse gênero, no processo de polinização em cultivo protegido no Brasil seria uma ótima alternativa, e poderia promover incrementos produtivos à este sistema. Contudo, as pesquisas sobre as espécies de *Bombus* que ocorrem no Brasil, ainda são muito

escassos. Desta forma, para evitar a importação de espécies exóticas, ideia essa que certamente possui vários adeptos, é preciso estudar as espécies que aqui existem, pois seguramente, entre elas, encontraremos polinizadores competentes para muitas de nossas culturas.

Assim, esta revisão bibliográfica se propõe fazer um levantamento das informações sobre a importância dessas abelhas no processo produtivo da agricultura em condições de cultivo protegido e verificar as potencialidades e as perspectivas do uso de abelhas nativas do gênero *Bombus* no processo de polinização em cultivo protegido no Brasil.

METODOLOGIA

Esta revisão da literatura especializada foi realizada entre setembro de 2013 e maio de 2014, através da consulta a livros e periódicos presentes na Biblioteca Central da Universidade Federal do Ceará, e por artigos científicos selecionados através de busca nos bancos de dados na internet. A pesquisa dos artigos foi realizada entre setembro e dezembro de 2014. Outra estratégia utilizada foi a busca manual em listas de referências dos artigos identificados e selecionados.

A seleção dos artigos baseou-se na conformidade dos limites dos assuntos aos objetivos deste trabalho. Ao todo foram consultados e utilizados como fonte bibliográfica, 18 manuscritos publicados em periódicos internacionais, 3 publicações em periódicos nacionais, 2 Teses de Doutorado, 1 Dissertação de Mestrado, 8 livros e 2 trabalhos publicados em Anais de eventos e congressos.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O uso do cultivo protegido no Brasil

O cultivo protegido no Brasil já é utilizado há bastante tempo, existem registros do uso dessa tecnologia no final dos anos 60, com a sua utilização se resumindo na produção de flores (DAREZZO *et al.*, 2004). Em 1978, produtores de uma cooperativa paulista iniciaram um projeto de cultivo de pepino japonês em ambiente protegido e obtiveram resultados excelentes (KUMAGAIA, 1991). Devido ao sucesso obtido por esses produtores de pepino japonês, o cultivo de hortaliças em ambiente protegido se expandiu muito, principalmente nos estados do Sul e Sudeste do país.

Mas não eram apenas os agricultores que ganhavam com o advento desta nova tecnologia, empresas químicas e petroquímicas que se envolviam diretamente na produção de filmes de polietileno, passaram a trabalhar no desenvolvimento, na produção e na comercialização de estruturas metálicas para a construção das estufas (ARAÚJO, 1991). Em 1984, por iniciativa de uma dessas petroquímicas, foi elaborado um projeto que tinha como uma de suas metas, desenvolver o cultivo de hortaliças em ambiente protegido na região Sul do Brasil (SGANZERLA, 1995).

Entretanto, somente no início da década de 90 esta técnica de produção passou a ser mais amplamente utilizada (GRANDE *et al.*, 2003). Martins (1992), já relatava o rápido crescimento do cultivo do tomate em ambiente protegido, devido à dificuldade de produção em algumas épocas do ano, principalmente durante o verão chuvoso e no inverno. O melão, também se tornou uma opção bastante procurada pelos

produtores que empregavam o sistema de cultivo em ambiente protegido, onde os frutos produzidos apresentavam excelente aspecto visual e um melhor sabor (BRANDÃO FILHO E VASCONCELLOS, 1998), aumentando a rentabilidade final do produtor. Para o pepino, o uso do cultivo protegido proporcionou frutos de melhor qualidade e uma maior produtividade, em relação ao produzido em campo aberto (LÓPEZ, 1998; CAÑIZARES, 1998), porém uma das melhores comprovações que contribuíram de forma mais significativa para a aceitação dessa nova forma de cultivo, foi um trabalho realizado por Serrano Cermeño (1990), com a cultura do pimentão, onde, além dos frutos produzidos apresentarem melhor qualidade, houve um incremento de mais de 100% na produtividade quando comparada com o cultivo em campo aberto.

A partir da segunda metade desta década, diversas instituições públicas do Brasil iniciaram suas pesquisas visando à melhoria da produção de hortaliças em ambientes protegidos. Em 1994, a área de produção de hortaliças em ambiente protegido no Brasil foi estimada em 2 mil hectares e pesquisadores e produtores da época tinham projeções que apontavam para uma área de 10 mil hectares a partir do ano 2000 (MINAMI, 1995), porém o cenário atual é mais

animador, segundo o Comitê Brasileiro de Desenvolvimento e Aplicação de Plásticos na Agricultura (COBLAPA), estima-se que a produção em ambiente protegido no Brasil, ocupa cerca de 26 mil hectares, com o estado de São Paulo detendo mais de 50% da área nacional de cultivo em ambiente protegido.

As abelhas *Bombus* na polinização de culturas agrícolas em ambiente protegido

Atualmente, poucas espécies de abelhas são criadas com sucesso, no intuito de utiliza-las na polinização de culturas agrícolas (KREMEN, 2004), das que obtiveram esse sucesso, podemos destacar as abelhas *Bombus*. Abelhas desse gênero são muito utilizadas na polinização em cultivo protegido e apresentam grande demanda pela sua criação em larga escala comercial para esse fim (VELTHUIS E DOORN, 2006), em especial as espécies *Bombus terrestris* e *Bombus impatiens*. Uma grande quantidade de pesquisas sobre as abelhas *Bombus* ao redor do mundo mostra a sua eficiência na polinização em ambiente protegido e o incremento nas características de interesse agrícola que é provocado em decorrência do uso racional dessas abelhas (Tabela 1).

Tabela 1: Pesquisas que comprovam a eficiência polinizadora de diferentes espécies de *Bombus* e os incrementos na produção causados pelo uso dessas abelhas

Espécie/País	Cultura	Incrementos na produção devido ao uso de diferentes espécies de abelhas <i>Bombus</i>
<i>Bombus ephippiatus</i> /México	Tomate	Os frutos produzidos pelas plantas, oriundo de flores polinizadas pelas abelhas, apresentaram, no final do ciclo de produção, uma maior quantidade de sementes, maiores conteúdos de açúcares totais e maior peso do fruto fresco (VERGARA E BUENDÍA, 2012).
<i>B. vosnesenskii</i> /EUA	Tomate	Flores polinizadas pelas abelhas apresentaram um maior tamanho quando comparadas com as que não receberam visita, os autores também mencionam a grande eficiência dessa espécie em ambiente protegido (DOGTEROM <i>et al.</i> , 1998).
<i>B. lucorum</i> /China	Morango	Um estudo comparativo que mostrou que operárias de <i>B. lucorum</i> são mais eficientes na polinização do morango em casa de vegetação do que a espécie <i>Apis mellifera</i> . <i>B. lucorum</i> iniciou mais cedo o forrageamento e visitavam as flores em temperatura mais baixas, apresentaram uma atividade diurna maior e uma maior contribuição para a polinização cruzada, que resultaram em frutos mais bem conformados e de melhor valor de mercado (LI, 2006).
<i>B. terrestris</i> /Turquia	Tomate	O comportamento vibratório (“ <i>Buzz pollination</i> ”) dessas abelhas nas flores do tomate, em casa de vegetação, causou um incremento de cerca de 90% na produção final, quando comparado com a vibração manual (DAŞGAN E ÖZDOĞAN, 2004).
<i>B. terrestris</i> /Nova Zelândia	Melão	A polinização pelas abelhas foi positivamente associada com o peso mínimo exportável do fruto. Em torno de 90% das flores que receberam visitas das abelhas, produziram frutos que atingiam o peso mínimo de exportação mais rapidamente (FISHER, 1989).

FONTE: FISHER, 1989; DOGTEROM *et al.*, 1998; DAŞGAN E ÖZDOĞAN, 2004; LI, 2006; VERGARA E BUENDÍA, 2012.

A criação racional das abelhas *Bombus* começou através de estudos realizados por Sladen (1912), que desenvolveu tecnologias para a iniciação de colônias através de rainhas fecundadas coletadas no campo. Em 1987, dois anos após o doutor R. de Jonghe ter comprovado a eficiência de *Bombus terrestris* na polinização do tomate em casas de vegetação, uma empresa de biotecnologia holandesa, a *Koppert Biological Systems*, já tinha conhecimentos e tecnologias necessárias para a produção de colônias em larga escala para uso comercial. Foi a partir daí que o uso de colônias de *Bombus*, principalmente da espécie *Bombus terrestris*, passou a ser mais difundido entre produtores de todo mundo.

A grande maioria das colônias comercializadas é da espécie *Bombus terrestris*, que foram adquiridos e usados em países da Europa, do norte da África, da Ásia, da América do Sul, em especial o Chile, Japão, Coreia e para a Austrália (VELTHUIS E DOORN, 2006). Ao todo são comercializadas em todo mundo cinco espécies (*B. terrestris*, *B. lucorum*, *B. occidentalis*, *B. ignitus* e *B. impatiens*) e cada colônia é vendida hoje em dia por de 60 dólares. O uso de colônias de abelhas do gênero *Bombus*, acima de tudo, gera uma melhoria na produtividade agrícola e na qualidade do produto, promovendo uma maior segurança alimentar, entre outros benefícios para consumidor final, uma vez que os agricultores que utilizam as abelhas na polinização de suas culturas agrícolas em ambiente protegido diminuíram os pesticidas e começaram a usar métodos de controle biológicos em suas estufas (SANDE, 1990; BANDA E PAXTON, 1991; PRESMAN *et al.*, 1999).

No Brasil, não é permitida a introdução de espécies exóticas no seu território e vários outros países realizaram avaliações severas sobre do impacto ecológico decorrente da introdução de abelhas *Bombus* na agricultura e seus efeitos negativos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o advento dessa nova forma de agricultura em ambientes fechados e a ascensão desse tipo de cultivo no Brasil, o uso das abelhas *Bombus* na polinização de hortaliças no interior das casas de vegetação seria uma ótima ferramenta para um incremento na produtividade, como vimos anteriormente. Porém a importação de ninhos, através das empresas de biotecnologia, para essa finalidade, só é vista com bons olhos pelos agricultores que tanto buscam a possibilidade do uso dessas abelhas exóticas nos seus cultivos, mas introdução de espécies exóticas pode causar severos impactos ambientais e o governo brasileiro proíbe esta prática comercial (GOULSON, 2003; SARAIVA *et al.*, 2012).

Então qual seria a melhor saída para esse entrave? De um lado, agricultores e multinacionais estrangeiras esperando o momento certo para a importação dos ninhos, do outro, pesquisadores e entidades governamentais que são contra essa introdução. Diante desse cenário atual, uma excelente saída seria um estudo mais aprofundado com as espécies de *Bombus* nativas do nosso território. Existem no Brasil seis espécie desse gênero, todas pertencentes ao subgênero *Thoracobombus*: *Bombus atratus* Franklin, 1913, *B. bellicosus* Smith, 1879, *B. brasiliensis* Lepelletier, 1836, *B. brevivillus* Franklin, 1913, *B. morio* Swederus, 1787 e *B. transversalis* Olivier, 1789 (MOURE E SAKAGAMI, 1962),

e sem dúvida, entre elas, poderão ser achados polinizadores eficientes para muitas de nossas culturas agrícolas brasileiras.

Porém, existe um sério agravante, devido ao seu comportamento bastante agressivo, ninhos de espécies nativas do gênero *Bombus* são constantemente destruídos em suas áreas naturais de ocorrência. Assim, em várias regiões do Brasil, a população de *Bombus* vem diminuindo muito rapidamente e há bastante tempo (GARÓFALO, 1980). Pesquisas já apontam e comprovam o declínio populacional dessas abelhas em vários países do mundo, principalmente como consequência do uso indevido da terra e da intensificação da agropecuária (KLEIJN E RAEMAKERS, 2008; FREITAS *et al.*, 2009; BIESMEIJER *et al.*, 2006), e muito provavelmente, o mesmo cenário deve estar ocorrendo no Brasil.

O fato de seus ninhos serem constantemente destruídos (GARÓFALO, 1980) torna cada vez mais difícil encontrá-los na mata e, juntamente com um comportamento bastante agressivo dessas abelhas, torna-se muito difícil o desenvolvimento de pesquisas que contribuam para a utilização dessas abelhas nativas na polinização de culturas agrícolas. Benavides (2008) estudou o estabelecimento de colônias de *Bombus morio* em condições de cativeiro e através de cruzamentos em laboratório, foi possível induzir a ovoposição das rainhas entretanto, a continuação e o pleno desenvolvimento dessas colônias não foram alcançados.

As pesquisas com abelhas nativas do gênero *Bombus* ainda são muito escassas, as espécies *B. atratus* e *B. morio* foram as mais estudadas até o momento, pesquisas a respeito de *B. transversalis* e *B. brasiliensis* são ainda em pequeno número, enquanto que para *B. bellicosus* e *B. brevivillus*, praticamente nada é conhecido. Dessa forma, é de extrema importância o desenvolvimento de pesquisas que possam contribuir para obter informações complementares sobre essas abelhas para, posteriormente, desenvolver técnicas de manejo que permitam a criação e a utilização dessas abelhas nativas na polinização de culturas agrícolas, principalmente em ambiente protegido e na sua introdução em ambientes aonde as mesmas vem sofrendo uma diminuição na sua população.

Com os avanços de pesquisas nessa área, num futuro bem próximo, a comprovação da eficiência das abelhas nativas irá, além de contribuir para uma agricultura mais sustentável e mais produtiva, favorecer a preservação das espécies de abelhas *Bombus* nativas do território brasileiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J.A.C.de. Recentes avanços da pesquisa agrônoma na plasticultura brasileira. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE PLASTICULTURA. **Anais...** Plasticultura. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP. p.41-52, 1991.

BANDA, H.J. & PAXTON, R.J. Pollination of greenhouse tomatoes by bees. **Acta Horticult.**, 288: p.194-198, 1991.

BENAVIDES, M.L.A. **Aspectos da biologia reprodutiva de *Bombus morio* (SWEDERUS) e *Bombus atratus* FRANKLIN (HYMENOPTERA, APIDAE)**. Dissertação de mestrado. Mestrado em entomologia. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 2008.

- BIESMEIJER J.C., ROBERTS, S.P.M., REEMER, M., OHLEMÜLLER, R., EDWARDS, M., PEETERS, T., SCHAFFERS, A.P., POTTS, S.G., KLEUKERS, R., THOMAS, C.D., SETTELE, J., KUNIN, W.E. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and The Netherlands. **Science**, v. 313, p. 351-354, 2006.
- BRANDÃO FILHO, J.U.T. & VASCONCELLOS, M.A.S. A cultura do meloeiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S.W. (Org.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: FUNEP. p.161-193, 1998.
- CAÑIZARES, K.A.L. A cultura do pepino. In: GOTO, R.; TIVELLI, S.W. (Org.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: FUNEP. p.195-223, 1998.
- 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, p.1-8, 2004.
- DAŞGAN, H. Y. & ÖZDOĞAN, A. O. Effectiveness of bumblebee pollination in anti-frost heated tomato greenhouses in the Mediterranean Basin. **Turk. J. Agric. For.** v.28, p.73-82, 2004.
- DOGTEROM, M. H.; MATTEONI, J. A. & PLOWRIGHT, R. C. Pollination of greenhouse tomatoes by the North American *Bombus vosnesenskii* (Hymenoptera: Apidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 91, n. 1, pp. 71-75, 1998.
- DUCHATEAU, M.J. Regulation of colony development in bumblebees. **Acta Horticulturae**. 288: p.139-143, 1991.
- FISHER, R.M. & POMEROY, N. Pollination of greenhouse muskmelons by bumble bees (Hymenoptera: Apidae). **Journal of Economic Entomology**, v.82, n.4, p.1061-1066, 1989.
- FIUME, F. & PARISI, B. Fitoregolatori e bombidi nella fruttificazione del pomodoro. **Colture Protette**, v. 10, n. 87-93, 1994.
- FREE, J.B. **Insect pollination of crops**. Academic Press, New York, 1970.
- FREITAS, B.M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; MEDINA, L.M.; KLEINERT, A.M.P.; GALETTO, L.; NATES-PARRA, G. & QUEZADA-EUÁN, J.J.G. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. **Apidologie**, v. 40, p. 332-346, 2009.
- GARÓFALO, C.A. Aspectos bionômicos de *Bombus* (Fervidobombus) *morio* (Swederus). Tamanho das operárias e desenvolvimento da colônia (Hymenoptera, Apidae). **Rev. Brasil. Biol.**, 40 (2): p. 345-348, 1980.
- GOULSON, D. Effects of introduced bees on native ecosystems. **Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.**, v. 34, n. 1, p. 1-26, 2003.
- GRANDE, L.; LUZ, J.M.Q.; MELO, B.; LANA, R.M.Q. & CARVALHO, J.O.M. O cultivo protegido de hortaliças em Uberlândia-MG. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 241-244, 2003.
- GRETENKORD, C. **Laborzucht der dunklen Erdhummel *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae) und toxikologische Untersuchungen unter Labor- und Halbfreilandbedingungen**. Ph. D. Thesis. Institut für Landwirtschaftliche Zoologie und Bienenkunde. Reinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn, Germany, 1996.
- HEINRICH, B. **Bumblebee Economics**. Harvard College. United State of America, 2000.
- KLEIJN, D. & RAEMAKERS, A. A retrospective analysis of pollen host plant use by stable and declining bumblebee species. **Ecology**, 89(7), pp.1811-1823, by the Ecological Society of America, 2008.
- KREMEN, C; WILLIAMS, N.M; BUGG, R.L; FAY, J.P & THORP, R.W. The area requirements on an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California. **Ecol. Lett.** v.7, p.1109-1119, 2004.
- KUMAGAIA, P. Plasticultura na Cooperativa Agrícola de Cotia - Cooperativa Central. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE PLASTICULTURA. **Anais...** Plasticultura. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, p. 53-55, 1991.
- LI, J.; PENG, W.; WU, J.; AN, J.; GUO, Z.; TONG, Y. & HUANG, J. Strawberry pollination by *Bombus lucorum* and *Apis mellifera* in greenhouses. **Acta Entomologica Sinica**, 2006.
- LOPES, M.C. & STRIPARI, P.C. A cultura do tomateiro. In: GOTO, R. TIVELLI, S.W. (Org.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: FUNEP. p.257-304, 1998.
- MARTINS, G. **Uso de casa de vegetação com cobertura plástica na tomaticultura de verão**. Jaboticabal: UNESP-FCAV. 65p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 1992.
- MINAMI, K. **Pesquisa em plasticultura no Brasil**. In: PROGRAMA de plasticultura para o Estado de São Paulo. São Paulo: Associação dos Engenheiros Agrônomos do Estado de São Paulo. Cap.27, p.108-109. Apostila, 1995.
- MOURE, J.S. & SAKAGAMI, S.F. As mamangabas sociais do Brasil (*Bombus Latr.*) (Hymenoptera, Apidae). **Studia Entomologica**, v. 5, pp. 65-194, 1962.
- PRESMAN, E.; SHAKED, R.; ROSENFELD, K. & HETETZ, A. A comparative study of the efficiency of bumblebees and an electric bee in pollinating unheated greenhouse tomatoes. **J. Hort. Science & Biotechnology** 74: p.101-104, 1999.
- SANDE, J. van der. Bumblebees are a good alternative to truss vibration for beefsteak tomatoes. **Hort. Abstr.** 60: 506, 1990.

SARAIVA, A.M.; ACOSTA, A.L.; GIANNINI, T.C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; MARCO JUNIOR, P. *Bombus terrestris* na América do Sul: Possíveis rotas de invasão deste polinizador exótico até o Brasil. In: **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; CANHOS, D.A.L.; ALVES, D.A.; SARAIVA, A.M. (eds.), São Paulo: Edusp, cap. 10, p. 203-212, 2012.

SERRANO CERMEÑO, Z. Controle da atmosfera da estufa. In: SERRANO CERMEÑO, Z. **Estufas: instalações e manejo**. Lisboa: Litexa. p. 238-301, 1990.

SGANZERLA, E. **Nova agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos**. Guaíba: Plasticultura Gaucha Agropecuaria, 5. ed. p.341, 1995.

SLADEN, F.W.L. **The Bumblebee. Its Life History and How to Domesticate It**. London: Macmillan. 1912.

VAN DEN EIJNDE, J.; DE RUIJTER, A.; VAN DER STEEN, J. Method for rearing *Bombus terrestris* continuously and the production of bumble bee colonies for pollination purposes. **Acta Hortic**, v. 288, p. 154 – 158, 1991.

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

VERGARA, C.H. & FONSECA-BUENDÍA, P. Pollination of greenhouse tomatoes by the mexican bumblebee *Bombus ephippiatus* (Hymenoptera: Apidae). **Journal of Pollination Ecology**, 7(4), pp. 27-30, 2012.