

MAIRA COELHO DE MOURA MORAES

**USO DE ABELHAS SEM FERRÃO (HYMENOPTERA, APIDAE: MELIPONINI)
NA POLINIZAÇÃO DO TOMATE CEREJA CULTIVADO EM CASA DE
VEGETAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

M827u
2014 Moraes, Maira Coelho de Moura, 1984-
Uso de abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae:
Meliponini) na polinização do tomate cereja cultivado em casa
de vegetação / Maira Coelho de Moura Moraes. – Viçosa, MG,
2014.

viii, 39f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Lucio Antonio de Oliveira Campos.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 30-39.

1. Tomate. 2. Abelha sem ferrão. 3. Meliponini.
4. Polinização por inseto. 5. Casa de vegetação. I. Universidade
Federal de Viçosa. Departamento de Biologia Geral. Programa
de Pós-graduação em Entomologia. II. Título.

CDD 22. ed. 595.799

MAIRA COELHO DE MOURA MORAES

**USO DE ABELHAS SEM FERRÃO (HYMENOPTERA, APIDAE: MELIPONINI)
NA POLINIZAÇÃO DO TOMATE CEREJA CULTIVADO EM CASA DE
VEGETAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 28 de novembro de 2014.



Weyder Cristiano Santana



Maria Augusta Lima Siqueira



Lucio Antônio de Oliveira Campos

(Orientador)

AGRADECIMENTOS

É muito bom poder agradecer tantas pessoas que durante este período estiveram do meu lado, me apoiando, incentivando e alegrando os meus dias.

A Deus, inteligência suprema, causa primeira de todas as coisas e Pai misericordioso e bom de todos nós, o meu muito obrigada por tudo;

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos;

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia, pela oportunidade de realização do curso;

Ao Professor Dr. Lúcio Antônio de Oliveira Campos, pela orientação, apoio, amizade e por me apresentar ao fantástico mundo das abelhas;

À FAO, Funbio e ao CNPq pelo financiamento do projeto;

Aos funcionários do Apiário, Geraldo Paiva, Iris Stanciole e Geraldo Meri Ferreira por toda ajuda, pela amizade e por todo cuidado e zelo com as plantas de tomate e com as abelhas, além dos valiosos conselhos;

Aos demais funcionários, Geselmino Correa, Antônio Araújo e Antônio Carlos Alves, pelas conversas descontraídas durante o intervalo para o café;

Ao Henrique Lopes da Clínica de Doenças de Plantas, pelas análises e ajuda na identificação das doenças dos tomateiros;

Aos funcionários da Fitotecnia Geraldo e Paulo Márcio pela ajuda no controle das doenças e também pelos conselhos;

À minha mãe, pelo amor, apoio e incentivo em todos os momentos;

À minha irmã, pelo respeito, admiração e estímulo na consolidação desse sonho;

Ao meu querido marido, por sua presença constante, pelo amor e por sua incondicional atenção;

Agradeço a toda minha família, em especial as minhas tias: Lídia, Liracir e Lenice e a minha avó Margarida, pelo incentivo ao meu crescimento pessoal, profissional e apoio durante o período de decisão e realização desse trabalho;

Às primas Aline, Lívia e Ana Carolina, amigas imprescindíveis na vida de qualquer ser humano;

Às amigas Talitta e Paula, pelo grande apoio nos meus primeiros dias em Viçosa e no decorrer dos estudos;

À amiga Bianca pela amizade, acolhimento e carinho durante o tempo que morei em sua casa;

Aos amigos abelhudos: Camila, Crislayne, Cristiane, Denise, Evelyn, Hugo, Jaqueline, Larissa, Priscila, Raissa, Riudo, Samira, Santos, Wiviane e Professor Dr. Weyder Santana, por toda ajuda, pela amizade, bons conselhos e ótimos momentos de descontração. Com vocês tudo fica mais fácil;

Aos amigos de Cataguases, especialmente ao Leonardo, pelo apoio e amizade;

A Paula Netto que por muitas vezes além de amiga foi professora, obrigada pela paciência e companheirismo;

Ao amigo Riudo, pelas dicas, pelo tempo que esteve comigo me ajudando, aconselhando e pela realização das análises estatísticas;

As mais novas amigas Aline e Marcelita, pela ajuda nas análises e revisão final.

Obrigada a todos!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE TABELAS.....	vi
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 – A Importância e o uso das abelhas na polinização de culturas agrícolas.....	1
1.2 – O cultivo do Tomate e seu cultivo em casa de vegetação.....	4
2. OBJETIVOS.....	7
3. MATERIAL E METODOS.....	8
3.1 – Área de estudo.....	8
3.2 – Implantação das culturas.....	9
3.3 – Instalação das colmeias.....	10
3.4 – Testes de polinização.....	11
3.5 – Análise dos dados.....	17
4. RESULTADOS	18
5. DISCUSSÃO... ..	26
6. CONCLUSÃO.....	29
7. BIBLIOGRAFIA.....	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Casa de vegetação utilizada nos experimentos de polinização do tomate tipo “cereja” no município de Viçosa – MG.....	8
Figura 2 – Plantio de tomate tipo “cereja” em vasos individuais, mantidos em casa de vegetação	9
Figura 3 – Colônia de <i>Melipona Bicolor</i> instalada na casa de vegetação: (A) Vista externa do ninho; (B) Vista do acesso ao interior da casa de vegetação e (C) Entrada do ninho.....	10
Figura 4 – Marcações geométricas dispostas dentro da casa de vegetação.....	11
Figura 5 – Esquemas utilizados neste trabalho para ilustrar a organização do experimento I (A); experimento II (B) e experimento III (C).....	14
Figura 6 – Abelha <i>Melipona quadrifasciata</i> forrageando na casa de vegetação: (A) Coletando solução de mel de <i>Apis mellifera</i> e água (70% mel + 30% água) em um alimentador e (B) Coletando pólen em uma flor do tomateiro.....	18
Figura 7 – Abelhas sem ferrão visitando flores do tomateiro. (A) <i>Melipona bicolor</i> . (B) <i>Nannotrigona testaceicornis</i>	19
Figura 8 – Frutos do tomate cereja polinizados pela abelha <i>M. quadrifasciata</i> (PV) e fruto oriundo de flor autopolinizada espontaneamente (VR) (experimento I). (A) Híbrido “Chipano®”. (B) Híbrido “Sweet Gold®”	20
Figura 9 – Peso médio (A, D), Número médio de sementes (B, C) e Largura do pericarpo (C, F) dos frutos do tomateiro (<i>Solanum lycopersicon</i>) dos híbridos “Chipano®” e “Sweet Gold®” cultivados no Experimento I e submetidos aos tratamentos de Autopolinização espontânea (VR) e Polinização por <i>M. quadrifasciata</i> (PV). Médias seguidas de letras diferentes indicam diferença estatística ($p < 0,05$) pelo teste U de Wilcoxon-Mann-Whitney.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela comparativa entre as qualidades dos frutos produzidos no Experimento I com o tomateiro dos híbridos “Chipano[®]” e “Sweet Gold[®]” entre os grupos de Autopolinização espontânea (VR) e polinização por *M. quadrifasciata* (PV). Valor médio de cada medida seguido de seu respectivo erro padrão.....23

Tabela 2 – Tabela comparativa entre as medias de qualidade dos frutos do híbrido “Chipano[®]” produzidos entre os grupos de Autopolinização espontânea (VR), Polinização Manual (PM), Polinização Cruzada Manual (PCM) e Polinização pela abelha *M. bicolor*, Polinização por abelha (PV), Polinização pelas abelhas *M. bicolor* e *N. testaceicornis*, Polinização por visita única de *M. bicolor* e Polinização por visita única de *N. testaceicornis*, no Experimento II. Valor médio de cada medida seguido de seu respectivo erro padrão.....24

Tabela 3 – Tabela Comparativa entre as medias de qualidade dos frutos do híbrido “Chipano[®]” produzidos entre os grupos de Autopolinização espontânea (VR), Polinização Manual (PM), Polinização Cruzada Manual (PCM) e Polinização pela abelha *N. testaceicornis* no Experimento III. Valor médio de cada medida seguido de seu respectivo erro padrão.....25

RESUMO

MORAES, Maira Coelho de Moura. Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2014. **Uso de Abelhas sem Ferrão (Hymenoptera, Apidae: Meliponini) na polinização do tomate cereja cultivado em casa de vegetação.** Orientador: Lúcio Antônio de Oliveira Campos.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da polinização realizada pelas abelhas sem ferrão *Melipona quadrifasciata*, *Melipona bicolor*, *Nannotrigona testaceicornis* e *Partamona helleri* na qualidade dos frutos do tomate do grupo “Cereja” cultivado em casa de vegetação. Os experimentos foram realizados no campus da Universidade Federal de Viçosa. Foram utilizados dois híbridos de tomate cereja, de coloração vermelha ‘Chipano[®]’ e amarela ‘Sweet Gold[®]’. Diferenças significativas foram encontradas entre as médias dos parâmetros avaliados, independente do híbrido utilizado. No primeiro experimento foi realizado de abril a julho de 2013, foram plantados dois híbridos e a abelha utilizada foi *M. quadrifasciata*. Os tratamentos realizados foram: autopolinização espontânea e com visita da abelha. Nos experimentos II e III realizados de abril a julho de 2014, foi cultivado somente o híbrido Chipano[®] e as quatro espécies de abelhas foram utilizadas. Os tratamentos realizados foram: autopolinização, polinização manual, polinização cruzada manual, polinização por abelha e polinização por visita única. Em todos os experimentos os frutos originados de flores polinizadas pelas abelhas foram mais pesados, com maior número de sementes, maior espessura do pericarpo e maior tamanho que os frutos autopolinizados. Uma única visita de *M. Bicolor* ou de *N. testaceicornis* foi suficiente para polinizar as flores do tomateiro. Os frutos do tratamento de polinização cruzada manual não diferiram estatisticamente dos frutos autopolinizados. O aumento da qualidade dos frutos produzidos a partir de flores polinizadas pelas abelhas ressalta a importância da presença desses insetos como polinizadores do tomate cereja em ambiente fechado. Essas abelhas podem se adaptar as condições da casa de vegetação, porém torna-se necessário a realização de estudos que permitam um manejo adequado, de modo a melhorar seu desempenho como polinizadoras nesse tipo de ambiente.

ABSTRACT

MORAES, Maira Coelho de Moura. Universidade Federal de Viçosa, november, 2014. **Use of stingless bees (Hymenoptera, Apidae: Meliponini) in pollination of tomato cherry grow in a greenhouse.** Adviser: Lúcio Antônio de Oliveira Campos.

This study aimed to evaluate the effect of pollination by stingless bees *Melipona quadrifasciata*, *Melipona bicolor*, *Nannotrigona testaceicornis* and *Partamona helleri* in fruit quality of tomato group "Cherry" grown in a greenhouse. The experiments were carried out on the Universidade Federal de Viçosa. Two cherry tomatoes hybrid were used, red coloration 'Chipano[®]' and yellow 'Sweet Gold[®]'. Significant differences were found between the means of the parameters evaluated, regardless of the hybrid used. The first experiment was conducted from April to July 2013 were tested both hybrids and the stingless bee, *M. quadrifasciata* was used. The treatments were: self-pollination and bee visitation. In experiments II and III conducted from April to July 2014, only the hybrid Chipano[®] was used and the four species were tested. The treatments were: self-pollination, hand pollination, manual cross-pollination, pollination by bees and pollination single visit. In all experiments, the fruit originated from flowers pollinated by bees were heavier, with larger seeds, thicker pericarp and larger fruit that self-pollination. A single visit of *M. bicolor* and *N. testaceicornis* was sufficient to pollinate the tomato flowers. The fruits of the treatment manual cross-pollination did not differ statistically from self-pollination. The increased quality of fruit produced from flowers pollinated by bees highlights the importance of the presence of these insects as pollinators of cherry tomatoes or indoors. These bees can adapt the conditions of a greenhouse, but it is necessary to conduct studies that allow proper management in order to improve their performance as pollinators in this of environment.

1. INTRODUÇÃO

1.1 A importância e o uso das abelhas na polinização de culturas agrícolas

A polinização é um fenômeno natural que consiste no processo de transferência dos grãos de pólen das anteras de uma flor para a superfície estigmática da mesma flor ou de outra flor da mesma espécie (Corbet *et al.*, 1991). A polinização é o primeiro passo no processo reprodutivo sexuado das angiospermas e este processo pode ser mediado por vetores abióticos (vento, água e gravidade) ou bióticos (animais) (Free, 1993; Nabhan e Buchmann, 1997; Kevan, 1999; Westerkamp, 2004).

Se esta transferência de grãos de pólen para a flor for bem sucedida, os grãos de pólen germinam formando os tubos polínicos que crescem para dentro do estilete em direção ao ovário (Proctor *et al.*, 1996; Usman *et al.*, 1999). Após a entrada no saco embrionário, o núcleo que corresponde ao gameta masculino se funde com a oosfera e o outro gameta com os núcleos polares, resultando na formação do embrião e do endosperma respectivamente (Maheshwari, 1950)

Embora muitos grupos de insetos e outros organismos sejam conhecidos como polinizadores, as abelhas constituem o grupo mais importante em número e diversidade (Bawa *et al.*, 1985). As abelhas são essenciais para a reprodução e manutenção da diversidade genética de muitas espécies de plantas nativas e agrícolas (Kearns *et al.*, 1998; Slaa *et al.*, 2006).

As plantas oferecem diversos recursos atrativos às abelhas, tais como fragrâncias, resinas, tricomas florais, néctar, pólen e óleo, os quais podem ser utilizados pelas abelhas como recursos alimentares e de construção de ninho, por exemplo (Simpson e Neff, 1981). Em contrapartida, as abelhas ao visitar estas plantas podem promover a polinização cruzada, o que torna essa associação uma relação de benefício mútuo entre plantas e abelhas (Morato e Campos, 2000).

Entre as espécies de vegetais cultivadas no mundo, estima-se que 73% sejam polinizadas por alguma espécie de abelha (FAO, 2008). A polinização por abelhas contribui para o aumento da produção agrícola e do número de sementes, melhora a qualidade do fruto, uniformiza o seu amadurecimento e diminui os índices de malformação (Williams *et al.*, 1991). Esses benefícios são encontrados mesmo em plantas autógamas, como por exemplo, nas culturas de canola (*Brassica napus* L.) e café (*Coffea arabica*) (Coelho, 2008; Durán *et al.*, 2010).

O uso das abelhas como polinizadores de cultivos de importância agrícola foi muito incrementado no século XX, quando surgiram os estudos para viabilizar o uso de abelhas solitárias como polinizadores agrícolas, destacando *Megachile rotundata* para a polinização da alfafa (Pitts-Singer e Cane, 2011) e *Osmia cornifrons* para a polinização de maçã e amêndoas nos Estados Unidos (Imperatriz-Fonseca *et al.*, 2012)

Na Europa, a grande mudança para a utilização de novos polinizadores foi realizada na Holanda e na Bélgica, com a implantação de grandes companhias de criação em larga escala de abelhas do gênero *Bombus*, polinizadores eficientes de culturas agrícolas mantidas em ambiente protegidos (estufas e casas de vegetação) (Velthuis e van Doorn, 2006).

Atualmente, o manejo da abelha *Apis mellifera* é comum para a polinização das mais diversas culturas (Velthuis, 2002). No Brasil, o estado de Santa Catarina foi pioneiro na utilização de colmeias dessas abelhas, de modo racional e profissional, para a polinização dos pomares de macieiras (Picolli, 1999).

No entanto, para que o visitante floral, incluindo as abelhas, seja considerado efetivo, é preciso que ao ser atraído pelas flores dessa cultura, seu tamanho e comportamento sejam adequados para remover o pólen das anteras e depositá-lo nos estigmas, que transporte em seu corpo grande quantidades de pólen viável e compatível e que visite as flores quando os estigmas ainda apresentam boa receptividade antes que o processo de degeneração dos óvulos tenha iniciado (Freitas e Paxton, 1996).

Nos Estados Unidos, o valor dos benefícios da polinização em culturas agrícolas, realizado somente pelas abelhas melíferas, é estimado em 15 bilhões de dólares por ano (Obama, 2014). Considerando apenas os polinizadores nativos (excluindo *Apis mellifera*), o valor do serviço de polinização é estimado em 4,1 bilhões de dólares por ano (Prescott-Allen e Prescott-Allen, 1990).

Dada à amplitude, gravidade e persistência da perda de abelhas *Apis* e abelhas nativas nos EUA, o presidente Barack Obama publicou um recente memorando o qual ressalta a importância da criação de uma estratégia federal para reverter as perdas de polinizadores e ajudar a restabelecer as populações a níveis saudáveis no país (Obama, 2014).

No Brasil, o interesse em se estudar as abelhas da tribo Meliponini, popularmente conhecidas como Abelhas sem Ferrão (ASF) tem aumentado consideravelmente ao longo dos últimos cinquenta anos. Este fato deve-se a alta diversidade das espécies de ASF, tanto do ponto de vista morfológico quanto comportamental, além do fato de serem abelhas pouco agressivas, fáceis de manejar e possuem colmeias numerosas (Nogueira-Neto, 1997).

As ASF compõem o grupo mais diverso de abelhas sociais e estão distribuídas em regiões tropicais e subtropicais do mundo (Michener, 2007). Na região neotropical, a revisão de Camargo e Pedro (2007), aponta que as ASF correspondem a 391 espécies com nomes válidos, número de espécies certamente subestimado.

Alguns estudos mostram a eficiência de abelhas sem ferrão como polinizadores. Vários gêneros como *Geotrigona*, *Melipona*, *Nannotrigona*, *Partamona*, *Plebeia*, *Scaptotrigona* e *Trigona* foram observadas polinizando muitas culturas agrícolas (Heard, 1999; Slaa *et al.*, 2006), como por exemplo: café (*Coffea arábica* e *Coffea canephora*) (Klein *et al.*, 2003 a,b), abacate (*Persea americana*) (Can-Alonso *et al.* 2005), morango (*Fragaria x ananassa*) (Asiko, 2004; Malagogi-Braga e Kleinert, 2004), pimentão (*Capsicum annuum*) (Meeuwsen, 2000; Cruz *et al.*, 2004), tomate (*Solanum lycopersicon*) (Santos *et al.*, 2004; Del Sarto *et al.*, 2005), entre outros.

Os principais fatores que têm ameaçado as populações das ASF e de outras abelhas são: fragmentação dos habitats, queimadas, extração madeireira, o uso indiscriminado de pesticidas e eliminação de flora apícola. Em algumas regiões, a ação inadequada de meleiros também constitui ameaça para essas abelhas, por exemplo, em Uberlândia- MG, este impacto eliminou quatro espécies: *Melipona rufiventris*, *Melipona bicolor*, *Melipona marginata* e *Cephalotrigona femorata* (Kerr *et al.*, 2005).

Desta forma, o declínio das populações de polinizadores no mundo pode, supostamente, afetar a produção agrícola, tendo como consequência a redução da produção de frutas, verduras e oleaginosas (como café e canola, por exemplo) para quantidades abaixo do necessário para o consumo atual (Gallai *et al.*, 2009).

1.2 O tomateiro e seu cultivo em casa de vegetação

O tomateiro tem como centro de origem a região andina, desde o Equador, passando pela Colômbia, Peru, Bolívia, até ao norte do Chile. Foram os espanhóis e os portugueses que difundiram o tomate pelo mundo através de suas colônias ultramarinas. No Brasil, a introdução do tomate deve-se a imigrantes europeus (principalmente italianos, espanhóis e portugueses) no final do século XIX. No entanto, a difusão e o incremento no consumo começaram a ocorrer apenas depois da Primeira Guerra Mundial, por volta de 1930 (Alvarenga, 2004).

No ano de 2013 a produção de tomate foi de 3.987.367 toneladas, com um rendimento médio de 66.076kg/ha (IBGE, 2014). A produção nacional abriga uma cadeia de mais de 10.000 produtores, com 60.000 famílias de trabalhadores cujo efetivo é de mais de 200.000 pessoas envolvidas na atividade de cultivo dos tomateiros (Tavares, 2003).

As flores do tomateiro (*Solanum lycopersicon*) não produzem néctar, sendo o pólen o único atrativo para os visitantes (McGregor, 1976). Suas anteras possuem deiscência poricida e para que os grãos de pólen sejam

liberados através dos poros apicais é necessário que as anteras sejam vibradas (Buchmann e Hurley, 1978). A polinização por vibração em espécies da família Solanaceae é particularmente relevante (Raw, 2000), onde esse tipo de polinização é denominado “Buzz pollination”, que é realizado por determinadas espécies de abelhas, que usam sua musculatura torácica para vibrar as anteras e liberar o pólen (Buchmann e Hurley, 1978; Buchmann, 1983).

Algumas espécies de abelhas coletam pólen de anteras poricidas através do comportamento tido como “ordenha” (*milking*) (Wille, 1963), onde a abelha introduz sua probóscide através dos poros apicais das anteras e retira os grãos de pólen. Outras abelhas, no entanto, retiram o pólen após perfurar as anteras (Gottsberger e Silberbauer-Gottsberger, 1988; Carvalho e Oliveira, 2003).

O tomateiro é susceptível a um grande número de doenças e pragas, cujo controle exige esforços constantes para evitar grandes prejuízos econômicos (Lange e Bronson, 1981). O cultivo do tomate em casas de vegetação possibilita a redução no uso de defensivos agrícolas (Eklund *et al.*, 2005), além de oferecer proteção contra adversidades climáticas (Malagodi-Braga e Kleinert, 2002).

Em cultivos de tomate em áreas abertas o vento e a visitação das abelhas promovem a vibração das flores e conseqüentemente, a deposição do pólen no estigma da própria flor (McGregor, 1976; Picken 1984; Paxton e Banda, 1991; Cauich *et al.*, 2004). Em plantios cultivados em ambiente protegido, esse requerimento da polinização é escasso ou ausente e tem sido suprido através do processo manual, a qual pode ser realizada com a utilização de um bastão para vibrar os fitilhos de tutoramento dos tomateiros ou com dispositivos mecânicos, como por exemplo, equipamentos que produzem fluxos de ar (Dogterom *et al.*, 1998; Pereira *et al.*, 2000). Estas alternativas de polinização podem causar danos aos frutos, reduzindo assim seu valor comercial, além de requererem mão de obra contratada, o que encarece e limita a sua produção (Picken, 1984; Del Sarto *et al.*, 2005).

Muitos estudos avaliaram a utilização e a eficiência de abelhas do gênero *Bombus*, na polinização de cultivos de tomate em casa de vegetação, refletindo no aumento da quantidade e da qualidade dos frutos produzidos (Banda e Paxton, 1991; Kevan *et al.*, 1991; van Ravestijn e van der Sande, 1991; Straver e Plowright, 1991; Dogterom *et al.*, 1998; Pressman *et al.*, 1999; Vergara e Fonseca Buendía, 2012). A partir destes estudos deu-se início à utilização destas abelhas em cultivos de tomateiros em ambiente protegido (Morandin *et al.*, 2001).

As abelhas do gênero *Bombus*, assim como, as do gênero *Melipona*, apresentam o comportamento de polinização por vibração. Em relação as abelhas *Melipona*, seu manejo possui várias vantagens quando comparado ao uso de abelhas do gênero *Bombus*, como por exemplo: não possuem ferrão, são menos agressivas e possuem uma grande diversidade de espécies, além do seu fácil manejo dentro de casas de vegetação (Buchmann *et al.*, 1977). Outras espécies de abelhas também têm se mostrado eficientes na polinização do tomateiro, como as abelhas *Nannotrigona perilampoides* (Cauich *et al.*, 2004, Palma *et al.*, 2008), *Amegila chlorocyanea* (Hogendoorn *et al.*, 2006) e *Melipona quadrifasciata* (Del Sarto *et al.*, 2005; Bispo dos Santos *et al.*, 2009; Meyrelles, 2013).

Apesar dos resultados positivos do uso das abelhas sem ferrão em cultivos em casa de vegetação, sua utilização é praticamente inexistente. Um dos motivos para o uso restrito destas abelhas é a indisponibilidade de colônias em larga escala (Cortopassi-Laurino *et al.*, 2006), bem como o desenvolvimento de técnicas de manejo adequadas para mantê-las em ambientes de cultivo protegido (Kearns e Inouye, 1997; Heard, 1999; Freitas, 2002).

2. OBJETIVOS

2.1 – Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho foi verificar a influência das abelhas sem ferrão na polinização do tomateiro tipo “cereja” (*Solanum lycopersicon*, Solanaceae) cultivado em casa de vegetação e avaliar a importância desses polinizadores na produtividade de frutos.

2.2 - Objetivos Específicos

- Avaliar o efeito das abelhas *Melipona quadrifasciata* na polinização da cultura do tomate tipo “cereja” das variedades “Chipano[®]” e “Sweet Gold[®]” cultivado em casa de vegetação;
- Verificar a eficiência das abelhas *Melipona bicolor*, *Nannotrigona testaceicornis* e *Partamona helleri* na polinização da cultura do tomate tipo “cereja” da variedade “Chipano[®]” cultivado em casa de vegetação;

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Área de estudo

O estudo foi realizado em casas de vegetação localizadas no campus da Universidade Federal de Viçosa, na cidade de Viçosa (20°45'14''S e 42°52'53''W), Minas Gerais. Os plantios foram estabelecidos em duas épocas: de abril a julho de 2013 (Experimento I) e de abril a julho de 2014 (Experimentos II e III).

As casas de vegetação utilizadas possuem área de 108 m², com altura de 3,2 m nas laterais e 5,2 m no topo, coberta com filme agrícola difusor de luz 150 micras de espessura, anti-UV, totalmente fechadas nas laterais com tela antivírus 50 mesh. Vale ressaltar que as casas de vegetação não possuíam controle de umidade e temperatura (Figura 1).



Figura 1 - Casa de vegetação utilizada nos experimentos de polinização do tomate tipo “cereja” no município de Viçosa - MG.

3.2 - Implantação das culturas

As mudas de tomateiro foram obtidas por meio de semeadura em bandejas de isopor de 128 células, preenchidas com substrato comercial, com uma semente por célula e irrigadas uma vez ao dia.

Após 30 dias, as mudas foram transplantadas para vasos de plástico de 8 kg preenchidos com substrato comercial e adubados individualmente com 40 gramas de NPK (4: 14: 8). Aplicações de 15 gramas de Sulfato de amônio foram feitas a cada 20 dias, até o 60º dia.

O espaçamento entre os vasos utilizados foi de 1,00m x 0,70 m (Figura 2). A irrigação do plantio foi feita a partir de um sistema automatizado, programado para irrigar duas vezes ao dia, assim quando acionado o sistema de irrigação, cada vaso recebia 600 ml de água.

Foram obtidos dados de temperatura e umidade relativa do ar, durante 24 horas, utilizando *dataloggers* instalados dentro das casas de vegetação, desde a semeadura até a colheita total da produção.



Figura 2 – Plantio de tomate tipo “cereja” em vasos individuais, mantidos em casa de vegetação.

3.3 - Instalação das colmeias

Foram selecionadas colmeias de ASF fortes (com grande número de cria) das espécies *Melipona bicolor*, *Melipona quadrifasciata*, *Nannotrigona testaceicornis* e *Partamona helleri*, pertencentes ao Apiário Central da Universidade Federal de Viçosa. As colmeias destas abelhas foram mantidas fechadas durante 07 dias antes de serem soltas na casa de vegetação. Após isso a abertura da entrada das caixas foi realizada sempre no período noturno.

As colônias foram colocadas em suportes com 1,5m de altura, posicionadas do lado de fora da casa de vegetação. A entrada das colônias foi conectada ao interior da casa de vegetação através de um tubo de PVC com 10 cm de comprimento e 01 cm de diâmetro, permitindo assim a passagem das abelhas para o interior da mesma (Figura 3) (Meyrelles, 2013). No intuito de preservar a arquitetura de entrada do ninho de *Partamona helleri* e facilitar o retorno destas abelhas às colônias, as mesmas foram mantidas dentro da casa de vegetação.

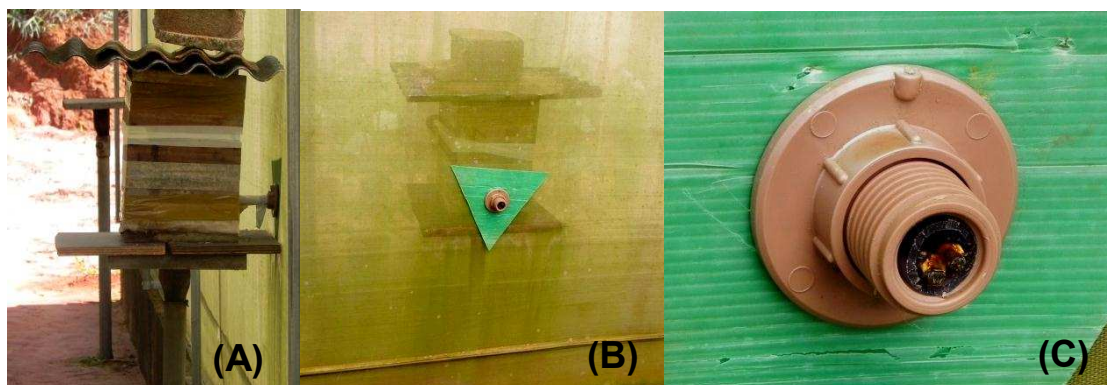


Figura 3 – Colônia de *Melipona Bicolor* instalada na casa de vegetação: (A) Vista externa do ninho; (B) Vista do acesso ao interior da casa de vegetação e (C) Entrada do ninho.

Para suprir as colônias com alimento energético, uma vez que as flores dos tomateiros não apresentam néctar, foram colocados alimentadores artificiais contendo solução aquosa de mel (70% de mel de *Apis mellifera* em

água), dentro da casa de vegetação, dispostos em suportes com diferentes alturas (Meyrelles, 2013).

Marcações com formas geométricas de distintas cores foram distribuídas aleatoriamente pela casa de vegetação, com o intuito de auxiliar a orientação de voo das abelhas (Sugestão do Prof. Weyder Cristiano Santana - UFV) (Figura 4).



Figura 4 – Marcações geométricas dispostas dentro da casa de vegetação.

3.4 – Testes de polinização

No experimento I (de abril a julho de 2013) foram introduzidas quatro colônias de *Melipona quadrifasciata* em uma casa de vegetação onde estavam sendo cultivados tomateiros dos híbridos “Chipano[®]” (vermelho) e “Sweet Gold[®]” (amarelo), com 50 plantas de cada híbrido. Neste experimento os 1^o, 2^o e 3^o cachos foram submetidos a dois tratamentos de polinização: Autopolinização espontânea (VR) e Polinização por Abelha (PV). Os dois tratamentos de polinização foram distribuídos em bloco inteiramente casualizado, com 50 repetições para cada híbrido. Foram colhidos os quatro

primeiros frutos de cada cacho (1º cacho, N=100, 2º cacho, N=100 e 3º cacho, N=100).




No experimento II (abril a julho de 2014) foi utilizado somente o híbrido “Chipano[®]” (vermelho) e foram plantadas 100 plantas deste híbrido em uma casa de vegetação. Neste experimento foram utilizadas duas colônias de *Nannotrigona testaceicornis* e uma colônia de *Melipona bicolor*. As flores do 4º cacho foram submetidas aos seguintes tratamentos de polinização: Autopolinização espontânea (VR), Autopolinização Manual (PM), Polinização Cruzada Manual (PCM), Polinização por *Melipona bicolor* (*M. bicolor*), Polinização por Abelha (PV), Polinização por *M. bicolor* e *N. testaceicornis* (*M. bicolor* e *N. testaceicornis*) e Polinização por visita única de *M. bicolor* e visita única de *N. testaceicornis*.

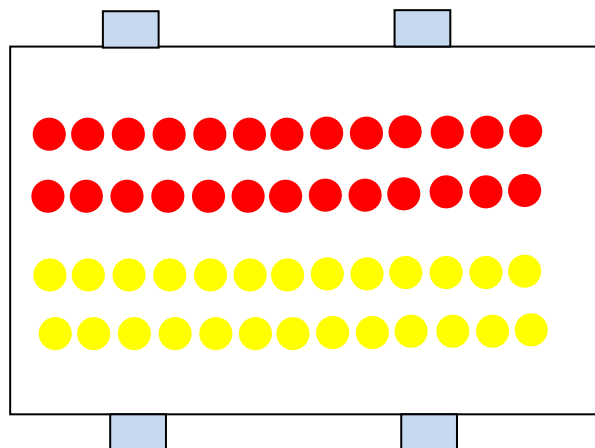
No experimento III (abril a julho de 2014) foi utilizado somente o híbrido “Chipano[®]” (vermelho) e foram plantados 100 plantas deste híbrido em uma casa de vegetação. Três colônias de *Melipona quadrifasciata*, uma colônia de *Partamona helleri* e duas colônias de *Nannotrigona testaceicornis* foram introduzidas na casa de vegetação. As flores do 4º cacho foram submetidas aos seguintes tratamentos de polinização: Autopolinização espontânea (VR), Autopolinização Manual (PM), Polinização Cruzada Manual (PCM) e Polinização por *N. testaceicornis* (*N. testaceicornis*).

Nos experimentos II e III, foram escolhidos 20 cachos para a realização dos seguintes tratamentos: Autopolinização espontânea (VR), Autopolinização Manual (PM) e Polinização Cruzada Manual (PCM) (N= 80 por tratamento) e para os tratamentos de polinização por visita única de *M. bicolor* e visita única de *N. testaceicornis* foram selecionadas 60 flores de tomateiro para cada espécie de abelha. Todas as outras flores ficaram expostas podendo receber ou não a visita das abelhas.

Experimento I (Abril a julho de 2013)




(A)

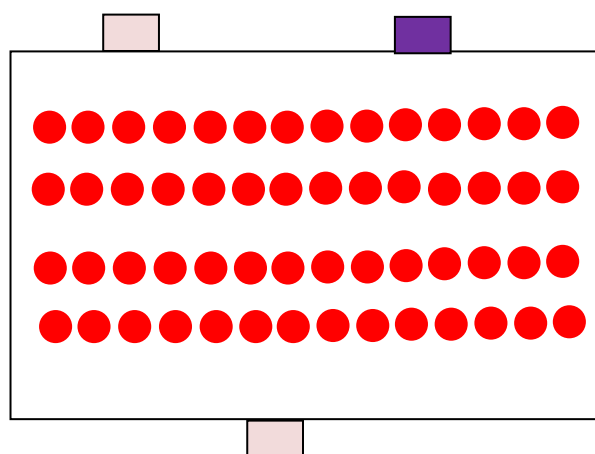
- Uma Casa de vegetação, 25 plantas em cada fileira.
-  quatro colônias de *M. quadrifasciata*.
-  plantas do híbrido “Chipano[®]” (vermelho).
-  plantas do híbrido “Sweet Gold[®]” (amarelo).
- Tratamentos de polinização: Autopolinização espontânea (VR) e Polinização por abelha (PV).
- 1^o, 2^o e 3^o cachos foram estudados.



Experimento II (Abril a julho de 2014)

(B)


- Uma casa de vegetação, 25 plantas em cada fileira.
-  duas colônias de *N. testaceicornis*.
-  uma colônia de *M. bicolor*.
-  plantas do híbrido “Chipano[®]” (vermelho).




- Tratamentos de polinização: Autopolinização espontânea (VR), Autopolinização Manual (PM), Polinização Cruzada Manual (PCM), Polinização por *Melipona bicolor* (*M. bicolor*), Polinização por Abelha (PV), Polinização por *M. bicolor* e *N. testaceicornis* (*M. bicolor* e *N. testaceicornis*) e Polinização por visita única de *M. bicolor* e visita única de *N. testaceicornis*.
- 4^o cacho estudado.


Experimento III (Abril a julho de 2014)

- Uma casa de vegetação, 25 plantas em cada fileira.

-  três colônias de *M. quadrifasciata*.

-  uma colônia de *P. helleri*.

-  duas colônias de *N. testaceicornis*.

-  plantas do híbrido “Chipano[®]” (vermelho).

- Tratamentos de polinização: Autopolinização espontânea (VR), Autopolinização Manual (PM), Polinização Cruzada Manual (PCM) e Polinização por *N. testaceicornis*.

- 4^o cacho estudado.

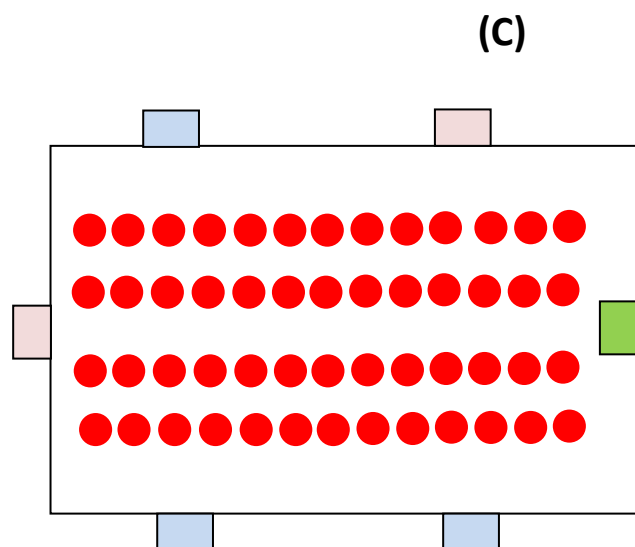


Figura 5 – Esquemas utilizados neste trabalho para ilustrar a organização do experimento I (A); experimento II (B) e experimento III (C).

Os métodos adotados em cada tratamento de polinização deste estudo foram descritos em Meyrelles (2013) e Baptistella (2013). Segue abaixo a descrição de cada procedimento.

- Autopolinização espontânea (VR): os cachos foram marcados e protegidos com sacos de voal antes da antese para a observação do efeito da autopolinização espontânea e essa proteção foi removida logo após o aparecimento dos frutos.
- Autopolinização manual (PM) – os cachos foram marcados na pré-antese e protegidos com sacos de voal. As flores foram polinizadas manualmente através de vibração manual dos fitilhos de tutoramento por cinco segundos uma vez ao dia e a proteção foi removida logo após o aparecimento dos frutos.

- Polinização cruzada manual (PCM) – os botões florais foram marcados na pré-antese e ensacados com sacos de voal. Após 48 horas da antese, as flores foram desensacadas e polinizadas manualmente com um “mix” de pólen (pólen extraído de 20 flores de diferentes tomateiros), tocando-se a superfície estigmática e a proteção foi removida logo após o aparecimento dos frutos.
- Polinização por *M. quadrifasciata* (PV) – para este teste as flores ficaram expostas, permitindo a visitação pelas abelhas durante todo o tempo. As flores visitadas foram devidamente identificadas.
- Polinização por *M. bicolor* e *N. testaceicornis* – para este teste foi permitido a visitação das duas espécies de abelhas durante três dias. As flores visitadas pelas duas abelhas foram devidamente identificadas e ensacadas após este período e essa proteção foi removida logo após o aparecimento dos frutos.
- Polinização por *M. bicolor* – para este teste as flores ficaram expostas, permitindo a visitação pelas abelhas durante três dias. As flores visitadas foram devidamente identificadas e ensacadas e essa proteção foi removida logo após o aparecimento dos frutos. Durante este período não foi permitida a saída das abelhas *N. testaceicornis* de suas colônias.
- Polinização por *N. testaceicornis* – para este teste os procedimentos adotados foram os mesmo citados no tratamento de Polinização por *M. bicolor*, porém, a abelha impedida de visitar as flores foi a *M. bicolor*.
- Polinização por visita única das abelhas *M. bicolor* e visita única de *N. testaceicornis* - botões florais em pré-antese foram marcados e ensacados. Quando abertas, as flores foram desensacadas e observadas de modo que, quando visitada, a abelha que a visitou pudesse ser identificada. Após essa visita, as flores foram identificadas e novamente ensacadas de modo a evitar que outras abelhas as visitassem. Essa proteção foi removida logo após o aparecimento dos frutos.

A colheita dos frutos foi realizada, aproximadamente, 90 dias após o transplante das mudas nos vasos, quando os frutos apresentavam coloração vermelho homogêneo no híbrido “Chipano[®]” e coloração amarelo uniforme no híbrido “Sweet Gold[®]”. Posteriormente os frutos foram pesados, medidos o diâmetro vertical, o diâmetro horizontal, a largura do pericarpo, além disso, as

sementes foram extraídas e contabilizadas. Para essas medições foram utilizadas uma balança de precisão e um paquímetro digital.

Foi necessária a utilização de defensivos agrícolas no final do ciclo dos cultivos, ou seja, quando os frutos já estavam formados e no início do amadurecimento. A partir deste momento, todas as colônias foram retiradas de dentro da casa de vegetação e não foram reintroduzidas.

3.5 – Análise dos dados

Foram planilhados os valores obtidos através dos parâmetros: peso, diâmetro vertical, diâmetro horizontal, largura do pericarpo e número de sementes dos frutos provenientes dos cachos 1, 2, 3 e 4. Esses valores foram comparados entre os tratamentos de polinização realizados nas casas de vegetação.

A normalidade dos dados foi testada através do teste de Kolmogorov-Smirnov e foram realizados testes não paramétricos. Todos os testes foram feitos ao nível de significância de 5%.

No Experimento I as análises foram feitas separadamente para os híbridos “Chipano[®]” e “Sweet Gold[®]”. Os parâmetros dos frutos provenientes de cada cacho em relação aos tratamentos (VR) e (PV) foram analisados através do teste U de Wilcoxon-Mann-Whitney (Zar, 1999).

Nos Experimentos II e III os parâmetros dos frutos provenientes do quarto cacho em relação aos diferentes tratamentos (VR, PM, PCM, PV, Polinização por *M. bicolor*, Polinização por *M. bicolor* e *N. testaceicornis* e polinização por visita única de *M. bicolor* e visita única de *N. testaceicornis*) foram testados através do teste de Kruskal-Wallis e o teste *posteriori* de Dunn (Zar, 1999).

4. RESULTADOS

Ao saírem de seus ninhos, as operárias forrageiras de ASF mais experientes apresentaram o comportamento de voar em direção à luz do sol, assim quando a maioria delas se chocou contra a tela da casa de vegetação ficavam desorientadas, não retornavam aos seus ninhos e conseqüentemente morriam. Operárias de *P. helleri* não foram vistas, em nenhum momento, retornando ao seu ninho nos primeiros dias após a introdução da colônia na casa de vegetação, todas as operárias vistas saindo do ninho neste período morreram perdidas na estrutura plástica da casa de vegetação.

No experimento I, menos de 24 horas após a liberação das abelhas na casa de vegetação, as operárias de *M. quadrifasciata* foram vistas forrageando solução de mel nos alimentadores artificiais e cinco dias após esta liberação, elas começaram a visitar as flores dos tomateiros (Figura 5). A média da temperatura e umidade relativa do ar, durante esse período na casa de vegetação, foi de 21,8°C e 79,4%, respectivamente.

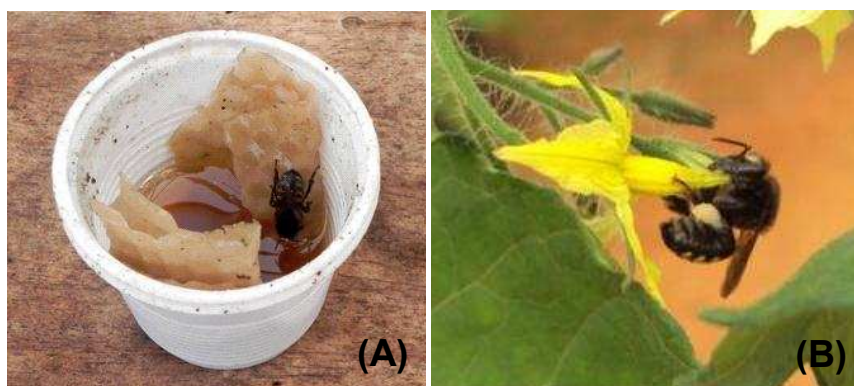


Figura 6 – Abelha *Melipona quadrifasciata* forrageando na casa de vegetação: (A) Abelha coletando solução de mel de *Apis mellifera* e água (70% mel + 30% água) em um alimentador e (B) Abelha coletando o pólen em uma flor do tomateiro.

No Experimento II, as abelhas de ambas as espécies, *N. testaceicornis* e *M. bicolor*, iniciaram as visitas às flores dos tomateiros 24 dias após a abertura

de seus ninhos (Figura 6). Durante todo o período de visitação destas abelhas foi observado que *N. testaceicornis* apresentou o comportamento de afugentar *M. bicolor* quando essa estava presente na flor. A temperatura média durante o período em que as abelhas ficaram confinadas na casa de vegetação foi de 19,83°C (máx. 35,04°C e mín. 9,68°C) e umidade relativa do ar de 82,21% (máx. 97,14% e mín. 47,86%).

No experimento III, as operárias de *N. testaceicornis* iniciaram a atividade de forrageio nas flores dos tomateiros 27 dias após a abertura de seus ninhos. Após 16 dias da abertura do ninho de *P. helleri*, as operárias foram vistas sobre a flor, no entanto não foi observado coleta de pólen por essas abelhas, desta forma *P. helleri* não foi considerada polinizadora do tomateiro nas condições deste estudo. A temperatura média na casa de vegetação nesse período foi de 19,28°C (máx. 32,09°C e mín. 10,05°C) e umidade relativa do ar de 85% (máx. 98,53% e mín. 62,44%).



Figura 7 – Abelhas sem ferrão visitando flores do tomateiro: (A) *Melipona bicolor* e (B) *Nannotrigona testaceicornis*.

No Experimento I, as operárias de *M. quadrifasciata* iniciaram a atividade de forrageio às 07:00h. Por volta das 12:00h esta atividade de forrageio era parada e retomada às 15:00h, cessando completamente às 16:00h, sendo o maior período de atividade observado às 08:00h e às 15:00h. Nos Experimentos II e III, as operária de *N. testaceicornis* e *M. bicolor* foram ativas das 08:00h às 11:00h, com maior atividade registrada às 09:30h. Durante todo o período do experimento III, não foi observado nenhuma atividade de *M. quadrifasciata*.

Em todos os experimentos ocorreram doenças nos tomateiros no final do ciclo do cultivo, neste período todas as colônias de abelhas introduzidas foram retiradas das casas de vegetação e não foram reintroduzidas. A identificação das doenças foi realizada pela Clínica de Doenças de Plantas da Universidade Federal de Viçosa. As doenças identificadas foram: *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* (Podridão-de-Phytophthora; Prodridão-dura-do-fruto) e *Phytophthora infestans* (Mela; Requeima), e no experimentos II e III além das supracitadas também ocorreu *Oidium lycopersici* (Oídio). Dessa forma, foram realizadas aplicações de defensivos agrícolas recomendados nos tomateiros. A ocorrência das doenças citadas acima pode ter contribuído para a diferença do número de frutos colhidos no final de cada experimento.

Com relação aos parâmetros de medições avaliados no experimento I, houve diferença significativa entre os híbridos, “Chipano[®]” e “Sweet Gold[®]”, independente dos cachos, na qualidade dos frutos avaliados, tanto nos frutos autopolinizados (VR) (peso U=7736; $p<0,0001$; número de sementes U=5091,5; $p<0,0001$; largura do pericarpo U=4303; $p<0,0001$; diâmetro vertical U=8984,5; $p<0,0001$; diâmetro horizontal U=7370; $p<0,0001$), quanto nos frutos polinizados por *M. quadrifasciata* (peso U=16926,5; $p<0,0001$; número de sementes U= 19767,5; $p<0,0001$; largura do pericarpo U=21170; $p<0,0001$; diâmetro vertical U=10384,5; $p<0,0001$; diâmetro horizontal U=18246, $p<0,0001$) (Figura 7 e 8).

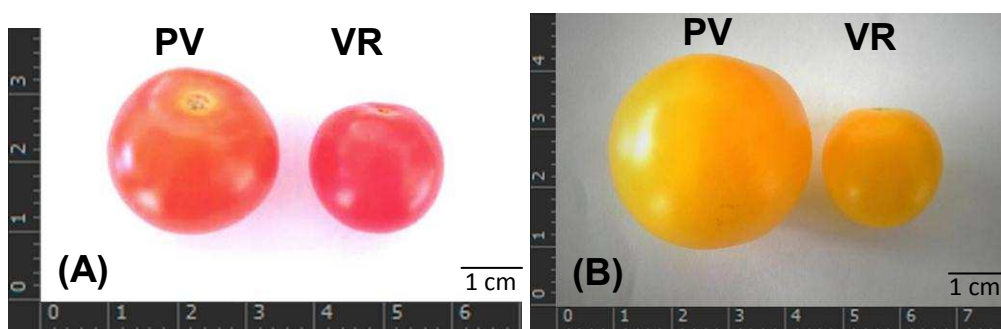


Figura 8 - Frutos do tomate cereja polinizados pela abelha *M. quadrifasciata* (PV) e fruto oriundo de flor autopolinizada espontaneamente (VR) (experimento I). (A) Híbrido “Chipano[®]”. (B) Híbrido “Sweet Gold[®]”.

O peso médio dos frutos polinizados por *M. quadrifasciata* foi maior que os frutos autopolinizados em todos os cachos (“Sweet Gold[®]”: 1º cacho U= 696,0, $p < 0,0001$; 2º cacho U= 581,0, $p < 0,0001$; 3º cacho U= 240,0, $p < 0,0001$; “Chipano[®]”: 1º cacho U= 2171,0 $p < 0,0001$; 2º cacho U= 2162,0, $p < 0,0001$; 3º cacho U= 1539,0, $p < 0,0001$) (Figura 8).

Nossos resultados mostraram que uma única visita de *M. bicolor* ou visita única de *N. testaceicornis* foi suficiente para polinizar as flores do tomateiro, pois não houve diferença no peso ($H_{(GL\ 3, N= 189)} = 8,302$; $p < 0,0402$), diâmetro vertical ($H_{(GL\ 3, N= 189)} = 7,840$; $p < 0,0495$) e diâmetro horizontal ($H_{(GL\ 3, N= 189)} = 8,935$; $p < 0,0302$) dos frutos formados a partir de flores que receberam mais de uma visita da mesma espécie (*M. bicolor*), ou que receberam visita das duas espécies (*M. bicolor* e *N. testaceicornis*) (Tabela 2). Resultado semelhante foi encontrado no experimento III: flores polinizadas por *N. testaceicornis* produziram frutos mais pesados que os frutos autopolinizados (VR) ($H_{(GL\ 3, n= 256)} = 46,743$; $p < 0,0001$) (Tabela 3).

Nos experimentos II e III os frutos oriundos da Autopolinização não diferiram estatisticamente dos frutos que receberam o tratamento de Polinização Cruzada Manual (PCM) em todos os parâmetros avaliados, exceto para o número de sementes (Tabelas 2 e 3).

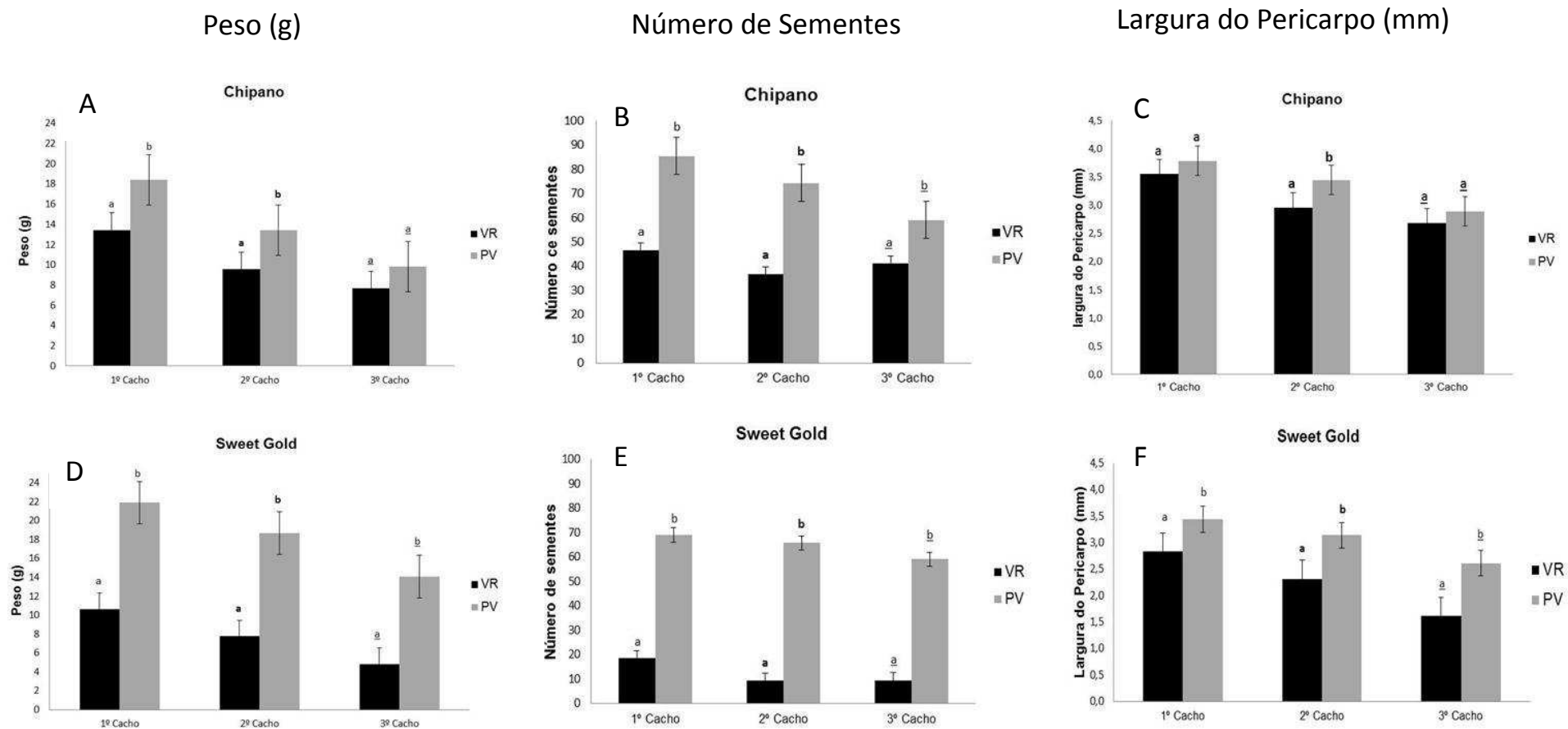


Figura 9 – Peso médio (A, D), Número médio de sementes (B, E) e Largura do pericarpo (C, F) (dos frutos do tomateiro (*Solanum lycopersicon*) dos híbridos “Chipano[®]” e “Sweet Gold[®]” cultivados no Experimento I e submetidos aos tratamentos de Autopolinização espontânea (VR) e Polinização por *M. quadrifasciata* (PV). Médias seguidas de letras diferentes indicam diferença estatística ($p < 0,05$) pelo teste U de Wilcoxon-Mann-Whitney.

Tabela 1 – Comparação entre as qualidades dos frutos produzidos no Experimento I com o tomateiro dos híbridos “Chipano[®]” e “Sweet Gold[®]” entre os grupos de Autopolinização espontânea (VR) e polinização por *M. quadrifasciata* (PV). Valor médio de cada medida seguido de seu respectivo erro padrão

Híbrido	Tratamentos	Cacho	Frutos (N)	Peso (g) ± EP	Número de sementes ± EP	Larg. Pericarpo (mm) ± EP	Ø Vertical (mm) ± EP	Ø Horizontal (mm) ± EP
Chipano (vermelho)	VR	1 ^o	97	13,45±0,69 a	46,74±3,48 a	3,55±0,07 a	26,13±0,52 a	29,02±0,59 a
		2 ^o	96	9,55±0,52 a	36,84±2,88 a	2,95±0,06 a	24,15±0,40 a	26,06±0,45 a
		3 ^o	55	7,66±0,46 a	41,25±3,81 a	2,68±0,05 a	23,00±0,36 a	24,69±0,40 a
	PV	1 ^o	100	18,41±0,60 b	85,61±1,24 b	3,78±0,04 a	29,39±0,11 b	34,13±0,13 b
		2 ^o	92	13,41±0,56 b	74,35±1,95 b	3,44±0,05 b	27,01±0,21b	30,80±0,25 b
		3 ^o	90	9,83±0,43 a	59,15±2,00 b	2,89±0,05 a	24,85±0,23 a	27,15±0,27 b
Sweet Gold (amarelo)	VR	1 ^o	76	10,68±0,79 A	18,63±3,05 A	2,83±0,06 A	24,96±0,60 A	26,11±0,68 A
		2 ^o	71	7,82±0,61 A	9,36±2,02 A	2,31±0,06 A	23,18±0,59 A	23,67±0,61 A
		3 ^o	43	4,87±0,74 A	9,48±2,86 A	1,62±0,09 A	18,65±0,86 A	18,99±0,97 A
	PV	1 ^o	69	21,91±0,64 B	68,98±2,07 B	3,44±0,05 B	32,20±0,32 B	34,90±0,31 B
		2 ^o	74	18,70±0,63 B	65,77±1,87 B	3,14±0,04 B	30,90±0,25 B	33,30±0,31 B
		3 ^o	65	14,13±0,69 B	59,10±1,54 B	2,61±0,07 B	28,33±0,34 B	30,99±0,34 B

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas (a-b; A-B) representam diferenças estatísticas ($p < 0,05$) pelo teste U de Wilcoxon-Mann-Whitney.

Tabela 2 – Comparação entre as médias de qualidade dos frutos do híbrido “Chipano[®]” produzidos entre os grupos de Autopolinização espontânea (VR), Polinização Manual (PM), Polinização Cruzada Manual (PCM) e Polinização pela abelha *M. bicolor*, Polinização por abelha (PV), Polinização pelas abelhas *M. bicolor* e *N. testaceicornis*, Polinização por visita única de *M. bicolor* e Polinização por visita única de *N. testaceicornis*, no Experimento II. Valor médio de cada medida seguido de seu respectivo erro padrão

Variedade	Tratamentos	Frutos	Peso (g) ± EP	Número de sementes ± EP	Larg. Pericarpo (mm) ± EP	Ø Vertical (mm) ± EP	Ø Horizontal (mm) ± EP
Chipano (vermelho)	VR	60	9,00 ± 0,53 a	18,41 ± 2,95 a	4,00 ± 0,56 a	23,11 ± 0,50 a	24,83 ± 0,58 a
	PM	64	12,70 ± 0,50 b,c	52,98 ± 3,43 b	3,71 ± 0,08 a	26,62 ± 0,35 b,c	28,28 ± 0,41 b,d
	PCM	39	11,07 ± 0,56 a,c	56,74 ± 2,71 b	3,50 ± 0,12 a	25,32 ± 0,45 a,b	26,76 ± 0,50 a,b,c
	<i>M. bicolor</i>	122	13,39 ± 0,27 b	70,11 ± 1,37 c	3,57 ± 0,04 a	27,27 ± 0,20 c	29,13 ± 0,23 d
	PV	56	13,34 ± 0,57 b,c	66,71 ± 2,57 b,c	3,72 ± 0,07 a	26,95 ± 0,43 b,c	29,11 ± 0,47 d
	<i>M. Bicolor</i> e <i>N. testaceicornis</i>	20	14,64 ± 0,79 b	73,65 ± 4,97 c	3,70 ± 0,12 a	27,96 ± 0,62 c	29,98 ± 0,64 d
	Visita única de <i>M. bicolor</i>	30	12,71 ± 0,62 b,c	71,20 ± 4,00 b,c	3,63 ± 0,10 a	26,76 ± 0,44 b,c	28,46 ± 0,52 c,d
	Visita única de <i>N. testaceicornis</i>	17	14,37 ± 0,89 b	72,58 ± 3,87 b,c	3,84 ± 0,15 a	27,70 ± 0,84 c	30,13 ± 0,64 d

Médias seguidas de letras diferente nas colunas (a-d) representam diferenças estatísticas ($p < 0,05$) pelo teste de Kruskal-Wallis e o teste *posteriori* de Dunn.

Tabela 3 – Comparação entre as médias de qualidade dos frutos do híbrido “Chipano[®]” produzidos entre os grupos de Autopolinização espontânea (VR), Polinização Manual (PM), Polinização Cruzada Manual (PCM) e Polinização pela abelha *N. testaceicornis* no Experimento III. Valor médio de cada medida seguido de seu respectivo erro padrão

Híbrido	Tratamentos	Frutos (N)	Peso (g) ± EP	Número de sementes ± EP	Larg. Pericarpo (mm) ± EP	Ø Vertical (mm) ± EP	Ø Horizontal (mm) ± EP
	VR	60	7,03 ± 0,45 a	20,45 ± 3,48 a	2,93 ± 0,08 a	21,52 ± 0,53 a	22,43 ± 0,52 a
Chipano (vermelho)	PM	63	11,21 ± 0,38 b	45,86 ± 3,21 b	3,48 ± 0,07 b	25,68 ± 0,31 b	26,94 ± 0,34 b
	PCM	31	8,74 ± 0,47 a,c	39,06 ± 3,56 b	3,00 ± 0,12 a,c	23,92 ± 0,53 a,b	24,54 ± 0,48 a
	<i>N. testaceicornis</i>	102	10,42 ± 0,34 b,c	52,48 ± 2,38 b	3,41 ± 0,16 b,c	24,96 ± 0,31 b	26,43 ± 0,35 b

Médias seguidas de letras diferente nas colunas (a-c) representam diferenças estatísticas ($p < 0,05$) pelo teste de Kruskal-Wallis e o teste *posteriori* de Dunn.

5. DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo mostraram que três das quatro espécies de abelhas sem ferrão estudadas (*Melipona quadrifasciata*, *Melipona bicolor* e *Nannotrigona testaceicornis*) atuaram como polinizadores e influenciaram positivamente a produção do tomate cereja cultivado em casa da vegetação. No entanto, houve diferença no comportamento de visita e período de adaptação de cada espécie de abelha dentro das casas de vegetação.

Alguns comportamentos observados como a desorientação das abelhas dentro da casa de vegetação, além da dificuldade de retornarem para seus respectivos ninhos são relatados como um problema recorrente ao se introduzir abelhas em ambiente protegido (Slaa *et al.*, 2006). Na maior parte do tempo estas abelhas tentaram escapar das casas de vegetação, abandonando suas colônias e morrendo em seguida (Cruz *et al.*, 2004). No trabalho realizado por Meyrelles (2013), onde a mesma utilizou as mesmas casas de vegetação deste estudo, foi observado o mesmo padrão de comportamento para as três espécies de abelhas sem ferrão estudadas: *Melipona quadrifasciata*, *Nannotrigona testaceicornis* e *Frieseomelitta varia*.

De acordo com este estudo, o tempo de adaptação das abelhas nas casas de vegetação, sendo marcado pelo início do seu forrageio nas flores dos tomateiros, variou de acordo com a espécie, cinco dias para *M. quadrifasciata* e 24 dias para *M. bicolor* e *N. testaceicornis*. Sabe-se que este período de adaptação das abelhas pode variar tanto entre as espécies, quanto entre colônias de uma mesma espécie (Macias *et al.*, 2001; Malagodi-Braga e Kleinert, 2002; Cruz *et al.*, 2004). Segundo as observações deste estudo, considerou-se que as abelhas forrageiras mais velhas de *M. bicolor* e *N. testaceicornis* tenham morrido nos dias seguintes da introdução de suas colônias nas casas de vegetação, portanto, as forrageiras que foram vistas em flor foram as forrageiras mais novas, fato importante de se considerar em estudos futuros.

Outros fatores podem ter influenciado a atividade das abelhas no interior das casas de vegetação como temperatura, luminosidade e umidade. Importante ressaltar que o tipo de material do qual a casa de vegetação é feita também pode influenciar nessa atividade de forrageamento das abelhas, uma vez que esses materiais alteram a incidência de luz ultravioleta, usada pelas abelhas na sua orientação de voo (von Frisch, 1967; Free, 1993; Hilário *et al.*, 2001).

Os períodos de maior atividade de *M. quadrifasciata*, *M. bicolor* e *N. testaceicornis* registrados neste estudo seguem o padrão de atividade de abelhas sem ferrão, onde essas abelhas são mais ativas nos períodos do dia em que as temperaturas são mais amenas (Malagodi-Braga e Kleinert, 2002; Cruz *et al.*, 2004; Teixeira e Campos, 2005). Segundo os estudos, é típico entre a maioria das espécies de *Melipona*, a coleta de pólen nas primeiras horas da manhã, entre as 05:30 às 11:00 horas (Hilário *et al.*, 2000; Pierrot e Schlindwein, 2003; Melo, 2004).

A visita às flores por *M. quadrifasciata* influenciou positivamente na qualidade dos frutos dos 1º, 2º e 3º cachos avaliados nos dois híbridos utilizados: “Chipano®” e “Sweet Gold®”. Alguns estudos também mostram que flores polinizadas por esta espécie de abelha desenvolvem frutos mais pesados, tanto em culturas do tomate tipo cereja (Meyrelles, 2013) e de mesa (Del Sarto *et al.*, 2005; Bispo dos Santos *et al.*, 2009), quanto em outras culturas que também são beneficiadas pela polinização por vibração como a pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.) (Cruz, 2009) e o pimentão (*Capsicum annuum* L.) (Roselino *et al.*, 2010).

O incremento nos parâmetros avaliados devido à polinização por *M. quadrifasciata* foi mais significativo no híbrido “Sweet Gold®” que no híbrido “Chipano®”. Meyrelles (2013) não encontrou diferenças significativas entre os híbridos utilizados. Além disso, os frutos do híbrido “Sweet Gold®” e “Chipano®” formados a partir do tratamento de autopolinização espontânea não atingiram o padrão comercial esperado. Meyrelles (2013) estudando o híbrido “Chipano®” na mesma casa de vegetação verificou que os frutos autopolinizados tiveram o peso médio de 7,54g, bem inferior ao peso comercial (20 a 22g (Isla, 2014)).

Vale ressaltar que fatores ambientais e nutricionais podem influenciar no peso dos frutos, como: temperatura do ar e do solo, luminosidade, umidade relativa e sistema de condução das plantas, que podem alterar a quantidade de nutrientes absorvido pelo tomateiro e conseqüentemente influenciar no desenvolvimento dos frutos (Alvarenga, 2004).

Segundo Harder e Barclay (1994) as anteras poricidas possuem um mecanismo de liberação de pólen que restringe a retirada de todos os grãos em uma única visita, liberando somente uma pequena quantidade por vez e permitindo a visita de vários polinizadores ao promover maior sucesso na dispersão do pólen (Nunes-Silva *et al.*, 2010).

No entanto, os resultados deste estudo mostraram que uma única visita de *M. bicolor* ou uma única visita de *N. testaceicornis* foi suficiente para a polinização do tomateiro, quando comparados aos frutos de flores que receberam mais de uma visita da mesma espécie (*M. bicolor*), ou que receberam visita das duas espécies (*M. bicolor* e *N. testaceicornis*). Portanto, mesmo não apresentando o comportamento de vibração, a abelha *N. testaceicornis* se mostrou eficiente na polinização da flor do tomateiro. Uma outra espécie do mesmo gênero *N. perilampoides* também se mostrou eficiente na polinização do tomateiro no México (Cauich *et al.*, 2004, Palma *et al.*, 2008). Cauich e colaboradores (2004) atribuem a capacidade de *Nannotrigona perilampoides* remover os grãos de pólen das anteras das flores do tomateiro como ponto chave de sua eficiência como polinizador, uma vez que essas abelhas não são capazes de vibrar.

Morandim e colaboradores (2001) ao analisarem o número de visitas de *Bombus* em flores de tomate produzidos em casa de vegetação não encontraram aumento significativo de peso e número de sementes dos frutos polinizados por mais de uma visita, o mesmo foi encontrado para *Melipona fasciculata* em plantios de berinjela (*Solanum melongena*) (Nunes – Silva *et al.*, 2013).

6. CONCLUSÃO

Com base nos resultados encontrados, podemos concluir que *M. quadrifasciata*, *M. bicolor* e *N. testaceicornis* podem se adaptar às condições de cultivos protegidos e realizar a polinização de tomateiros cultivados em casa de vegetação. As abelhas *P. helleri* não atuou como polinizadora do tomateiro nas condições deste estudo

As abelhas *M. quadrifasciata*, *M. bicolor* e *N. testaceicornis* contribuíram significativamente para o aumento da qualidade dos frutos produzidos. Deste modo, é recomendada a utilização dessas abelhas na polinização da cultura do tomateiro em ambiente protegido.

7. BIBLIOGRAFIA

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia.** Lavras: Editora UFLA. 400p. 2004.

ASIKO, A. G. **The effect of total visitation time and number of visits by pollinators (*Plebeia* sp. and *Apis mellifera mellifera*) on the strawberry.** Dissertação Utrecht University, The Netherlands. 2004.

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

BAPTISTELLA, A. R. T. O. **Uso e eficiência de abelhas sem ferrão (Apidae, 459 Meliponini) na polinização do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill, 460 Solanaceae) sob cultivo protegido.** Tese (Doutorado em Entomologia), Universidade de São Paulo - USP, São Paulo. 2014.

BAWA, K. S.; BULLOCK, S. H.; PERRY, D. R.; COVILLE, R. E & GRAYUM, M. H. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. II. Pollination mechanisms. **American Journal of Botany**, 72: 346-356. 1985.

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). **Genetics and Molecular Research**, 8: 751-757. 2009.

BUCHMANN, S. L. Buzz pollination in angiosperms. P. 73-113. In: C. E. Jones and R. J. Little (editors). **Handbook of Experimental Pollination Biology.** New York: Van Nostrand Reinhold Co.1983.

BUCHMANN, S. L.; JONES, C. E. & COLIN, L. J. Vibratile pollination of *Solanum douglasii* and *Solanum xantii* (Solanaceae) in southern California. **The Wasman Journal Biology**, 35: 1-25. 1977.

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

CAMARGO, J. M. F. & PEDRO, S. R. M. Meliponini Lepeletier, 1836, p. 272–578. In: Moure, J. S., Urban, D. & Melo, G. A. R. (Orgs.). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 1058p. 2007.

CAN-ALONSO, C.; QUEZADA-EÁN, J. J. G.; XIU-ANCORA, P.; MOO-VALLE, H.; VALDOVINOS-NUNES, G. R. & MEDINA-PERALTA, S. Pollination of 'criollo' avocados (*Persea americana*) and the behaviour of associated bees in subtropical Mexico, **Journal of Apicultural Research**, 44: 3-8. 2005.

CARVALHO, D.A. & OLIVEIRA, P.E. Biologia reprodutiva e polinização de *Senna sylvestris* (Vell.) H.S. Irwin & Barneby (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, 26(3): 319-328. 2003.

CAUICH, O.; QUEZADA-EUÁN, J. J. G.; MACIAS-MACIAS, J. O.; REYES-OREGEL, V.; MEDINA-PERALTA, S. & PARRA-TABLA, V. 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. 2004.

COELHO, F. M. **A polinização como um serviço do ecossistema: uma estratégia econômica para a conservação**. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre), Universidade de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 97p. 2008.

CORBET, S. A; WILLIAMS, I. H. & OSBORNE, J. L. Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European Community. **Bee World**, 72(2): 47-59. 1991.

CORTOPASSI-LAURINO, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; ROUBIK, D. W.; DOLLIN, A.; HEARD, T.; AGUILAR, I.; VENTURIERI, G. C.; EARDLEY, C. & NOGUEIRA-NETO, P. Global meliponiculture: challenges and opportunities. **Apidologie**, 37: 275-292. 2006.

CRUZ, D. O.; FREITAS, B. M.; SILVA, L. A.; SILVA, S. E. M; BOMFIM, I. G. A. **Use of the stingless bee *Melipona subnitida* to pollinate Sweet pepper**

(*Capsicum annuum* L.) flowers in greenhouse, Proc. 8th IBRA Int. Conf. Trop Bees and VI Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto, São Paulo, 661p. 2004.

CRUZ, D.O. **Biologia floral e eficiência polinizadora das abelhas *Apis mellifera* L. (campo aberto) e *Melipona quadrifasciata* Lep. (ambiente protegido) na cultura da pimenta malaqueta (*Capsicum frutescens* L.) em Minas Gerais, Brasil**. Tese (Doutorado em Entomologia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 379p. 2009.

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**, 98(2): 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**, 91: 71-75. 1998.

DURÁN, X. A.; ULLOA, R. B.; CARRILLO, J. A.; CONTRERAS, J. L. & BASTIDAS, M. T. Evaluation of yield component traits of honeybee pollinated (*Apis mellifera* L.) Rapessed canola (*Brassica napus* L.). **Chilean Journal of Agricultural Research**, 70: 309-314. 2010.

EKLUND, C. R. B.; CAETANO, L. C. & SHIMOYA, A. 2005. Desempenho de genótipos de tomateiro sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, 23(4): 1015-1017. 2005.

FAO, 2008. **A contribution to the international initiative for the conservation and sustainable use of pollinators. Rapid assessment of pollinators status**. Disponível em: <<http://www.cbd.int/doc/case-studies/agr/cs-agr-fao.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2015.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**, 2^o ed. Londres: Academic Pres, 684 pp. 1993.

FREITAS, B. M. A polinização com abelhas: quando usar *Apis* ou meliponíneos. 2002. In: **Congresso Brasileiro de Apicultura**, 14. Campo

Grande. Anais. Campo Grande: Confederação Brasileira de Apicultura. 247-250p. 2002.

FREITAS B. M & PAXTON, R. J. 1996. The role of Wind and insects in cashew (*Anacardium occidentale* L.) pollination in NE Brazil. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 126, p. 319 – 326.

GALLAI, N.; SALLES, J.; SETTELE, J. & VAISSIÈRE, B. “Economic Valuation of the Vulnerability of World Agriculture Confronted with Pollinator Decline”. **Ecological Economics**, 68(3): 810-821. 2009.

GOTTSBERGER, G. & SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. Evolution of flower structure and pollination in Neotropical Cassinae (Caesalpinaceae) species. **Phyton**, 28(2): 293-320. 1988.

HARDER, L. D. & BARCLAY, R. M. R. The functional significance of poricidal anthers and buzz pollination controlled pollen removal from Dodecatheon. **Functional Ecology**, 8: 509-517. 1994.

HEARD, T. A. The role of singless bees in crop pollination. **Annual Reviews Entomology**, 44: 183-206. 1999.

HILÁRIO, S. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. & KLEINERT, A de M. P. Flight activity and colony strength in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira de Biologia**, 60: 299-306. 2000.

HILÁRIO, S. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. & KLEINERT, A. de M.P. Responses to climatic factors by foragers of *Plebeia pugnax* Moure (*in litt.*) (Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira de Biologia**, 61(2): 191-196. 2001.

HOGENDOORN, K.; GROSS, C. L; SEDGLEY, M. & KELLER, M. A. Increased tomato yield through pollination by native Australian *Amegilla chlorocyanea* (Hymenoptera: Anthophoridae). **Journal of Economic Entomology**, 99 (3): 829-833. 2006.

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: 27 jul. 2014.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS D. A. L.; ALVES, D. A.; SARAIVA A. M. **Polinizadores do Brasil – Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: Edusp. 488p. 2012.

ISLA – **Isla Sementes**. Disponível em: <<http://www.isla.com.br>>. Acesso em: 12 set. 2014.

KEARNS, C. A. & INOUE, D. W. Pollinators, flowering plants, and conservation biology. **Bioscience**, 47: 297-307. 1997.

KEARNS, C. A.; INOUE, D. W. & WASER, N. M. Endangered mutualisms: the conservation of plant- pollinator interactions. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 29: 83-112. 1998.

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; SILVA, A. C. & ASSIS, M. G. P. **Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica**. Mensagem doce. n.80. 2005. Disponível em:
<http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/80/biodiversidade.htm>. Acesso em 12 set. 2014.

KEVAN, P. G.; STRAVER, W. A.; OFFER, M. & LAVERTY, T. M. Pollination of greenhouse tomatoes by bumble bees in Ontario. **Proceedings of The Entomological Society Of Ontario**, 122: 15-19. 1991.

KEVAN, P. G. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 74: 373-393. 1999.

KLEIN, A. M.; STEFFAN-DEWENTER, I. & TSCHARNTKE, T. Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. **Proceedings of the Royal Society B. Biological Sciences**, 270 (1518): 955-961. 2003a.

KLEIN, A. M.; STEFFAN-DEWENTER, I. & TSCHARNTKE, T. Pollination of *Coffea canephora* in relation to local agroforestry management. **Journal of Applied Ecology**, 40: 837-845. 2003b.

LANGE, W. H. & BRONSON, L. Insect pest of tomatoes. **Annual Review of Entomology**, 26(91): 345-371. 1981.

MACIAS, M. J. O.; QUEZADA-EUAN, J. J. G.; PARRA-TABLA, V. & REYES, O. V. Comportamiento y eficiencia de polinización de las abejas sin aguijón (*Nannotrigona perilampoides*) em el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* M) bajo condiciones de invernadero em Yucatan, Mexico. II **Seminário Mexicano sobre abejas sin aguijón**. Memorias. Mérida, Yucatan, México, 119-124p. 2001.

MAHESHWARI, P. **An Introduction to the Embryology of Angiosperms**. Nova York: McGraw-Hill. 453p. 1950.

MAJAGODI-BRAGA, K. S. & KLEINERT, A. M. P. Os meliponíneos como polinizadores em estufas. **Confederação Brasileira de Apicultura**, 204-208p. 2002.

MALAGOGI-BRAGA K. S. & KLEINERT, A. M. P. Could *Tetragonisca angustula* Latreille (Apinae, Meliponini) be used as strawberry pollinator in greenhouses? **Australian Journal of Agricultural Research**, 55: 771-773. 2004.

MCGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Washington: Department of Agriculture 411p. 1976.

MEEUWSEN, F. J. A. J. Stingless bees for pollination purposes in greenhouses. 143-147p. In: Sommeijer M. J., Ruiiter A. de (Eds.). **Insect Pollination in Greenhouses: Proc. specialists' meeting held in Soesterberg**, The Netherlands. 2000.

MELO, M. A. **Efeito de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera, Apidae) sobre a utilização de fontes de pólen por *Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera, Apidae) na região de Viçosa, MG**. Tese

(Doutorado em Entomologia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 58p. 2004.

MEYRELLES, B. G. **Polinização do tomate cereja em ambiente protegido por abelhas nativas**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 38p. 2013.

MICHENER, C. D. **The Bees of the World**. 2nd ed., Baltimore: Johns Hopkins University Press. 953p. 2007.

MORANDIN, L. A.; LAVERTY, T. M.; KEVAN, P. G.; KHOSLA, S. & SHIPP, L. Bumble bee (Hymenoptera: Apidae) activity and loss in commercial tomato greenhouses. **The Canadian Entomologist**, 133: 883-893. 2001.

MORATO, E. F. & CAMPOS, L. A. O. Partição de recursos florais de espécies de *Sida Linnaeus* e *Malvastrum coromandelianum* (Linnaeus) Garcke (Malvaceae) entre *Cephalurgus anomalus* Moure & Oliveira (Hymenoptera, Andrenidae, Panurginae) e *Melissoptila enecomala* Moure (Hymenoptera, Apidae, Eucerini). **Revista Brasileira de Zoologia**, 17: 705-727. 2000.

NABHAN, G. P. & BUCHMANN, S. Services provided by pollinators. 133-150p. In: Daily, G. C. (ed), **Nature's services: societal dependence on natural ecosystems**. Washington: Island press. 304p.1997.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e Criação de Abelhas sem Ferrão**. São Paulo: Editora Nogueirapis. 445p. 1997.

NUNES-SILVA, P.; HRNCIR, M. & IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. A polinização por vibração. **Oecologia Australis**, 14(1): 140-151. 2010.

OBAMA, B. **Memorando Presidencial - Criação de uma estratégia federal para promover a saúde das abelhas e outros polinizadores**. 2014. Disponível em: <<http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2014/06/20/presidential-memorandum-creating-federal-strategy-promote-health-honey-b>. 2014>. Acesso em: 20 jun. 2014.

PALMA, G.; QUEZADA-EUAN, J. J. G.; REYES-OREGEL, V. MELENDEZ, V. & MOOVALE, H. Production of greenhouse tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) using *Nannotrigona perilampoides*, *Bombus impatiens* and mechanical vibration (Hym.: Apoidea). **Journal of Applied Entomology**, 132: 79-85. 2008.

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

PEREIRA, C.; MARCHI, G. & SILVA, E. C. **Produção de tomate-caqui em estufas**. Lavras: ESAL. 26p. 2000.

PICKEN, A. J. F. A review of pollination and fruit set in the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Journal of Horticultural Science**, 59(1): 1-13. 1984.

PICOLLI, P. O. Polinização de macieiras em Santa Catarina. Online Mensagem Doce. 1999. Disponível em: <<http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/52/polinização.htm>>. Acesso em: 19 ago. 2014.

PIERROT, L. & SCHLINDWEIN, C. Variation in daily flight activity and foraging patterns in colonies of uruçú – *Melipona scutellaris* Latreille (Apidae, Meliponini). **Revista Brasileira de Zoologia**, 20: 565-571. 2003.

PITTS-SINGER, T. L. & CANE, J. H. “The Alfafa Leafcutting Bee, *Megachile rotundata*: the World’s Most Intensively Managed Solitary Bee”. **Annual Review of Entomology**, 56: 221-237. 2011.

PRESCOTT-ALLEN, R. & PRESCOTT-ALLEN, C. How many plants feed the world? **Conservation Biology**, 4: 365-374. 1990.

PRESSMAN, E.; SHAKED, R.; ROSENFELD, K. & HEFETZ, A. A comparative study of the efficiency of bumble bees and an electric bee in pollinating unheated greenhouse tomatoes. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, 74: 101-104. 1999.

PROCTOR, M.; YEO, P. & LACK, A. **The natural history of pollination**. Oregon: Timber Press. 479p. 1996.

RAW, A. Foraging behaviour of wild bees at hot pepper flowers (*Capsicum annuum*) and its possible influence on cross pollination. **Annals of Botany**, 85: 487-492. 2000.

ROSELINO, A. C.; BISPO DOS SANTOS, S. A. & BEGO, L. R. Qualidade dos frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.) a partir de flores polinizadas por abelhas sem ferrão (*Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepageletier 1836 e *Melipona scutellaris* Latreille 1811) sob cultivo protegido. **Revista Brasileira de Biociência**, 8(2): 154-158. 2010.

SANTOS, S. A. B.; BEGO, L. R. & ROSELINO, A. C. **Pollination in tomatoes, *Lycopersicon esculentum*, by *Melipona quadrifasciata anthidioides* and *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apinae)**, Proc. 8th IBRA Int. Conf. Trop Bees and VI Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto, 688p. 2004.

SIMPSON, B. B. & NEFF, J. L. Floral rewards: alternatives to pollen and nectar. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, 68(2): 301-322. 1981.

SLAA, E. J.; CHAVES, L. A. S.; MALAGODI-BRAGA, K. S. & HOFSTEDE, F. E. "Stingless Bees in Applied Pollination: Practice and Perspectives". **Apidologie**, 37: 293-315. 2006.

STRAVER, W. A. & PLOWRIGHT, R. C. Pollination of greenhouse tomatoes by bumbles. **Greenhouse**, 11: 10-12. 1991.

TAVARES, C. A. M. Ataque dos vírus. **Cultivar: Frutas e Hortaliças**, ano IV (20): 26-28. 2003.

TEIXEIRA, L. V. & CAMPOS, F. D. N. M. Início da atividade de vôo em abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae): influência do tamanho da abelha e da temperatura ambiente. **Revista Brasileira de Zociências**, 7(2)195-202. 2005.

USMAN, I. S.; MAMATA, A. S.; MOHD, H. S. Z. S.; AISHAH, H. S. & ANUAR, A. R. The non-impairment of pollination and fertilization in the abscission of chili

(*Capsicum annum* L. Var. Kulai) flowers under temperature and humid conditions. **Scientia Horticulturae**, 79: 1-11. 1999.

VAN RAVESTIJN, W. & VAN DER SANDE, J. Use of bumblebees for the pollination of glasshouse tomatoes. **Acta Horticulturae**, 288: 204-212. 1991.

VELTHUIS, H. H. W. The historical background of the domestication of the bumble-bee, *Bombus terrestris*, and its introduction in agriculture. In: P. G. Kevan & V. L. Imperatriz-Fonseca (eds) - **Pollinating Bees – The Conservation Link Between Agriculture and Nature** – Ministre of Enviroment/Brasilia. 177-184p. 2002

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**, 37(4): 421-451, 2006.

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

Von FRISCH, K. **The dance language and orientation of bees**. Cambridge: Belknap Press. 1967.

WESTERKAMP, C. Flores e abelhas na disputa. **Ciência Hoje**, 34(203): 66-68. 2004.

WILLE, A. Behavioral adaptations of bees for pollen collecting from *Cassia* flowers. **Revista de Biologia Tropical**, 11(2): 205-210. 1963.

WILLIAMS, I. H.; CORBET, S. A & OSBORNE, J. L. 1991. Beekeeping, wild bees and pollinations in the European Community. **Bee World**, 72(4): 170-180. 1991.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. Fourth edition. USA: Prentice Hall.1999.