

Mário César Laboissière Del Sarto

**Avaliação de *Melipona quadrifasciata* Lepeletier  
(Hymenoptera: Apidae) como Polinizador da  
Cultura do Tomateiro em Cultivo Protegido**

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

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2005



Mário César Laboissière Del Sarto

**Avaliação de *Melipona quadrifasciata* Lepeletier  
(Hymenoptera: Apidae) como Polinizador da  
Cultura do Tomateiro em Cultivo Protegido**

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

Aprovada: Em 22 de fevereiro de 2005

---

Prof. Derly José Henriques Silva  
(Conselheiro)

---

Prof. José Eduardo Serrão  
(Conselheiro)

---

Prof.<sup>a</sup>. Milene Faria Vieira

---

Prof.<sup>a</sup>. Georgina Maria de Faria Mucci

---

Prof. Lucio Antonio de Oliveira Campos  
(Orientador)

## **Agradecimentos**

Agradecer através de breves palavras é apenas um pequeno gesto da minha mais sincera gratidão àqueles que colaboraram direta, ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

Primeiramente, gostaria de agradecer à minha família: mamãe e papai, os maiores responsáveis, por eu ter chegado até aqui; minhas irmãs Breda, Ivana, Paula e minha queridíssima sobrinha Amanda, que me deram muita força para persistir e vencer as dificuldades.

Ao Professor Dr. Lucio Antonio de Oliveira Campos, pela orientação e amizade. Também agradeço aos Professores Dr. Derly José Henriques Silva e Dr. José Eduardo Serrão, pela paciência e disponibilidade na Co-orientação.

Ao Dr. Rui Carlos Peruquetti, pela grande ajuda no desenvolvimento deste trabalho.

Aos Professores da Universidade Federal de Minas Gérias, Dr. Rogério Parentonni Martins e a Dra. Yasmine Antonini, por terem me iniciado na carreira científica e tanto ter contribuído para minha formação.

Aos Professores do Apiário Central - UFV, Dr. Dejair Message e Prof. Alfredo Alcides Goicochea Hertas, aos colegas em especial à, Janina Gonçalves, Mariana Melo, Maria Augusta e

Lila Vianna pela amizade e ajuda nos trabalhos. E também aos funcionários Geraldo Paiva “o cabrito”, Geraldo Ferreira Neri, Íris Stanciola, Sr. Osmar, Gecelmino Correa “LuLu”, e aos Antonios Araujo “gaiola” e Alves. A experiência de vocês, o auxílio e o companheirismo nos trabalhos de campo foram fundamentais.

Aos produtores do Sítio Gameleira, a família do Sr. Paulo e Sra. Maura Vianna, pela hospitalidade e pela compreensão da importância do trabalho, e especialmente aos irmãos Paulo Vianna Junior e Sergio Vianna. Graças a disponibilidade e o grande interesse de vocês, obtivemos a infra-estrutura para a realização não só deste trabalho, como também de outros que estão sendo desenvolvidos com outras espécies de abelhas com objetivo da avaliação o potencial como possíveis polinizadores de culturas.

Ao programa de pós-graduação em Entomologia da Universidade Federal de Viçosa, PROBIO, BIRD/GEF, Ministério do Meio Ambiente e CNPq que forneceram subsídios para a realização deste trabalho.

**Meu muito obrigado a todos!!!**

# ÍNDICE

<b>RESUMO.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
1.1. CULTIVO PROTEGIDO.....	01
1.2. CULTIVO DE TOMATES NO BRASIL.....	04
1.2.1. Problemas da produção de tomates em ambientes protegido.....	06
1.2.2. Insetos polinizadores em cultivo protegido.....	08
1.2.3. Melipona como polinizador de tomates em ambiente protegido.....	10
<b>2. OBJETIVO.....</b>	<b>12</b>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>12</b>
3.1. Local de Estudo.....	12
3.2. Obtenção e Manejo Colônias de <i>Melipona         quadrifasciata</i> .....	14
3.3. Índice de Sobrevivência das Colônias.....	16
3.4. Atividade de Forrageamento.....	17
3.5. Receptividade do Estigma da Flor do Tomateiro.....	18
3.6. Experimentos de Polinização.....	19
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>23</b>
4.1. Receptividade do Estigma da Flor do Tomateiro.....	23
4.2. Experimentos de Polinização.....	24
4.3. Efeito da Polinização pela <i>M. quadrifasciata</i> nos Frutos.....	25
4.4. Índice de Sobrevivência das Colônias.....	27
4.5. Atividade de Forrageamento.....	27
<b>5. DISCUSSÃO.....</b>	<b>29</b>
5.1. Índice de Sobrevivência das Colônias.....	29
5.2. <i>Melipona quadrifasciata</i> como Polinizador.....	30
5.3. Perspectiva.....	34
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>37</b>

## RESUMO

DEL SARTO, Mário César Laboissière. M.S. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2005. **Avaliação de *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae) como Polinizador da Cultura do Tomateiro em Cultivo Protegido.** Orientador: Lucio Antonio de Oliveira Campos. Conselheiros: Derly José Henriques Silva e José Eduardo Serrão.

Foi avaliado o potencial da abelha-sem-ferrão *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae) como polinizador de tomateiros (híbrido longa-vida; variedade Rodas) sob cultivo hidropônico e “conceitos orgânicos” em casa-de-vegetação em Minas Gerais, Brasil. O efeito do tratamento polinização pelas abelhas mais polinização manual não diferiu do efeito do tratamento polinização das abelhas ou manual. O (1) diâmetro máximo, a (2) altura e a circunferência do fruto (quociente entre 1 e 2), não diferiram entre os tratamentos. Entretanto, os frutos resultantes das flores visitadas somente por *M. quadrifasciata*, apresentaram 10,8% menos sementes (massa seca) do que os produzidos por polinização manual. Na variedade testada, as flores protegidas com sacos de poliéster (não polinizadas) não produziram frutos. A aparente baixa eficiência da polinização feita por *M. quadrifasciata* poderia ser atribuída à sobreposição de apenas 30 minutos entre o pico máximo de forrageamento das abelhas e o horário de maior receptividade do estigma das flores. Concluiu-se que é possível usar *M. quadrifasciata* como polinizador de tomateiros cultivados em ambiente protegido devido ao (i) aumento na qualidade dos frutos, considerando-se a diminuição das injúrias mecânicas quando comparadas à polinização manual tradicional, (ii) a não-diminuição do tamanho do fruto e (iii) ao alto preço do produto no mercado. Todavia, para o uso sustentável de *M.*

*quadrifasciata* como polinizador em ambientes protegidos, técnicas de criação e manejo em cativeiro precisam ser desenvolvidas e difundidas, o que poderia prevenir sérios declínios das populações naturais desta abelha. Isto poderia ocorrer caso o único modo de aquisição de novas colônias para uso em programas de polinização fosse a retirada delas de seu ambiente natural.

## ABSTRACT

DEL SARTO, Mário César Laboissière. M.S. Universidade Federal de Viçosa, February 2005. Evaluación of ***Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of tomato in protected growing**. Advisor: Lucio Antonio de Oliveira Campos. Committee members: Derly José Henriques Silva and José Eduardo Serrão.

The neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* Lepeletier was evaluated for pollinating tomatoes (long-life hybrid variety Rodas) grown in a plastic house with hydroponic system and 'organic concepts' in Minas Gerais State, Brazil. Flowers not pollinated did not set any fruit. Pollination by bees plus manual pollination did not differ from either bee or manual pollination. (1) Maximum diameter, (2) fruit height and roundness (quotient between 1 and 2) was not significantly different between treatments, but flowers visited by *M. quadrifasciata*, set fruits with 10.8% less seeds (dry mass) than ones set from manual pollination. This apparently low efficiency of *M. quadrifasciata* as pollinator might be attributed to the overlap of only 30 minutes between highest bee foraging activity and highest flower stigma receptivity. Yet it was concluded *M. quadrifasciata* may be a feasible pollinator of greenhouse tomatoes because of (i) the observed increase in fruit quality due to lower mechanical injury compared to traditional manual pollination, (ii) no significant decrease in fruit size, and (iii) high price of such product in the market. Some considerations for sustainable use of *M. quadrifasciata* as greenhouse pollinator are presented. Since while techniques for keeping captive colonies for *M. quadrifasciata* are currently available, the current method for acquiring new ones is removing them from the forest and, if colony demand was created for commercial use, techniques for

captive colonies growing and distribution for pollination use must be developed to prevent serious declines in wild populations.

# **1. INTRODUÇÃO**

## **1.1. Cultivo Protegido**

Da descoberta do polímero de polietileno em 1930, até seu uso na agricultura como matéria-prima básica para a construção das grandes e automatizadas casas-de-vegetação que vemos hoje, houve um grande avanço tecnológico. Estima-se que, no mundo, 195 mil ha sejam cultivado em ambientes protegidos. Os principais usuários desta técnica são os países da Ásia e da costa do Mediterrâneo (DELLA VECCHIA & KOCH, 1999).

No Brasil, as primeiras experiências de uso de ambientes protegidos na olericultura datam do final da década de 70. Nessa época implementada, pelo Instituto Adventista Agroindustrial de Manaus, os projetos de cultivo de tomateiros, em ambiente protegido (GOTO, 1997). Em meados da década de 80, o uso de ambientes protegidos na olericultura foi muito difundido pelos produtores cooperados da extinta Cooperativa Agrícola de Cotia – Cooperativa Central (CAC-CC), na região do cinturão verde de São Paulo (KUMAGAI, 1991). No mesmo período, no Paraná, está tecnologia também teve muitos adeptos. O mesmo aconteceu no Rio Grande do Sul, graças ao incentivo de uma indústria de filmes plásticos (GOTO, 1997).

No início dos anos 90, observou-se um novo e rápido crescimento no uso de ambientes protegidos na olericultura brasileira. Estimativas feitas em, 1994, indicavam que 2 mil ha eram cultivados com esta tecnologia e que seu crescimento anual estaria entorno de 30%. As projeções feitas para a virada do milênio apontavam para mais de 10 mil ha cultivados dessa maneira (MINAMI, 1995). Entretanto, estas projeções não se confirmaram. Levantamentos feitos, em 1999, mostraram que em 1998 perto de 1,4 mil ha eram cultivados em ambientes protegidos. São Paulo possuía a maior concentração de produtores que utilizavam a técnica (39,56%), seguido pelo Paraná (17,26%), Rio Grande do Sul (14,38%), Mato Grosso do Sul e Rio de Janeiro (ambos com 7,19%), Distrito Federal (5,03%), Santa Catarina (3,59%), Minas Gerais (1,44%) e Espírito Santo (0,77%). Outros Estados apresentavam apenas 3,59% da área cultivada em ambientes protegidos (DELLA VECCHIA & KOCK, 1999).

Esse mal desempenho foi atribuído ao abandono da atividade por muitos agricultores, devido a insucessos, após um período de grande euforia. O maior problema estaria na falta de planejamento adequado, em termos comerciais e fitotécnicos, que a produção de olerícolas em ambientes protegidos exige (BRANDÃO FILHO & CALLEGARI, 1999). Além disto, de acordo com DELLA VECCHIA & KOCH (1999), seria necessário para

consolidação do uso dessa tecnologia, condução de novas pesquisas pertinentes à área, amadurecimento em relação às potencialidades do cultivo protegido e mudanças no cenário do abastecimento dos instrumentos varejistas. Economia em recessão, altos custos para a implantação deste sistema de produção e a falta de estudos relacionando locais de uso, adaptação das plantas e métodos ideais de cultivo também seriam um sério entrave ao desenvolvimento da técnica no Brasil (FONTES, 1999).

Embora a técnica demande investimentos na construção da infra-estrutura e capacitação técnica do produtor, ela pode assegurar (i) obtenção da colheita fora da época normal, (ii) precocidade, (iii) aumento na produtividade e (iv) melhora na qualidade do produto. Alguns autores defendem a idéia que esta técnica também poderia trazer benefícios a pequenos e médios produtores porque ela permite a agregação de valor à produção (BRANDÃO FILHO & CALLEGARI, 1999; PEREIRA *et al.*, 2000). Dessa forma, as perspectivas para o uso de ambiente protegido na agricultura brasileira são boas. E ainda, os produtores que estão no sistema desde o início e superam a fase inicial da atividade, costumam não abandoná-la, nem tão pouco volta a cultivar somente em campo aberto (GOTO, 1997).

Há vários tipos de estruturas de proteção. As mais simples servem apenas para reduzir os efeitos danosos do excesso de

chuva, granizo, vento ou ataque de insetos. As mais complexas, podem ser dotadas de acessórios e equipamentos que permitem o controle total do ambiente interno da estrutura (CARRIJO & MAKASHIMA, 2003).

Várias também são as opções de olerícolas que podem ser cultivadas em ambiente protegido. Entre as folhosas, tradicionalmente a alface, o agrião, o almeirão, a cebolinha, a rúcula, o espinafre, a salsa e o coentro são cultivados assim. Entre as de flores, a couve-flor e o brócolis. Entre as de frutos, o pepino, a berinjela, o pimentão verde, o pimentão colorido, a pimenta, o morango, o melão rendado, o feijão-de-vagem, a abobrinha de moita e o tomate (BRANDÃO FILHO & CALLEGARI, 1999; FAQUIN & FURLANI, 1999; GOTO & COSTA, 1999; MORAES & FURLANI, 1999).

## **1.2. Cultivo de tomates no Brasil**

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) é uma Solanaceae originária da América tropical (McGREGOR, 1976) que movimenta a economia de diversos países (POVREAU, 1984). O Brasil é o oitavo produtor mundial de tomate. São cultivados 56 mil ha com produção em torno de três milhões de toneladas. As regiões Sudeste e Centro-Oeste concentram 74% desta produção, destacando-se Goiás, São Paulo e Minas Gerais

com 66,5% da produção nacional e 56,9% da área plantada no país (AGRIANUAL, 2003).

A maior parte do cultivo do tomate é feita em extensas áreas, onde as plantas podem ser conduzidas por tutoramento ou rasteiras. Os frutos das plantas tutoradas, normalmente, são destinados ao mercado de frutos frescos e os das plantas rasteiras à indústria de molhos. O cultivo extensivo emprega grande quantidade de defensivos para o controle de pragas e doenças (FILGUEIRA, 2003), o que pode representar até 35% do custo de produção da cultura (MELO, 2003).

Entretanto, sistemas orgânicos de produção vêm ganhando a preferência de muitos produtores e consumidores, à medida que seus produtos são mais saudáveis e seus preços no mercado vêm se tornando acessíveis. Mesmo com a queda do preço do produto orgânico, os ganhos são 73% maiores e os custos de produção 20% menores em comparação ao sistema tradicional de produção (VILLAR, 2003). O aumento da demanda de produtos orgânicos, associado à crescente necessidade de aumento da disponibilidade de alimentos, escassez de terras férteis, possibilidade de controle das condições climáticas e de agregação de valor ao produto agrícola, favoreceria o crescimento do cultivo protegido de produtos orgânicos (VILLAR, 2003). Segundo o Instituto Biodinâmico (op. cit. VILLAR, 2003), em 2002 foram comercializadas 300 mil toneladas de tomates

orgânicos, gerando receita de R\$ 250 milhões. A área destinada a produção desse produto representaria 275 mil hectares.

Nesse sentido, a produção de tomate orgânico em ambiente protegido vem aumentando e mostra-se viável graças ao uso de novas técnicas agronômicas (SOUZA, 2003). Nos Estados Unidos, no Canadá, em alguns países da Europa e da América do Sul, o tomateiro já é cultivado intensivamente em ambientes protegidos (McGREGOR, 1976; KEVAN *et al.*, 1991; O'TOOLE, 1993; DOGTEROM *et al.*, 1998; RICHARDS & KEVAN, 2002; VELTHUIS, 2002; WILLIAMS, 2002).

### **1.2.1. Problemas da produção de tomates em ambientes protegidos**

Para muitas das olerícolas de fruto há diferentes cultivares e técnicas que podem ser usados para garantir boa produtividade (BRANDÃO FILHO & CALLEGARI, 1999; GUALBERTO *et al.*, 2002a; b). Esses aspectos são exaustivamente tratados nos textos técnicos (veja INFORME AGROPECUÁRIO, 1999). Entretanto, a polinização de algumas dessas culturas em ambientes protegidos é normalmente negligenciada. Entretanto, sem polinização não há produção satisfatória. Além do aumento no número de vagens ou frutos vingados, a polinização bem conduzida aumenta o número de

sementes, melhora a qualidade, uniformiza o amadurecimento e diminui os índices de má-formação dos frutos; ela ainda aumenta o teor de óleos e outras substâncias extraídas dos frutos (WILLIAMS *et al.*, 1991).

Quando cultivadas em ambiente protegido, as solanáceas, como o tomateiro, requerem cuidados especiais em relação a sua polinização. As flores destas plantas possuem anteras poricidas e precisam ser vibradas para a liberação do grão de pólen (BUCHMANN, 1983). Em relação ao tomateiro, em campo aberto suas flores se autopolinizam, já que há o vento ou insetos para vibrá-las (McGREGOR, 1976; PICKEN, 1984; PAXTON & BANDA, 1991; FREE, 1992; CAUICH *et al.*, 2003). Entretanto, em ambientes protegidos, o grande problema na produção do tomate é a adoção de um modo adequado de polinização, já que ventos e insetos polinizadores são muito raros ou ausentes no sistema (HOCKMUTH, 2001).

Em ambiente protegido duas técnicas podem ser adotadas pelos produtores para a polinização artificial do tomateiro. Uma é a vibração manual das flores usando-se dispositivos mecânicos ou não. A outra é o emprego de fluxos de ar dentro da casa-de-vegetação (DOGTEROM *et al.*, 1998; PEREIRA *et al.*, 2000). Contudo, estas técnicas não são satisfatórias e podem afetar a qualidade dos frutos. Ao se vibrar o tomateiro, os fitilhos (tutores) podem danificar os frutos e estes têm seu valor

comercial reduzido (Figura 1). Técnicas de vibração artificial também aumentam a necessidade de mão-de-obra e os custos de produção (McGREGOR, 1976; KEVAN *et al.*, 1991; DOGTEROM *et al.*, 1998). Uma alternativa seria o uso de insetos polinizadores dentro das casas-de-vegetação, os quais naturalmente vibrassem as flores do tomateiro, no momento da coleta do pólen.

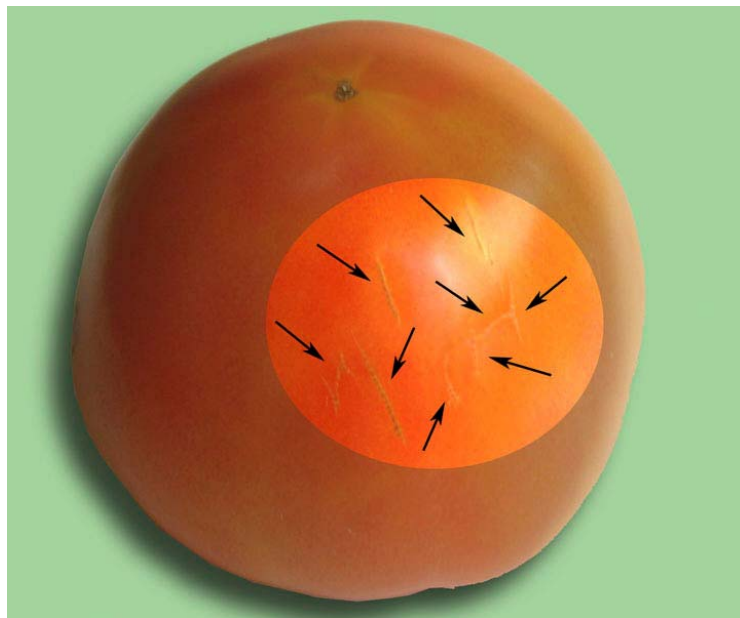


Figura 1. Injúrias mecânicas causadas no fruto do tomateiro (área em destaque com setas) pelos fitilhos usados para o tutoramento e para polinização artificial. Foto: J. C. Gonçalves.

### **1.2.2. Insetos polinizadores em cultivo protegido**

A maioria dos esforços para melhorar a polinização das culturas agrícolas tem sido realizada com a abelha *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) (Apidae) (FREE, 1970; McGREGOR, 1976;

CRANE & WALKER, 1984; ROBINSON *et al.*, 1989). No entanto, para solanáceas ela não é uma boa opção. *A. mellifera* é incapaz de vibrar as flores no momento da coleta do pólen (DANKA & RINDERER, 1986; CAUICH *et al.*, 2003). Além disso, estas abelhas podem ser extremamente defensivas, como o híbrido africanizado presente nas Américas.

Em países da Comunidade Européia, Estados Unidos, Canadá, Austrália, Nova Zelândia, Colômbia e Chile, o uso de programas de polinização tem sido um dos principais responsáveis pela produtividade e rentabilidade de solanáceas em ambiente protegido (FREITAS, 1998; VELTHUIS, 2002). Nesses países, são utilizadas abelhas dos gêneros *Bombus* e *Xylocopa* (Apidae), as quais são introduzidas nas casas-de-vegetação. Essas abelhas realizam a polinização da cultura de maneira natural, diminuindo os custos de produção, melhorando a produtividade e agregando valor ao fruto produzido (McGREGOR, 1976; KEVAN *et al.*, 1991; O'TOOLE, 1993; DOGTEROM *et al.*, 1998; RICHARDS & KEVAN, 2002; WILLIAMS, 2002). Apesar de, no Brasil, existirem seis espécies de *Bombus* e cerca de 50 de *Xylocopa* (SILVEIRA *et al.*, 2002), ainda não existem técnicas adequadas de manejo para que elas possam ser usadas como polinizadores em ambiente protegido (FREITAS, 1998). Entretanto, estudos recentes estão sendo conduzidos com algumas espécies de abelhas-sem-ferrão (Apidae) para a

polinização de culturas como o pimentão (CRUZ *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2004a; b), o morango (MALAGODI-BRAGA & KLEINERT, 2004; ROSELINO *et al.*, 2004), o pepino (SANTOS *et al.*, 2004a) e o tomate (SANTOS *et al.*, 2004b).

### **1.2.3. Melipona como polinizador de tomateiros em ambiente protegido**

Muitas abelhas vibram flores para a coleta de pólen (BUCHMANN, 1983; KING & BUCHMANN, 2003). Entre elas, abelhas-sem-ferrão do gênero *Melipona* (ROUBIK, 1989; HEARD, 1999).

Este gênero agrupa 50 espécies distribuídas na região neotropical (CAMARGO, 1970). São abelhas de tamanho moderado (8-15 mm), com hábito de nidificação variado. Ninhos dessas abelhas podem ser encontrados principalmente em ocos de árvores, mas há espécies que nidificam no chão, em ninhos abandonados de pássaros, cupinzeiros, formigueiros etc. (KERR *et al.*, 1996; MICHENER, 2000). Meliponas apresentam complexos sistemas de comunicação (NIEH & ROUBIK, 1995; JARAU *et al.*, 2000) e suas operárias freqüentemente coletam pólen em flores de Solanaceae (WILMS & WIECHERS, 1997; MELO, 2004). Alguns aspectos da biologia e método de criação

destas abelhas são apresentados por NOGUEIRA-NETO (1970), AIDAR (1996), KERR *et al.* (1996), e CARVALHO *et al.* (2003).

Uma espécie particularmente interessante para a polinização do tomateiro em ambientes protegidos é *Melipona quadrifasciata*, popularmente conhecida como mandaçaia. Isto porque (1) ela é de fácil domesticação, suas colônias podem ser colocadas em caixas e facilmente manejadas e multiplicadas, havendo técnicas já desenvolvidas para isto (BEZERRA, 1995; AIDAR, 1996;) e (2) é espécie comum e abundante na maior parte da sua distribuição geográfica (SILVEIRA *et al.*, 2002), a qual inclui as maiores áreas de plantio de tomates do Brasil (AGRIANUAL, 2003).

As referências bibliográficas citadas nesta Tese foram formatadas de acordo com as normas da revista *Journal of Economic Entomology*, que publicou o artigo vol. 98 (2): 260-266 em abril 2005, com adaptações para as normas de Tese da Universidade Federal de Viçosa.

## **2. OBJETIVO**

O objetivo desse trabalho foi avaliar o uso da abelha mandaia (*Melipona quadrifasciata*), em programas de polinização racional na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) conduzido em cultivo protegido.

## **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **3.1. Local de estudo**

Os experimentos e as observações para avaliar o potencial de *M. quadrifasciata* como polinizador da cultura do tomateiro (híbrido longa-vida, variedade Rodas) foram conduzidos no Sítio Gameleira, no município de Pedra do Anta – MG (20°32'52"S e 42°39'56"W; altitude, 578 m).

Na propriedade é produzido tomate do tipo "caqui-salada", em casas-de-vegetação, as quais foram construídas usando-se as estruturas de velhas instalações para a criação de suínos (Figura 2). Assim, sua arquitetura é em capela, apresentando 3 m em seu cume. Nas laterais, sua altura não ultrapassa 1,80 m. Não há no interior das casas-de-vegetação controle da temperatura ou da umidade. A cobertura é feita com película plástica (150µm de espessura) com filtro UV. Nas laterais, é usada tela tipo "clarite", semelhantes às usadas em casas-de-

vegetação convencionais. A área cultivada tem 234 m<sup>2</sup>. São plantadas três plantas por metro quadrado em sistema hidropônico (Figura 2) com fluxo laminar de nutrientes (NFT) e “conceitos orgânicos” de produção.

Foi avaliada à adaptação da *M. quadrifasciata* às condições rotineiras de cultivo e tratos culturais existentes na propriedade, as quais são semelhantes às de outras propriedades que utilizam o sistema de produção semelhante (GUALBERTO *et al.*, 2002b). Todos os experimentos e observações foram feitos em apenas uma casa-de-vegetação.



Figura 2. Casa-de-vegetação com tomateiros cultivados em sistema hidropônico, no sítio Gameleira, Pedra do Anta – MG. Foto: R. C. Peruquetti.

### **3.2. Obtenção e manejo das colônias de *Melipona quadrifasciata***

As colônias de *M. quadrifasciata* usadas, neste estudo, são de propriedade da Universidade Federal de Viçosa e mantidas no Apiário Central. Foram utilizadas, no experimento, seis colônias (n<sup>os</sup> 714, 739, 762, 768, 886, 889). Todas com populações semelhantes entre si ( $\cong$  800 abelhas).

As colônias foram instaladas em suportes (1,5 m de altura, distanciados entre si por 4,0 m), do lado de fora da casa-de-vegetação (Figura 3). Cada colônia foi fixada à lateral da casa-de-vegetação por meio de uma placa de madeira (7 x 7 x 1 cm). As abelhas tinham acesso ao interior da casa-de-vegetação por um tubo plástico com 10 cm de comprimento e um de diâmetro (Figura 3). Este procedimento foi adotado para minimizar o efeito da casa-de-vegetação no desenvolvimento das colônias. A média diária de temperatura no interior da casa-de-vegetação durante os 78 dias de experimento foi de 30,3°C ( $\pm$ 4,0°C DP) e a média da umidade relativa 59% ( $\pm$ 13% DP).



Figura 3. As colônias de abelhas instaladas do lado de fora da casa-de-vegetação. Foto: R. C. Peruquetti.

Em um experimento piloto (dados não publicados) foi observado que são necessários de 15 a 19 dias para as abelhas se adaptarem às condições internas da casa-de-vegetação. Por isso, elas foram soltas no ambiente de cultivo em 22 de novembro de 2003, ou seja, 20 dias antes do início da florada da cultura. Antes disto, as colônias permaneceram fechadas por cinco dias. As colônias foram abertas sempre à noite. Tentou-se assim minimizar a morte de abelhas, já que quando as abelhas são liberadas durante o dia, muitas deixam a colônia e morrem porque ficam desorientadas. As colônias foram retiradas da casa-de-vegetação em 8 de fevereiro de 2004. Totalizando, assim, os 78 dias de confinamento.

Durante o experimento, as colônias foram supridas com solução aquosa de mel (70%), colocadas em alimentadores

espalhados pela casa-de-vegetação. Antes de a cultura florescer, a reposição da solução ocorreu a cada três dias e, durante a florada, a cada cinco dias. Também foram espalhados pela casa-de-vegetação recipientes contendo água.

### **3.3. Índice de sobrevivência das colônias de *M. quadrifasciata***

Para determinar o efeito do confinamento na casa-de-vegetação sobre o desenvolvimento das colônias, foi utilizado um “índice de sobrevivência”. Para a elaboração desse índice, cada colônia foi pesada antes e depois de sua instalação na casa-de-vegetação. Antes do início do experimento, cada colônia teve seu excesso de geoprópolis removido. Devido a ausência de barro na casa-de-vegetação, a geoprópolis não foi repostas pelas operárias. O índice de sobrevivência foi calculado dividindo-se a diferença na massa de cada colônia pela média da massa de uma operária de *M. quadrifasciata* ( $0,069\text{g} \pm 0,0146\text{DP}$ ;  $n= 94$ ; dados de RAMALHO *et al.*, 1998). Este índice potencialmente reflete o ganho ou a perda de indivíduos durante o tempo de confinamento, já que todo material trazido (néctar, pólen, barro, resina) ou produzido (cera), na colônia, será usado para produzir novas abelhas. Como vantagem, o índice não é destrutivo, o que não acontece com outros métodos que usam a contagem da

quantidade de cria e/ou o número de abelhas na colônia para estimar seu desenvolvimento (SOMMEIJER *et al.*, 1984). O uso destes métodos poderia influenciar a performance das colônias no interior da casa-de-vegetação.

### **3.4. Atividade de forrageamento das operárias de *M. quadrifasciata***

A atividade de forrageamento das abelhas foi verificada em 16 e 17 de dezembro de 2003 (duas colônias) e 17 de janeiro de 2004 (duas colônias), no período de 05:30 às 17:00 horas (em intervalos de 20 minutos), contando-se, por cinco minutos, as abelhas que entravam na colônia com pólen. A escolha das colônias foi realizada através de sorteio.

Para determinar a frequência de visita das operárias de *M. quadrifasciata* às flores do tomateiro, foram verificadas marcas deixadas por elas no cone das anteras de 100 flores senis, amostradas aleatoriamente. Estas marcas são feitas pelas garras das operárias (Figura 4). Marcas semelhantes são feitas por *Bombus* e elas são utilizadas para determinar a atividade de forrageamento destas abelhas em ambiente protegido (DOGTEROM *et al.* 1998; MORANDIN *et al.* 2001). Também foi monitorado, de maneira não sistemática, quantas flores uma

operária visita antes de retornar para a colônia com uma carga de pólen.



Figura 4. Atividade de forrageamento da operária de *M. quadrifasciata* coletando pólen da flor do tomateiro. Foto: R. C. Peruquetti.

### **3.5. Receptividade do estigma da flor do Tomateiro**

O período de maior receptividade da flor de tomate foi verificado usando-se solução de peróxido de hidrogênio a 6%. Este método é simples e mais barato que outros usados para determinar a receptividade do estigma. A receptividade é proporcional ao número de bolhas de ar que aparecem na superfície do estigma (KEARNS & INOUE, 1993). Uma inconveniência deste método é a possibilidade de falso-positivos, provocados por danos na superfície do estigma ou germinação do grão de pólen (MAUÉS, 2002). Assim, para diminuir esta

possibilidade, três flores recém-abertas de cinco plantas foram escolhidas e testadas a cada hora, das 05:30 às 17:00 horas.

### **3.6. Experimentos de Polinização**

Foram realizados quatro tratamentos de polinização em que os frutos foram produzidos: (i) polinização pelas abelhas (flores não ensacadas); (ii) polinização manual (pôr mecanismo de vibração manual das flores ensacadas); (iii) polinização manual e a polinização pela abelha (vibração manual das flores mais a visita das abelhas) e (iv) sem qualquer tipo de polinização. Os tratamentos foram escolhidos ao acaso e distribuídos ao longo de uma linha de cultivo em quatro blocos formados pôr quatro plantas. Cada bloco será repetido três vezes, totalizando-se 64 plantas. Para as análises serão considerados 2 frutos em cada tratamento.

Nos tratamentos polinização manual (ii) e não-polinização (iv), as flores foram protegidas com sacos de poliéster com dimensões de 26 x 20 x 7 cm. As flores foram ensacadas na fase de pré-antese e a proteção foi removida logo após o aparecimento dos frutos. Assim, assumiu-se que o efeito da proteção sobre o desenvolvimento dos frutos foi mínimo ou nulo. O tratamento polinização manual seguiu a rotina da propriedade,

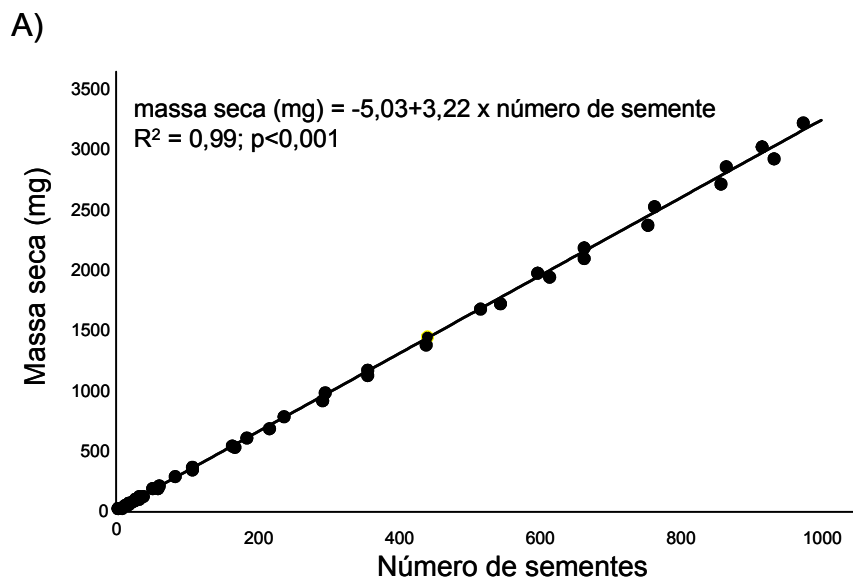
sendo realizado das 12:00 às 15 horas (Figura 4), durante três dias.

Os frutos provenientes dos quatro tratamentos foram colhidos em 10 de fevereiro de 2004, seguindo os padrões de comercialização do produtor (cada fruto apresentava coloração avermelhada em 2/3 de sua superfície). Visto que somente recentemente foram divulgadas normas para a classificação de tomates no Brasil (FERREIRA *et al.*, 2004), as quais ainda não são plenamente adotadas pelos produtores. Após a colheita, os frutos completaram sua maturação em local fresco e então foram examinados para defeitos, pesados, medidos e as sementes extraídas. Para a contagem e pesagem das sementes, cada fruto foi aberto, sua polpa retirada e lavada em peneira de malha fina, para a remoção da mucilagem que envolve as sementes. Posteriormente, elas foram secas em estufas a 40°C, por 12 horas.

Para determinar a influência da polinização realizada pelas operárias de *M. quadrifasciata*, sobre a produção de tomates, foram verificados quatro atributos nos frutos: (1) massa seca das sementes, (2) diâmetro máximo, (3) altura e (4) índice de arredondamento. Esse índice é considerado um indicador de qualidade (DOGTEROM *et al.*, 1998) e foi determinado calculando-se o quociente entre o diâmetro máximo e a altura do fruto. Os quatro atributos foram agrupados por planta (dois

frutos por planta) e então por fileira (4 fileiras, totalizando 96 frutos).

Foi utilizada a massa seca das sementes como índice de eficiência do polinizador (em vez do número de sementes ou o massa do fruto) porque (1) a massa do fruto pode ser influenciada pelas condições ambientais (PICKEN, 1984), (2) foi observada uma forte relação entre a massa seca das sementes e o número de sementes ( $r^2 = 0,99$ ;  $y = 3,23x - 5,03$ ;  $p < 0,0001$ ;  $n = 44$ ) (Figura 5A) e entre a massa seca das sementes e a massa do fruto ( $r^2 = 0,58$ ;  $y = 0,0034x + 0,20$ ;  $p < 0,0001$ ;  $n = 44$ ) (Figura 5B). Assim, a massa das sementes parece ser um indicador melhor e mais rápido da eficiência do polinizador em tomateiros do que os demais empregados para este fim.



B)

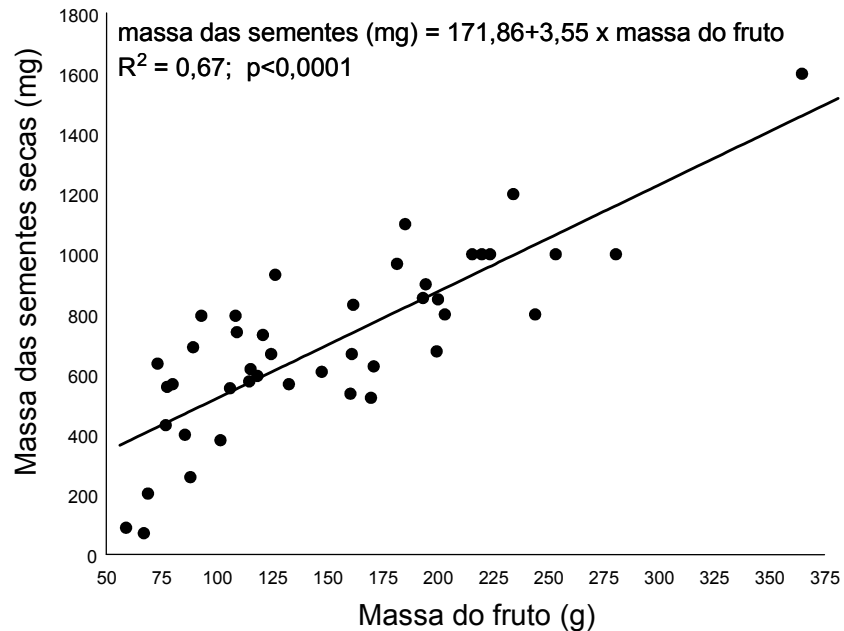


Figura 5. A) Correlação entre o número de sementes e a massa seca das sementes. B) relação entre a massa do fruto e a massa seca das sementes.

O efeito dos tratamentos de polinização sobre a produção e/ou qualidade dos frutos de tomateiro foi verificado utilizando-se análise de variância de dois fatores (SOKAL & ROHLF, 1995), envolvendo os tratamentos polinização manual, manual+abelha, abelha e não-polinização (fatores fixos), distribuídos ao longo de quatro fileiras de cultivo (fatores aleatórios) (McKONE & LIVELY, 1993). As diferenças significativas foram separadas usando-se o teste de Tukey (SOKAL & ROHLF, 1995).

Possíveis diferenças na eficiência da polinização foram avaliadas usando-se análise de correlação entre a massa seca das sementes e os outros três atributos (diâmetro máximo do fruto, altura do fruto e índice de arredondamento). A

significância da diferença dos valores da correlação entre os tratamentos foi verificada comparando-se os respectivos intervalos de confiança de 95%, obtidos através da técnica de reamostragem (bootstrap) (DIXON, 1993).

## **4. Resultados**

### **4.1. Receptividade do estigma da flor do Tomateiro**

Na variedade de tomate testada, cada planta produz cinco inflorescências com oito flores cada, sendo que três flores estão receptivas ao mesmo tempo (observação pessoal). A receptividade máxima do estigma ( $n= 162$ ) ocorreu entre 10:30 e 15:30 horas. O que foi responsável pela sobreposição de somente 30 minutos entre o maior pico de atividade do forrageamento das operárias e a maior receptividade do estigma da flor (Figura 6). Foi observado que as flores do tomateiro fecham à noite, e começam a abrir entre 06:30 e 07:30 horas, estando totalmente abertas perto das 09:00 horas.

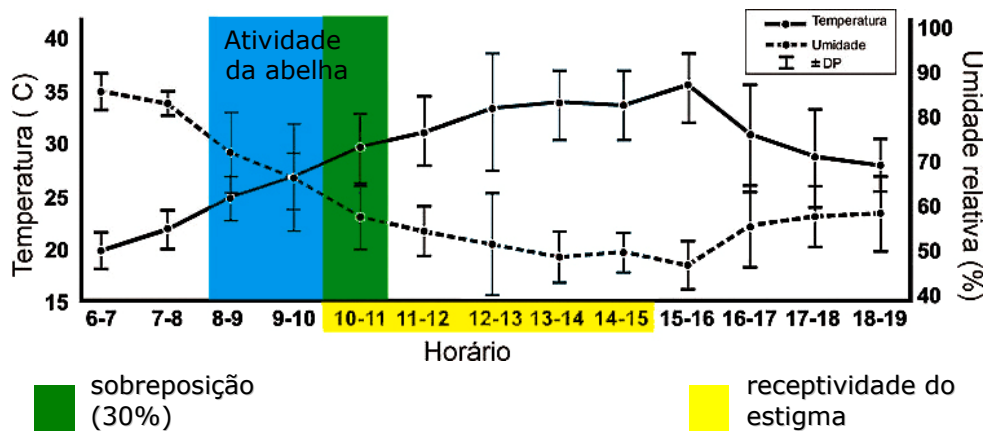


Figura 6. Horário de receptividade do estigma da flor e horário da atividade de forrageamento das operárias de *M. quadrifasciata*.

#### 4.2. Experimentos de polinização

No sistema de cultivo adotado, as flores de tomates não-polinizadas (n= 128) não produziram frutos (Tabela 1). Os tratamentos de polinização não influenciaram o diâmetro máximo e a altura do fruto ou o índice de arredondamento ( $p > 0,05$ ) (Tabela 1). Entretanto, a massa seca das sementes diferiu entre os tratamentos ( $F_{2,6} = 14,56$ ;  $p < 0,01$ ). A média da massa seca das sementes dos frutos produzidos por flores manualmente polinizadas foi 10,8% maior (teste TUKEY;  $p < 0,05$ ) do que a dos frutos produzidos pela visita de *M. quadrifasciata*. O tratamento polinização pelas abelhas+manual não diferiu dos tratamentos polinização por abelhas ou manual (Tabela 1).

Tabela 1: Comparação entre quatro tratamentos de polinização, 'n' indica o número de plantas utilizadas. Os valores são apresentados como média ( $\pm$ DP).

Tratamentos de Polinização	n (Pl)	Atributos			
		Massa seca das sementes (g)	Diâmetro máximo do fruto (mm)	Altura do fruto (mm)	Índice de arredondamento
Abelha	15	1,11( $\pm$ 0,21)a	81,9( $\pm$ 4,74)a	63,2( $\pm$ 3,60)a	1,29( $\pm$ 0,08)a
Abelha + Manual	16	1,20( $\pm$ 0,24)ab	81,4( $\pm$ 6,25)a	62,2( $\pm$ 4,25)a	1,31( $\pm$ 0,06)a
Manual	16	<b>1,23(<math>\pm</math>0,19)b</b>	85,5( $\pm$ 4,95)a	66,0( $\pm$ 2,89)a	1,30( $\pm$ 0,07)a
Controle	16	0	0	0	0
Total	47	1,18( $\pm$ 0,22)	83,0( $\pm$ 5,57)	63,8( $\pm$ 3,91)	1,30( $\pm$ 0,06)

Médias seguidas pelas mesmas letras não são significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ; ANOVA de dois fatores, teste de Tukey).

### 4.3. Efeito da polinização sobre a qualidade dos frutos

Não foi verificada influência dos tratamentos sobre a qualidade (tamanho e forma) dos frutos ( $p > 0,05$ ; Comparação Bootstrap IC95%). As únicas correlações estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) foram os coeficientes massa seca das sementes e diâmetro máximo do fruto ( $r = 0,55$ ) ou altura do fruto ( $r = 0,51$ ), no tratamento polinização manual (Tabela 2).

Comparando os intervalos de confiança dos valores de "r" (correlação de Pearson) dos indicadores de qualidade dos frutos, obtidos através de técnica de Bootstrap IC95%, verificou-se que os valores se sobrepõem, isto mostra que não existe diferença na qualidade dos frutos entre os tratamentos de polinização (Figura 7).

Tabela 2: Correlação entre a massa seca das sementes e três atributos dos frutos (diâmetro máximo, altura, índice de arredondamento).

MASSA SECA DA SEMENTE	TAMANHO		FORMA
	DIÂMETRO MÁXIMO	ALTURA DO FRUTO	ÍNDICE
	Tratamento: <b>Abelha</b> (n = 15)		
$r = 0,5007,$ $p = 0,0573$	$r = 0,4439,$ $p = 0,0974$	$r = 0,0742,$ $p = 0,7926$	
Tratamento: <b>Manual</b> (n = 16)			
$r = 0,5542,$ $p = 0,0259^*$	$r = 0,5047,$ $p = 0,0462^{**}$	$r = 0,3748,$ $p = 0,1520$	
Tratamento: <b>Abelha + Manual</b> (n = 16)			
$r = 0,4869,$ $p = 0,0558$	$r = 0,3323,$ $p = 0,2085$	$r = -0,1862,$ $p = 0,4900$	
Total (n = 47)			
$r = 0,4419,$ $p = 0,0019^*$	$r = 0,3433,$ $p = 0,0182^*$	$r = 0,1210,$ $p = 0,4179$	

Os valores "r" entre os tratamentos não são estatisticamente diferentes entre si ( $p > 0,05$ ; Bootstrap IC95%).

\* Significativo, \*\* Marginalmente significativo

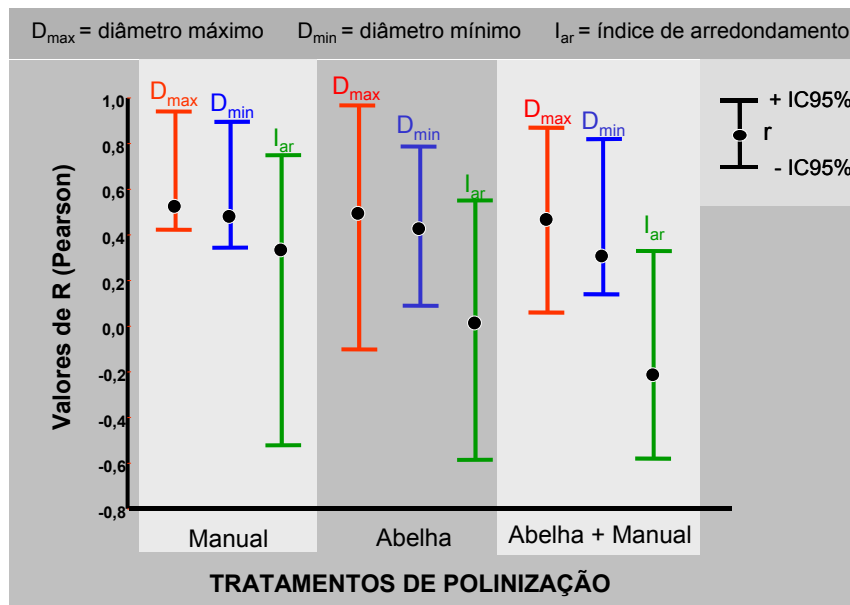


Figura 7. Correlação entre os tratamentos de polinização e os indicadores da qualidade (forma) dos frutos. Os valores de "r" foram obtidos através da técnica Bootstrap IC95%.

#### **4.4. Índice de Sobrevivência das colônias de *M. quadrifasciata***

O efeito de 78 dias de confinamento sobre *M. quadrifasciata* parece depender da colônia. Na média, as colônias tiveram ganho de 94,92 g ( $\pm 0.238DP$ ; n= 6), que representa, de acordo com o índice de sobrevivência, um aumento potencial de 1376 abelhas (2,83 abelhas por colônia por dia). Entretanto, duas colônias sofreram perda de abelhas. Para elas, os seguintes valores representam a massa total perdida da colônia e o número equivalente de abelhas no período de confinamento: 122,3/21,88 e 132,4/23,69. Estas colônias poderiam não sobreviver confinadas por longo período. As outras quatro colônias aumentaram de massa (como acima; 23,7/4,24; 28,9/5,17; 332,3/59,46 e 439,3/78,6) e poderiam sobreviver mais tempo confinadas.

#### **4.5. Atividade de forrageamento das operárias de *M. quadrifasciata***

O forrageamento das operárias de *M. quadrifasciata* para coletar pólen se iniciava as 08:00 e se estendia até às 11:00 horas (Figura 8). A maior parte desta atividade ocorreu das 09:00 às 11:00 horas (62,5%; n=104). Outras viagens para a

coleta de pólen ocorreram antes das 09:00 (21,2%) ou após às 11:00 horas (16,3%).

Em média, uma operária, para coletar pólen em uma única viagem, visitou 39 flores ( $\pm 11$ DP;  $n=12$ ). Assim, a atividade de forrageamento foi alta e 95% das flores inspecionadas apresentavam marcas da visita das abelhas.

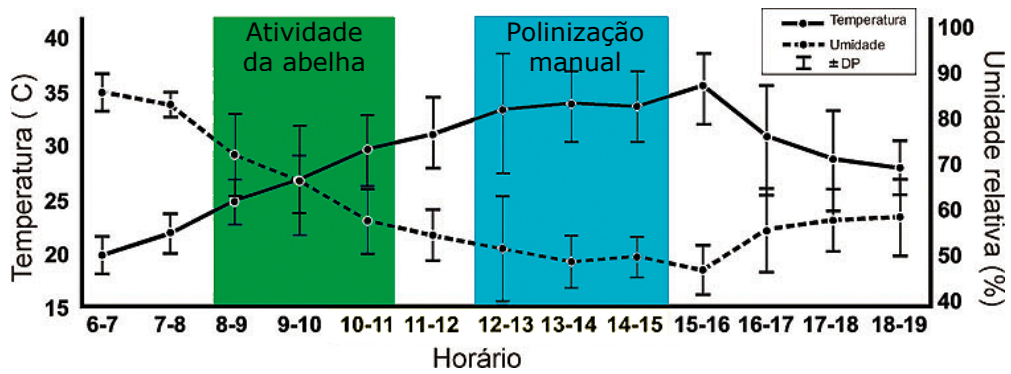


Figura 8. Atividade de forrageamento das operárias de *M. quadrifasciata* e período da polinização manual.

## **5. Discussão**

### **5.1. Índice de sobrevivência das colônias de *Melipona quadrifasciata***

As abelhas-sem-ferrão parecem se adaptar bem às condições de confinamento (AMANO & BOONGIRD, 1997). Essa adaptabilidade foi parcialmente observada em quatro das seis colônias de *M. quadrifasciata* usadas no experimento. O que é esperado para espécies com colônias perenes, complexo sistema de comunicação e flexibilidade de forrageamento (MICHENER, 1974; ROUBIK, 1989; NIEH & ROUBIK, 1995; JARAU *et al.*, 2003).

Durante o experimento, a capacidade das colônias em estocar pólen não foi avaliada. Isso porque as abelhas não estocaram este recurso. Todo pólen coletado foi alocado na produção de novas abelhas. Entretanto, foi possível observar que as colônias que aumentaram em massa estocaram xarope de mel, o que não aconteceu com as colônias que perderam massa. Essa variabilidade na preferência de forrageamento pode ser objeto de programas de seleção massal (FALCONER, 1981; MONTEIRO & KERR, 1990). Seriam selecionadas e multiplicadas colônias cujas operárias coletam, preferencialmente, pólen. Esta

capacidade é particularmente interessante para a produção de colônias destinadas, única e exclusivamente, à polinização.

Dependendo da eficiência das operárias, nas condições do experimento, uma colônia seria suficiente para a polinização de 466 a 900 plantas de tomate. Já que (i) uma colônia forte de *M. quadrifasciata* possui em média 960 abelhas (dados não publicados), 87% delas operárias (BEZERRA *et al.*, 2000), das quais cerca de 6% estão ocupadas na coleta de recursos (JARAU *et al.*, 2000); (ii) cada operaria pode visitar, em média 39 flores em cada viagem para coletar pólen e (iii) na variedade de tomate testada, cada planta produz cinco inflorescências com oito flores cada, sendo que três flores estão receptivas ao mesmo tempo (observação pessoal).

A colônia poderia ficar confinada por 59 dias, 19 para adaptação mais 40 de floração. Este período poderia ser ideal para evitar a perda da colônia. Para o manejo da colônia fora da casa-de-vegetação, vários métodos são disponíveis (NOGUEIRA-NETO, 1970; AIDAR, 1996; CARVALHO *et al.* 2003).

## **5.2. *Melipona quadrifasciata* como polinizador de tomateiro em ambiente protegido**

A alta taxa de visita (95%) das abelhas às flores de tomate garantiu a produção de frutos. Como é típico para a maioria das

espécies de melipona voar para coletar pólen nas primeiras horas da manhã (das 5:30 às 11:00 horas) (HILARIO *et al.*, 2000; PIERROT & SCHLINDWEIN, 2003; MELO, 2004) para *M. quadrifasciata* este comportamento não foi diferente. Porém foi responsável pela sobreposição de somente 30 minutos entre o maior pico de atividade de forrageamento das operárias e a maior receptividade do estigma da flor.

O pico da atividade de forrageamento também não coincidiu com o horário de maior disponibilidade desse recurso, pois o pólen do tomate está disponível em maior quantidade em condições de baixa umidade do ar e temperatura elevada (HOCKMUTH, 2001; AL-ATTAL *et al.*, 2003) e tais condições foram verificadas durante o final da manhã (12:00 as 15:00 horas).

O pólen estava disponível em maior quantidade quando poucas abelhas (16,3%) estavam visitando as flores, provavelmente o efeito da temperatura e umidade, e o bloqueio de raios ultra-violeta pelo plástico da cobertura (um problema para o uso de abelhas como polinizadores na maioria das casas-de-vegetação disponíveis, porque as abelhas utilizam a luz UV para navegarem durante os vôos), contribuíram para a baixa eficiência na polinização por *M. quadrifasciata*, em comparação com a polinização manual (massa seca das sementes 10,8% maior). Os dados obtidos diferem do encontro em outros

trabalhos que mostraram aumento na produção de sementes (ou alta eficiência do polinizador) quando abelhas foram empregadas na polinização de tomateiros em casa-de-vegetação (CRIBB, 1990; PAXTON & BANDA, 1991; DOGTEROM *et al.*, 1998; AL-ATTAL *et al.*, 2003).

Contudo, seria possível o uso de *M. quadrifasciata* como polinizador de tomateiros em casas-de-vegetação, desde que argumentos econômicos são importantes para determinar se uma técnica será aceita ou não (ver KEVAN & IMPERATRIZ-FONSECA, 2002). A ineficiência observada da abelha como polinizador não foi significativa para reduzir o tamanho (diâmetro máximo e altura) ou a qualidade (índice de arredondamento) dos frutos. Dessa maneira, o uso de *M. quadrifasciata* como polinizador não afetaria o valor comercial dos tomates produzidos.

O uso da abelha, inclusive, favoreceria o produtor porque aumentaria seu tempo livre ao reduzir a necessidade de mão-de-obra nos serviços de polinização manual (artificial). De maneira grosseira, caso seja empregado um operário recebendo um salário mínimo, o uso da abelha como polinizador representaria, nas condições do estudo, a economia de cerca de R\$ 195,00/ano (US\$ 72.22; dólar cotado a R\$ 2,70), já que os serviços de polinização, em média, são gastas 180 horas/ano/casa-de-vegetação. Além disso, o uso de *M. quadrifasciata* para polinizar

tomates pode representar um aumento na renda do produtor. Pois são evitadas as perdas de 5% de frutos devido às injúrias mecânica (dados não publicados) produzidas durante a vibração dos fitilhos para a liberação do pólen.

A média histórica da produtividade de tomates registrada no sítio Gameleira é de 3 Kg/planta, sendo similar a de outras propriedades que usam o cultivo protegido em sistema hidropônico (GUALBERTO *et al.*, 2002b), o que corresponderia a 2100 kg de tomates por cultivo. São feitos quatro cultivos por ano. Assim o uso de *M. quadrifasciata* poderia representar uma renda extra na ordem de R\$ 986,60 ao ano (US\$ 365.40; dólar a R\$ 2,70). Esse valor é obtido apenas pelo uso da abelha, o que evitaria a perda na produção de tomates com a polinização manual (artificial), já que o valor do tomate orgânico no mercado local é de R\$ 2,40/kg. Simplificadamente, o uso de *M. quadrifasciata* no sítio Gameleira como polinizador poderia gerar um ganho anual de R\$ 1.181,60 (R\$ 986,60 + R\$ 195,00). É interessante ressaltar que este ganho é baseado somente na redução da necessidade de mão-de-obra e melhora na qualidade do produto.

### 5.3. Perspectivas

Além do aspecto econômico, há o aspecto conservacionista no uso de *M. quadrifasciata* (ou outra abelha-sem-ferrão) como polinizador de culturas com alto potencial econômico. Sob este enfoque, duas situações podem ser imaginadas, uma favorável ao uso da abelha e a outra, nas condições atuais, bastante problemáticas.

O lado bom do uso de *M. quadrifasciata* está na possibilidade dele dificultar a entrada de polinizadores exóticos no país. Especialmente *Bombus terrestris*, cujas colônias são importadas da Holanda por muitos países, devido ao alto retorno econômico que o uso deste polinizador acarreta (EIJNDE, 1990; RUZ, 2002; VELTHUIS 2002). Apesar de haver uma 'crise de polinização', a introdução de polinizadores exóticos tem mobilizado muitos pesquisadores e pessoas interessadas na conservação de abelhas indígenas (SOMMEIJER *et al.*, 1983; BUCHMANN, 1996; WILMS *et al.*, 1996; DAFNI & SHMIDA, 1996; ASADA, 2000; GOULSON, 2003). Assim, o uso de abelhas nativas em programa de polinização racional poderia evitar os problemas causados pela introdução de organismos estranhos à fauna local de polinizadores (O'TOOLE, 1993; HOGENDOORN *et al.*, 2000).

Os problemas do uso de abelhas-sem-ferrão como polinizadores de culturas residem num dilema. Como conciliar interesses comerciais (principalmente baseados na demanda de novas colônias) e conservação das abelhas-sem-ferrão, uma vez que a maioria das espécies promissoras (as do gênero *Melipona*, por exemplo) se encontra em risco de extinção (KERR *et al.*, 1999).

Certamente, as abelhas-sem-ferrão são as abelhas mais promissoras como polinizadores comerciais (CAUICH *et al.*, 2003). Visto que (i) muitas delas são tradicionalmente criadas em áreas rurais (KERR *et al.*, 2001), (ii) existem tecnologias bem estabelecidas para a multiplicação das colônias de algumas espécies (NOGUEIRA-NETO, 1970) e (iii) algumas delas são os principais polinizadores de muitas culturas de campo aberto (HEARD, 1999). Atualmente, algumas espécies de abelhas-sem-ferrão estão sendo testadas como polinizadores de culturas em ambiente protegido e os resultados são promissores (MAETA *et al.*, 1992; KAKUTANI *et al.*, 1993; AMANO & BOONGIRD, 1997; MALAGODI-BRAGA *et al.*, 2000; CRUZ *et al.*, 2004; MALAGODI-BRAGA & KLEINERT, 2004; ROSELINO *et al.*, 2004; SANTOS *et al.*, 2004 a; b; SILVA *et al.*, 2004 a; b). Contudo, no Brasil já existe um comércio de ninhos de abelhas-sem-ferrão baseado na remoção de colônias das matas. Para muitas espécies esta atividade pode ser o maior agente de devastação das populações

naturais. Pesquisas futuras, concentradas no uso de abelhas-sem-ferrão como polinizadores comerciais, devem preocupar-se, principalmente, com o desenvolvimento de técnicas para a reprodução e produção em laboratório de colônias viáveis (com uma rainha e suas filhas). Estas pesquisas devem ser direcionadas para atender a capacitação técnica do produtor. Isto é, elas podem ter como alvo pequenos e/ou médios produtores, que podem conciliar a atividade agrícola com a meliponicultura. Para estes, a difusão de técnicas de divisão de colônias e manejo, poderiam ser suficientes para que eles pudessem manter na propriedade as abelhas que seriam usadas no “serviço de polinização”. Já no caso de produtores grandes, isto pode não ser o ideal. Para eles, talvez fosse necessário criarem-se métodos de produção, comercialização e distribuição das colônias destinadas à polinização da cultura, semelhante ao que faz a indústria de *Bombus terrestris* (VELTHUIS, 2002). Caso isto não seja feito, é difícil imaginar o uso sustentável das abelha-sem-ferrão como polinizadores comerciais (AMANO *et al.*, 2000; SLAA *et al.*, 2000).

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL 2003. Anuário da agricultura brasileira, FNP – Consultorias & Agroinformativos. São Paulo, 544p.
- AIDAR, D. S. 1996. A mandaçaia. biologia de abelhas, manejo e multiplicação artificial de colônias de *Melipona quadrifasciata* Lep. (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). Sociedade Brasileira de Genética, Série Monografias número 4. 104p.
- AL-ATTAL, Y. Z.; KASRWAI, M. A.; NAZER, I. K. 2003. Influence of pollination technique on greenhouse tomato production. J. Agric. & Marine Sci. 8: 21-26.
- AMANO, K.; BOONGIRD, S. 1997. Keeping of the stingless bee, *Trigona fuscobalteata* (Hymenoptera: Apidae) in an environmentally enclosed chamber. Annu. Rept. Prot. North Jpn. 48: 210-212.
- AMANO, K.; NEMOTO, T.; HEARD, T. 2000. What are stingless bees and why and how to use them as crop pollinators? A review. Jpn. Agric. Res. Q. 34: 183-190.
- ASADA, S. 2000. Study of the bumblebees for crop pollination in Kanagawa Prefecture. Its present and future. Honeybee Sci. 21: 9-16.
- BEZERRA, J. M. D. 1995. Aspectos da reprodução em *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera, Apidae). Tese de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa.

- BEZERRA, J. M. D.; PERUQUETTI, R. C.; KERR; W. E. 2000. Adaptive behavior of *Scotocryptus melitophilus* Reitter (Coleoptera, Leiodidae) to live with its host *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae). Rev. Bras. Zool. 17: 199-203.
- BRANDÃO FILHO, J. U. T.; CALLEGARI, O. 1999. Cultivo de hortaliças de frutos em solo em ambiente protegido. Informe Agropecuário 20: 64-68.
- BUCHMANN, S. L. 1983. Buzz pollination in angiosperms, pp. 73-113. In: C. E. Jones and R. Little (eds.) Handbook of Experimental Pollination Biology. Van Nostrand, New York.
- BUCHMANN, S. L. 1996. Competition between honey bees and native bees in the Sonoran Desert and global bee conservation issues, pp. 125-142. In: A. Matheson, S. L. Buchmann, C. O'Toole, P. Westrich, and I. H Williams (eds.). The conservation of bees. Academic Press, London. United Kingdom.
- CAMARGO, J. M. F. 1970. Ninhos e biologia de algumas espécies de meliponídeos (Hymenoptera: Apidae) da região de Porto Velho, Território de Rondônia, Brasil. Rev. Biol. Trop. 16: 207-239.
- CARRIJO, O. A.; MAKASHIMA, N. 2003. Cultivo do tomateiro em casa de vegetação. Informe Agropecuário, Belo Horizonte 24: 98-107.

- CARVALHO, C. A. L.; ALVES, R. M. O.; SOUZA, B. A. 2003. Criação de abelhas sem ferrão: aspectos práticos. UFBA / SEAGRI, Salvador. 42p.
- CAUICH, O.; QUEZADA-EUÁN, J. G.; MACIAS-MACIAS, J. O.; REYES-OREGEL, V.; MEDINA-PERALTA, S.; PARRA-TABLA, V. 2003. Behaviour and pollination efficiency of *Nannotrigona perilampoides* (Hymenoptera: Meliponini) on greenhouse tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) in Subtropical México. J. Econ. Entomol. 97: 475-481.
- CRANE, E.; WALKER, P. 1984. Pollination directory for world crops. International Bee Research Association, London, UK 183p.
- CRIBB, D. 1990. Pollination of tomato crops by honeybees. Bee Craft. 172: 228-231.
- CRUZ, D. O.; FREITAS, B. M.; SILVA, L. A.; SILVA, E. M. S.; BONFIM, I. G. A. 2004. Use of the stingless bee *Melipona subnitida* to pollinate Sweet Pepper (*Capsicum annum* L.) flowers in greenhouse. In: 8th International Conference on Tropical Bees and VI Encontro sobre Abelha, 2004, Ribeirão Preto. Proceedings... Ribeirão Preto, SP, Brasil: USP/IBRA
- DAFNI, A.; SHMIDA, A. 1996. The possible ecological implications of the invasion of *Bombus terrestris* (L.) (Apidae) at Mt Carmel, Israel, pp. 183-200. In: A. Matheson, S. L. Buchmann, C. O'Toole, P. Westrich, and I. H Williams (eds.). The conservation of bees. Academic Press, London, United Kingdom.

- DANKA, R. G.; RINDERER, T. E. 1986. Africanized bees and pollination. *Am. Bee J.* 126: 680-682.
- DELLA VECCHIA, P. T. D. ; KOCK P. S. 1999. História e Perspectivas da produção de hortaliças em ambiente protegido no Brasil. *Informe Agropecuário* 20: 5-10.
- DIXON, P. M. 1993. The bootstrap and the jackknife: describing the precision of ecological indices, pp. 290-311. In: S. M. Scheiner, and J. Gurevitch (eds.). *Design and analysis of ecological experiments*. Chapman & Hall, New York.
- DOGTEROM, M. H.; MATTEONI, J. A.; PLOWRIGHT, R. C. 1998. Pollination of greenhouse tomatoes by the North American *Bombus vosnesenskii* (Hymenoptera: Apidae). *J. Econ. Entomol.* 91: 71-75.
- EIJNDE, J. J. 1990. Method for continuous rearing of *Bombus terrestris* and the production of bumblebee colonies for pollination purposes. *Apidologie* 21:300-332.
- FALCONER, D. S. 1981. *Introduction to quantitative genetics*. 2nd ed. Longman, New York.
- FAQUIN, V.; FURLANI, P. R. 1999. Cultivo de hortaliças de folhas em hidropônia em ambiente protegido. *Informe Agropecuário* 20: 99-104.
- FERREIRA, S. M. R.; FREITAS, R. J. S.; LAZZARI, E. N. 2004. Padrão de identidade e qualidade do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) de mesa. *Cienc. Rural* 34: 329-335.

- FILGUEIRA, F. A. R. 2003. Novo manual de olericultura - agrotecnologia moderna na produção e comercialização de Hortaliças. Ed. Universidade Federal de Viçosa. 412p.
- FONTES, P. C. R. 1999. Produção de hortaliças em ambiente protegido: uma técnica a ser aprendida. Informe Agropecuário 20: 1-2.
- FREE, J. B. 1970. Insect pollination of crops. Academic Press Inc., London, UK, 544p.
- FREE, J. B. 1992. Insect pollination of crops. Academic New York.
- FREITAS, B. M. 1998. Uso de programas racionais de polinização em áreas agrícolas. Mensagem Doce 46: 1-6.
- GOTO, R. 1997. Plasticultura nos trópicos: uma avaliação técnico-econômica. Horticultura Brasileira 15: 163-165.
- GOTO, R.; COSTA, P. C. 1999. Cultivo de hortaliças de flores em ambiente protegido. Informe Agropecuário 20: 69-71.
- GOULSON, D. 2003. Effect of introduced bees on native ecosystems. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst. 34: 1-26.
- GUALBERTO, R.; BRAZ, L. T.; BANZATTO, D. A. 2002a. Produtividade, adaptabilidade fenotípica de cultivares de tomateiro sob diferentes condições de ambiente. Pesq. Agrop. Bras. 37(1):81-88.

- GUALBERTO, R.; OLIVEIRA, P. S. R.; RESENDE, F. V. 2002b. Long-life tomato cultivars growing under the hydroponic nutrient film technique. *Sci. Agric.* 59: 803-806.
- HEARD, T. A. 1999. The role of stingless bees in crop pollination. *Annu. Rev. Entomol.* 44: 183-206.
- HILARIO, S. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT, A. 2000. Flight activity and colony strength in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae). *Rev. Bras. Biol.* 60: 299-306.
- HOCKMUTH, G. J. 2001. Production of greenhouse tomatoes. University of Florida, Gainesville. FL.
- HOGENDOORN, K.; STEEN, Z.; SCHWARZ, M. P. 2000. Native Australian carpenter bees as a potential alternative to introducing bumble bees for tomato pollination in greenhouses. *J. Api. Res.* 39: 67-74.
- INFORME AGROPECUÁRIO 1999. Cultivo protegido de hortaliças em solo e hidropônia. Vol. 20. EPAMIG (ed.) Belo Horizonte, 148p.
- JARAU, S.; HRNCIR, M.; ZUCCHI, R.; BARTH, F. G. 2000. Recruitment behavior in stingless bees, *Melipona scutellaris* and *M. quadrifasciata*. I. Foraging at food sources differing in direction and distance. *Apidologie* 31: 81-91.
- JARAU, S.; HRNCIR, M.; SCHMIDT, V. M.; ZUCCHI, R.; BARTH, F. G. 2003. Effectiveness of recruitment behavior in stingless bees (Apidae, Meliponini). *Insectes Soc.* 50: 365-374.

- KAKUTANI, T.; INOUE, T.; TEZUKA, T.; MAETA, Y. 1993. Pollination of strawberry by the stingless bee, *Trigona minangkabau*, and the honey bee, *Apis mellifera*: an experimental study of fertilization efficiency. Res. Popul. Ecol. 35:95-111.
- KEARNS, C. A.; INOUE, D. W. 1993. Techniques for pollination biologists. University Press of Colorado, Niwot. CO.
- KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; NASCIMENTO, V. A. 1996. Abelha Uruçu: biologia, manejo e conservação. Fundação Acangaú. 143p.
- KERR, W. E.; NASCIMENTO, V. A.; CARVALHO, G. A. 1999. Preservation of native Brazilian bees: a question of historical and ecological conscience. Cien. Cult. 51: 390-393.
- KERR, W. E.; PETRERE, M.; DINIZ FILHO, J. A. F. 2001. Informações biológicas e estimativas do tamanho ideal da colméia para a abelha tiúba do Maranhão (*Melipona compressipes fasciculata* Smith - Hymenoptera, Apidae). Revta. bras. Zool. 18: 45-52.
- KEVAN, P. G.; Imperatriz-Fonseca V. L. 2002. Pollinating bees. The conservation link between agriculture and nature. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 313p.
- KEVAN, P. G.; STRAVER, A. W.; OFEER, M.; LAVERTY, T. W. 1991. Pollination of greenhouse tomatoes by bumble bee in Ontario. Proceedings of the Entomological Society of Ontario 122: 15-17.

- KING, M. J.; BUCHMANN, S. L. 2003. Floral sonication by bees: mesosomal vibration by *Bombus* and *Xylocopa*, but not *Apis* (Hymenoptera: Apidae), ejects pollen from poricidal anthers. J. Kans. Entomol. Soci. 76: 295-305.
- KUMAGAI, P. 1991. Plasticultura na Cooperativa Agrícola de Cotia – Cooperativa Central. In: Simpósio Nacional sobre Plasticultura, 1, 1989, Jaboticabal. Anais....Plasticultura. 2ed. Jaboticabal: FUNEP. p. 35-55.
- MAETA, Y.; TEZUKA, T.; NADANO, H.; SUZUKI, K. 1992. Utilization of the Brazilian stingless bee, *Nannotrigona testaceicornis* as a pollinator of strawberries. Honeybee Sci. 13: 71-80.
- MALAGODI-BRAGA, K. S.; KLEINERT, A. M. P. 2004. Management Proposal for *Tetragonisca angustula* Latreille as pollinator species of organic strawberry production. In: 8th International Conference on Tropical Bees and VI Encontro sobre Abelha, 2004, Ribeirão Preto. Proceedings... Ribeirão Preto, SP, Brasil: USP/IBRA.
- MALAGODI-BRAGA, K. S.; KLEINERT, A. M. P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. 2000. Stingless Bees: greenhouse pollination and meliponiculture. Anais do IV Encontro sobre Abelhas 4: 145-150.
- MAUÉS, M. M. 2002. Reproductive phenology and pollination of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. Lecythidaceae) in Eastern Amazonia, pp. 245.-266. In: P. G. Kevan and V. L Imperatriz-Fonseca (eds.). Pollinating bees.

The conservation link between agriculture and nature.  
Ministério do Meio Ambiente, Brasília.

McGREGOR, S. E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. Agricultural Reserch service. Agriculture Handbook 496: 357- 361.

McKONE, M. J.; LIVELY, C. M. 1993. Statistical analysis of experiments conducted at multiple sites. *Oikos* 67: 184-186.

MELO, M. A. 2004. 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. UFV. 58p. Tese de Doutorado em Entomologia, Universidade Federal de Viçosa.

MELO, P. C. T. 2003. Desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva do tomate para consumo *in natura* no Brasil e os desafios do melhoramento genético. 43º. Congresso Brasileiro de Olericultura. pp. 1-10.

MICHENER, C. D. 1974. The social behavior of the bees. A comparative study. Belknap Press, Cambridge. 404p.

MICHENER, C. D. 2000. The bees of the world. Johns Hopkins University Press, Baltimore and London. 913p.

MINAMI, K. 1995. Pesquisa em plasticultura no Brasil. In: Programa de plasticultura para o Estado de São Paulo. São Paulo: Associação dos Engenheiros Agrônomos do Estado de São Paulo, 1995. Apostila (27): 108-109.

- MONTEIRO, C. A.; KERR, W. E. 1990. Experimental exchange of queens between colonies of *Melipona compressipes* (Apidae, Melipolinini). *Revta. Brasil. Biol.* 50: 975-981.
- MORAES, C. A. G.; FURLANI, P. R. 1999. Cultivo de hortaliças de frutos em hidropônia em ambiente protegido. *Informe Agropecuário* 20: 105-113.
- MORANDIN, L. A.; LAVERTY, T. M.; KEVAN, P. G. 2001. Effect of bumble bee (Hymenoptera: Apidae) pollination intensity on the quality of greenhouse tomatoes. *J. Econ. Entomol.* 94: 172-179.
- NIEH, J. C.; ROUBIK, D. W. 1995. A stingless bee (*Melipona panamica*) indicates food location without using a scent trail. *Behav. Sociobiol.* 37: 63-70
- NOGUEIRA-NETO, P. 1970. A criação de abelhas indígenas sem ferrão (Meliponinae). 2º ed. São Paulo, Chácaras e Quintas, 365p.
- O'TOOLE, C. 1993. Diversity of native bees and agroecosystems, pp. 169-196. In: J. Lasalle and I. D. Gauld (eds.). *Hymenoptera and biodiversity*. CAB International, Wallingford.
- PAXTON, R. J.; BANDA, H. J. 1991. Pollination of plasticouse tomatoes by bees. *Acta Hort.* 288: 194-198.
- PEREIRA, C.; MARCHI, G.; SILVA, E. C. 2000. Produção de tomate-caqui em estufas. Lavras: ESAL 26p.

- PICKEN, A. J. F. 1984. A review of pollination and fruit set in the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). J. Hortic. Sci. 59(1): 1-13.
- PIERROT, L.; SCHLINDWEIN, C. 2003. Variation in daily flight activity and foraging patterns in colonies of urucu - *Melipona scutellaris* Latreille (Apidae, Meliponini). Revta. Brasil. Zool. 20: 565-571.
- POUVREAU, A. 1984. Quelques productions potagères : tomate et autres Solanées, melon et autres Cucurbitacées. In: P. Pessa, and J. Louveaux editors. Pollinisation et productions végétales. Institut National de la Research Agronomique, Paris. pp. 445-469.
- RAMALHO, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; GIANNINI, T. C. 1998. Within-colony size variation of foragers and pollen load capacity in the stingless bee *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier (Apidae, Hymenoptera). Apidologie 29: 221-228.
- RICHARDS, K. W.; KEVAN, P. G. 2002. Aspects of bee biodiversity, crop pollination, and conservation in Canada. pp. 77-94. In: P. G. Kevan & V. L. Imperatriz-Fonseca (eds) - Pollinating Bees - The Conservation Link Between Agriculture and Nature - Ministry of Environment / Brasília.
- ROBISON, W. S.; NOWOGRODSKI, R.; MORSE, R. A. 1989. The value of honeybees as pollinators of US crops. American Bee Journal 128(6), 411-423; 129(7), 477-487.

- ROSELINO, A. R.; REGO, L. B.; SANTOS, S. A. B. 2004. Pollination of *Capsicum annum*, Var. Ikeda, casca dura by *Melipona quadrifasciata anthidioides* and *Melípona scutellaris* (Hymenoptera: Meliponini). In: 8th International Conference on Tropical Bees and VI Encontro sobre Abelha, 2004, em Ribeirão Preto. Proceedings... Ribeirão Preto, SP, Brasil: USP/IBRA.
- ROUBIK, D. W. 1989. Nesting and reproductive biology. Ecology and Natural History of Tropical Bees. Cambridge. Cambridge Univ. Press. 514p.
- RUZ, L. 2002. Bee pollinators introduced to Chile: a review, pp. 155-167. In: P. G. Kevan and V. L. Imperatriz-Fonseca (eds.). Pollinating bees. The conservation link between agriculture and nature. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- SANTOS, S. A. B.; REGO, L. R.; ROSELINO, A. C. 2004a. Pollination in tomatoes, *Lycopersicum esculentum*, by *Melipona quadrifasciata anthidioides* and *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apinae). In: 8th International Conference on Tropical Bees and VI Encontro sobre Abelha, 2004, Ribeirão Preto. Proceedings... Ribeirão Preto, SP, Brasil: USP/IBRA.
- SANTOS, S. A. B.; REGO, L. R.; ROSELINO, A. C. 2004b. Pollination of cucumber – *Cucumis sativus* – by stingless bees (Hymenoptera, Meliponini). In: 8th International Conference on Tropical Bees and VI Encontro sobre Abelha, 2004, Ribeirão Preto. Proceedings... Ribeirão Preto, SP, Brasil: USP/IBRA.

SILVA, E. M. S.; FREITAS, B. M.; SILVA, L. A.; CRUZ, D. O.; BOMFIM, I. G. A. 2004a. Effect the different number of flowres by the stingless *Melipona subnitida* to the fruit set of greenhouse Sweet Pepper (*Capsium annuum* L.). In: 8th International Conference on Tropical Bees and VI Encontro sobre Abelha, 2004, Ribeirão Preto. Proceedings... Ribeirão Preto, SP, Brasil: USP/IBRA.

SILVA, E. M. S.; FREITAS, B. M.; SILVA, L. A.; CRUZ, D. O.; BOMFIM, I. G. A.; REIS, I. T. 2004b. Foraging behaviour of the stingless (*Melipona subnitida* Duche) and floral biology in the pollination of greenhouse Sweet Pepper (*Capsium annuum* L.). In: 8th International Conference on Tropical Bees and VI Encontro sobre Abelha, 2004, Ribeirão Preto. Proceedings... Ribeirão Preto, SP, Brasil: USP/IBRA.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. 2002. Abelhas brasileiras - sistemática e identificação. Ministério do Meio Ambiente, Fundação Araucária, Belo Horizonte.

SLAA, E. J.; SANCHEZ, L. A.; SANDI, M.; SALAZAR, W. 2000. A scientific note on the use of stingless bees for commercial pollination in enclosure. *Apidologie* 31: 141-142.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. 1995. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. 3rd ed. Freeman and Company, New York.

SOMMEIJER, M. J.; ROOY, G. A; PUNT, W.; BRUIJN, L. L. M. 1983. A comparative study of foranging behavior and pollen resources of various stingless bees (Hym., Meliponinae) and

honeybees (Hym., Apinae) in Trinidad, West-Indies. *Apidologie* 14: 205-224.

SOMMEIJER M. J.; HOUTEKAMER L. J.; BOS W. 1984. Cell construction and egg-laying in *Trigona nigra paupera*, with a note on the adaptive significance of the typical oviposition behaviour of stingless bees. *Insectes Soc.* 31: 199-217.

SOUZA, J. L. 2003. Tomateiro para mesa em sistema orgânico. *Informe Agropecuário* 24: 108-120.

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

VILLAR, L. 2003. Tomate orgânico já atinge a produtividade do tradicional. [online] Disponível na Internet via WWW. URL: [http://www.panoramabrasil.com.br/por/noticia\\_completa.asp?p=conteudo/txt/.../20704578.htm](http://www.panoramabrasil.com.br/por/noticia_completa.asp?p=conteudo/txt/.../20704578.htm). Arquivo capturado em 26/03/2003.

WILLIAMS I. H. 2002. Insect Pollination and Crop Production: A European Perspective, pp. 59-65. In: P. G. Kevan and V. L. Imperatriz Fonseca (eds) - *Pollinating Bees - The conservation link between agriculture and nature* - Ministry of Environment / Brasília.

- WILLIAMS, I. H.; CORBET, S. A.; OSBORNE, J. L. 1991. Beekeeping, wild bees and pollination in the European Community. *Bee World* 72: 170-180.
- WILMS, W.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; ENGELS, W. 1996. Resource partitioning between highly eusocial bees and possible impact of the introduced Africanized honey bee on native stingless bees in the Brazilian Atlantic rainforest. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 31: 137-151.
- WILMS, W.; WIECHERS B. 1997. Floral resource partitioning between native *Melipona* bees and the introduced Africanized honey bee in the Brazilian Atlantic rain forest. *Apidologie* 28: 339-355.