

Plano de manejo para os polinizadores do tomateiro



Plano de manejo para os polinizadores do tomateiro

Equipe técnica

COORDENADORES

Lucio Antonio Oliveira Campos
Universidade Federal de Viçosa
Maria Cristina Gaglianone
Universidade Estadual do Norte Fluminense

PESQUISADORES

Lucio Antonio Oliveira Campos
Universidade Federal de Viçosa
Maria Cristina Gaglianone
Universidade Estadual do Norte Fluminense
Maria José Oliveira Campos
Universidade Estadual Paulista
Edivani Franceschinelli
Universidade Federal de Goiás
Leandro Freitas
Jardim Botânico do Rio de Janeiro
Alexandra Sanches
Universidade Estadual Paulista
Marcos Aparecido Pizano
Universidade Estadual Paulista
Mara Garcia Tavares
Universidade Federal de Viçosa
Marcelo Trindade Nascimento
Universidade Estadual do Norte Fluminense
Osmar Malaspina
Universidade Estadual Paulista
Tânia Maria Fernandes Salomão
Universidade Federal de Viçosa

BOLSISTAS E ESTUDANTES

Anna Pazini Hautequestt (UNEF)
Bianca Gonçalo Meyrelles (UFV)
Bruno Barufatti Grisolia (UNESP)
Camila Folly (UFV)
Carlos Melo da Silva Neto (UFG)
Daniela da Costa Matsuda (UNESP)
Evelyn Sanches Sandoval (UFV)
Felipe Gonçalves Brocanelli (UNESP)
Geovana Girondi Deláqua (UNEF)
Giselle Braga Menezes (UNEF)
Giselle Lopes (UFG)
Gleiciani Bürger Patricio (UNESP)
Joyce Martins Moraes (UFG)
Leonardo Bergamini (UFG)
Maira Coelho de Moura Moraes (UFV)
Marcelita França Marques (UNEF)
Marcos Antonio da Silva Elias (UFG)
Mariana Scaramussa Deprá (UNEF)
Paula Carolina Montagnana (UNESP)
Paula Netto Silva (UFV)
Priscila Araujo (UFV)
Zhu Xingfang (UNESP)

Plano de manejo para os polinizadores do tomateiro

AUTORES

Maria Cristina Gaglianone

Maria José Oliveira Campos

Edivani Franceschinelli

Mariana Scaramussa Deprá

Paula Netto Silva

Paula Carolina Montagnana

Anna Pazini Hautequestt

Maira Coelho de Moura Moraes

Lucio Antonio Oliveira Campos

Funbio

Rio de Janeiro, 2015

Este material foi produzido pela Rede de Pesquisa sobre Polinizadores do Tomateiro como parte do Projeto “Conservação e Manejo dos Polinizadores para a Agricultura Sustentável, através da Abordagem Ecosistêmica”. Esse Projeto é apoiado pelo Fundo Global para o Meio ambiente (GEF), sendo implementado em sete países: África do Sul, Brasil, Gana, Índia, Nepal, Paquistão e Quênia. O Projeto é coordenado em nível Global pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), com apoio do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). No Brasil, é coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), com apoio do Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (FUNBIO).

Catlogação na Fonte
Fundo Brasileiro para a Biodiversidade – Funbio

P774m Plano de manejo para os polinizadores do tomateiro / Coordenadores Maria Cristina Gaglianone e Lucio Antonio Oliveira Campos. – Rio de Janeiro: Funbio, 2015.

48 p. : il. color.
ISBN 978-85-89368-22-3

1. Agricultura. 2. Agricultura sustentável. 3. Polinização por inseto. 4. Abelhas – Pólen. 5. Tomate. I. Maria Cristina Gaglianone. II. Lucio Antonio Oliveira Campos. III. Título.

CDD 631.847

Ficha técnica

COORDENAÇÃO EDITORIAL
Ceres Belchior
Vanina Zini Antunes de Mattos
Danielle Calandino

REVISÃO TÉCNICA
Ceres Belchior
Comitê Editorial do MMA
Vanina Zini Antunes de Mattos

REVISÃO ORTOGRÁFICA
Danúbia Cunha

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO
Luxdev

FOTO DA CAPA
Edson Lucas Hautequestt

EDITOR
Fundo Brasileiro para a Biodiversidade
– FUNBIO

A reprodução total ou parcial
desta obra é permitida desde que
citada a fonte. VENDA PROIBIDA.

Introdução	7
O cultivo de tomate no Brasil	9
Biologia floral e polinização do tomateiro	12
Déficit de polinização e importância dos polinizadores para a produção de tomates	14
Principais polinizadores do tomateiro	15
Outros polinizadores e espécies com potencial para uso na polinização do tomateiro	24
Outros recursos necessários aos polinizadores do tomateiro	30
Importância da conservação florestal para a manutenção dos polinizadores do tomateiro	32
Recomendações de boas práticas para a conservação e manejo dos polinizadores do tomateiro e estratégias para sua aplicação	34
Estratégias de sustentabilidade e políticas públicas	38
Glossário	40
Referências bibliográficas	42

Introdução

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma espécie herbácea anual, de hábito de crescimento prostrado, originária da região oriental da América do Sul, onde várias espécies selvagens ocorrem (Peralta, 2008).

Atualmente, esta espécie é amplamente distribuída e possui muitas variedades melhoradas geneticamente, constituindo um importante produto na alimentação humana. O cultivo de tomate é de ciclo curto, com produção de frutos maduros de 90 a 120 dias após a germinação das sementes e 45 a 55 dias após o florescimento. Porém, dependendo do clima e regime de chuvas, este período pode se estender (Anderlini, 1982). Algumas variedades, como as do tipo 'cereja', podem produzir frutos na mesma planta durante anos seguidos.

As abelhas são os polinizadores eficientes desta planta (Free, 1993; Roubik 1995). Apesar das características do tomateiro permitirem a autopolinização espontânea, a transferência de pólen realizada pelas abelhas nativas aumenta a produtividade e a qualidade dos frutos (Macias-Macias et al., 2009; Silva Neto et al. 2013; Deprá et al., 2014). Por isso, um dos grandes desafios atualmente é o uso de práticas que favoreçam a permanência destes polinizadores nas áreas de cultivo. É preciso conhecer detalhadamente os

polinizadores do tomateiro, suas características biológicas e comportamento, para que se possam propor ações efetivas para a sua conservação. Para a criação de abelhas adequadas visando à polinização, por exemplo, é preciso saber sua identidade e entender as necessidades para sua sobrevivência e para o aumento das populações destas espécies nas áreas agrícolas. É preciso também entender muito bem seu comportamento, para propor ações amplas que sejam abrangentes no tempo e no espaço.

Um outro grande desafio no manejo de polinizadores do tomateiro é relacionado ao uso de agrotóxicos. Devido à alta susceptibilidade do tomateiro a pragas e doenças, o uso intenso de agrotóxicos tem sido uma prática comum no cultivo convencional (Latorraca *et al.*, 2008; Reis-Filho *et al.*, 2009). Estes compostos produzem efeitos prejudiciais à saúde humana, e os agricultores são as maiores vítimas de intoxicações, principalmente em cultivos em que grande parte do trato é feito manualmente, como é o caso do plantio do tomate (Moura, 2005). O risco de exposição aos agrotóxicos também é maior no caso de pequenas propriedades, devido à proximidade com

as residências e animais domésticos. Além dos danos causados à saúde humana, o uso excessivo de agrotóxicos também pode causar sérios problemas ambientais, devido à contaminação do solo, da água e dos animais (Veiga *et al.*, 2006). As abelhas sofrem diretamente a ação dos agrotóxicos, que podem causar a sua morte ou efeitos subletais, como alterações de comportamento, diminuição na mobilidade, modificações na atividade, perturbações na organização das colônias e malformações no desenvolvimento das larvas. Dessa forma, as populações de abelhas são prejudicadas, o que diminui o número de polinizadores nas áreas de

cultivo. Consequentemente, diminuem as taxas de polinização e, com isso, a produtividade e qualidade dos frutos. A mudança destas práticas agrícolas, visando à diminuição no uso de agrotóxicos, é fundamental para a segurança alimentar humana e do ambiente, e hoje é um dos grandes desafios da agricultura moderna (Rocha, 2012).

Este plano de manejo tem como objetivos apresentar informações sobre a biologia floral do tomateiro e de seus polinizadores e propor medidas que minimizem o déficit de polinização, buscando maior qualidade na produtividade e segurança na alimentação humana.

O cultivo de tomate no Brasil

O tomate é uma das principais espécies olerícolas em importância econômica no Brasil, sendo os estados de GO, SP, MG e RJ responsáveis por 70% da produção nacional (TABELA 1). No cenário mundial, o país ocupa a nona posição na produção de tomates, totalizando anualmente cerca de 4 milhões de toneladas de frutos.

TABELA 1.
Produção de tomate em alguns estados no Brasil, produção relativa ao total nacional e rendimento médio em cada estado.

Fonte: IBGE, 2014

Estado	Produção (t)	Rendimento Médio (kg/ha)
Goiás	1.329.797 (33,46%)	84.191
São Paulo	675.196 (16,99%)	66.456
Minas Gerais	559.871 (14,09%)	68.687
Rio de Janeiro	181.923 (4,57%)	76.310

O cultivo do tomate é classificado, de acordo com a sua forma de crescimento, em estaqueado ou rasteiro. Os cultivares “estaqueados” apresentam crescimento indeterminado, enquanto o “rasteiro” tem cresci-

mento determinado. O formato “estaqueado”, mais utilizado para o consumo “in natura”, exhibe plantas com porte maior e por isso dependem de suporte para o seu crescimento necessitando de mão de obra

intensiva (FIG. 1). Já no formato “rasteiro”, os cultivares são de menor porte e não precisam de suporte para crescimento; este é o mais utilizado na indústria (Reis-Filho, 2002).

A forma tradicional de se conduzir o plantio do tomateiro estaqueado é no formato “V” invertido. Essa configuração apresenta algumas vantagens, como estabilidade para manter as plantas eretas e facilidade de construção. Porém, a aproximação das plantas favorece maior umidade na região mais próxima do solo, o que pode propiciar um ambiente favorável para o desenvolvimento de fun-

gos e doenças, principalmente em regiões com temperaturas mais altas (Silva & Vale, 2007). A maior parte da produção é feita em cultivo aberto, em propriedades de até 2 ha, sendo o rendimento médio de produção de 132.152kg/ha (IBGE, 2014). O cultivo protegido em casas de vegetação, entretanto, permite que o plantio seja realizado fora da época tradicional de produção, com qualidade nutricional maior do que as obtidas no campo aberto, além de melhor aparência, gerando então melhores preços pelo produto produzido (Silva & Vale, 2007). Isso é possível porque no cultivo em casas de

vegetação as plantas estão mais protegidas contra intempéries climáticas, como chuvas torrenciais, geadas e seca. Além disso, o cultivo de tomate em casas de vegetação também possibilita grande redução no uso de defensivos agrícolas e possibilita uma oferta programada e de produtos diferenciados (Eklund *et al.*, 2005).

A técnica do cultivo protegido tem se expandido no Brasil permitindo otimizar os sistemas de produção através da obtenção de frutos de alta qualidade em qualquer época do ano e em regiões antes inaptas ao cultivo desses vegetais.



FIGURA 1
Áreas de cultivo de tomateiro
aberto em São José de Ubá,
RJ (A–B), e cultivo protegido
em Viçosa, MG (C).

Biologia floral e polinização do tomateiro

As flores do tomateiro apresentam-se agrupadas em inflorescências (FIG.2) na forma de cimeira. As flores são pequenas (1-2 cm de diâmetro), actinomorfas e não produzem néctar. As pétalas são amarelas, fundidas na base e iniciam sua expansão no início da manhã, por volta de 6h30, tornando-se deflexionadas até o fim da tarde. As flores são hermafroditas; portanto, cada flor apresenta tanto estruturas reprodutivas masculinas quanto femininas. A autopolinização pode ocorrer, pois as flores são autocompatíveis. As anteras, que são as estruturas reprodutivas masculinas, são soldadas e formam um cone que envolve o estigma, que é a estrutura reprodutiva feminina. O pólen é liberado das anteras através de um poro que se forma no ápice do cone

(FIG.2). Para que essa liberação ocorra é necessária a vibração das anteras, produzindo movimentação dos grãos de pólen dentro das anteras e sua expulsão através do poro. Essa vibração é feita pela maioria das espécies de abelhas que buscam pólen nas flores do tomateiro (Buchmann, 1983). Elas pousam sobre a região central da flor e agarram o cone, produzindo vibrações com sua musculatura torácica que são transmitidas para as anteras, e produzem uma ressonância dentro delas, que libera o pólen (Buchmann & Hurley, 1978; Nunes-Silva *et al.*, 2010). O vento também pode ser um agente polinizador, quando é forte o suficiente para expulsar o pólen das anteras e transportá-lo até o estigma da flor (McGregor, 1976). Entretanto, as abelhas

são muito mais eficientes nesta tarefa.

Nem todas as abelhas são capazes de exibir o comportamento de vibração. Abelhas-de-mel (*Apis mellifera*), por exemplo, não fazem a vibração e, embora possam polinizar as flores do tomateiro, o fazem com menor eficiência. A capacidade vibratória está presente em alguns grupos de abelhas que são os efetivos polinizadores das flores do tomateiro. A abelha mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*), por exemplo, foi considerada como eficiente polinizador do tomateiro em estufas e as flores visitadas por essa espécie de abelha resultaram em frutos de maior peso e número de sementes (Del Sarto *et al.*, 2005).

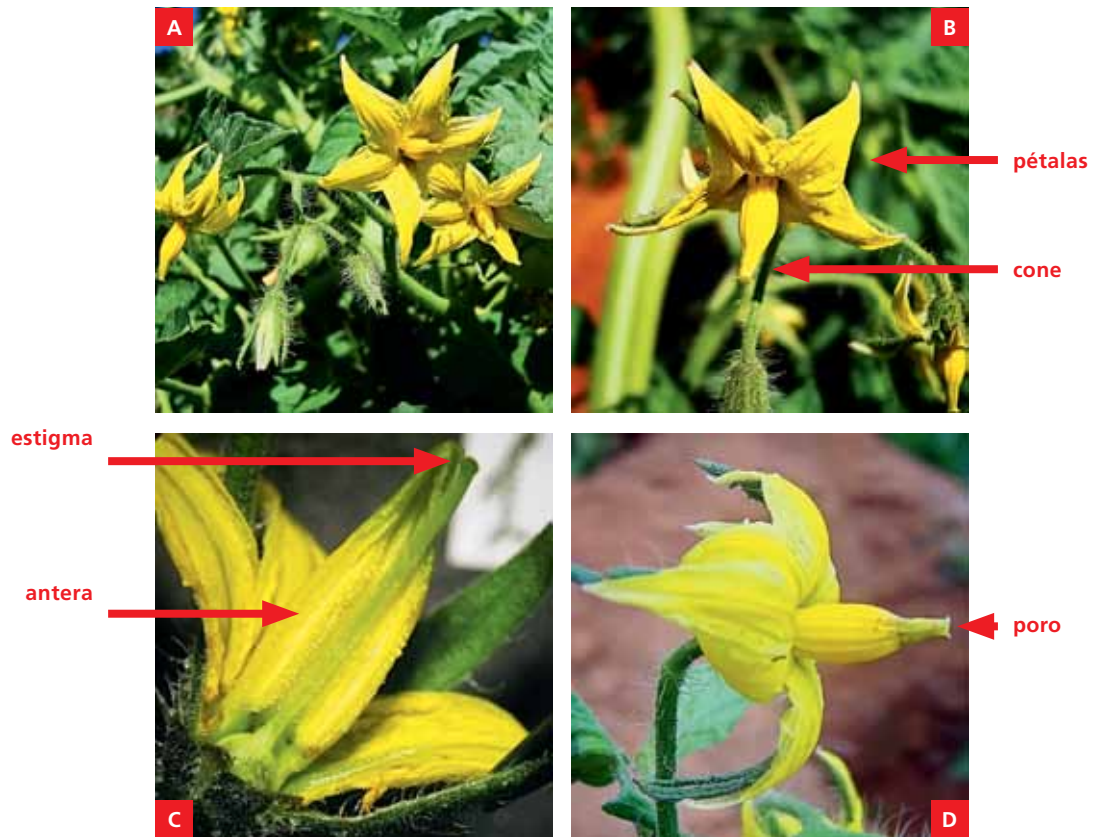


FIGURA 2

Tomateiro (*Solanum lycopersicum*): **(A)** inflorescência com flores e botões; **(B)** flor, mostrando pétalas e cone de anteras; **(C)** flor cortada longitudinalmente, mostrando estigma (parte feminina) e anteras abertas com pólen exposto no interior do cone; **(D)** flor em vista lateral, evidenciando a extremidade do cone onde se abre o poro. Fotografias: Mariana S. Deprá.

Déficit de polinização e importância dos polinizadores para a produção de tomates

Experimentos de polinização de flores do tomateiro realizados com diferentes cultivares indicaram que a autopolinização pode ocorrer, o que resulta em taxas altas de vingamento de frutos, mesmo na ausência de polinizadores. Flores ensacadas para evitar o contato com os polinizadores produziram frutos em até 89% dos casos, dependendo da variedade de tomate analisada. Entretanto, estas avaliações também mostraram que a visita de abelhas que vibram às flores nas áreas

de cultivo pode incrementar ainda mais as taxas de polinização, evidenciando déficit de polinização em diferentes áreas de plantio. O aumento na taxa de frutificação após as visitas de abelhas às flores foi de até 7% (Silva Neto *et al.*, 2013; Deprá *et al.*, 2014). Além disso, comparando-se áreas de cultivo com diferentes taxas de visitação de abelhas, foram observadas taxas de frutificação até 12% maiores nas áreas onde as abelhas eram mais frequentes.

Além da quantidade de frutos ser incrementada na presença de abelhas, a qualidade dos frutos também pode ser melhorada em função das visitas destes polinizadores. Os tomates resultantes de polinização aberta à visitação das abelhas tiveram maior peso (até 41% mais pesados) e maior número de sementes (até 11% a mais) quando comparados com aqueles formados a partir da autopolinização espontânea (FIG. 3).

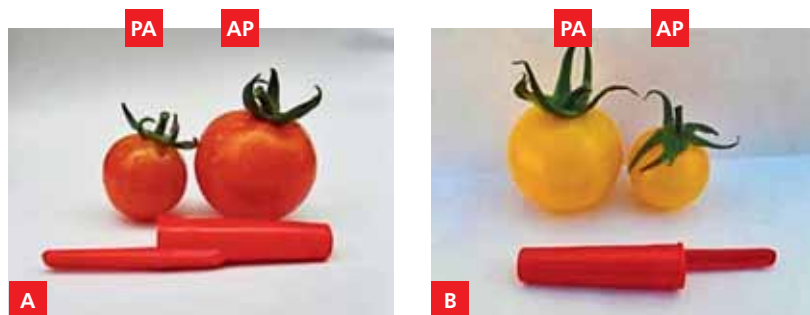


FIGURA 3

Frutos do tomateiro tipo “cereja” resultantes de polinização por abelhas (PA) e de autopolinização espontânea (AP). (A) variedade cereja Chipano® e (B) variedade cereja Sweet Gold®. Fotografias: Bianca G. Meyrelles.

Principais polinizadores do tomateiro

Devido à ausência de néctar nas flores do tomateiro, os seus visitantes florais buscam exclusivamente pólen e, por isso, são as fêmeas que visitam as flores já que são as responsáveis pela coleta de pólen para a alimentação das larvas. Somado a este fato, a morfologia das anteras restringe ainda mais os visitantes florais desta planta. As anteras, soldadas em um cone com abertura poricida, evitam a exposição do pólen e restringem os visitantes somente àqueles que sejam capazes de coletar eficientemente este recurso floral. Por isso, os polinizadores das flores do tomateiro são abelhas fêmeas capazes do comportamento de vibração (FIG.4).

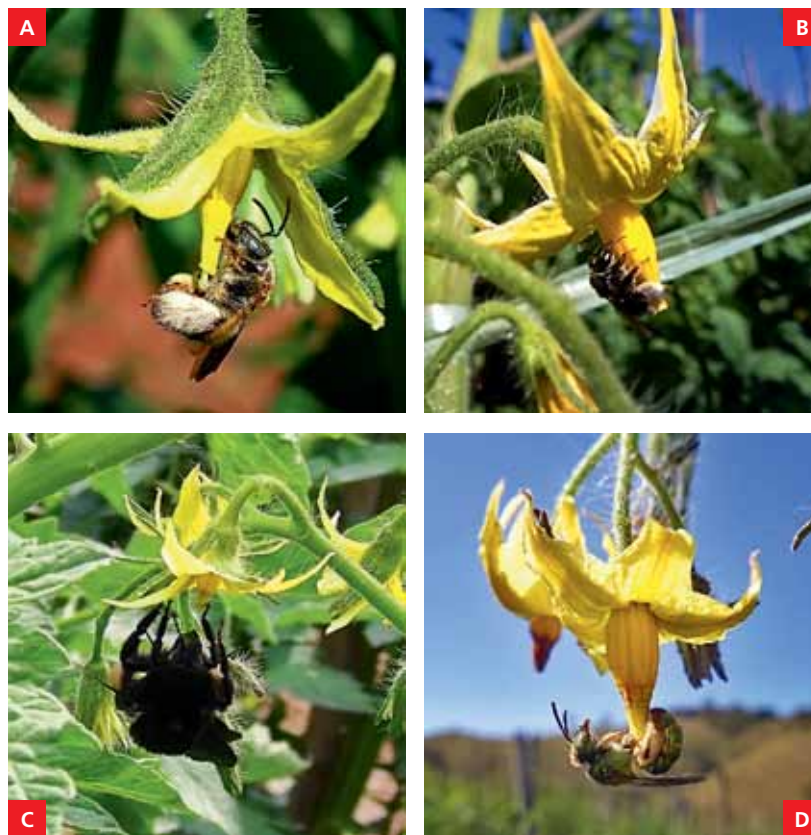


FIGURA 4

Abelhas visitando flores de tomateiro para coleta de pólen.

(A–B) *Exomalopsis analis*; (C) *Bombus morio*; (D) *Augochloropsis patens*.

Fotografias:

Paula C. Montagnana (A–B),
Paula Netto Silva (C) e
Geovana G. Delaqua (D).

TABELA 2. Abelhas polinizadoras do tomateiro em áreas de cultivo aberto no Brasil.

O número de espécies de abelhas visitantes do tomateiro pode variar de 18 a 41, dependendo da região geográfica e da localização das áreas de cultivo (TABELA 2, FIG.5). Em geral, áreas mais próximas de fragmentos de vegetação nativa apresentam maior número de espécies (Silva-Neto, 2011; Deprá et al., 2014). O tamanho das abelhas visitantes varia entre 8 mm e 20 mm e a maioria das espécies (14 a 38 espécies, dependendo da área estudada) vibram as flores para coletar o pólen. Estes polinizadores pertencem aos seguintes grupos taxonômicos: Augochlorini, Centridini, Exomalopsini, Eucerini, Oxaeini, Xylocopini, Bombini, Euglossini e

Grupo taxonômico	Nome popular	Principais gêneros e espécies
Exomalopsini	Abelhas-vibradoras	<i>Exomalopsis analis</i> , <i>Exomalopsis auropilosa</i>
Augochlorini	Abelhas-de-suor	<i>Augochloropsis</i> spp e <i>Pseudaugochlora</i> spp
Bombini	Mamangavas-de-chão	<i>Bombus morio</i> e <i>Bombus pauloensis</i>
Xylocopini	Mamangavas-de-toco	<i>Xylocopa frontalis</i> , <i>Xylocopa nigrocincta</i> e <i>Xylocopa suspecta</i>
Euglossini	Abelhas-de-orquídeas	<i>Eulaema nigríta</i>
Centridini	Abelhas-coletoras-de-óleo	<i>Centris aenea</i> , <i>Centris fuscata</i> e <i>Centris tarsata</i>
Oxaeinae	Abelhas-solitárias	<i>Oxaea flavescens</i>
Meliponini	Abelhas-sem-ferrão	<i>Melipona quadrifasciata</i>

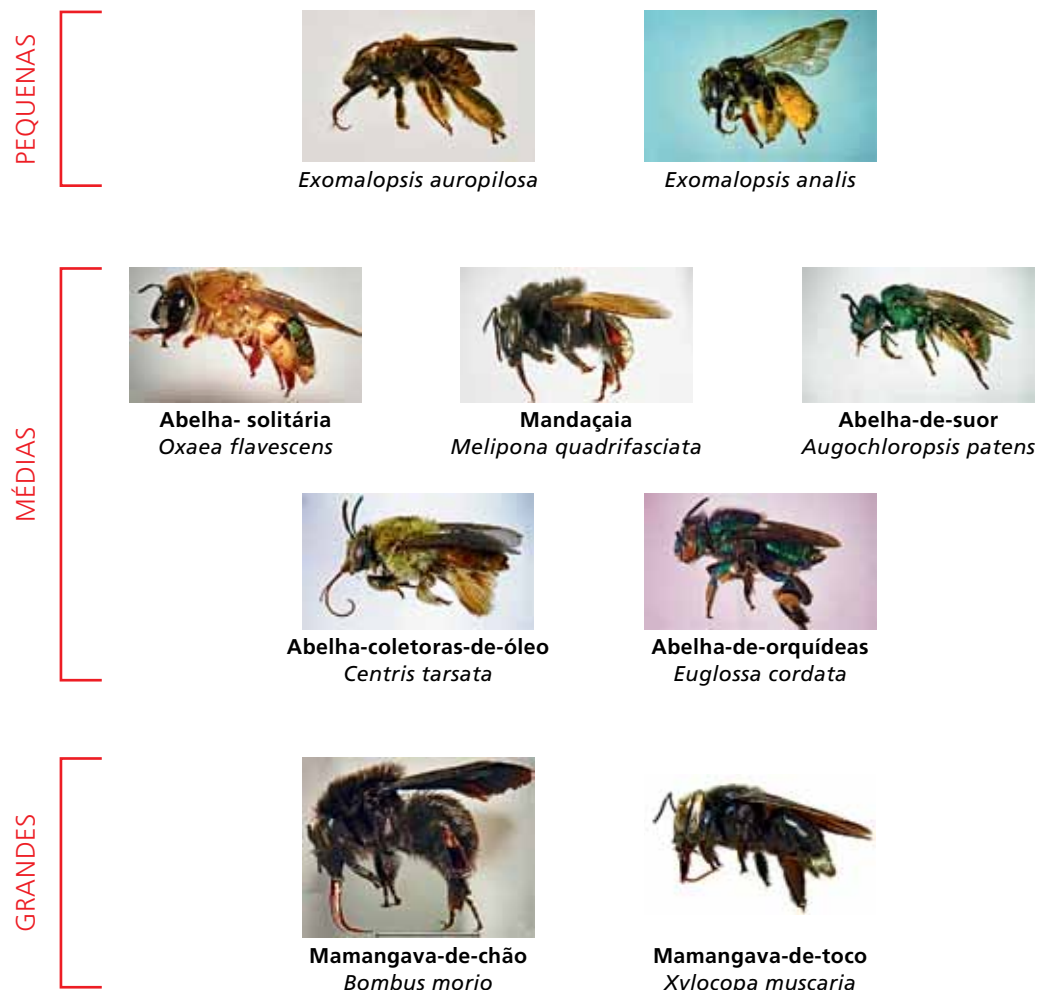


FIGURA 5

Principais abelhas polinizadoras do tomateiro, classificadas pelo tamanho do corpo; todas apresentam comportamento de vibração para coleta de pólen.

Meliponini. Dentre as abelhas Meliponina (abelhas-sem-ferrão), somente espécies do gênero *Melipona* são capazes de vibração. Outras espécies frequentes nas flores do tomateiro, como *Paratrigona lineata* e *Trigona spinipes*, não polinizam as flores, pois retiram o pólen mordendo as anteras ou catando grãos de pólen caídos nas pétalas, mas não tocam no estigma.

Dentre os polinizadores, as tribos de abelhas Exomalopsini, Augochorini e Bombini representaram até 90% das abelhas encontradas nos plantios. Podemos considerar como polinizadores importantes para um cultivo aquelas espécies que apresentam alta frequência de visitas nas flores, comportamento e

tamanho corporal adequados para transferir pólen para o estigma e atividade em horário e período sazonal compatíveis com o florescimento da planta em questão (Roubik, 1995). Utilizando estes critérios, podemos afirmar que os principais polinizadores do tomateiro são abelhas dos gêneros *Exomalopsis*, *Augochloropsis* e *Bombus*. Entretanto, foram observadas algumas diferenças entre as regiões geográficas do Brasil com relação à frequência de visitação dos diferentes grupos taxonômicos. Abelhas do gênero *Bombus* (as mamangavas-de-chão), por exemplo, foram mais frequentes nos estados de São Paulo e Minas Gerais, onde também abelhas-sem-ferrão do gênero *Melipona* ocorreram

com maior frequência. A riqueza de espécies destes grupos também variou entre as regiões geográficas. Por exemplo, maiores números de espécies dos gêneros *Centris* e *Xylocopa* foram observados no estado do Rio de Janeiro, enquanto o gênero *Exomalopsis* apresentou maior riqueza de espécies polinizando flores do tomateiro nas áreas de cultivo em Minas Gerais. Além disso, a frequência de diferentes espécies do mesmo gênero varia entre as regiões geográficas. *Bombus pauloensis* é uma espécie frequentemente encontrada nas flores do tomateiro em áreas de cultivo nos estados de Minas Gerais e São Paulo, enquanto que *Bombus morio* ocorre em maior frequência nos estados de Goiás e Rio de Janeiro.

Essas diferenças regionais na composição e frequência dos polinizadores do tomateiro são resultado da existência de diferentes biomas e regiões biogeográficas nas áreas em que se inserem os cultivos de tomate no Brasil. Entretanto, os principais grupos de abelhas são os mesmos entre as regiões, e atuam de maneira semelhante na polinização do tomateiro. Por isso, apesar das particularidades regionais, os resultados dos diagnósticos nas diversas regiões brasileiras mostraram que é possível fazer propostas e recomendações amplas para a conservação dos polinizadores, que tenham validade para as diferentes realidades de cultivo do tomateiro no Brasil.

A seguir estão descritas algumas características dos polinizadores do tomateiro, importantes para o entendimento da sua biologia e para a proposição de medidas de manejo e conservação.

Exomalopsis

São abelhas de pequeno porte, com até 8 mm de comprimento. Constroem seus ninhos no solo e normalmente apresentam fundação solitária dos ninhos, porém várias fêmeas podem usar uma mesma entrada do túnel que leva às células (Zucchi, 1973; Michener, 2000). Neste caso, os ninhos ocorrem em agregações e o comportamento é conhecido como comunal, porém não há divisão de trabalho entre as fêmeas. Este comportamento resulta na maior abundância de abelhas em uma mesma área, quando comparado ao de espécies estritamente solitárias. Por isso, as áreas de nidificação destas abelhas devem ser preservadas,

pois podem conter um número muito grande de indivíduos e a destruição destas áreas pode acarretar na brusca diminuição das suas populações. Outro fator importante é que, assim como outras abelhas pequenas, seu raio de voo é pequeno. Abelhas de pequeno porte apresentam voo de 250 a 800 m ao redor dos ninhos (Gathmann & Tscharrntke, 2002). Essa distância influencia diretamente na polinização das plantas mais próximas aos ninhos. Há evidências mostrando que a produtividade pode decair em cultivos agrícolas que estejam mais distantes de fragmentos de vegetação nativa (Klein et al., 2003; Ricketts et al., 2004;

Greenleaf & Kremen, 2006), onde muitas espécies de polinizadores constroem seus ninhos. As duas espécies de *Exomalopsis* encontradas nas áreas de cultivo do tomateiro (*E. analis* e *E. auropilosa*, FIG.6) ocorrem amplamente no Brasil (veja também Santos et al., 2014), inclusive em áreas abertas, com pequena cobertura florestal. Isso indica que estas abelhas podem sobreviver em campos agrícolas, onde fazem seus ninhos no solo em meio ao plantio ou nas suas redondezas. Por isso, conservar o solo nestas áreas e evitar o uso excessivo de agrotóxico são medidas importantes para manter as populações destas abelhas.



FIGURA 6

Exomalopsis auropilosa (A) e *Exomalopsis analis* (B) visitando flor do tomateiro. Elas prendem-se com as mandíbulas na região apical do cone e vibram o corpo para a expulsão do pólen de dentro das anteras. Note a escopa nas pernas posteriores repleta de pólen. Fotografias: Maria Cristina Gaglianone (A) e Paula C. Montagnana (B).



FIGURA 7

Bombus morio visitando flores de berinjela (A), feijão (B) e pepino (C) em áreas próximas ao cultivo de tomateiro. Fotografias: Geovana G. Delaqua.

Bombus

O gênero *Bombus* é composto por espécies conhecidas popularmente como mamangavas-de-chão. São abelhas de grande porte, com 11 mm a 33 mm de comprimento, em geral, de coloração preta com pilosidade densa de cor preta e amarela. São abelhas sociais e constroem seus ninhos em cavidades no solo, associado a touceiras de gramíneas ou outra vegetação, e também em ninhos abandonados de roedores ou aves (Michener, 2000). O comportamento destas espécies é primitivamente eussocial;

a rainha é responsável pela postura dos ovos, enquanto as operárias coletam o alimento, cuidam da prole e realizam tarefas como construção de células, limpeza e alimentação das larvas. Um ninho pode conter dezenas de indivíduos e a agressividade das abelhas é um fator que dificulta o manejo destas espécies.

Em países da América do Norte, Europa e Ásia, colônias de *Bombus* são utilizadas comercialmente na polinização de cultivos de tomate, tanto em

áreas abertas como em casas de vegetação (Dogterom *et al.*, 1998; Morandin *et al.*, 2001). Embora as técnicas de manejo estejam amplamente dominadas em outros países, no Brasil ainda não há conhecimento suficiente sobre as espécies nativas para se fazer o manejo adequado visando à polinização do tomateiro.

Além do tomateiro, outras plantas cultivadas (FIG. 7) e também muitas espécies nativas são polinizadas por abelhas do gênero *Bombus*.



FIGURA 8

Abelhas Augochlorini que visitam flor do tomateiro também coletam pólen de flores de espécies nativas de Solanaceae. (A) *Augochloropsis* sp.; (B) *Augochloropsis patens*; (C) *Augochloropsis sparsilis*. Fotografias: Maria Cristina Gaglianone.

Augochloropsis

Grupo bastante diverso, com grande número de espécies no Brasil. Essas abelhas têm coloração metálica, frequentemente em tons de verde (FIG.8). As fêmeas constroem ninhos no solo, em agregações, muitas vezes a poucos centímetros de profundidade e o comportamento varia desde espécies solitárias até sociais (Michener & Lange, 1959; Coelho, 2002). São

abelhas de tamanho pequeno a médio, que possuem voo atingindo distâncias relativamente curtas a partir dos ninhos. A localização dos ninhos próxima à superfície aumenta o risco de danos na estrutura dos ninhos e conteúdo das células, ficando mais susceptíveis ao manejo do solo nas áreas de cultivo, como arado do solo e uso de agrotóxicos.

Outros polinizadores e espécies com potencial para uso na polinização do tomateiro

Outras espécies de abelhas vibradoras, não tão abundantes como *Exomalopsis*, *Augochloropsis* e *Bombus*, podem também ser muito importantes quando consideradas no conjunto da comunidade de polinizadores na área de cultivo. Assim, a conservação destas espécies e manutenção dos seus ninhos nas áreas de cultivo e arredores é muito importante para garantir altas taxas de frutificação do tomateiro. Espécies de abelhas-solitárias (FIG. 9), como algumas espécies de *Centris* e *Oxaea* (FIG. 10), constroem ninhos no solo (Camargo *et al.*, 1983; Aguiar &

Gaglianone, 2008). Já *Xylocopa* escava seus ninhos em madeira seca (Bernardino & Gaglianone, 2008), enquanto que *Euglossa* e algumas espécies de *Centris* (FIG. 11) utilizam cavidades preexistentes para a construção de suas células de cria (Augusto & Garófalo, 2004; Aguiar *et al.*, 2006; Augusto & Garófalo, 2009). O manejo de ninhos destas espécies que nidificam em cavidades vem sendo avaliado para outros cultivos. A possibilidade de usar ninhos-armadilha para atrair fêmeas em busca de locais de nidificação é uma boa opção para aumentar o número de indivíduos destas

espécies (Oliveira & Schlindwein, 2009). O uso de espécies que nidificam em cavidades, como *Centris tarsata*, para a polinização do tomateiro precisa ainda ser testado. Apesar do forte potencial para manejo das abelhas que nidificam em substratos artificialmente oferecidos, ainda há muito que se aprender sobre criação em larga escala, controle de emergência de modo a garantir sincronia entre o período de forrageamento dessas espécies e o período de florescimento das espécies cultivadas antes que essas abelhas possam ser empregadas como polinizadores manejados.

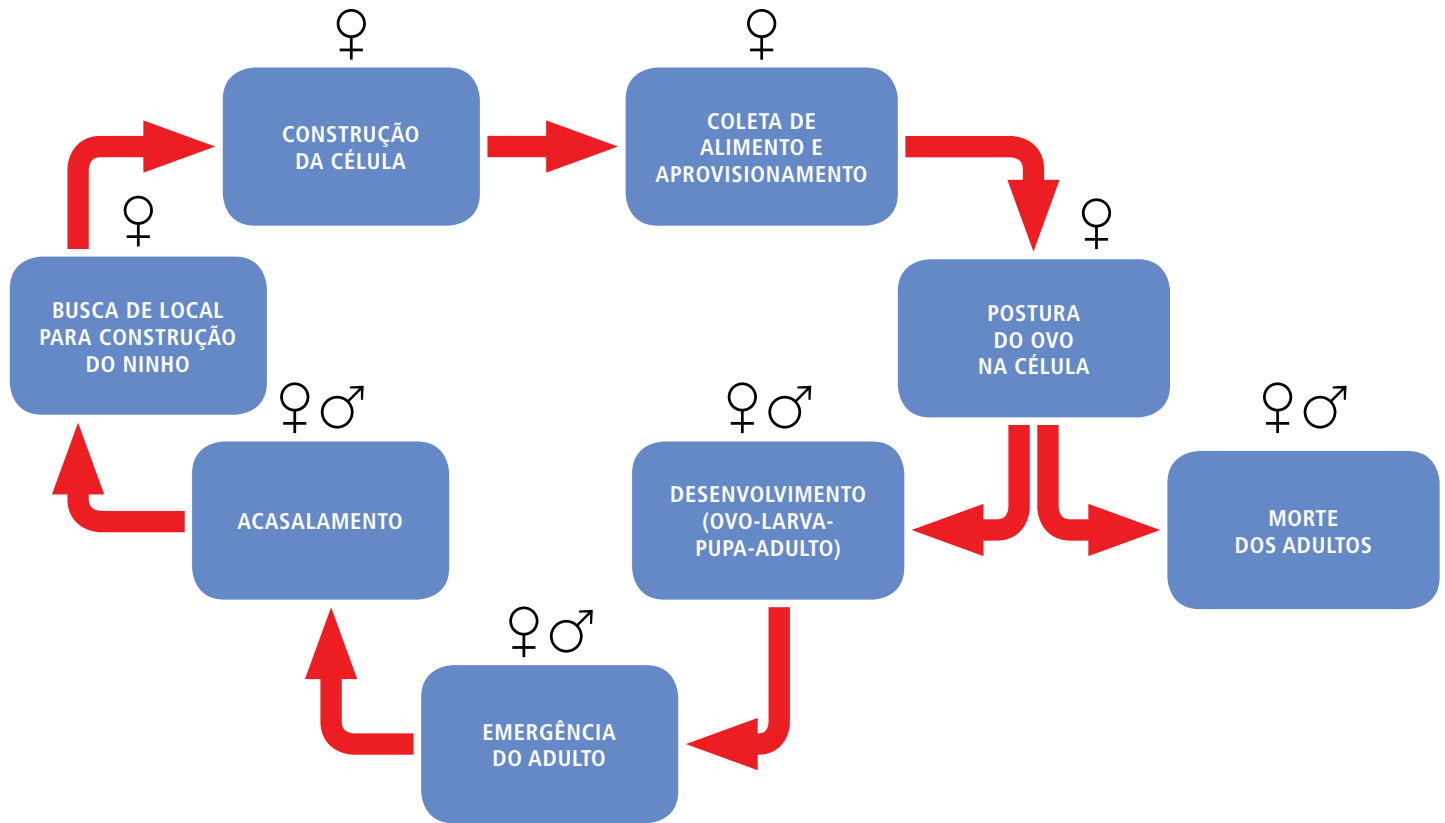


FIGURA 9

Ciclo de vida de uma espécie de abelha-solitária. Os adultos morrem antes do nascimento da próxima geração. A participação de fêmeas (♀) e/ou machos (♂) está indicada em cada etapa do ciclo.



FIGURA 10

Outros polinizadores do tomateiro: **(A)** *Oxaea flavescens* (visitando flor de berinjela) e **(B)** *Epicharis flava* (aproximando-se de flor de maracujá-doce). Fotografias: Geovana G. Delaqua (A) e Paulo Augusto Ferreira (B).



FIGURA 11

Abelhas que constroem ninhos em cavidades: **(A)** *Xylocopa frontalis* em colmo de bambu; **(B)** *Euglossa cordata* em galho de *Sideroxylon obtusifolium*; **(C)** *Centris tarsata* em colmo de bambu aberto longitudinalmente mostrando células com pólen. Fotografias: Sonia G. Alves (A), Maria Cristina Gaglianone (B) e Giselle B. Menezes (C).

Na busca por espécies de abelhas que possam ser manejadas para a polinização de cultivos, algumas espécies de abelhas-sem-ferrão foram avaliadas. Ninhos destas espécies podem, inclusive, ser transferidos para dentro de casas de vegetação, em cultivo protegido de tomate (FIG. 12). Algumas espécies testadas com sucesso foram *Nannotrigona perilampoides* (Cauich *et al.*, 2004; Palma *et al.*, 2008), *Nannotrigona testaceicornis* (Moura Moraes, 2014), *Frieseomelita varia* (Bastista, 2013; Myreles, 2013), *Melipona quadrifasciata* (Del Sarto *et al.*, 2005; Meyrelles, 2013) e *Melipona bicolor* (Moura Moraes, 2014).

Algumas vantagens no uso destas abelhas-sem-ferrão para

a polinização de cultivos incluem: o grande conhecimento da biologia de algumas espécies; o comportamento social que resulta em grande número de indivíduos por colônia; as técnicas de manejo já existentes para algumas espécies, incluindo a multiplicação de colônias; a possibilidade de manutenção das colônias em caixas de criação; e a grande necessidade de recursos florais que resultam em altas taxas de visitação das flores. No caso das flores do tomateiro, soma-se a estas vantagens o comportamento de vibração de todas as espécies de *Melipona*, que as torna polinizadores eficientes nestas flores. Em áreas de cultivo protegido em estufas, espécies de *Melipona* foram introduzidas com sucesso na polinização

(Del Sarto, 2005; Bartelli *et al.*, 2014).

A introdução de ninhos *Melipona quadrifasciata* em cultivo protegido foi realizada com sucesso em casas de vegetação em Minas Gerais. A polinização pelas abelhas resultou em frutos maiores e mais pesados do que os originados por autopolinização (Meyrelles, 2013; Moura Moraes, 2014). Outras espécies também apresentaram resultados positivos na polinização em casas de vegetação. Uma única visita de *Melipona bicolor* ou de *Nannotrigona testaceicornis* a uma flor do tomateiro é suficiente para produzir fruto maior, mais pesado e com maior número de sementes do que



FIGURA 12 [página 28]

Abelhas-sem-ferrão. **(A)** Colônia de *Melipona bicolor* instalada do lado de fora da casa de vegetação; **(B–C)** tubo de acesso das abelhas ao interior da casa de vegetação com cultivo protegido de tomateiro; **(D)** *Melipona quadrifasciata* visitando flor do tomateiro em casa de vegetação.; **(E)** *Melipona bicolor* em flor do tomateiro em casa de vegetação. Fotografias: Maira C. de Moura Moraes (A, B, C e E) e Bianca G. Meyrelles (D).

frutos formados a partir de autopolinização espontânea (Moura Moraes, 2014).

Apesar da comprovada eficiência destas abelhas em cultivos em casa de vegetação, sua utilização é praticamente inexistente. Um dos motivos é a indisponibilidade de colônias em larga escala (Cortopassi-Laurino *et al.*, 2006), bem como de técnicas de manejo adequadas em ambientes fechados (Heard, 1999; Freitas, 2002; Bartelli *et al.*, 2014). Estas técnicas devem levar em consideração o tempo necessário para a

adaptação e orientação das abelhas na condição protegida, as condições climáticas e incidência de luz ultravioleta dentro de casa de vegetação (Teixeira & Campos, 2005; Meyrelles, 2013; Moura Moraes, 2014).

As espécies de *Melipona*, em geral, são associadas a habitats florestais mais preservados, pois precisam de ocos em grandes árvores para construir seus ninhos. Este fato restringe a ocorrência de espécies deste gênero, dificultando sua presença em paisagens com pouca ou

nenhuma vegetação natural. Nos plantios abertos estudados nas diferentes regiões, *Melipona quadrifasciata* (FIG. 12) foi a espécie mais frequente e abundante, embora tenha ocorrido em baixa abundância. Pela ampla distribuição geográfica desta espécie (Camargo & Pedro, 2013), pode-se destacá-la como um importante potencial polinizador a ser utilizado para a polinização do tomateiro nas principais regiões de cultivo. Entretanto, a possibilidade de manejo de colônias em áreas de cultivo aberto ainda precisa ser avaliada.

Outros recursos necessários aos polinizadores do tomateiro

Uma característica muito importante das flores do tomateiro é que elas oferecem somente pólen aos visitantes florais. Como pólen não é o único recurso necessário para a sobrevivência e reprodução das abelhas, é necessário suprir as áreas também com outros recursos, principalmente néctar, e em alguns casos, óleos florais e resinas. Para isso, o manejo do habitat é muito importante e deve prever a conservação e o plantio de espécies vegetais que ofereçam recursos florais próximo às áreas de cultivo do tomateiro. É necessário garantir uma grande diversidade de tipos de flores, uma vez que os polinizadores do tomateiro são

muito diversos no tamanho do corpo, comprimento da probóscide, demanda energética e preferências por concentração de néctar.

Outras fontes de recursos utilizadas pelos polinizadores do tomateiro foram avaliadas através de amostragens das abelhas em espécies floridas nas proximidades das áreas de cultivo aberto. O número de espécies foi alto: até 38 espécies de 18 famílias de plantas foram indicadas como fontes de recursos alternativos ou complementares. Considerando que os polinizadores pertencem a grupos de abelhas tão diversos,

tanto taxonomicamente, quanto em tamanho corporal e comportamento (solitário até eussocial), este resultado já era esperado. As principais famílias, em número e abundância de abelhas capturadas nas suas flores são:

- Lamiaceae (como por exemplo o cordão-de-frade, *Leonurus sibiricus*),
- Asteraceae (como picão-preto e pincel-de-estudante, *Bidens pilosa* e *Emilia sonchifolia*),
- Solanaceae (como juá-bravo e maria-preta, respectivamente *Solanum aculeatissimum* e *S. americanum*) e
- Convolvulaceae (por exemplo a jetirana, *Ipomoea cairica*)

(FIG. 13). Outras famílias importantes são Leguminosae, Euphorbiaceae, Cucurbitaceae e Bignoniaceae (FIG. 13).

Muitas delas são espécies ruderais, presentes nas áreas de plantio ou nos seus arredores como invasoras, nas bordas de fragmentos florestais e nas propriedades rurais em geral. Deve-se levar em consideração aspectos biológicos das espécies para assegurar que estas plantas não sejam reservatórios de viroses e, ainda, que não sejam mais atrativas do que as flores do próprio cultivo, o que poderia deslocar os polinizadores da planta-alvo.

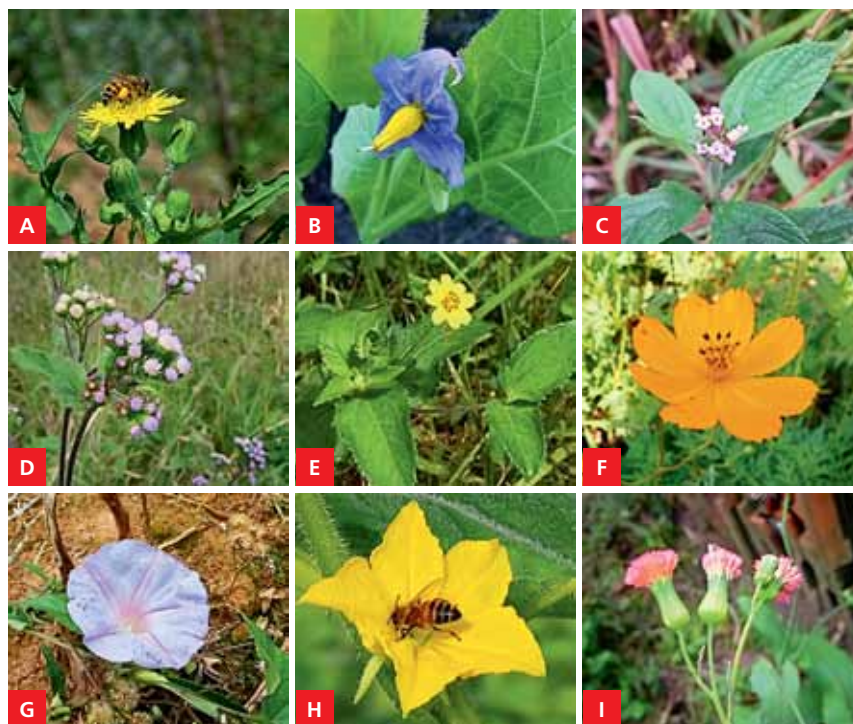


FIGURA 13

Fontes alternativas e complementares de néctar e pólen utilizadas pelos polinizadores do tomateiro. (A) *Sonchus oleraceus* (serralha); (B) *Solanum* sp.; (C) *Lantana camara*; (D) *Ageratum conyzoides* (erva-de-santa-luzia); (E) *Bidens* sp.; (F) *Cosmos caudatum* (cosmos); (G) *Ipomoea nil* (corda de viola); (H) *Cucumis sativus* (pepino); (I) *Vernonia sonchifolia* (pincel-de-estudante). Fotografias de Paula C. Montagnana (C,D e E), Maria José Campos (A, G e I), Bruno Ferreira (F) e Geovana Girondi (H).

Importância da conservação florestal para a manutenção dos polinizadores do tomateiro

As abelhas também sofrem com a degradação e fragmentação de habitats, pois perdem recursos alimentares e locais para construção de ninhos. Abelhas com necessidade de recursos florais específicos, como as abelhas que utilizam óleos florais para construção de seus ninhos e alimentação de suas larvas, podem ser muito afetadas por alterações na paisagem. Dessa forma, a conservação da fauna de abelhas em áreas agrícolas também depende da preservação florestal.

Na comparação entre paisagens com diferentes extensões de cobertura florestal (FIG. 14), verificamos que os plantios localizados em áreas com maior cobertura florestal

apresentaram maior diversidade de espécies de polinizadores visitando as flores do tomateiro (Deprá & Gaglianone, 2014). Além disso, abelhas grandes como as mamangavas-de-chão (*Bombus morio* e *Bombus pauloensis*) foram mais comuns na paisagem com maior cobertura florestal. Essas abelhas apresentam tamanho corporal relativamente grande e comportamento social de nidificação, formando colônias de 500 a 600 indivíduos em média. Além de apresentarem características particulares no forrageamento, suas colônias numerosas exigem grande disponibilidade de recurso alimentar, o que possivelmente torna estas espécies mais abundantes na região mais florestada.

FIGURA 14

Paisagens onde se inserem os plantios abertos de tomateiro em São José de Ubá, RJ. **(A)** paisagem com floresta ao fundo e **(B)** região altamente modificada, com quase nenhuma cobertura florestal. Fotografias: Mariana S. Deprá



Recomendações de boas práticas para a conservação e manejo dos polinizadores do tomateiro e estratégias para sua aplicação

Manutenção e restauração de fragmentos florestais

Os resultados deste projeto mostram que a presença de fragmentos florestais próximos às áreas de cultivo pode ser benéfica, aumentando a diversidade e abundância de polinizadores. A recomposição da vegetação nativa, interconectando pequenas áreas, aumentando a cobertura florestal ou recuperando áreas degradadas, é essencial para aumentar o habitat de

polinizadores. Essas medidas, visando uma ampla comunidade de polinizadores, e não uma única espécie, representam uma estratégia especialmente eficiente para os polinizadores do tomateiro, que constituem um grupo tão heterogêneo, sendo muitas espécies de comportamento solitário e nidificação no solo, o que dificulta ou impossibilita o manejo de ninhos.

A recomposição da vegetação suprimida em Área de Preservação Permanente (APP) é obrigatória, ressalvados os usos autorizados previstos pela Lei nº 12.651/2012.

Todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a qual deve ser conservada, a título de Reserva Legal (RL). Áreas de RL desmatadas irregularmente devem ter a vegetação recomposta (saiba mais lendo essa Lei). Ao promover a recomposição da APP e RL, busque utilizar plantas nativas que atraem os polinizadores.

Conservação e criação de habitats de forrageamento

A presença de plantas onde as abelhas possam coletar recursos próximo às áreas de cultivo do tomateiro é fundamental, principalmente quando se considera o plantio de tomate em sistema aberto e a grande variedade de espécies associada às flores desse cultivo. Neste sentido, sugere-se:

- ampliar as áreas de forrageamento das abelhas e manter flores ao longo do ano. Pode-se obter este resultado através do cultivo de plantas-fontes de néctar, como leguminosas (feijão, por exemplo) ou asteráceas (girassol) e fontes de pólen em momentos entressafras do tomate. Berinjela e pimentão são exemplos de plantas com morfologia floral semelhante, também visitadas pelos polinizadores do tomateiro para coleta de pólen.
- planejar a rotação de cultivos que floresçam em períodos sequenciais e que ofereçam tanto recurso de pólen como néctar. Assim, o estabelecimento de um calendário de florescimento dos cultivos do entorno pode auxiliar na manutenção de alimento o ano todo para a fauna de polinizadores.
- manter espécies ruderais e outras plantas com flores ao redor das plantações, que servem como fontes de recursos florais para as abelhas. Neste sentido, linhas de manutenção de rede elétrica, beira de estradas, bordas de campos cultivados, bordas de cercas e represas podem ser aproveitadas para o plantio de espécies ricas em pólen, néctar e óleo. Embora esses sítios possam ser enriquecidos, muitas vezes basta protegê-los contra o pisoteio pelo gado, contra o fogo e contra agrotóxicos.

Conservação de sítios de ninhos

A maioria das abelhas que poliniza as flores do tomateiro nidifica no solo (como *Exomalopsis*, *Augochloropsis* e *Bombus*). Entretanto, a localização e a identificação de ninhos destas abelhas nativas na natureza são difíceis e dependem de muito tempo de observação dos movimentos dos insetos em torno das áreas de cultivo. As condições precisas para nidificação das diferentes espécies de abelhas não são totalmente conhecidas. Portanto, identificar e conservar sítios de ocorrência é importante, além de conservar o solo, evitando a erosão. Além disso, é necessário garantir a presença de solo exposto, bem drenado, em áreas ensolaradas e manter esses sítios livres da invasão de espécies herbáceas, principalmente gramíneas, protegidos de aração e gradeamento e de pisoteio.

Introdução de locais para construção de ninhos em áreas de cultivo

Outras abelhas importantes para esta cultura constroem seus ninhos em cavidades preexistentes, como algumas espécies de *Centris*, ou cavam os próprios ninhos em madeira, como é o caso de *Xylocopa*. Visando aumentar as populações destas espécies nas áreas de cultivo do tomateiro, sugere-se a introdução de substratos artificiais como troncos de madeira e cavidades em ninhos-armadilha, tais como gomos de bambu, blocos de madeira perfurados em diferentes diâmetros e tubos construídos de cartolina. A eficiência desta prática precisa ainda ser mensurada.

Redução dos riscos de contaminação por agrotóxicos

Recomenda-se a redução na frequência de utilização de agrotóxicos, principalmente durante a época de floração dos tomateiros. Além disso, também é importante o planejamento para a aplicação de agrotóxicos somente fora do horário de atividade das abelhas, ou seja, após as 14h. Os produtores devem seguir as recomendações de agrônomos ou outro profissional competente na hora de comprar e usar os produtos agrotóxicos. O uso indiscriminado destes produtos tem sido observado em plantações nas diversas regiões do Brasil; através de análises específicas nos plantios de Goiás, identificamos uma alta contaminação das flores, pólen e frutos por

Manejo de ninhos de espécies de abelhas sociais

diferentes produtos tóxicos. Análises preliminares também mostraram que as abelhas nativas (em especial as mandaiaias) são altamente sensíveis a estes agrotóxicos.

Portanto, medidas alternativas ao uso dos agrotóxicos devem ser implementadas, como o controle biológico de pragas. Os sítios de ninhos e de forrageamento identificados ou implantados devem ser protegidos da ação de agrotóxicos por meio da criação de zonas nas quais não se aplique qualquer tipo de produto que possa colocar em risco de contaminação as áreas de ninhos das abelhas e as próprias flores que elas visitam.

O potencial das abelhas-sem-ferrão na polinização do tomateiro é alto. *Melipona quadrifasciata* e *M. bicolor* podem ser indicadas para o manejo próximo às áreas cultivadas e sua criação pode ser incentivada em regiões geográficas de ocorrência destas espécies. Deve-se observar a composição de espécies nativas da região e características específicas, tais como necessidades de alimentos e condições climáticas, para que o manejo seja adequado e a introdução dos ninhos não concorra para o deslocamento de outras espécies nativas. Deve-se também observar a normatização específica da atividade de criação de espécies silvestres, na regulamentação do IBAMA.

Segundo a Resolução CONAMA nº 346/2004 (veja o artigo 5º, parágrafo 1º), para que alguém exerça a atividade de meliponicultura, ou seja, a

criação de abelhas silvestres nativas (veja artigo 3º, inciso II, da IN IBAMA nº 169/2008), há a necessidade de cadastrar-se no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP). Este cadastro tem previsão na Lei nº 6.938/1981 (veja o artigo 17, inciso II). O acesso ao cadastro dá-se por meio do site do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA (<http://www.ibama.gov.br>). Para criações com 50 ou mais colmeias, também é necessário obter autorização de funcionamento do órgão ambiental estadual (veja o artigo 8º, incisos XVIII e XIX, da Lei Complementar nº 140/2011). Essa autorização de funcionamento não é exigida para criações com menos de 50 colmeias (veja o artigo 5º, parágrafo 2º, da Resolução CONAMA nº 346/2004).

Estratégias de sustentabilidade e políticas públicas

O principal problema do cultivo convencional do tomateiro é o uso intensivo de agrotóxicos. Medidas de sustentabilidade devem necessariamente visar à diminuição da frequência e intensidade de uso destes compostos, a fim de preservar a saúde humana e a saúde dos polinizadores. Métodos de cultivo orgânico devem ser incentivados, assim como o cultivo protegido em casas de vegetação, onde o uso de agrotóxicos pode ser diminuído.

O déficit de polinização pode ser evitado com manejo nas

propriedades compatível com a manutenção de populações viáveis e funcionalmente ativas de polinizadores nas áreas de cultivo. Isso pode ser conseguido através da conservação do solo, da oferta de substratos de nidificação para as abelhas nativas, da introdução de ninhos de abelhas-sem-ferrão, como a mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*) e guarupu (*Melipona bicolor*), e da oferta de plantas que podem servir como alimento para as abelhas nas proximidades das áreas de plantio. Estas medidas dizem

respeito ao manejo do habitat e não a apenas uma ou poucas espécies, o que é compatível com a grande diversidade de polinizadores em potencial das flores do tomateiro. É preciso enxergar a paisagem como unidade de sustentabilidade, que engloba as áreas de cultivo e dos fragmentos florestais, onde os agentes polinizadores e de controle de pragas interagem. Dessa forma, o manejo extrapola, na maioria das vezes, os limites de propriedades individuais, o que exigiria um esforço conjunto de um grupo de proprietários.

Neste sentido, políticas públicas voltadas para o desenvolvimento sustentável permanecem importantes e necessárias, tais como:

- Linhas de crédito para implantação e comercialização de cultivos orgânicos de tomateiro;
- Incentivo ao cultivo protegido em casas de vegetação, através de capacitação dos agricultores e financiamento;
- Apoio a ações extensionistas que visem levar o conhecimento científico e práticas de manejo de polinizadores aos agricultores e apoio às organizações de agricultores que adotem práticas compatíveis com a conservação de polinizadores;
- Apoio à atividade regulamentada de criação de espécies de abelhas nativas sem ferrão, objetivando a meliponicultura como atividade complementar de renda.

Glossário

Aprovisionamento

alimento estocado nos ninhos pelas fêmeas das abelhas e que será utilizado para a alimentação das larvas.

Autopolinização

transferência do pólen da antera de uma flor para o seu próprio estigma (caso que só ocorre quando a flor é hermafrodita).

Cimeira

tipo de inflorescência no qual a ramificação é sempre terminal (acaba em uma flor) e com número definido de ramos.

Crescimento prostrado

hábito de crescimento da planta que se inicia de forma ereta e posteriormente se torna curvado, podendo ou não tocar o solo.

Deflexionadas

flores que permanecem levemente inclinadas durante a sua abertura

Escopa

tipo de estrutura especializada em transportar pólen, presente nas pernas posteriores ou no abdome das abelhas. É formada por um conjunto de pêlos no qual o pólen fica aderido ou preso.

Flor actinomorfa

aquela que apresenta simetria radial, ou seja, pode ser dividida em várias partes iguais quando se passa um plano pelo centro. Um exemplo é a margarida.

Flor autocompatível

aquela que possui gameta feminino que pode ser fecundado pelo pólen da própria flor ou de outras flores da mesma planta.

Forrageamento

é a busca e a exploração de recursos alimentares e de construção de ninho.

Intempéries climáticas

qualquer extremo das condições climáticas, como ventos fortes, temporal, seca, nevasca, entre outros.

Nidificação

comportamento de construir o ninho.

Olerícolas

um conjunto de espécies de plantas comumente conhecidas como hortaliças e que engloba culturas folhosas, raízes, bulbos, tubérculos e frutos diversos. São destinadas principalmente para o consumo *in natura* (saladas).

Plantas ruderais

espécies de plantas que se desenvolvem facilmente em ambientes perturbados pela ação humana, como terrenos baldios, beira de estradas e em meio a plantios.

Probóscide das abelhas

aparelho bucal alongado e com função sugadora, através da qual ela toma o néctar.

Sazonal

relativo à estação do ano, estacional. É uma determinada característica ou um evento que ocorre sempre em uma dada época do ano.

Referências bibliográficas

Aguiar, C.; Garófalo, C. & Almeida, G. 2006. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) trigonoides* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(2): 323-330.

Aguiar, W.M. & Gaglianone, M.C. 2008. Comunidade de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em remanescentes de mata estacional semidecidual sobre tabuleiro no estado do Rio de Janeiro. *Neotropical Entomology*, 37(2): 118-125.

Anderlini, R. 1982. *A cultura do tomate*. Portugal: Biblioteca Agrícola Litexa. 164p.

Augusto S.C. & Garófalo C.A. 2009. Bionomics and sociological aspects of *Euglossa*

fimbriata (Apidae, Euglossini), *Genetics and Molecular Research* (Online) 8: 525-538.

Augusto S.C. & Garófalo C.A. 2004. Nesting biology and social structure of *Euglossa (Euglossa) townsendi* Cockerell (Hymenoptera, Apidae, Euglossini), *Insectes Sociaux*. 51: 400-409.

Bartelli, B.F.; Santos, A.O.R. & Nogueira-Ferreira, F.H. 2014. Colony performance of *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera, Meliponina) in a Greenhouse of *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae). *Sociobiology*, 61: 60-67.

Bernardino, A.S. & Gaglianone, M.C. 2008. Nest distribution and nesting habits of *Xylocopa ordinaria* Smith (Hymenoptera,

Apidae) in a restinga area in the northern Rio de Janeiro State, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 52(3): 434-440.

Bispo-dos-Santos, S.A.; Roselino, A.C.; Hrnir, M. & Bego, L.R. 2009. Pollination of tomatoes by the stingless bee *Melipona quadrifasciata* and the honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). *Genetics and Molecular Research*, 8(2): 751-757.

Buchmann, S.L. & Hurley, J.P. 1978. A biophysical model for buzz pollination in angiosperms. *Journal of Theoretical Biology*, 72: 639-657.

Buchmann, S.L. 1983. Buzz pollination in angiosperms. In: Jones, C.E. & Little, R.J. (Eds.).

Handbook of Experimental Pollination. New York: Van Nostrand Reinhold, 73-113p.

Camargo, J.M.F. & Pedro, S.R.M. 2013. Meliponini Lepeletier, 1836. In: Moure, J.S., Urban, D. & Melo, G.A.R. (Orgs). *Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region*. Disponível em <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Acesso em 17/12/2014.

Camargo, J.M.F.; Gottsberger, G. & Silberbauer-Gottsberger, I. 1983. On the phenology and flower visiting behaviour of *Oxaea flavescens* (Klug) (Oxaeinae, Andrenidae, Hymenoptera) in São Paulo, Brazil. *Beitrage zur Biologie der Pflanzen*, 59: 159-179.

Cauich O.; Quezada-Euán J.J.G.; Macias-Macias J.O.; Reyes-Oregel V.; Medina-Peralta S. & Parra-Tabla, V. 2004. Behavior and pollination efficiency of *Nannotrigona perilampoides* (Hymenoptera: Meliponini) on greenhouse tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) in subtropical México. *Journal of Economic Entomology*, 97(2): 172-179.

Coelho, B.W.T. 2002. The biology of the primitively eusocial *Augochloropsis iris* (Schrottky, 1902) (Hymenoptera, Halictidae). *Insectes Sociaux*, 49: 181-190.

Cortopassi-Laurino, M.; Imperatriz-Fonseca, V.L.; Roubik, D.W.; Dollin, A.; Heard, T.; Aguilar, I.; Venturieri, G.C.; Eardley, C. & Nogueira-Neto, P.

2006. Global meliponiculture: challenges and opportunities. *Apidologie*, 37: 275-292.
- Del Sarto, M.C.L.; Peruquetti, R.C. & Campos, L.A.O. 2005. Evaluation of the neotropical bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. *Journal of Economic Entomology*, 98(2): 260-266.
- Deprá, M.S. & Gaglianone, M.C. 2014. Importância da conservação florestal para manutenção de polinizadores em cultivos de tomate. *Anais do I Simpósio Brasileiro de Polinização*, Araras, SP, Brasil. 64p.
- Deprá, M.S.; Delaqua, G.C.G.; Freitas, L. & Gaglianone, M.C. 2014. Pollination deficit in open-field tomato crops (*Solanum Lycopersicum* L., Solanaceae) in Rio de Janeiro state, Southeast Brazil. *Journal of Pollination Ecology*, 12(1): 1-8.
- Dogterom, M.H.; Matteoni, J.A. & Plowright, R.C. 1998. Pollination of greenhouse tomatoes by the north American *Bombus vosnesenski* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology*, 91(1): 71-75.
- Eklund, C.R.B.; Caetano, L.C. & Shimoya, A. 2005. Desempenho de genótipos de tomateiro sob cultivo protegido. *Horticultura Brasileira*, 23(4): 1015-1017.
- Free, J.B. 1993. *Insect pollination of crops*, 2º ed. Londres: Academic Press. 684p.

- Freitas, B.M. 2002. A polinização com abelhas: quando usar Apis ou meliponíneos. In: *Congresso Brasileiro de Apicultura*, 14. Campo Grande. Anais. Campo Grande: Confederação Brasileira de Apicultura. 247-250p.
- Gathmann, A. & Tscharnkte, T. 2002. Foraging ranges of solitary bees. *Journal of Animal Ecology*, 71: 757-764.
- Greenleaf, S.S. & Kremen, C. 2006. Wild bee species increase tomato production and respond differently to surrounding land use in Northern California. *Biological Conservation*, 13: 81-87.
- Heard, T.A. 1999. The role of singless bees in crop pollination. *Annual Review Entomology*, 44: 183-206.
- IBGE. 2014 – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento Sistemático da Produção. *Dados de previsão de Safra. Produção – Brasil*. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?t=4&z=t&o=26&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1>. Acesso em 09/12/2014.
- Klein, A.M.; Steffan-Dewenter I. & Tscharnkte T. 2003. Pollination of *Coffea canephora* in relation to local agroforestry management, *Journal of Applied Ecology*, 40: 837-845.
- Latorraca, A.; Marques, G.J.G.; Sousa, K.V. & Fornés, N.S. 2008. Agrotóxicos utilizados na produção do tomate em Goiânia e Goianápolis e efeitos na saúde humana. *Comunicação em Ciências da Saúde*, 19(4): 365-374.
- Macias-Macias, O.; Chuc, J.; Ancona-Xiu, P.; Cauich, O. & Quezada-Euán, J.J.G. 2009. Contribution of native bees and Africanized honey bees (Hymenoptera: Apoidea) to Solanaceae crop pollination in tropical México. *Journal of Applied Entomology*, 133: 456-465.
- McGregor, S. E. 1976. *Insect pollination of cultivated plants*. Washington: USDA. 411p.
- Meyrelles, B. 2013. *Polinização de tomate cereja por abelhas nativas em cultivo protegido*. Dissertação (Mestrado em Fito-tecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa–MG, 35p.
- Michener, C.D. 2000. *The bees of the world*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press. 913p.

- Michener, C.D. & Lange, R.B. 1959. Observations on the behavior of Brazilian halictid bees (Hymenoptera, Apoidea) IV. Augochloropsis, with notes on extralimital forms. *American Museum Novitates*, 1924: 1-41.
- Morandin, L.A.; Lavery, T.M. & Kevan, P.G. 2001. Bumble bee (Hymenoptera: Apidae) activity and pollination levels in commercial tomato greenhouses. *Journal of Economic Entomology*, 94(2): 462-467.
- Moura, N.N. 2005. *Percepção de risco do uso de agrotóxicos: o caso dos produtores de São José de Ubá/RJ*. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro–RJ. 92p.
- Moura Moraes, M.C. 2014. *Uso de abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae: Meliponini) na Polinização do Tomate cereja cultivado em casa de vegetação*. Dissertação (Mestrado em Entomologia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa–MG, 35p.
- Nunes-Silva, P.; HRNCIR, M. & Imperatriz-Fonseca, V.L. 2010. A Polinização por Vibração. *Oecologia Australis*, 14: 140-151.
- Oliveira, R. & Schlindwein, C. 2009. Searching for a manageable pollinator for acerola orchards: the solitary oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini). *Journal of Economic Entomology*, 102(1): 265-273.

- Palma, G.; Quezada-Euán, J.J.G.; Reyes-Oregel, V.; Meléndez, V. & Moo-Valle, H. 2008. Production of greenhouse tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) using *Nannotrigona perilampoides*, *Bombus impatiens* and mechanical vibration (Hym.: Apoidea). *Journal of Applied Entomology*, 132: 79-85.
- Peralta, I.E.; Spooner, D.M. & Knapp, S. 2008. Taxonomy of wild tomatoes and their relatives (Solanum sect. Lycopersicoides, sect. Juglandifolia, sect. Lycopersicon; Solanaceae). *Systematic Botany Monographs*, 84: 1-186.
- Reis-Filho, J.S. 2002. *Agrotóxicos na cultura do tomateiro (Lycopersicon esculentum): causas do uso intensivo*. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Produção Vegetal), Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, 140p.
- Reis-Filho, J.S.; Marin, J.O.B.; & Fernandes, P.M. 2009. Os agrotóxicos na produção de tomate de mesa na região de Goianápolis, Goiás. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 39(4): 307-316.
- Ricketts, T.H.; Daily, G.C.; Ehrlich, P.R. & Michener, C.D. 2004. Economic value of tropical forest to coffee production. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101: 12579-12582.
- Rocha, M.C.L.S.A. 2012. *Efeitos dos agrotóxicos sobre as abelhas silvestres no Brasil*. Brasília: Ibama. 88p.
- Roubik, D.W. 1995. *Pollination of cultivated plants in the tropics*. Panama: Smithsonian Tropical Research Institute. 198p.
- Santos, A.O.R.; Bartelli, B.F. & Nogueira-Ferreira, F.H. 2014. Potential Pollinators of Tomato, *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae), in Open Crops and the Effect of a Solitary Bee in Fruit Set and Quality. *Journal of Economic Entomology*, 107: 987-994.
- Silva-Neto, C.M.; Lima F.G.; Gonçalves, B.B.; Bergamini, L.; Bergamini, B.A.R.; Elias, M.A.S. & Franceschinelli, E.V. 2013. Native bees pollinate tomato flowers and increase fruit production. *Journal of Pollination Ecology*, 11: 41-45p.

- Silva-Neto, C.M. 2011. *Interação planta-polinizador em culturas de tomate inseridas em diferentes contextos da paisagem*. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal), Universidade Federal de Goiás, Goiás-GO.
- Silva, D.J.H & Vale, F.X.R. 2007. *Tomate – Tecnologia de Produção*. Viçosa: Editora Universidade Federal de Viçosa. 356p.
- Teixeira, L.V. & Campos, F.D.N.M. 2005. Início da atividade de vôo em abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae): influência do tamanho da abelha e da temperatura ambiente. *Revista Brasileira de Zoociências*, 7(2): 195-202.
- Veiga, M.M.; Silva, D.M.; Veiga, L.B.E. & Castro Faria, M.V. 2006. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudeste do Brasil. Pesticide pollution in water systems in a small rural community in Southeast Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, 22(11): 2391-2399.
- Zucchi, R. 1973. *Aspectos bionômicos de Exomalopsis aureopilosa e Bombus atratus incluindo considerações sobre a evolução do comportamento social (Hymenoptera-Apoidea)*. Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto-SP. 172p.



Apoio:



Realização:



Ministério do
Meio Ambiente

