

Metodologia de Seleção de Abelhas sem Ferrão para Polinização em Cultivos Protegidos

Fotos: Lucas Machado de Souza



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos354

Metodologia de Seleção de Abelhas sem Ferrão para Polinização em Cultivos Protegidos

Eliana Maria Gouveia Fontes
Lucio Antônio de Oliveira Campos
Edison Ryoiti Sujii
Karoline Ribeiro de Sá Torezani
Lucas Machado de Souza
Alex Antônio Torres Cortês de Sousa
Gabriel Vieira Borges
Carmen Silvia Soares Pires

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Endereço: Parque Estação Biológica – PqEB – Av. W5 Norte
Caixa Postal 02372 – Brasília, DF – Brasil – CEP: 70770-917

Fone: (61) 3448-4700

Fax: (61) 3340-3624

Home page: <http://www.cenargen.embrapa.br/>

E-mail (sac): sac@cenargen.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: Maria Isabela Lourenço Barbirato

Secretário-Executivo: Thales Lima Rocha

Membros: Daniela Aguiar de Souza Kols

Lígia Sardinha Fortes

Lucas Machado de Souza

Márcio Martinelli Sanches

Rosameres Rocha Galvão

Suplentes: Ana Flávia do Nascimento Dias Côrtes

João Batista Tavares da Silva

Revisão de texto: José Cesamildo Cruz Magalhães

Normalização bibliográfica: Ana Flávia do Nascimento Dias Côrtes

Editoração eletrônica: José Cesamildo Cruz Magalhães

Tratamento das imagens: José Cesamildo Cruz Magalhães

1ª edição (online)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

As opiniões nesta publicação são de exclusiva e de inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**

Metodologia de seleção de abelhas sem ferrão para polinização em cultivos protegidos / Eliana Maria Gouveia
Fontes ... [et al.]. — Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2016.

16 p. : il. – (Documentos / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 354).

1. Polinização em cultivo protegido. 2. Abelhas sem ferrão nativas. I. Fontes, Eliana Maria Gouveia. II. Campos, Lucio Antônio de Oliveira. III. Sujii, Edison Ryoiti. IV. Torezani, Karoline Ribeiro de Sá. V. Souza, Lucas Machado de. VI. Sousa, Alex Antônio Torres Cortês de. VII. Borges, Gabriel Vieira. VIII. Pires, Carmen Sílvia Soares. IX. Série.

Autores

Eliana Maria Gouveia Fontes

Bióloga, Ph.D, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Lucio Antônio de Oliveira Campos

Biólogo, doutor, professor da Universidade Federal de Viçosa, MG

Edison Ryoiti Sujii

Engenheiro-agrônomo, doutor, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Karoline Ribeiro de Sá Torezani

Bióloga, MSc, bolsista da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Lucas Machado de Souza

Biólogo, mestre, analista da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Alex Antônio Torres Cortês de Sousa

Engenheiro-agrônomo, mestre, técnico da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Gabriel Vieira Borges

Graduando em Ciências Biológicas, bolsista da Universidade Católica de Brasília

Carmen Silvia Soares Pires

Bióloga, Ph.D, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Apresentação

Os cultivos de hortaliças no Distrito Federal usam uma elevada tecnologia e buscam aumento da produtividade. Devido aos vários problemas com pragas e condições climáticas, os produtores têm migrado para a produção em cultivos protegidos, como no caso de tomate. Entretanto, a polinização do tomateiro depende da agitação das flores pelo vento e/ou a visitação das abelhas que vibram as flores durante o voo de forrageamento. A ausência dessas condições em cultivos protegidos cria um sério problema para a polinização do tomateiro. Atualmente a solução encontrada é a polinização manual, por meio de um bastão para vibrar os cordões de tutoramento, ou equipamentos que produzem fluxos de ar. No entanto, o uso de abelhas polinizadoras tem se mostrado superior e economicamente vantajosa para a polinização do tomateiro em vários países. No Brasil, ainda é incipiente a polinização dirigida com uso de abelhas como prática que objetiva o aumento de produtividade e de qualidade de frutos. Apesar da grande diversidade de espécies encontradas no território nacional, o uso de espécies nativas na polinização de plantas cultivadas, principalmente as abelhas sem ferrão, tem recebido ainda menos atenção. Este documento descreve uma metodologia de seleção de espécies de abelhas nativas com características favoráveis à polinização do tomateiro em cultivo protegido. A partir deste documento, é possível, por meio de uma lista inicial de espécies de abelhas e com o emprego de critérios técnicos, selecionar aquelas com maior potencial de uso para polinização em cultivo protegido.

José Manuel Cabral de Sousa Dias

Chefe-geral

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Sumário

Introdução.....	07
A metodologia de seleção de espécies.....	08
Construção da lista de espécies de abelhas.....	09
Matriz de seleção de espécies.....	09
Espécies selecionadas para o tomateiro.....	12
Conclusão e considerações para desenvolvimentos futuros.....	12
Referências Bibliográficas.....	13

Metodologia de Seleção de Abelhas sem Ferrão para Polinização em Cultivos Protegidos

Eliana Maria Gouveia Fontes
Lucio Antônio de Oliveira Campos
Edison Ryoiti Sujii
Karoline Ribeiro de Sá Torezani
Lucas Machado de Souza
Alex Antônio Torres Cortês de Sousa
Gabriel Vieira Borges
Carmen Sílvia Soares Pires

Introdução

Estimativas indicam que 87% das espécies de plantas no mundo dependem, em algum grau, de animais para polinização, sendo que nas regiões tropicais essa porcentagem pode chegar a 94% (OLLERTON et al., 2011). Muitas espécies das quais a alimentação humana se baseia encontram-se dentro deste grupo de angiospermas dependentes de animais para polinização, com estimativas chegando a 35% da produção de alimentos no mundo (KLEIN et al., 2007). Não só a produção de frutos e sementes dessas espécies tem essa dependência, mas também existe uma maior qualidade nutricional de alimentos provenientes de plantas polinizadas de forma adequada (AIZEN et al., 2009). No Brasil, aproximadamente 60% (85 espécies) das 141 espécies de plantas cultivadas para uso na alimentação humana, produção animal, biodiesel e fibras dependem em certo grau da polinização animal (GIANNINI et al., 2015).

Em vários lugares do mundo, a venda e o aluguel de colmeias de *Apis mellifera* para polinização de cultivos é uma realidade (IPBES, 2016). Diferentes espécies de *Bombus* têm sido usadas em ambientes protegidos. *Bombus impatiens* é comercializada na América do Norte, enquanto *Bombus terrestris* tem sido mais usada na Ásia e Europa, principalmente para polinização de tomateiros (VELTHIUS; VAN DOORN, 2006). No Brasil, no entanto, o uso comercial das abelhas melíferas para polinização agrícola é pouquíssimo explorado, e o uso de abelhas para polinização em ambientes protegidos, como telados, estufas, casas de vegetação e túneis, é inexistente (JAFFÉ et al., 2015).

Algumas espécies de *Bombus* (*B. terrestris*, *B. lucorum*, *B. occidentalis*, *B. ignitus* e *B. impatiens*) utilizadas comercialmente para polinização em ambientes protegidos em outros países (VELTHIUS e VAN DOORN, 2006) não ocorrem naturalmente no Brasil, e sua introdução para fins comerciais não é recomendável, uma vez que podem potencialmente causar efeitos negativos às comunidades de abelhas nativas (WINTER et al., 2006). Tal introdução só poderia ser considerada após uma cuidadosa análise de risco de introdução de espécies exóticas, o que pode demorar anos e demandar muitos recursos, sem garantia de se chegar a uma conclusão favorável à introdução. O mais recomendável é encontrar na rica fauna brasileira espécies que possam promover a polinização em ambientes protegidos com desempenho que atenda às necessidades da agricultura local.

No Distrito Federal, os cultivos de hortaliças usam uma elevada tecnologia e buscam constantemente produtividade cada vez maior. Devido aos vários problemas com pragas, os produtores têm migrado para a produção em cultivos protegidos, como no caso de tomate. O tomateiro é uma planta que não depende das abelhas para polinização, mas sua visitação aumenta a qualidade e produção dos frutos (KEVAN et al., 1991; MORANDI et al., 2001; DEL SARTO et al., 2005; MEYRELLES, 2013). As flores do tomateiro são hermafroditas e autocompatíveis. Os estames formam um tubo em torno do pistilo, e uma das características do

gênero é a abertura poricida das anteras. As anteras poricidas exigem a vibração da flor para que os grãos de pólen sejam liberados e caem sobre os estigmas (CAMPOS et al., 2014). Assim, a polinização do tomateiro cultivado em áreas abertas depende da agitação das flores pelo vento e/ou a visitação de abelhas que vibram as flores durante o forrageamento, liberando os grãos de pólen, que são depositados no estigma da própria flor (CAMPOS et al., 2014). As abelhas não têm acesso aos cultivos conduzidos em ambientes confinados, onde o fluxo de ar é também escasso. Para contornar esses problemas, a polinização é feita manualmente com o uso de um bastão para vibrar os cordões de tutoramento dos tomateiros ou equipamentos que produzem fluxos de ar (PEREIRA et al., 2000). No entanto, o uso de abelhas polinizadoras tem se mostrado superior e economicamente vantajoso para a polinização do tomateiro em vários países (VELTHIUS; VAN DOORN, 2006).

Dada a grande demanda por serviços de polinização, e uma vez que a introdução de espécies já domesticadas e comercializadas em outros países não é recomendada, um esforço concentrado deve ser feito na busca de espécies de abelhas nativas do Brasil para suprir essa lacuna. Como a fauna de abelhas nativas apresenta elevada riqueza de espécies, é importante concentrar o esforço da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico nas espécies que apresentam características favoráveis para manuseio, utilização no serviço de polinização e comercialização. Portanto, um passo crucial nesse processo é o desenvolvimento de um modelo sistemático e objetivo de seleção das espécies que são alvo de estudos. Com este intuito, desenvolvemos a metodologia descrita a seguir.

A metodologia de seleção de espécies

A fim de selecionar espécies de abelhas com características favoráveis para polinização em cultivo protegido, desenvolvemos uma metodologia com base na abordagem usada por Hilbeck et al. (2006) e Arpaia et al. (2006). Essa abordagem é apropriada para a escolha de algumas espécies a partir de uma lista descritiva da diversidade de um determinado grupo. Assim, a partir de uma lista de mais de 300 espécies de abelhas que ocorrem nos ambientes agrícolas brasileiros, e com o emprego de critérios técnico-científicos, será possível chegar a uma lista reduzida de espécies a serem estudadas.

Para testar a aplicabilidade da metodologia de seleção, usamos como estudo de caso o cultivo do tomateiro, *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae), em ambiente protegido devido à sua importância econômica e alta demanda pelo serviço de polinização. Del Sarto e colaboradores (2005) demonstraram que, em casa de vegetação, flores de tomateiro não polinizadas manualmente ou por abelhas não produziram frutos. Nos últimos 10 anos, têm-se realizado estudos que objetivam o uso de espécies de abelhas sem ferrão nativas do Brasil em cultivos protegidos de tomateiro. As seguintes espécies já foram objeto de estudo: *Frieseomelitta varia*, *Melipona quadrifasciata*, *M. bicolor*, *Nannotrigona testaceicornis* e *Partamona helleri* (DEL SARTO et al., 2005; MEYRELLES, 2013). Esses estudos têm mostrado resultados promissores para as espécies do gênero *Melipona*, que têm o comportamento de vibrar as flores durante o forrageamento (BUSHMAN, 1983). Os trabalhos de Meirelles (2013) demonstraram que flores polinizadas por *M. quadrifasciata* produziram frutos mais pesados, com maior massa seca e número de sementes, além de maior diâmetro vertical e altura em relação a flores que foram polinizadas manualmente. Esses trabalhos também demonstraram que as condições de temperatura e umidade dos telados de produção, que são influenciados pelas condições climáticas das regiões onde estão instalados, influenciam o comportamento de forrageamento das abelhas e conseqüentemente a polinização.

Uma tabela de seleção foi construída utilizando-se os seguintes critérios: características morfológicas e comportamentais da espécie e das colônias; distribuição geográfica; histórico de domesticação e manejo; e disponibilidade de informação sobre adaptação a ambientes confinados. As informações foram obtidas da literatura científica e de entrevistas com especialistas e meliponicultores do Distrito Federal, região geográfica alvo deste estudo.

Construção da lista de espécies de abelhas

As abelhas, com cerca de 5.000 espécies descritas na região Neotropical e cerca de 1.600 no Brasil (MOURE et al., 2007), representam o principal grupo de polinizadores devido à sua dependência de recursos florais como pólen e néctar. Apesar da sua importância, estima-se que somente um terço da diversidade de abelhas da região Neotropical tenha sido descrita (MOURE et al., 2007), e o papel dessas espécies nos serviços de polinização nos ambientes naturais, assim como nos ambientes agrícolas, é praticamente desconhecido. Mais de 800 espécies de abelhas já foram relatadas para o cerrado, segundo Raw et al. (2002). Apesar desse número expressivo de espécies de abelhas silvestres, só recentemente alguns trabalhos com o objetivo de conhecer essa fauna e valorar o serviço prestado por elas às plantas cultivadas têm sido realizados nos ambientes agrícolas da região do Cerrado.

Na construção da lista de espécies desse estudo, as *Bombus* brasileiras foram excluídas, apesar do uso com sucesso deste gênero em outros países. Essa exclusão se deve à elevada agressividade das espécies brasileiras, o que, a princípio, as desclassifica como possíveis candidatas para domesticação e uso. Ainda assim, sabe-se que existem algumas iniciativas de domesticar espécies brasileiras de *Bombus* para fins comerciais, mas estas ainda são isoladas e incipientes (Cristiano Menezes e Breno Freitas, comunicação pessoal). Também foram excluídas as abelhas solitárias, que constroem pequenos ninhos no solo. Por último, levamos em conta espécies que já apresentam algum grau de domesticação e que podem ser encontradas em meliponários (JAFFÉ et al., 2015). A garantia de disponibilidade de um grande número de indivíduos para promover a polinização é outro fator importante, uma vez que, quanto maior o número de abelhas visitando as flores, maior a polinização e a produção de frutos e sementes.

Sumarizando, com o uso do cultivo do tomateiro em ambientes confinados no Distrito Federal como estudo de caso, a lista de espécies de abelhas para compor a matriz de seleção foi construída levando-se em consideração:

- abelha social com ocorrência de registros de coleta em flores de tomateiro no Brasil;
- disponibilidade da espécie em meliponários, de acordo com o levantamento de Jaffé et al. (2015) complementado com informações obtidas de meliponicultores do Distrito Federal;
- espécies que foram objeto de estudos sobre o potencial de uso como polinizadoras em ambientes de cultivo protegido, mesmo não tendo relato de ocorrência em flores de tomateiro.

As espécies *Melipona rufiventris* e *Melipona scutellaris* foram inicialmente consideradas; *M. scutellaris* porque já havia sido testada antes em outra cultura (ROSELINO, 2010), e *M. rufiventris* porque é uma espécie encontrada em meliponários (JAFFÉ et al., 2015). Porém, elas foram excluídas da matriz de seleção porque constam na lista de espécies ameaçadas de extinção (ICMBio, 2016).

Matriz de seleção de espécies

Uma vez construída a lista de espécies de abelhas, passou-se à escolha de critérios para selecionar aquelas com maior potencial de uso para polinização de tomateiros em cultivos protegidos. Os seguintes critérios foram escolhidos:

- distribuição geográfica: espécies mais amplamente distribuídas no país indicam maior adaptação às diferenças climáticas encontradas nas diferentes regiões e pode ser também uma indicação de maior plasticidade fenotípica e potencial de adaptação às condições de temperatura e umidade encontradas nos ambientes de cultivos protegidos. Adicionalmente, uma espécie com maior amplitude de distribuição geográfica que tenha sido testada e aprovada para ser usada como polinizadora em um determinado estado poderá também ser usada em outras regiões onde ela ocorre naturalmente, evitando assim a movimentação e introdução indese-

jável de espécies em ambientes onde não ocorrem;

- **abundância na natureza:** espécies mais abundantes nas paisagens agrícolas e urbanas indicam maior facilidade de obtenção de ninhos para reprodução e uso. Isso se deve à necessidade potencial de coleta de ninhos para renovação de estoque em meliponários. A coleta de ninhos de espécies raras ou de baixa densidade pode não ser desejável e causar impactos negativos à sobrevivência local. Como existem poucos registros na literatura sobre a abundância de ninhos, o uso desse critério pode se basear em informações obtidas de especialistas;
- **conhecimento sobre a biologia:** o conhecimento sobre o comportamento de reprodução e de forrageamento, por exemplo, é indispensável para o estabelecimento de condições no ambiente confinado que favoreçam a sobrevivência e manutenção da colônia por períodos mais longos. As abelhas são particularmente sensíveis à incidência de luz solar e à exposição aos raios ultravioleta para orientação do voo. São também exigentes quanto à temperatura, que normalmente são consideravelmente mais altas dentro dos ambientes confinados em relação à temperatura do lado de fora. Além disso, o conhecimento de aspectos da biologia das espécies, como, por exemplo, a faixa de temperatura encontrada dentro dos ninhos, facilitará o desenvolvimento de tecnologias de criação *in vitro*, caso essa espécie demonstre potencial de uso na polinização de cultivos protegidos;
- **facilidade de criação e manejo:** a criação racional, ou seja, a manutenção dos ninhos em caixas facilita o manejo e uso da espécie em serviços de polinização;
- **tamanho das colônias:** colônias maiores são mais adequadas quando se pensa em polinização de cultivos comerciais, uma vez que fornecem um número maior de indivíduos, garantindo uma boa cobertura e polinização da maioria das flores da cultura;
- **capacidade de vibrar as flores durante as visitas:** este critério é característico da cultura do tomateiro e pode ser excluído, dependendo da cultura em estudo. A polinização no tomateiro em áreas abertas depende da agitação das flores pelo vento e/ou da visitação das abelhas que vibram as flores durante o forrageamento e assim liberam os grãos de pólen que são depositados no estigma da flor. Espécies que não vibram as flores, mas que retiram os grãos de pólen introduzindo a probóscide através dos poros apicais das anteras, comportamento conhecido como “ordenha” (WILLE, 1963), também têm uso potencial na polinização de tomateiros;
- **testada em cultivos protegidos:** algumas espécies já foram objeto de estudo quanto à capacidade de sobreviver e exercer o serviço de polinização em diferentes culturas em ambientes confinados. Tais ambientes têm características que podem dificultar ou mesmo limitar o comportamento de forrageamento das abelhas. Por exemplo, a maioria das casas de vegetação usadas para o cultivo protegido são cobertas por plástico que filtram a luz ultravioleta. Assim, espécies que já são reconhecidamente capazes de polinizar sob estas condições devem ser priorizadas;
- **disponibilidade de ninhos em meliponários:** a viabilidade econômica depende da disponibilidade constante e em quantidade de ninhos nos meliponários.

O peso de cada critério foi dado atribuindo-se as notas de 1 a 3 (um a três), sendo 1 (um) o valor mais baixo, 2 (dois) o valor mediano e 3 (três) o valor alto, conforme a Tabela 1. Em caso de empate, determinou-se que o tamanho da colônia, a disponibilidade de ninhos nos meliponários e a espécie de abelha já testada em telados e casas de vegetação seriam usados para desempate. De acordo com as premissas e os critérios aqui colocados, as espécies que receberem as maiores notas terão maior potencial de serem bem-sucedidas como polinizadoras em ambientes protegidos.

Tabela 1. Critérios usados para seleção de espécies e atribuição de escore.

Critérios de seleção*	Escore 1	Escore 2	Escore 3	Escore Zero
Distribuição geográfica	Ocorre em 1 a 8 estados	Ocorre em 9 a 16 estados	Ocorre em 17 a 26 estados	L**
Abundância na natureza	Baixa	Média	Alta	L
Biologia	Desconhecida	Pouco conhecida	Muito conhecida	L
Facilidade de criação e manejo	Difícil	Medianamente difícil	Fácil	L
Tamanho das colônias	Menos de 1.000 indivíduos	Entre 1.000 e 2.000 indivíduos	Mais de 2.000 indivíduos	L
Capacidade de vibrar ou ordenhar*** as flores	Não vibra e não ordenha	Não vibra, mas ordenha	Vibra	L
Capacidade de polinizar culturas em cultivo protegido	Não poliniza		Poliniza	L
Disponibilidade em meliponários	Baixa	Média	Alta	L

* Na ausência de registros na literatura, basear-se em informações de especialistas.

** L = lacuna de conhecimento. Significa ausência completa de informações.

*** Ordenha é o comportamento de coletar os grãos de pólen introduzindo a probóscide através dos poros apicais das anteras.

Tabela 2. Seleção de espécies de abelhas a serem testadas para polinização de tomateiro em cultivo protegido.

Espécie	Nome comum	Distribuição geográfica	Abundância nas áreas naturais	Aspectos de biologia conhecidos	Tamanho das colônias (nº de indivíduos)	Facilidade de criação e manejo	Capacidade de vibrar as flores	Testada em cultivos protegidos	Disponibilidade de ninhos em meliponários	Soma da pontuação obtida nos diferentes critérios
<i>Frieseomelitta languida</i>	Moça-preta	1	3	2	1	2	1	0	2	12
<i>Frieseomelitta varia</i>	Moça-branca, Marmelada	1	3	3	3	3	2	0	3	18
<i>Geotrigona subterranea</i>	Não tem	1	L	2	3	L	1	0	L	7
<i>Melipona fasciculata</i>	Uruçu-cinzenta	1	L	3	2	L	3	1	3	13
<i>Melipona favosa</i>	Não tem	1	L	3	L	L	3	1	1	9
<i>Melipona quadrifasciata</i>	Mandaçaia	1	3	3	3	3	3	3	3	22
<i>Melipona quinquefasciata</i>	Mandaçaia-do-chão; Uruçu-do-chão	2	1	2	1	1	3	0	L	10
<i>Melipona subnitida</i>	Jandaíra	1	1	2	2	2	3	1	3	15
<i>Nannotrigona testaceicornis</i>	Iraí, Jandaíra	2	3	3	2	2	2	1	1	16
<i>Plebeia nigriceps</i>	Mirim-mosquito	1	L	2	1	L	1	1	1	7
<i>Pseudaugochlora erythrogaster</i>	Não tem	1	L	1	L	L	3	0	L	5
<i>Pseudaugochlora graminea</i>	Não tem	2	L	2	L	L	3	0	L	7
<i>Scaptotrigona aff. depilis</i>	Canudo	1	L	2	3	L	1	1	2	10
<i>Scaptotrigona postica</i>	Mandaguari	2	3	3	3	3	1	1	3	19
<i>Scaptotrigona tubiba</i>	Tubiba, Tubi, Tapissuá, Tubi-bravo, Bocca-raza, Tuibá	2	1	2	L	L	1	0	L	6
<i>Tetragonisca angustula</i>	Jataí	3	3	3	1	3	1	1	3	18

Espécies selecionadas para o tomateiro

A aplicação da matriz de seleção para um conjunto de 16 espécies (Tabela 2) destacou três espécies que receberam maior pontuação na somatória dos diferentes critérios: *Frieseomelitta varia*, *Melipona quadrifasciata* e *Scaptotrigona postica*. Entre estas, *M. quadrifasciata* recebeu a maior pontuação, indicando ser esta espécie a melhor candidata, uma vez que é a única entre as três selecionadas que tem a capacidade de vibrar as flores, característica muito desejável para a polinização do tomateiro. Além disso, esta espécie já foi testada em cultivos protegidos de tomate e pimentão com resultados positivos, como aumento do número frutos e frutos de melhor qualidade (BISPO DOS SANTOS, 2009; DEL SARTO et al., 2005). *F. varia* não vibra as flores, mas tem o comportamento de ordenha, o que a torna a segunda melhor candidata para estudos sobre seu potencial de polinização do tomateiro, embora ainda não exista informação sobre seu desempenho em casas de vegetação e telado. Por fim, *S. postica* se destaca por receber nota superior em todos os quesitos; porém esta espécie não vibra e não ordenha as flores durante a visita para coleta de néctar e pólen, e não se conhece ainda seu potencial desempenho como polinizadora em cultivos protegidos.

Conclusão e considerações para desenvolvimentos futuros

O esforço de priorização de espécies para prestação de serviço de polinização em cultivos protegidos evidenciou a grande lacuna de conhecimento sobre as inúmeras espécies de abelhas encontradas em ambientes agrícolas. Apesar disso, mostramos que critérios de plasticidade fenotípica (adaptação a uma ampla faixa de temperatura e umidade, prevista por meio da amplitude da distribuição geográfica), associação com a planta cultivada (espécies coletadas em cultivos do tomateiro, que vibram a flor durante a visita e que já tenham sido testadas em ambientes protegidos) e potencial para domesticação e comercialização (abundância em ambientes naturais, aspectos da biologia conhecidos, tamanho das colônias e disponibilidade em meliponários) são úteis para a seleção de abelhas para avaliações quanto ao potencial de uso na polinização de cultivos em ambientes confinados. Os critérios usados para o tomateiro neste estudo de caso podem ser aplicados com poucos ajustes a outros cultivos protegidos por telados, estufas ou casas de vegetação. Neste estudo em particular, a lacuna de conhecimento levou à eliminação de muitas espécies que talvez possam ser boas candidatas. Portanto, seria recomendável uma nova rodada de seleção à medida que novas informações tornem-se disponíveis na literatura científica.

O tomateiro é cultivado em todas as regiões do Brasil e seu cultivo protegido está se expandindo nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste. Esta ampla distribuição geográfica resulta em uma variedade de ambientes com clima, vegetação e solos muito diferentes, e com variações no tipo e nível de tecnologias de cultivo protegido aplicadas. Portanto, além das variações das pontuações para cada critério da tabela 1, é preciso levar-se em consideração as possíveis diferenças regionais em distribuição e abundância de espécies de abelha com potencial de uso em serviço de polinização, o que significa que a lista inicial de espécies para seleção precisa ser adaptada a cada região de aplicação. Por fim, dados adicionais sobre biologia, comportamento e o papel das diferentes espécies de abelhas na polinização de plantas cultivadas são altamente necessários e devem ser priorizados em pesquisas futuras.

Referências Bibliográficas

- AIZEN, M. A.; GARIBALDI, L. A.; CUNNINGHAM, S. A.; KLEIN, A. M. How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production. **Annals of Botany**, 103 (9): 1403-1413, 2009.
- ARPAIA, S.; FONSECA, V. L. I.; PIRES, C. S.; SILVEIRA, F. A. Non-target and Biodiversity impacts on pollinators and flower-visiting insects. In: HILBECK, H.; ANDOW, D. A.; FONTES, E. M. G. (Eds.). **Environmental risk assessment of genetically modified organisms**. Wallingford, UK: CABI, 2006. v. 2. p. 155-74.
- BISPO DOS SANTOS, S. A.; ROSELINO, A. C.; HRNCIR, M.; BEGO, L. R. Pollination of tomatoes by the stingless bee *Melipona quadrifasciata* and the honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). **Genetic and Molecular Research**, v. 8, p. 751-757, 2009.
- BUCHMANN, S. Buzz pollination in angiosperms. In: JONES, C. E.; LITTLE, R. (Eds.). **Handbook of experimental pollination biology**. New York: Van Nostrand, 1983. p. 73-113.
- CAMPOS, M. J. O.; PIZANO, M. A.; NETO, J. C.; MALASPINA, O.; PATRÍCIO, G. B.; GOMIG, E. G.; LEUNG, R.; SOUZA, L.; GIORDANO, L. C.; VILLAS-BOAS, J. K.; PRATA, E. M. B.; FERREIRA, B.; BROWN, T. E.; FANG, H. S.; SASAKI, D. L.; SOUZA, E. S. S. (2014). Manejo agrícola e conservação de abelhas com potencial para a polinização de tomateiros. In: YAMAMOTO, M.; OLIVEIRA, P. M.; GAGLIANONE, M. C. (Coord.) **Uso sustentável e restauração da diversidade dos polinizadores autóctones na agricultura e nos ecossistemas relacionados: planos de manejo**. Rio de Janeiro: Funbio, 2014. p. 369-399.
- 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**, v. 98, n. 2, p. 260-266, 2005.
- DOGTEROM, M. H.; MATTEONI, J. A.; POWRIGHT R. C. Pollination of greenhouse tomatoes by the North American *Bombus vosnesenskii* (Hymenoptera: Apidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 91, n. 1, p. 71-75, 2014.
- GIANNINI, T. C.; CORDEIRO, G. D.; FREITAS, B. M.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, n. 3, p. 849-857, 2015.
- HILBECK, A.; ANDOW, D. A.; FONTES, E. M. G. **Environmental risk assessment of genetically modified organisms**. CABI Publishing, Wallingford, UK, 2006. v. 2.
- ICMBio. **Sumário Executivo**: livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas>>. Acesso em: 15 dez. 2016.

- IPBES. **Individual chapters and their executive summaries of the thematic assessment on pollinators, pollination and food production (deliverable 3(a))**. Disponível em: <<http://www.ipbes.net/work-programme/pollination>>. Acesso em: 15 dez. 2016.
- JAFFÉ, R.; POPE, N.; CARVALHO, A. T.; MAIA, U. M.; BLOCHTEIN, B.; CARVALHO, C. A. L.; CARVALHO-ZILSE, G. A.; FREITAS, B. M.; MENEZES, C.; RIBEIRO, M. F.; VENTURIERI, G. C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Bees for development: Brazilian survey reveals how to optimize stingless beekeeping. **PLoS ONE**, v. 10, n. 3, 2015.
- KEVAN, P. G.; STRAVER W. A.; OFFER, M.; LAVERTY, T. M. Pollination of greenhouse tomatoes by bumblebees in Ontario. **Proceedings of the Entomological Society of Ontario**, v. 122, p. 15-19, 1991.
- KLEIN, A. M.; VAISSIÈRE, B. E.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society B. Biological Sciences**, v. 274, n. 1608, p. 303-313, 2007.
- MEYRELLES, B. G. **Polinização do tomate cereja em ambiente protegido por abelhas nativas**. 2013. Tese de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, 38 p.
- MORANDIN, L. A.; LAVERTY, T. M.; KEVAN, P. G. Bumble bee (Hymenoptera: Apidae) activity and pollination levels in commercial tomato greenhouses. **Journal of Economic Entomology**, v. 94, n. 2, p. 462-467, 2001.
- MOURE, J. M.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. **Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region**. Curitiba, Brasil: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2007. 1058 p.
- NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Nogueirapis, 1997. 445 p.
- OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos**, v. 120, n. 3, p. 321-326, 2011.
- PEREIRA, C.; MARCHI, G.; SILVA, E. C. **Produção de tomate-caqui em estufas**. Lavras: ESAL, 2006. 26 p.
- RAW, A.; BOAVENTURA, M. C.; FREITAS, G. S. The diversity of a bee fauna: the species of the cerrados of Central Brazil. In: KEVAN, P. G. et al. (Ed.). **Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002. p. 299.
- RIBEIRO, M. de F. **Criação de abelha-sem-ferrão no polo Petrolina, PE - Juazeiro, BA**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2014. 27 p. il.
- ROSELINO, A. C.; BISPO DOS SANTOS, S. A.; BEGO, L. R. Qualidade dos frutos de pimentão (*Capsicum annum* L.) a partir de flores polinizadas por abelhas sem ferrão (*Melipona quadrifasciata* anthidioides Lepeletier 1836 e *Melipona scutellaris* Latreille 1811) sob cultivo protegido. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 8, n. 2, p. 154-158, 2010.
- VELTHUIS, H. H. W.; VAN DOORN, A. 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.
- VILLAS-BOAS, J. **Manual tecnológico: mel de abelhas sem ferrão**. Brasília, DF: Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN), 2012. 96 p.
- WILLE, A. Behavioral adaptations of bees for pollen collecting from Cassia flowers. **Revista de Biologia Tropical**, v. 11, n. 2, p. 205-210, 1963.

WINTER, K.; ADAMS, L.; THORP, R.; INOUE, D.; DAY, L.; ASCHER, J.; BUCHMANN, S. **Importation of non-native bumblebees into North America**: potential consequences of using *Bombus terrestris* and other non-native bumble bees for greenhouse crop pollination in Canada, Mexico and the United States. San Francisco: North American Pollinator Protection Campaign, 2006. 35 p.



***Recursos Genéticos e
Biotecnologia***