

BIANCA GONÇALO MEYRELLES

**POLINIZAÇÃO DO TOMATE CEREJA POR ABELHAS NATIVAS
EM CULTIVO PROTEGIDO**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

M615p
2013

Meyrelles, Bianca Gonçalo, 1981-

Polinização do tomate cereja por abelhas nativas em cultivo protegido / Bianca Gonçalo Meyrelles. – Viçosa, MG, 2013.
ix, 35 f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Fernando Luiz Finger.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 28-35.

1. Tomate. 2. Abelha sem ferrão. 3. Polinização por inseto.
4. Solanum lycopersicum. 5. Melipona quadrifasciata.

I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia.
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 635.642

BIANCA GONÇALO MEYRELLES

**POLINIZAÇÃO DO TOMATE CEREJA POR ABELHAS NATIVAS
EM CULTIVO PROTEGIDO**

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

APROVADA: 20 de junho de 2013.

Vicente Wagner Dias Casali

Tania Pires da Silva

Lucio Antonio de Oliveira Campos
(Coorientador)

Fernando Luiz Finger
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelo apoio incondicional;

Ao meu querido marido Thiago, por estar sempre ao meu lado;

Ao professor Lucio Campos, pela amizade e orientação;

Ao professor Fernando Luiz Finger, pela extrema atenção e orientação;

À minha mais nova amiga Betania Brum, pela realização das análises estatísticas;

Aos queridos amigos, Paula, Talitta, Riudo, Maira, Aline e Janiele, pela amizade e convivência;

Aos técnicos do Apiário, Geraldo (cabrito) e Iris, pela grande ajuda na condução dos experimentos.

E ao CNPq pela bolsa concedida.

BIOGRAFIA

Bianca Gonçalo Meyrelles, filha de Eliete Gonçalo Meyrelles e Jairo Meyrelles, nasceu em Volta Redonda no Rio de Janeiro em 05 de junho de 1981.

Em janeiro de 2000, iniciou o curso técnico em Controle de Qualidade de Alimentos no SENAI / Centro Nacional de Tecnologia de Produtos Alimentares, Vassouras/RJ, vindo a concluí-lo em dezembro de 2000.

Em outubro de 2002, iniciou o curso de graduação em Agronomia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/RJ, concluindo-o em outubro de 2007.

Em abril de 2008, iniciou no programa de residência na Empresa Irmãos Benassi Distribuidora de Frutas Ltda., Ceasa, Rio de Janeiro, concluindo-o em maio de 2009.

Em agosto de 2011 iniciou o curso de Mestrado em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	v
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	6
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
3.1 Primeiro experimento.....	10
3.2 Segundo experimento.....	11
3.3 Terceiro experimento.....	21
4. CONCLUSÃO.....	27
5. BIBLIOGRAFIA.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Médias do peso dos frutos (g), número de sementes (NSEM) e matéria seca de semente (MSSEM) dos frutos originados de flores visitadas e de flores não visitadas, amarelo e vermelho.....	13
Tabela 2 - Média do diâmetro vertical, comprimento e espessura do pericarpo dos frutos originados de flores visitadas e de flores não visitadas, amarelo e vermelho.....	15
Tabela 3 - Média da acidez total titulável (ATT) dos frutos originados de flores visitadas e de flores não visitadas do híbrido vermelho.....	17
Tabela 4 - Média da acidez total titulável (ATT) dos frutos originados de flores visitadas e de flores não visitadas do híbrido amarelo.....	18
Tabela 5 - Média do conteúdo de sólidos solúveis totais (SST) dos frutos originados de flores visitadas e de flores não visitadas do híbrido vermelho.....	19
Tabela 6 - Média do conteúdo de sólidos solúveis totais (SST) dos frutos originados de flores visitadas e de flores não visitadas do híbrido amarelo.....	20
Tabela 7 - Médias do peso dos frutos (g), número de sementes (NSEM) e matéria seca de semente (MSSEM) dos frutos originados de plantas vibradas e de plantas não vibradas, amarelo e vermelho.....	21
Tabela 8 - Média do diâmetro vertical e comprimento dos frutos originados de plantas vibradas e de plantas não vibradas, amarelo e vermelho.....	24
Tabela 9- Média da acidez total titulável (ATT) dos frutos originados de plantas vibradas e de plantas não vibradas, amarelo e vermelho.....	25
Tabela 10 - Média do conteúdo de sólidos solúveis totais (SST) dos frutos originados de plantas vibradas e de plantas não vibradas, amarelo e vermelho.....	26

RESUMO

MEYRELLES, Bianca Gonçalo, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, junho de 2013. **Polinização do tomate cereja por abelhas nativas em cultivo protegido.** Orientador: Fernando Luiz Finger. Coorientadores: Lucio Antonio de Oliveira Campos e Vicente Wagner Dias Casali.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a polinização realizada pela abelha sem ferrão *Melipona quadrifasciata*, no intuito de aumentar a produção do tomate cereja em cultivo protegido. Os experimentos foram realizados no campus da Universidade Federal de Viçosa. Foram utilizados dois híbridos de tomate cereja, de coloração vermelha e amarela. O primeiro experimento foi realizado de agosto a dezembro de 2011, foram testados o híbrido vermelho e duas espécies de abelha sem ferrão, *Nannotrigona testaceicornis* e *Frieseomelitta varia*. A adaptação ao ambiente protegido com altas temperaturas causou mortalidade das abelhas, impedindo a visitação das flores. O segundo experimento foi realizado de março a julho de 2012, com a abelha *Melipona quadrifasciata*, e os híbridos ‘Chipano’ (vermelho) e o ‘Sweet Gold’ (amarelo). A temperatura na casa de vegetação foi adequada e as abelhas visitaram as flores. Os tratamentos foram: com visitação da abelha e sem visitação. Independente do híbrido usado foram encontradas diferenças significativas entre as médias dos atributos físicos avaliados. Os frutos originados de flores visitadas pela abelha foram mais pesados, com maior número e massa seca de sementes, com maior espessura do pericarpo, diâmetro vertical e comprimento. Quanto aos atributos químicos houve diferença significativa entre os híbridos. No híbrido vermelho não houve diferença de acidez total titulável e concentração de sólidos solúveis. No híbrido amarelo os frutos originados de flores não visitadas pelas abelhas tiveram acidez e sólidos solúveis maiores. O terceiro experimento foi realizado de julho a novembro de 2012, com a abelha *Melipona quadrifasciata*, e os mesmos híbridos do segundo experimento. Foi acrescentado o tratamento de vibração manual das plantas. A temperatura na casa de vegetação foi alta e não ocorreu visitação das flores pelas abelhas. Independente do híbrido não houve diferenças significativas entre as médias dos atributos físicos e químicos dos frutos originados de plantas vibradas manualmente e dos frutos originados de plantas não vibradas. A polinização realizada pela abelha sem ferrão *Melipona quadrifasciata* incrementou a produção do tomate cereja sob cultivo protegido. Nos

frutos oriundos de flores visitadas por estas, apresentaram maior peso, maior número e massa seca de sementes, maior diâmetro vertical e comprimento. Alguns cuidados devem ser tomados no manejo das abelhas sem ferrão. Em casa de vegetação, deve ser evitado temperaturas altas por prejudicarem as abelhas e impedirem as visitas as flores do tomateiro. As plantas vibradas manualmente não diferiram das não vibradas quanto aos atributos físicos e químicos. É importante a escolha do método adequado de polinização na produção de tomate cereja em casa de vegetação.

ABSTRACT

MEYRELLES, Bianca Gonçalo, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, June, 2013. **Cherry tomato pollination by native bees in greenhouse.** Adviser: Fernando Luiz Finger. Co-advisers: Lucio Antonio de Oliveira Campos and Vicente Wagner Dias Casali.

This study aimed to evaluate the pollination by stingless bee *Melipona quadrifasciata* in order to increase cherry tomato production in greenhouse. The experiments were carried out on the Universidade Federal de Viçosa campus. Two cherry tomatoes hybrid were used, red and yellow coloring. The first experiment was carried out from August to December 2011 were tested the red hybrid and two species of stingless bee, *Nannotrigona testaceicornis* and *Frieseomelitta varia*. The greenhouse adaptation with high temperatures caused bee mortality, impeding the visitation of flowers. The second experiment was carried out from March to July 2012, with *Melipona quadrifasciata* bee and ‘Chipano’ (red) and ‘Sweet Gold’ (yellow) hybrids. The temperature in the greenhouse was adequate and the bees visited the flowers. The treatments were: with bee visitation and without. Independent of the hybrid used, significant differences were found among the evaluated attributes. The fruit originated from flowers visited by bees were heavier, with a higher number and dry mass of seeds, thicker pericarp, vertical diameter and length. Regarding chemical attributes, significant difference were found between the hybrids. In red hybrid, no difference in total titratable acidity and soluble solids concentration. In yellow hybrid, fruits originated from flowers non visited by bees had higher soluble solids and acidity. The third experiment was carried out from July to November 2012, with the bee *Melipona quadrifasciata*, and the same hybrids of the second experiment. It was added to the treatment manual vibration of plants. The temperature in the greenhouse was high and there was no visitation of flowers by bees. Regardless of the hybrid were no significant differences between the means of physical and chemical attributes of the fruit from vibrated manually plants and fruit from non vibrated plants. The pollination by stingless bee *Melipona quadrifasciata* increased production of tomato under greenhouse. In fruits come from flowers visited by them, were heavier, highest number and dry mass of seeds, largest vertical diameter and length. A few precautions must be taken in the handling of stingless bees. In the greenhouse, high temperatures should be avoided by harming bees and impede visits to tomato flowers. Plants manually vibrated did not differ from non vibrated in physical

and chemical attributes. Is important to choose the appropriate method of pollination in greenhouse tomato production.

1. INTRODUÇÃO

1.1 A Importância da Polinização

A polinização representa atualmente um fator de produção fundamental na condução de muitas culturas agrícolas, estimativas feitas em 1998, pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2004), revelaram que há no mundo uma perda de US\$ 54 bilhões devido à deficiência na polinização das plantas agrícolas. A perda da produtividade em áreas agrícolas devido a níveis inadequados de polinização tem se tornado um fenômeno tão sério que levou a Convenção sobre Diversidade Biológica e a Organização para Alimentação e Agricultura das Nações Unidas a estabelecerem uma iniciativa internacional para conservação e uso sustentável de polinizadores (MALERBO et al., 2008).

No Brasil durante o Encontro Bienal sobre Abelhas em Ribeirão Preto em setembro de 2000 com o apoio do MMA, USP e EMBRAPA, foi estabelecida a Iniciativa Brasileira de Polinizadores (IBP), que visa monitorar o declínio de polinizadores, sua causa e seu impacto sobre os serviços de polinização, suprir a falta de informações taxonômicas sobre polinizadores, avaliar o valor econômico da polinização e o impacto do declínio dos serviços de polinização, e promover a conservação, a restauração e o uso sustentável da diversidade de polinizadores na agricultura e ecossistemas relacionados (PROJETO POLINIZADORES DO BRASIL, 2013).

A polinização consiste no processo pelo qual os grãos de pólen das plantas são transferidos das anteras das flores onde são produzidos para o órgão receptor feminino (estigma) da mesma flor ou de outra flor da mesma planta ou ainda de outra planta da mesma espécie (FREITAS, 1995). Este processo é necessário para que os grãos de pólen possam germinar no estigma da flor e fecundar os óvulos dando origem às sementes e assegurando a próxima geração de plantas daquela espécie.

Com a polinização bem conduzida ocorre o aumento no número de vagens em soja (CHIARI et al., 2008), aumenta o número de frutos vingados e o número de sementes em tomate (DEL SARTO et al., 2005; BISPO DOS SANTOS et al., 2009) e em pimentão (ROSELINO et al., 2009), melhora a qualidade, ocorre a uniformização do amadurecimento e diminuição dos índices de má-formação dos frutos (WILLIAMS et al., 1991).

No Brasil, os serviços de polinização têm sido pouco valorizados e estudados, os poucos dados disponíveis se concentram em um número reduzido de culturas, tais como

castanha do Brasil (SANTOS e ABSY, 2010; MAUÉS, 2002), melão (ARAÚJO et al., 2004; KIILL et al., 2011), café (NOGUEIRA NETO et al., 1959; MALERBO-SOUZA et al., 2012), maracujá (FREITAS e OLIVEIRA FILHO, 2003; GAGLIANONE et al., 2010), algodão (SANCHEZ JUNIOR e MALERBO-SOUZA, 2004), canola (MUSSURY et al., 2003; ROSA et al., 2011), caju, maçã (PETRI et al., 2008) e tomate (DEL SARTO et al., 2005; BISPO DOS SANTOS et al., 2009),

Diante da preocupação com a crise dos polinizadores e seus efeitos para a produção agrícola mundial vem sendo desenvolvido alguns trabalhos sobre o papel dos polinizadores em culturas em todo o mundo (RICKETTS et al., 2004).

1.2 Agentes Polinizadores

Para fins de reprodução sexuada, as plantas usam intermediários que transferem os grãos de pólen das anteras para os estigmas das flores. Esses intermediários são chamados de agentes polinizadores, que podem ser abióticos como o vento, a água e a gravidade e/ou bióticos como as abelhas, mariposas, moscas, borboletas, aves, morcegos, dentre outros, 80% de todas as plantas com flores dependem da polinização por animais (NABHAN e BUCHMANN, 1997).

Dentre as espécies vegetais cultivadas no mundo estima-se que aproximadamente 73% dessas sejam polinizadas por alguma espécie de abelha (FAO, 2004). As abelhas dentre todos os agentes polinizadores são as que mais se destacam, elas necessitam para sua sobrevivência dos recursos florais, como o pólen e o néctar.

Devido a essa relação de dependência dos recursos florais, as abelhas visitam frequentemente grande quantidade de flores, realizando assim a polinização cruzada de muitas espécies, sendo dessa forma, consideradas os mais importantes e mais conhecidos agentes polinizadores.

As abelhas cujo manejo para a polinização é comum em boa parte das áreas agricultáveis são: as abelhas de mel (*Apis mellifera*) nas mais diversas culturas; as mamangavas (especialmente *Bombus terrestris*) manejadas, de modo particular, no cultivo de solanáceas, e, em especial, em plantações de tomate (VELTHUIS, 2002); as abelhas carpinteiras (*Xylocopa* sp) no maracujá (FREITAS e OLIVEIRA FILHO, 2003); diversas espécies do gênero *Osmia*, em plantações de maçã e outras frutíferas (MAETA et al., 1992) e *Megachile rotundata* na polinização de alfafa (MALAGODI-BRAGA, 2004). No Brasil, duas culturas de grande expressão econômica e que dependem do uso de polinizadores vem recorrendo ao uso de abelhas em larga escala: a

maçã (*Malus domestica*) em Santa Catarina (PETRI *et al.*, 2008), e o melão (*Cucumis melo*) na Região Nordeste (ARAÚJO *et al.*, 2004).

Recentemente vem crescendo o número de trabalhos sobre a utilização das abelhas na polinização de diversas culturas. Trindade *et al.* (2004) trabalhando com polinização e estudo comportamental observaram que a abelha (*A. mellifera*) é de extrema importância na polinização da cultura do meloeiro, pois houve grande prevalência de aborto entre as poucas flores fecundadas na sua ausência. O mesmo ocorreu com os frutos. Outra espécie dependente de polinização para maior rendimento de frutos é a acerola (*Malpighia emarginata*). A abundância e o comportamento das abelhas do gênero *Melipona* presentes em culturas da acerola, as destacam como importantes polinizadoras desta espécie, devendo-se mencionar também os gêneros de abelhas coletoras de óleo, *Epicharis* e *Centris*. *Apis mellifera* raramente foi observada forrageando nesta floração (MARTINS *et al.*, 1999).

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*), esta cultura, entretanto apresenta baixa produtividade devido à carência de polinizadores naturais, como as mamangavas (*Xylocopa* spp.), nas áreas cultivadas, com a utilização de ninhos racionais (ninhos com tabuas de madeira), é possível aumentar sua população e conseqüentemente o número de visitas às flores de maracujá e o índice de polinização (FREITAS e OLIVEIRA NETO, 2003).

A deficiência de polinização tem sido apontada como uma das causas da baixa produção de sementes na cultura da cebola. Estudos comprovaram que as flores da cebola são visitadas por grande número de espécies e que a presença de *A. mellifera* é importante para a produção comercial de sementes de cebola (WITTER *et al.*, 2003).

De acordo com Couto *et al.* (1990) houve um aumento na produção de frutos de abobrinha (*Curcubita pepo*), devido à polinização por *A. mellifera*. Outros insetos também foram observados nas flores, os quais podem ter contribuído para este aumento. Serra e Campos (2010) estudando diferentes comunidades de abelhas na região Viçosa/MG consideraram que a visita associada de *Melipona quadrifasciata* e *Bombus morio* possa promover produções ótimas de abobrinha (*Curcubita moschata*)

O pimentão é outra planta hortícola que necessita de polinização quando cultivado em casa de vegetação, trabalhos mostram que os frutos polinizados por *Melipona quadrifasciata* tiveram peso, comprimento, diâmetro e peso de sementes aumentados quando comparados aos frutos que se desenvolveram de flores que não receberam a visita do agente polinizador (ROSELINO *et al.*, 2010).

Outras culturas de interesse econômico, como a laranja, também apresentam maior produtividade, frutos mais pesados, mais doces e com maior número médio de sementes por gomo, na presença de alguns agentes polinizadores (MALERBO SOUZA et al., 2003) Em três variedades testadas MALERBO (1991), verificou que os visitantes florais mais frequentes foram: *A. mellifera*, seguida por *T. angustula*, *T. spinipes* e *Chloralictus sp.*

1.3 Insetos Polinizadores no Cultivo Protegido

Diversas culturas são produzidas sob cultivo protegido, seja devido ao rigor do inverno em regiões de clima temperado, ou para assegurar a maior proteção que esse tipo de cultivo oferece contra eventuais adversidades climáticas, como chuvas torrenciais e geadas, em regiões tropicais e subtropicais (MALAGODI-BRAGA e KLEINERT, 2002). Além disso, possibilita a redução no uso de defensivos agrícolas e fortalece os conceitos de qualidade total, competitividade por melhores produtos no mercado, oferta programada e produtos diferenciados (EKLUND et al., 2005). O cultivo protegido trouxe a possibilidade de otimizar os sistemas de produção através da obtenção de frutos e hortaliças de alta qualidade durante todo o ano e em regiões antes inaptas ao cultivo dessas espécies.

Porém um fator limitante na produção em cultivo protegido é a polinização de algumas culturas, sem polinização não há produção satisfatória. Técnicas podem ser adotadas pelos produtores para a polinização artificial das culturas, como a vibração manual das flores com o uso de dispositivos mecânicos, ou com o uso de fluxos de ar no interior da casa de vegetação (PEREIRA et al., 2000). Contudo, estas técnicas não são satisfatórias e podem afetar a qualidade dos frutos, danificando-os, e, além disso, aumentam a necessidade de mão de obra e conseqüentemente o custo de produção.

Uma alternativa seria o uso de insetos polinizadores, em vários países, é comum o uso da abelha melífera (*Apis mellifera*) para polinização, confinadas em estufas (DAG e EISIKOWITCH, 1995). No entanto, a utilização dessa espécie de abelhas sob condições de cultivo protegido apresenta alguns problemas, visto que, de uma forma geral, essas abelhas não se adaptam ao ambiente fechado. Além disso, há a dificuldade de realizar os tratos culturais em virtude das ferroadas por parte desses insetos, o que ocasiona transtornos para os produtores, que geralmente necessitam utilizar equipamentos de proteção (DAG e KAMMER, 2001).

No Brasil o uso de abelhas do gênero *Melipona*, abelhas sem ferrão, seria uma alternativa, elas apresentam várias vantagens que as tornam mais adequada para a polinização de certas culturas sob cultivo protegido, uma delas seria a ausência de um ferrão funcional, apresentam menor amplitude de vôo de forrageamento e são pouco agressivas (SLAA et al., 2000). Além disso, as abelhas do gênero *Melipona*, ao contrário de *Apis mellifera*, realizam a vibração das flores durante a coleta do pólen, elas utilizam a musculatura torácica para vibrar as anteras e liberar o pólen, processo chamado de polinização por vibração (*buzz pollination*) (BUCHMANN & HURLEY, 1978), algumas culturas olerícolas apresentam este tipo de polinização, como por exemplo, o tomate, a berinjela e o jiló.

1.4 Polinização do Tomateiro em Cultivo Protegido

Solanáceas, como o tomate (*Solanum lycopersicum*), quando cultivadas em ambiente protegido, necessitam de cuidados em relação a polinização. As flores destas plantas possuem anteras poricidas e precisam ser vibradas para a liberação do grão de pólen (BUCHMANN, 1983).

Considera-se que cultivos em campo aberto normalmente não exijam manejo de polinizadores, pois o vento e os insetos que visitam as flores seriam suficientes, porém em ambiente protegido o cenário é bem diferente, nessa condição estes agentes estão ausentes. Então há a necessidade de se realizar a polinização artificial do tomateiro, seja por vibração manual, ou dispositivos mecânicos ou com o uso de fluxos de ar. Contudo estas técnicas podem ser prejudiciais, ao vibrar o tomateiro, os fitilhos (tutores) podem danificar os frutos e estes tem valor comercial reduzido (DEL SARTO et al., 2005).

O uso de insetos polinizadores seria uma boa alternativa, pois estes naturalmente vibram as flores do tomateiro, no momento da coleta do pólen. Estudos mostram que em geral as abelhas do gênero *Bombus*, são os melhores polinizadores de tomate, porém outras espécies têm se mostrado eficientes, como *Nannotrigona perilampoides* (CAUICH et al., 2003; PALMA et al., 2008), *Xylocopa* spp. (HOGENDOORN et al., 2000) e *Amegila chlorocyanea* (HOGENDOORN et al., 2006).

Melipona (Meliponini, Apidae) são abelhas sem ferrão e tem-se mostrado muito eficiente na polinização do tomateiro no Brasil, elas possuem várias vantagens quando comparado ao manejo de abelhas do gênero *Bombus*, não possuem ferrão logo são menos agressivas, tem uma grande diversidade de espécies, além do seu fácil manejo dentro de casas de vegetação. Elas são capazes de realizar a vibração de flores com anteras poricidas (BUCHMANN et al. 1977).

Uma espécie que tem se mostrado um eficiente polinizador é a *Melipona quadrifasciata*, uma espécie comum na Mata Atlântica (SILVA et al., 1972) que ocorre desde do Estado da Paraíba até o Rio Grande do Sul (WALDSCHMIDT et al., 2002). DEL SARTO et al. (2005) avaliaram sua eficiência na polinização de flores de tomate da variedade longa vida “Rodas”, usando como parâmetros a qualidade e tamanho dos frutos, encontraram resultados satisfatórios, quando comparado com frutos originados de flores polinizadas manualmente. Sua eficiência também foi comprovada por Bispo dos Santos et al. (2009), quando comparada com *Apis mellifera*, flores visitadas pela *M. quadrifasciata* produziram maior quantidade de frutos com qualidade superior.

Um tipo de tomate de valor comercial considerável e para qual não se dispõe de dados relacionado à polinização é o tomate tipo cereja (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*), dentre os vários tipos de tomate, este pertence a um novo grupo de cultivares para mesa, tendo recentemente crescido em importância nos mercados das grandes cidades. Talvez a melhor denominação para esse grupo fosse mini tomate, pois existe uma gama de materiais que fogem ao padrão do chamado tomate-cereja, seja pela forma, que pode ser redonda, periforme ou ovalada, seja pela coloração, que vai do amarelo até o vermelho, passando pelo laranja, seja pelo tamanho, por apresentar frutos de 5 a 30 g de peso. Na maioria das vezes, apresentam frutos biloculares e suas pencas podem apresentar de 6 a 18 ou mais frutos (ALVARENGA, 2004).

O tomate do tipo cereja é considerado como uma hortaliça exótica, incorporada em cardápios de restaurantes por serem pequenos e delicados, trazendo novos sabores e ornamentação de pratos e aperitivos, com vantagem de ter tamanho reduzido evitando desperdício (MACHADO et al., 2003). O grande diferencial do tomate cereja é ser muito saboroso e adocicado, a ponto de ser consumido como fruta ou como tira-gosto.

Diante do valor comercial dos frutos de tomate tipo cereja, este trabalho teve o objetivo de avaliar a polinização realizada por algumas espécies de abelha sem ferrão, em especial a *Melipona quadrifasciata*, no intuito de aumentar sua produção em cultivo protegido.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

Os experimentos foram realizados em casa de vegetação construída no Campus da Universidade Federal de Viçosa, no município de Viçosa, Zona da Mata Mineira (20°45'14''S e 42°52'53''W, 648,74 m de altitude), de agosto a dezembro de 2011, de

março a julho de 2012 e de julho a novembro de 2012. O clima, segundo a classificação de Köppen, é subtropical moderado úmido (Cwa) ou mesotérmico úmido, com verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos, com déficit hídrico nos meses de maio a setembro e excedentes de dezembro a março (VIANELLO e ALVES, 1991). Temperatura média anual situa-se em torno de 21 °C, sendo 26 °C a média das máximas e 14 °C a das mínimas, sendo os meses de junho, julho e agosto os mais frios do ano; com umidade relativa em torno de 80% e precipitação anual entre 1300 e 1400 mm.

Foi utilizada uma casa de vegetação tipo arco, com 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, fechada nas laterais com tela antivírus 50 mesh.

2.2 Espécies de Abelhas

Foram utilizadas as espécies, *Melipona quadrifasciata* por já ter sido utilizada no Brasil na polinização do tomateiro em ambiente protegido com sucesso (DEL SARTO, 2005), a *Nannotrigona testaceicornis* por ser espécie que ocorre na região de Viçosa e já ter sido testada com sucesso no México, e a *Frieseomelita varia* por ser mantida com sucesso em Viçosa e por possuir colônias numerosas. Todas apresentam a ausência de um ferrão funcional, sociabilidade, baixa defensibilidade, a menor amplitude do vôo de forrageamento (não se distanciam de seus ninhos) e a perenidade das colônias (MALAGODI-BRAGA e KLEINERT, 2004), características vantajosas na polinização de culturas em ambiente protegido.

2.3 Manejo e Obtenção das Colônias

As colônias usadas são de propriedade da Universidade Federal de Viçosa e mantidas no Apiário Central. Foram utilizadas 8 colônias fortes (grande número de indivíduos), nos 3 experimentos, sendo 4 de *Melipona quadrifasciata*, 2 de *Friesomelita varia* e 2 de *Nannotrigona testaceicornis*.

No primeiro experimento, de agosto a dezembro de 2011, foram utilizadas as espécies *Nannotrigona testaceicornis* e *Frieseomelita varia*, as colônias foram colocadas em suportes no interior da casa de vegetação.

No segundo e no terceiro experimento, de março a julho de 2012, e de julho a novembro de 2012, respectivamente, foi utilizada apenas a espécie *Melipona quadrifasciata*, as colônias foram instaladas em suportes fora da casa de vegetação, as abelhas tinham acesso ao interior da casa de vegetação por um tubo plástico com 10 cm

de comprimento e 1 cm de diâmetro. Este procedimento foi adotado para minimizar o efeito da temperatura e umidade da casa de vegetação no desenvolvimento das colônias, visto que no primeiro experimento algumas colônias foram perdidas devido ao calor excessivo.

A temperatura mínima e máxima, e a umidade relativa do ar no interior da casa de vegetação foram medidas de hora em hora com auxílio de um Data Logger (HOBO® U10).

Foram necessários de 15 a 19 dias até as abelhas se adaptarem às condições internas da casa de vegetação (DEL SARTO et al., 2005), por isso foram soltas assim que as plantas emitiram seu primeiro botão floral. Antes disto, as colônias permaneceram fechadas por 7 dias. As colônias foram abertas sempre à noite. Tentou-se assim diminuir a morte de abelhas, já que quando liberadas durante o dia, muitas deixavam a colônia e morriam porque ficavam desorientadas, dentro da casa de vegetação batem nas paredes e não conseguem retornar a colméia.

Uma semana depois das colônias serem abertas foram colocados favos de cria nascente, provenientes de outras colônias, visando aumentar o número de operárias e assim compensar a mortalidade de alguns indivíduos, causada pela desorientação no momento da abertura da colônia.

Durante o experimento, as colônias foram supridas com solução aquosa de mel (70%), colocadas em alimentadores espalhados pela casa de vegetação, a reposição e lavagem dos recipientes foram feitos a cada 2 dias, também foram espalhados recipientes contendo água.

2.4 Experimento de Polinização

No primeiro experimento foi utilizado o híbrido de tomate cereja ‘Chipano’ (vermelho) submetidos a 2 métodos de polinização, sem visitação e com visitação da abelha, em delineamento inteiramente casualizado com 50 repetições, totalizando 100 unidades experimentais.

O segundo experimento foi instalado em esquema fatorial 2x2, onde 2 métodos de polinização, sem visitação da abelha e com visitação; e 2 híbridos de tomate cereja, ‘Chipano’ (vermelho) e o ‘Sweet Gold’ (amarelo), em delineamento inteiramente casualizado com 25 repetições, totalizando 100 unidades experimentais. O terceiro experimento foi instalado em esquema fatorial 3x2, onde 3 métodos de polinização, sem

visitação por abelha, com visitação e vibração manual das plantas; e os mesmos híbridos de tomate cereja utilizados no experimento 2.

As sementes foram semeadas em bandeja de isopor, o transplante ocorreu 20 dias após a semeadura em vasos plásticos de 8 litros, preenchidos com substrato comercial para hortaliças. O substrato de cada vaso foi misturado com 40g de NPK (4:14:8). A adubação de cobertura foi feita a cada 20 dias com 40g de sulfato de amônio por vaso.

Os métodos de polinização foram realizados da seguinte forma, (i) sem visitação da abelha e (ii) com visitação, as plantas foram escolhidas ao acaso ao longo das fileiras de cultivo. No método (i) sem visitação, os cachos foram protegidos com sacos de organza (16x30cm). Os cachos foram ensacados 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. No terceiro experimento foi introduzido o método de vibração manual das plantas (iii), este foi realizado uma vez por dia a partir do momento que foi constatado nas plantas as primeiras inflorescências, toda planta era agitada manualmente, balançando-se o fitilho (tutor), por 5 segundos aproximadamente (HIGUTI et al., 2010).

A colheita foi realizada numa única vez, em todos os experimentos, e foram colhidos o primeiro fruto do terceiro cacho, visando garantir que todos estivessem praticamente no mesmo estágio de desenvolvimento, quando a maioria dos frutos apresentava-se no estágio vermelho ou amarelo maduro, conforme o híbrido. Após a colheita os frutos foram pesados, medidos e as sementes extraídas.

Ao determinar a influência da polinização realizada pelas operárias de *M. quadrifasciata* (segundo experimento) e da vibração manual das plantas (terceiro experimento), sobre a produção de tomates, foram considerados 15 frutos de cada híbrido por tratamento e verificados 8 atributos: (1) peso do fruto; (2) diâmetro vertical do fruto; (3) comprimento; (4) espessura do pericarpo; (5) número de sementes; (6) massa seca das sementes; (7) acidez titulável e (8) sólidos solúveis.

O peso dos frutos foi determinado com auxílio de uma balança de precisão. O diâmetro vertical, a altura dos frutos e a espessura do pericarpo foram medidos com auxílio de um paquímetro eletrônico. O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi determinado utilizando-se um refratômetro e os resultados expressos em °Brix. A acidez total titulável (ATT) foi medida por titulação com NaOH 0,1 N de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (PREGNOLATTO & PREGNOLATTO, 1985) e os resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico.

Na 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, as sementes foram secas em estufas a 105 °C, por 24 horas (BRASIL, 2009).

Os dados foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste F a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram desenvolvidas no software R para Windows, versão 2.15.2 (R Development Core Team, 2010), utilizando-se o pacote ExpDes, função `fat2.crd` (para os experimentos dois e três, conduzidos em esquema bifatorial) e `crd` (para o experimento um, simples) (FERREIRA et al., 2011). Para as variáveis número de sementes do segundo experimento e diâmetro médio do segundo e do terceiro experimento, cuja distribuição dos resíduos não era normal, foi utilizada transformação Box Cox. Nas variáveis, acidez total titulável do segundo e do terceiro experimento, espessura do pericarpo do segundo experimento e massa seca de sementes do terceiro experimento foi realizada o teste de Kruskal-Wallis já que a transformação dos dados não atendeu a uma distribuição normal.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Primeiro experimento (agosto a dezembro de 2011)

As colônias usadas foram das espécies *Nannotrigona testaceicornis* e *Frieseomelita varia*, elas tiveram muita dificuldade em se adaptarem na casa de vegetação, gastaram a maior parte ou todo o seu tempo tentando escapar da casa de vegetação, as abelhas talvez apresentem esse comportamento devido à temperatura elevada e à desorientação provocada pelo ambiente fechado (FREE, 1992).

A atividade de vôo das abelhas pode ser influenciada por fatores externos, como temperatura, umidade, luminosidade e disponibilidade de recursos no ambiente (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 1985; HILÁRIO et al., 2001); ou por fatores internos, como tamanho da população (HILÁRIO et al., 2000; POMPEU, 2003) e a necessidade de recursos da colônia (TEIXEIRA e CAMPOS, 2005).

No presente trabalho os fatores que mais influenciaram no comportamento das abelhas foram a temperatura e a umidade, a média diária de temperatura no interior da casa de vegetação durante este período foi de 29,8 °C (com picos máximos acima de 35 °C) e a média da umidade relativa 55,1%. Para manter as colônias de abelhas sem

ferrão em condição ideal a temperatura não deveria ultrapassar 30 °C (BRAND, 2005; KISS, 2006), este é um fator determinante para que as abelhas exerçam suas funções normalmente, por serem organismos relativamente pequenos, sua relação superfície/volume é alta e a troca de calor com o ambiente é grande. Por isso, elas são bastante dependentes da temperatura do ambiente. Temperatura muito elevada faz com que diminuam as atividades externas e induz o comportamento de ventilação da colônia (MICHENER, 1974; TEIXEIRA e CAMPOS, 2005).

Em um dia muito quente, com temperaturas acima de 30 °C, as abelhas não conseguiram manter a temperatura no interior da colônia estável e acabaram morrendo, espécies como a *Frieseomelita varia*, não controlam eficientemente a temperatura do ninho (TEIXEIRA e CAMPOS, 2005). Isso foi agravado pelo fato de que neste experimento as colônias foram instaladas dentro da casa de vegetação aumentando assim a temperatura no interior das colônias.

No período não houve visitação das abelhas nas flores do tomateiro.

Todas as flores produziram frutos, consideramos que ocorreu autopolinização, fato comum em tomate, porém a média do peso dos frutos foi 7,54 g, bem inferior ao peso comercial 18 a 23g (ISLA, 2009). O diâmetro dos frutos foi em média 2,33 cm, este valor está dentro do considerado comercial, que varia de 2 a 4 cm (ISLA, 2009). A espessura do pericarpo foi de 0,31 cm, não diferiu quando comparado com os frutos polinizados do segundo experimento (I/2012) estes apresentaram espessura média de 0,37 cm. O número médio foi de 38 sementes por fruto, muito inferior quando comparado com os frutos originados de flores visitadas pela abelha do segundo experimento (I/2012), estes apresentaram em média 67 sementes.

O primeiro experimento foi considerado piloto, porém mostrou a importância do uso de um método adequado de polinização para a produção de frutos dentro dos padrões comerciais.

3.2 Segundo experimento (março a julho de 2012)

As colônias foram colocadas do lado de fora da casa de vegetação, este procedimento foi adotado para minimizar principalmente o efeito da temperatura no desenvolvimento das colônias, visto que no primeiro experimento algumas colônias foram perdidas devido ao calor excessivo.

As abelhas visitaram as flores do tomateiro, neste período do ano quando a temperatura é mais amena e a umidade relativa é mais alta na região, a temperatura

média registrada no interior da casa de vegetação foi de 21,2 °C e UR 79,8%, logo isso não foi impedimento como aconteceu no primeiro experimento.

Logo após a introdução das colônias na casa de vegetação, muitas abelhas foram perdidas, ficavam desorientadas tentando escapar da casa de vegetação chocando-se contra a tela, não conseguiam voltar para as colônias e acabavam morrendo.

Na terceira semana as abelhas cessaram as tentativas de fuga, se adaptaram ao ambiente da casa de vegetação. Na quarta semana concentraram-se em localizar as flores de tomate e acentuaram seus vôos de orientação em relação às colônias e assim deram início à coleta de pólen.

Durante todo o período de observação, o número de abelhas forrageando a cada momento do dia era muito alto, o que tornava impossível a contagem das abelhas que estavam coletando o recurso (alimento). A coleta de pólen pelas abelhas iniciava-se as 07:00 h, havia uma pausa por volta de 12:00 h, retornavam por volta das 13:00h e cessava completamente por volta das 16:00 h. Porém os maiores picos de forrageamento foram registrados nos horários iniciais (8 h) e finais (15 h) de observação, quando a temperatura na casa de vegetação era mais amena, algumas abelhas sem ferrão preferem forragear nas horas mais frias do dia (CRUZ et al., 2004)

Uma abelha visitava 35 flores em média a cada 15 minutos de observação, e procuravam explorar todas as flores de uma planta antes de passarem para a planta seguinte, quase sempre na mesma fileira, e isto está de acordo com vários estudos realizados em diversas espécies vegetais e variedades frutíferas, nos quais as abelhas ao saírem de uma planta, sempre tenderam a visitar a planta mais próxima (CAMARGO, 1972; FREITAS, 1995, CRUZ et al., 2004).

Atributos Físicos dos Frutos

Peso Médio dos frutos, Número Médio e Massa Seca de Sementes

Não houve diferença significativa entre os híbridos utilizados quanto aos parâmetros avaliados. Independente do híbrido usado foram encontradas diferenças significativas entre as médias dos atributos: peso dos frutos, número e massa seca de sementes dos frutos originados de flores visitadas e os de flores não visitadas (Tabela 1).

Tabela 1. Médias do peso dos frutos (g), número de sementes (NSEM) e matéria seca de semente (MSSEM) dos frutos originados de flores visitadas e de flores não visitadas, amarelo e vermelho.

Tratamento	Atributos		
	Peso (g)	NSEM	MSSEM (g)
Sem visita	14,06	39,23	0,1006
Com visita (Abelha)	19,08*	66,77*	0,1611*
CV (%)	23,28	50,34	51,85

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Os frutos originados de flores visitadas pelas abelhas foram 35% mais pesados quando comparados aos originados de flores não visitadas (Tabela 1), Bispo dos Santos et al. (2009) encontraram resultados similares no cultivo do tomate de mesa, os frutos produzidos em casa de vegetação com *M. quadrifasciata* foram significativamente mais pesados que os produzidos sem a presença da abelha.

No cultivo do pimentão (*Capsicum annuum* L.), resultados similares também foram encontrados por Roselino et al., (2009), em casa de vegetação com *M. quadrifasciata*, os frutos considerados grandes, foram produzidos em maior quantidade, correspondendo a 22 % do total, enquanto que na casa de vegetação sem a presença da abelha este valor foi de 10%. Além disso, apresentavam a forma típica dos frutos de qualidade comercial.

No cultivo de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.), Cruz (2009) encontrou resultados distintos, o peso dos frutos oriundos dos tratamentos de polinização com *M. quadrifasciata*, com uma e duas visitas não foi significativamente diferente ($P > 0,05$) do tratamento de autopolinização, neste caso, foi considerado que se as abelhas coletassem pólen e néctar na cultura e não apenas néctar, o número de grãos de pólen depositados sobre o estigma seria maior e conseqüentemente o peso dos frutos, isso não é o que acontece na cultura do tomate, suas flores não possuem néctar, apenas pólen, ao visitar as flores esse é o único recurso disponível à abelha, que ao vibrar as anteras o liberam, e este é depositado em maior quantidade no estigma originando assim frutos mais pesados.

Os frutos originados de flores visitadas tiveram peso médio dentro do padrão comercial dos híbridos (vermelho 18 a 23g (ISLA, 2009) e amarelo 15 a 25g (SAKATA, 2013), o mesmo não ocorreu com os frutos de flores não visitadas.

A visita da *M. quadrifasciata* contribuiu no aumento significativo do número de sementes por fruto. Os frutos oriundos de flores visitadas continham em média 66,77 sementes, 70% a mais que os frutos de flores não visitadas (Tabela 1). Resultados similares foram encontrados por Bispo dos Santos et al., (2009) em tomate de mesa, frutos polinizados pela *M. quadrifasciata* continham mais sementes do que os frutos oriundos da casa de vegetação sem qualquer polinização e também do que os produzidos em campo aberto.

Em pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.), os resultados de Cruz (2009) não apontaram diferenças significativas entre os tratamentos de polinização com uma ou duas visitas de *M. quadrifasciata* e o tratamento de autopolinização espontânea, ou seja, a visita da abelha não teve efeito sobre o número de sementes por fruto. Segundo Kwon e Saeed (2003), a variabilidade na quantidade de sementes por fruto de pimenta pode estar relacionada a uma grande variabilidade na quantidade de grãos de pólen depositados no estigma.

Uma característica observada, nos frutos oriundos de flores não visitadas por abelhas do híbrido amarelo, foi a ausência de sementes em 9 dos 15 frutos testados, estes continham apenas vestígios, mostrando a importância da presença da abelha visto que isso não ocorreu nos frutos de flores visitadas.

Os frutos oriundos de flores visitadas por *M. quadrifasciata*, apresentaram uma massa seca média de sementes superior (0,1611g) ao dos frutos de flores não visitadas (0,1006g) (Tabela 1).

No cultivo do pimentão (*Capsicum annuum* L.), Roselino et al., (2009), os frutos do tratamento com *M. quadrifasciata* continham uma massa seca maior do que os frutos produzidos por autopolinização natural. Eles verificaram uma correlação positiva entre o peso de sementes e as medidas dos pimentões, sugerindo, dessa maneira, que a fecundação de um maior número de óvulos pode estar relacionada ao desenvolvimento da estrutura do fruto, principalmente na região onde as sementes estão inseridas (circunferência maior).

Segundo Del Sarto (2005) a massa seca das sementes pode ser utilizado como um índice de eficiência do polinizador (em vez do número de sementes ou o peso do fruto) porque (1) a massa do fruto pode ser influenciada pelas condições ambientais; (2) o autor observou uma forte relação entre a massa seca das sementes e o número de sementes e entre a massa seca das sementes e o peso do fruto. Assim, segundo o autor, a

massa seca parece ser um bom indicador e mais rápido da eficiência do polinizador em tomateiros.

Diâmetro Médio Vertical, Comprimento e Espessura do Pericarpo dos Frutos

Não houve diferença significativa entre os híbridos utilizados. Independente do híbrido foram encontradas diferenças significativas entre as médias dos atributos: diâmetro médio vertical, comprimento e espessura do pericarpo dos frutos originados de flores visitadas e os de flores não visitadas (Tabela 2).

Tabela 2. Média do diâmetro vertical, comprimento e espessura do pericarpo dos frutos originados de flores visitadas e de flores não visitadas, amarelo e vermelho.

Tratamento	Atributos		
	Vertical (cm)	Comprimento (cm)	Pericarpo (mm)
Sem visita	2,72	2,83	3,10
Com visita (Abelha)	2,98*	3,19*	3,46*
CV (%)	8,66	8,96	12,35

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Os frutos resultantes de flores visitadas pela abelha tiveram um diâmetro vertical médio maior (2,98 cm) comparado aos frutos de flores não visitadas (2,72 cm), porém abaixo do diâmetro considerado comercial (3 a 4 cm) (ISLA, 2013; SAKATA, 2013).

Em tomate de mesa, Bispo dos Santos et al., (2009), encontraram resultados similares, frutos polinizados pela *M. quadrifasciata* foram mais largos que aqueles produzidos em casa de vegetação com *A. mellifera*, sem polinizadores e em campo aberto.

No Canadá, Dogterom et al. (1998) observou que flores polinizadas por *Bombus vosnesenskii*, produziram frutos de tomate mais largos do que aquelas não visitadas por esses insetos.

Roselino et al., (2010) constataram que frutos de pimentão desenvolvidos a partir da polinização cruzada, realizada por *M. quadrifasciata*, obtiveram frutos com um diâmetro maior do que os produzidos por autopolinização natural.

Na cultura da pimenta malagueta, o tipo de polinização não influencia essa variável, segundo Cruz (2009).

Os frutos de tomates oriundos de flores visitadas pela abelha tiveram comprimento maior (3,19 cm) quando comparados aos originados de flores não visitadas (2,83 cm), ficando dentro do limite comercial (3 a 4 cm) (ISLA, 2013; SAKATA, 2013).

Nos trabalhos realizados por Del Sarto et al., (2005) não foi verificada a influência da *M. quadrifasciata*, sobre a qualidade (tamanho e forma) dos frutos de tomate de mesa.

Na cultura da pimenta malagueta, Cruz (2009) constatou que não houve diferença entre os tratamentos, polinizado com abelha e autopolinização.

Entretanto Roselino et al., (2010) constataram que frutos de pimentão originados de flores visitadas por *M. quadrifasciata* foram maiores em comprimento comparados com os originados de flores não visitadas.

Com relação à espessura média do pericarpo dos frutos, houve diferenças significativas entre os tratamentos, ou seja, a presença do polinizador influenciou positivamente essa variável.

O pericarpo é resultante do desenvolvimento das paredes do ovário do fruto, e compõe-se de três camadas: epicarpo (camada mais externa), mesocarpo (camada intermediária) e endocarpo (camada mais interna). Em geral o mesocarpo é a parte do fruto que mais se desenvolve, sintetizando e acumulando substâncias nutritivas, principalmente açúcares. O tomate é classificado, de acordo com o pericarpo, como fruto carnoso, que são aqueles nos quais a parede do ovário aumenta em espessura após a polinização e subsequente fertilização, tipo baga, pois apresentam um pericarpo suculento que se origina de ovários multicarpelares com sementes livres.

No tomate, a medida da textura que é um atributo de qualidade é influenciada pela espessura da casca, firmeza da polpa e pela estrutura interna do fruto, ou seja, relação pericarpo/material placentar (BARRET REINA et al., 1994).

Dados sobre espessura de pericarpo de tomate tipo cereja na bibliografia são escassos, dados encontrados indicam que a média varia de 2,95 mm (SOUSA et al., 2011) a 3,70 mm (STERTZ et al., 2005).

Atributos Químicos dos Frutos

Houve diferença significativa em relação aos híbridos utilizados.

Acidez Total Titulável

Híbrido Vermelho

No híbrido vermelho não houve diferença significativa entre os tratamentos, ou seja, a presença do polinizador não influenciou no grau de acidez dos frutos (Tabela 3).

Tabela 3. Média da acidez total titulável (ATT) dos frutos originados de flores visitadas e de flores não visitadas do híbrido vermelho.

Tratamento	Atributo
	Acidez Total Titulável (% ácido cítrico)
Sem visita	0,37 ^{ns}
Com visita (Abelha)	0,31
CV (%)	18,29

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Em experimentos de polinização não é comum a avaliação das características químicas dos frutos, portanto os resultados foram comparados com dados obtidos de trabalhos com tomate cereja produzidos em ambiente protegido encontrados na bibliografia consultada.

Os valores de acidez total titulável foram de 0,37 e 0,31% de ácido cítrico nos frutos originados de flores visitadas e os de flores não visitadas respectivamente, os resultados foram similares ao encontrado por Genuncio et al., (2010) com o mesmo híbrido ('Chipano') sob cultivo protegido, em média 0,34 % de ácido cítrico.

Carvalho et al., (2002) avaliando os atributos de qualidade dos frutos de vinte e cinco acessos de tomates silvestre, todos do tipo cereja, e de cinco cultivares comerciais, observaram que algumas cultivares apresentaram menores valores de ATT, entre 0,35 e 0,43%, enquanto outras apresentaram valores mais elevados, entre 0,57 e 0,89%. No presente trabalho os resultados referentes à ATT dos frutos do híbrido vermelho ('Chipano') permitem enquadrá-lo como sendo um híbrido com baixo teor de acidez.

Híbrido Amarelo

No híbrido amarelo houve diferença significativa entre os tratamentos, ou seja, a presença do polinizador influenciou no grau de acidez dos frutos (Tabela 4).

Tabela 4. Média da acidez total titulável (ATT) dos frutos originados de flores visitadas e de flores não visitadas do híbrido amarelo.

Tratamento	Atributo
	Acidez Total Titulável (% ácido cítrico)
Sem visita	0,49*
Com visita (Abelha)	0,39
CV (%)	17,34

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Os frutos originados de flores visitadas pela abelha se apresentaram menos ácidos que os frutos de flores não visitadas. Os resultados referentes à ATT dos frutos do híbrido amarelo permitem enquadrá-lo como sendo um híbrido com baixo teor de acidez (CARVALHO et al., 2002).

Trabalhos com híbridos de coloração amarela são escassos na literatura, dificultando assim a comparação e discussão dos resultados.

O sabor do tomate é atribuído ao conteúdo de açúcar, de ácidos e de compostos voláteis (KRUMBEIN e AUERSWALD, 1998). Quase 400 compostos voláteis já foram identificados em frutos de tomates (WHITELD e LAST, 1993). Recentemente, pesquisadores reportaram que frutos de tomates caracterizados por baixa acidez titulável, alto conteúdo de açúcares total, alto conteúdo de sólido solúvel e conteúdo intermediário de compostos voláteis são os frutos que apresentam o melhor sabor (THYBO et al., 2005).

A acidez é influenciada por diversos fatores tais como cultivar, época de colheita, estágio de maturação e condições de crescimento. A acidez total titulável (ATT) nos tomates atinge o máximo nos primeiros sinais de coloração amarela, e reduz progressivamente com o avanço da maturação (HOBSON, 1993). Os principais ácidos orgânicos encontrados em tomate são o cítrico, o málico e o glutâmico, representando a maioria da ATT do fruto (PICHA, 1987), entre estes, o mais abundante é o ácido cítrico, que corresponde a cerca de 90% do total da acidez (SIMANDLE et al., 1966).

Sólidos Solúveis Totais

Híbrido Vermelho

No híbrido vermelho não houve diferença significativa entre os tratamentos, ou seja, a presença do polinizador não influenciou no teor de sólidos solúveis dos frutos (Tabela 5).

Tabela 5. Média do conteúdo de sólidos solúveis totais (SST) dos frutos originados de flores visitadas e de flores não visitadas do híbrido vermelho.

Tratamento	Atributo
	Sólidos Solúveis Totais (°Brix)
Sem visita	5,53 ^{ns}
Com visita (Abelha)	6,08
CV (%)	18,44

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Como citado anteriormente, em experimentos de polinização não é comum a avaliação das características químicas dos frutos, portanto os resultados de sólidos solúveis totais foram comparados com dados obtidos de trabalhos encontrados na literatura com tomate cereja produzidos em ambiente protegido.

Os teores de sólidos solúveis dos frutos originados de flores visitadas e os de flores não visitadas foram 5,53 e 6,08 °Brix, respectivamente, teores similares aos encontrados por Genuncio et al., (2010) que encontraram em média 6,0 °Brix, em frutos de tomate cereja ('Chipano') sob cultivo protegido. Machado et al., (2003), estudando o comportamento de cinco cultivares de tomate cereja, observaram que o teor de SST variou entre 5,39 e 5,58 °Brix, valores similares aos encontrados neste experimento.

Sobreira et al., (2009) encontraram teores menores em 15 acessos de tomate cereja, em média 3,31 °Brix, diversos fatores podem influenciar nos teores de sólidos solúveis, como a cultivar, a época de colheita o estágio de maturação, e radiação solar. Winsor (1979) observou que os teores de açúcares são maiores no período mais quente do verão.

Híbrido Amarelo

No híbrido amarelo houve diferença significativa entre os tratamentos, ou seja, a presença do polinizador influenciou no teor de sólidos solúveis dos frutos (Tabela 6).

Tabela 6. Média do conteúdo de sólidos solúveis totais (SST) dos frutos originados de flores visitadas e de flores não visitadas do híbrido amarelo.

Tratamento	Atributo
	Sólidos Solúveis Totais (°Brix)
Sem visita	8,28*
Com visita (Abelha)	7,24
CV (%)	17,29

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Os frutos originados de flores não visitadas apresentaram teores de sólidos solúveis superiores aos frutos de flores visitadas, como citado anteriormente diversos fatores podem influenciar os teores de sólidos solúveis. Os frutos apresentaram altos valores de SS, valores próximos a 8 °Brix, característica positiva para frutos de tomate cereja que serão consumidos *in natura*, em saladas ou sem acompanhamentos.

Os sólidos solúveis (SS) indicam a quantidade, em gramas, dos sólidos que estão dissolvidos no suco ou polpa das frutas. São comumente designados como °Brix e tem tendência de aumento com o avanço da maturação. Como o próprio nome diz, os SS correspondem a todas as substâncias que se encontram dissolvidas em um determinado solvente, o qual, no caso dos alimentos, é a água. São constituídos principalmente por açúcares, sendo variáveis com a espécie, a cultivar, o estágio de maturação e o clima (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Enquanto o tomate tradicional possui °Brix entre 4 e 6, algumas variedades cereja possuem doçura suficiente para chegar entre 9 e 12 °Brix.

No híbrido amarelo, os frutos de flores visitadas apresentaram teores menores de sólidos solúveis e acidez titulável quando comparado aos frutos de flores não visitadas, o aumento do tamanho do fruto pode induzir o chamado efeito de “diluição” dos açúcares, da acidez e por vezes do próprio teor de nutrientes (VELIMIROV et al., 2005).

3.3 Terceiro experimento (julho a novembro de 2012)

Este foi semelhante ao segundo experimento, foi utilizada a mesma espécie de abelha, a *M. quadrisfasciata*, e os dois híbridos de tomate cereja, vermelho e amarelo.

A temperatura neste período foi bem elevada dentro da casa de vegetação, em média 24,6°C, porém com picos acima de 40 °C em alguns dias. Segundo Brand (2005) e Kiss (2006), a temperatura média não deveria ultrapassar 30 °C para que as abelhas desempenhem suas funções normalmente. A umidade relativa foi em média 66,7%. Como ocorreu no primeiro experimento, as abelhas não visitaram as flores do tomateiro, não se adaptaram a casa de vegetação, muitas saíam das colônias, porém não conseguiam voltar e morriam próximo a tela, outras nem saíam pois a temperatura dentro das colônias estava mais amena que no interior da casa de vegetação. As colônias foram fixadas do lado de fora da casa de vegetação como no segundo experimento.

Neste experimento foi testado também o efeito da polinização por vibração, método usualmente utilizado por produtores de tomate em casa de vegetação.

Atributos Físicos dos Frutos

Peso Médio dos frutos, Número Médio de Sementes e Massa Seca de Sementes

Não houve diferença significativa em relação aos híbridos utilizados. Independente do híbrido foram encontradas diferenças significativas entre as médias dos atributos: peso dos frutos, número e massa seca de sementes dos frutos de plantas vibradas manualmente e os de plantas não vibradas (Tabela 7).

Tabela 7. Médias do peso dos frutos (g), número de sementes (NSEM) e matéria seca de semente (MSSEM) dos frutos originados de plantas vibradas e de plantas não vibradas, amarelo e vermelho.

Tratamento	Atributos		
	Peso (g)	NSEM	MSSEM (g)
Sem Vibração	7,71 ^{ns}	28,00 ^{ns}	0,0635 ^{ns}
Vibração (Manual)	7,88	29,53	0,0671
CV (%)	31,96	78,37	80,88

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Não foram encontradas diferenças significativas entre o peso médio dos frutos originados de plantas vibradas manualmente e os de plantas não vibradas, mostrando então que o método utilizado provavelmente não afeta este atributo, no cultivo do tomate cereja em ambiente protegido.

No cultivo do pimentão (*Capsicum annuum* L.), Cardoso (2007) observou que a vibração manual não afetou a produção (número e massa) de frutos por planta, de acordo com autor provavelmente a taxa de autogamia natural dos híbridos de pimentão estudados seja elevada e a vibração das plantas não interfere na produção de frutos e sementes, mesmo na ausência de insetos polinizadores e vento para balançar as plantas.

Wien (2000) relatou que a movimentação das plantas de pimentão provavelmente contribuiria para a polinização, com aumento no pegamento de sementes e tamanho dos frutos. Marcelis e Hofman-Eijer (1997) também relataram maior massa e tamanho de frutos de pimentão com a vibração da planta.

No cultivo de tomate tipo salada, Higuti et al., (2010), observaram aumento no peso dos frutos comerciais por planta em todos os híbridos estudados, em média, a vibração manual proporcionou acréscimo de quase 1900 g por planta. Stripari (1999) observou aumento na produção total de frutos com vibração das flores, passando de 2594 g sem vibração para 6473 g por planta com vibração. No cultivo do híbrido 'Débora', tipo Santa Cruz, Higuti et al., (2010) encontraram resultados distintos, este híbrido não se adaptou ao cultivo sob ambiente protegido, com baixa produção de frutos, frutos pequenos e com poucas sementes, mesmo no tratamento com vibração das plantas.

De acordo com Nuez (2001), ainda em tomateiro, a vibração das flores ou das plantas tem aumentado a fixação de frutos e a qualidade dos mesmos (maior tamanho e menos frutos ocos ou deformados).

Em pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*), no trabalho de Cruz (2009), apesar dos frutos originados de polinização manual terem sido mais pesados que os frutos de autopolinização espontânea, esta diferença não foi significativa ($P < 0,05$).

O peso dos frutos de tomate cereja, 7,71 g para os frutos de plantas não vibradas e 7,88 g para os originados de plantas vibradas manualmente foi bem inferior ao peso comercial de 18 a 23g (ISLA, 2009), mostrando a importância de uma polinização adequada.

Com relação ao número médio de sementes por frutos de plantas não vibradas e os de plantas vibradas manualmente, não foram encontradas diferenças significativas,

mostrando então que a vibração manual provavelmente também não afeta este atributo, no cultivo do tomate cereja em ambiente protegido.

Higuti et al., (2010) encontraram resultados distintos, a vibração manual dos tomateiros do tipo salada, quase duplicou o número e a massa de sementes por fruto independente do híbrido. Neste experimento, obteve-se aumento médio de 20 sementes por fruto no tratamento com vibração manual e incremento, na média dos híbridos, de 31,6 gramas por fruto comercial. O efeito da vibração auxiliou na liberação de pólen e maior produção de sementes, proporcionando aumento médio na fixação dos frutos de 9,6%, o que influenciou diretamente a produção final. Stripari (1999) quando vibrou as flores do tomateiro 'House Momotaro', obteve 124 sementes por fruto e na ausência de vibração apenas 28 sementes por fruto.

Cardoso (2007), no cultivo do pimentão (*Capsicum annuum* L.) constatou que a vibração das plantas não afetou a número de sementes por fruto, não concordando com Wien (2000) que relatou que a movimentação das plantas provavelmente contribuiria para a polinização, com aumento do pegamento de sementes. Segundo Cardoso (2007) a ausência de diferença, no número de sementes por fruto, pode estar relacionada à biologia floral destes híbridos, todos apresentaram o estigma com sua superfície a uma posição inferior à altura das anteras e, segundo Bosland e Votava (2000), esta morfologia favorece a autogamia e, neste caso, a presença de insetos polinizadores ou a vibração das plantas somente poderia ser vantajosa sob condições de estresse.

Marcelis e Hofman-Eijer (1997) relataram que quanto maior o número de sementes maior é o peso e o tamanho dos frutos de pimentão, destacando a importância de uma polinização eficiente.

No trabalho de Cruz (2009), com pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*), apesar dos frutos originados de polinização manual terem tido mais sementes que os frutos de autopolinização espontânea esta diferença não foi significativa ($P < 0,05$).

Não houve diferença significativa entre a massa seca de sementes dos frutos de plantas não vibradas e os de plantas vibradas manualmente.

A massa seca de sementes de tomate tipo salada, independente do híbrido, no trabalho de Higuti et al., (2010) quase duplicou no tratamento em que houve a vibração das plantas.

Com pimentão (*Capsicum annuum* L.), no trabalho de Cardoso (2007), apesar da polinização manual não ter afetado o número de sementes, esta resultou em uma maior massa de sementes em todos os híbridos avaliados. Segundo o autor o aumento na

massa de sementes foi resultado da maior massa individual das mesmas, pois o número não diferiu. Normalmente, sementes maiores e/ou mais pesadas são mais vigorosas (CARVALHO e NAKAWAGA, 2000), sendo interessante para a produção de sementes.

Diâmetro Médio Vertical e Comprimento dos Frutos

Os atributos diâmetro vertical médio e comprimento dos frutos não diferiram estatisticamente, provavelmente a vibração manual das plantas não afeta estes atributos no cultivo do tomate cereja (Tabela 8). Os frutos ficaram fora do padrão comercial que é de 3 a 4 cm (ISLA, 2013; SAKATA, 2013).

Tabela 8. Média do diâmetro vertical e comprimento dos frutos originados de plantas vibradas e de plantas não vibradas, amarelo e vermelho.

Tratamento	Atributos	
	Vertical (cm)	Comprimento (cm)
Sem vibração	2,33 ^{ns}	2,83 ^{ns}
Vibração (Manual)	2,32	3,19
CV (%)	11,85	11,79

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Em pimentão (*Capsicum annuum* L.), Cardoso (2007) encontrou resultado semelhante, a vibração das plantas não afetou as dimensões dos frutos. Segundo Wien (2000), o formato do fruto de pimentão é baseado na divisão celular, que ocorre antes da antese da flor, ou seja, antes da polinização e, portanto, pouco sujeito à alteração. Já o tamanho do fruto é determinado pela alongação celular durante e após a antese da flor.

Cruz (2007) trabalhando com pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.), não encontrou diferenças significativas com relação ao diâmetro médio do fruto, ou seja, o tipo de polinização não afetou essa variável. O autor encontrou diferença significativa com relação ao comprimento médio dos frutos, os frutos de plantas não vibradas foram bem menores que os frutos originados de plantas vibradas manualmente.

Segundo Higuti e colaboradores (2010), na prática diferentes tipos varietais não são comparáveis, logo é possível que o tomate tipo cereja apresente resultados diferentes quando comparado a outros tipos de tomate como o salada e o Santa Cruz.

Outra hipótese que justificaria o fato dos resultados divergirem de grande parte dos trabalhos encontrados na literatura seria que a frequência e o método de vibração manual das plantas não foram adequados para liberação dos grãos de pólen em quantidades suficientes para aumentar os atributos físicos, como peso, número de sementes e tamanho, talvez o melhor método no caso do tomate cereja seja a vibração de cada flor e não da planta inteira, o que faz com que a abelha sem ferrão seja a melhor opção, visto que a vibração de cada flor seria praticamente inviável e muito oneroso no cultivo do tomate cereja.

Características Químicas dos Frutos

Acidez Total Titulável

Com relação à acidez total titulável, não houve diferenças significativas entre os tratamentos, ou seja, a vibração manual das plantas não influenciou essa variável, em nenhum dos dois híbridos (Tabelas 9).

Os valores de acidez total titulável do híbrido vermelho foram de 0,39 e 0,38% de ácido cítrico (Tabela 9), nos frutos de plantas não vibradas e nos de plantas vibradas manualmente, respectivamente, os resultados foram similares ao encontrado por Genuncio et al., (2010) com o mesmo híbrido ('Chipano') sob cultivo protegido, em média 0,34% de ácido cítrico.

No presente trabalho os resultados referentes à ATT dos frutos do híbrido vermelho ('Chipano') permitem enquadrá-lo como sendo um híbrido com baixo teor de acidez (0,35 e 0,43 %) (CARVALHO et al., 2002).

Tabela 9. Média da acidez total titulável (ATT) dos frutos originados de plantas vibradas e de plantas não vibradas, amarelo e vermelho.

Tratamento	Atributo	
	Acidez Total Titulável	
	(% ácido cítrico)	
	Vermelho	Amarelo
Sem vibração	0,39 ^{ns}	0,49 ^{ns}
Vibração (Manual)	0,38	0,51
CV (%)	32,76	30,63

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Os valores de acidez total titulável do híbrido amarelo foram de 0,49 e 0,51% de ácido cítrico (Tabela 9), nos frutos de plantas não vibradas e nos de plantas vibradas manualmente, respectivamente, logo o tipo de tratamento também não influenciou este atributo.

Sólidos Solúveis Totais

Com relação aos teores de sólidos solúveis, não houve diferenças significativas entre os tratamentos, ou seja, a vibração manual das plantas não influenciou essa variável, em nenhum dos dois híbridos (Tabelas 10).

Os teores de sólidos solúveis dos frutos do híbrido vermelho, sem a vibração da planta e dos originados de plantas vibradas manualmente foram 5,99 e 5,92 °Brix, respectivamente (Tabela 10), teores similares aos encontrados por Genuncio e colaboradores (2010) que encontraram em média 6,0 °Brix, em frutos de tomate cereja ('Chipano') sob cultivo protegido. Machado e colaboradores (2003), estudando o comportamento de cinco cultivares de tomate cereja, observaram que o teor de SST variou entre 5,39 e 5,58 °Brix, valores similares aos encontrados para o híbrido testado nesse ensaio.

Sobreira e colaboradores (2009) encontraram teores menores em 15 acessos de tomate cereja, em média 3,31 °Brix, diversos fatores podem influenciar nos teores de sólidos solúveis, como a cultivar, a época de colheita o estágio de maturação, e radiação solar.

Tabela 10. Média do conteúdo de sólidos solúveis totais (SST) dos frutos originados de plantas vibradas e de plantas não vibradas, amarelo e vermelho.

Tratamento	Atributo	
	Sólidos Solúveis Totais	
	(°Brix)	
	Vermelho	Amarelo
Sem vibração	5,99 ^{ns}	8,04 ^{ns}
Vibração (Manual)	5,92	7,84
CV (%)	18,44	17,32

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Os teores de sólidos solúveis no híbrido amarelo também não diferiram estatisticamente, ou seja, o tratamento não influenciou esta variável. Os frutos

originados de plantas não vibradas apresentaram teores médios de 8,04 °Brix e os originados de plantas vibradas manualmente 7,84 °Brix (Tabela 10). Os frutos apresentaram altos valores de SST, valores próximos a 8 °Brix, característica positiva para frutos de tomate cereja que serão consumidos *in natura*, em saladas ou sem acompanhamentos.

Trabalhos com híbridos de coloração amarela são escassos na literatura, dificultando assim a comparação e discussão dos resultados.

4. CONCLUSÃO

A polinização realizada pela abelha sem ferrão *Melipona quadrifasciata* incrementou a produção do tomate cereja em cultivo protegido. Nos frutos originados de flores visitadas por estas, o peso foi maior, houve maior número e massa seca de sementes, maior comprimento e diâmetro vertical.

Quanto às características químicas, no híbrido vermelho não houve diferença significativa da acidez total titulável e sólidos solúveis totais entre os frutos originados de flores visitadas e o de flores não visitadas. No híbrido amarelo, os frutos de flores visitadas houve valores menores de sólidos solúveis totais e acidez quando comparado aos de flores não visitadas. Provavelmente houve efeito de “diluição” ocasionado pelo maior tamanho dos frutos.

A vibração manual das plantas não influenciou os atributos físicos e químicos dos dois híbridos de tomate cereja, quando comparado aos frutos originados de plantas não vibradas.

O método de polinização adequado é fundamental na obtenção, em casa de vegetação, de frutos de tomate cereja de qualidade.

Alguns cuidados devem ser tomados quanto ao manejo das abelhas sem ferrão em casa de vegetação, principalmente quanto à estrutura, a fim de minimizar os efeitos climáticos, principalmente temperatura e umidade. Temperatura muito elevada interfere no comportamento das abelhas, diminuindo as atividades externas, provocando assim a não visitação às flores.

5. BIBLIOGRAFIA

- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras, Editora UFLA, 2004. 400p.
- ARAÚJO, M.T.S.; SOUSA, A.H.; VASCONCELOS, W.E; FREITAS, R.S.; SILVA, A.M.A; PEREIRA, D.S.; BORGSE, P.M. Avaliação da polinização e estudo comportamental de *Apis mellifera* L. na cultura do meloeiro em Mossoró, RN. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v. 4, n. 1, 2004.
- BARRET REINA, L. C.; CHITARRA, M. I.; CHITARRA, A. B. Choque a frio a atmosfera modificada no aumento de vida pós-colheita de tomates: coloração e textura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 14-126, 1994.
- 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**, v. 8, n. 2, p. 751-757, 2009.
- BOSLAND, P. W.; VOTAVA, E. J. **Peppers: vegetable and spice capsicums**. Wallingford. CABI, 2000. 204p.
- BRAND, H. Geoprópolis em colméias de Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata* Lepeletier): um modelo de herança poligênica. **Acta Biologica Paranaense**, v. 34, n. 1, 2, 3, 4, p. 139-141. 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análises de sementes**. Brasília: SNDA/ DNDV/CLAV, 2009. 399p.
- BUCHMANN, S. L. Buzz pollination in angiosperms. **Handbook of Experimental Pollination Biology**, New York, p. 73-113, 1983.
- BUCHMANN, S.L. & HURLEY, J.P. A biophysical model for buzz pollination in angiosperms. **Journal of Theoretical Biology**, v.72, p. 639-657, 1978.
- 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**, v. 35, p. 1-25, 1977.
- CAMARGO, J.M.F. **Manual de apicultura**. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1972.
- CARDOSO, A.I.I. Produção de pimentão com vibração das plantas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p. 1061-1066, 2007.
- CARVALHO, C.R.L.; AZEVEDO FILHO, J.A.; MELO, A.M.T.; MORGANO, M.A. Avaliação de atributos de qualidade de tomates silvestres do tipo cereja pela técnica de PCA. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, 2002.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

CAUICH, O.; QUEZADA-EUÁN, 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 Economic Entomology**, v. 97, p. 475-481, 2003.

CHIARI, W.C.; TOLEDO, V.A.A.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; TAKASUSUKI, M.C.C.R.; TOLEDO, T.C.S.O.A.; LOPES, T.S. Polinização por *Apis mellifera* em soja transgênica [*Glycine max* (L.) Merrill] Roundup Ready™ cv. BRS 245 RR e convencional cv. BRS 133. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 2, p. 267-271, 2008.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. 785 p.

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 malagueta (*Capsicum frutescens* L.) em Minas Gerais, Brasil**. Viçosa-MG. Tese (Doutorado em Entomologia), Universidade Federal de Viçosa, 2009.

CRUZ, D. O.; FREITAS, B. M.; SILVA, L. A.; SILVA, E. M. S.; BONFIM, I. G. A.. **Use of the stingless bee *Melipona subnitida* to pollinate Sweet Pepper (*Capsicum annuum* L.) flowers in greenhouse**. In: 8th International Conference on Tropical Bees and VI Encontro sobre Abelha. Ribeirão Preto, 2004.

CRUZ, D.O.; CAMPOS, L.A.O. Biologia floral e polinização de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L., Solanaceae): um estudo de caso. **Acta Scientiarum Biology**, v. 29, n. 4, p. 375-370, 2007.

DAG, A.; KAMMER, Y. Comparison between the effectiveness of honey bee (*Apis mellifera*) and bumble bee (*Bombus terrestris*) as pollinators of greenhouse sweet pepper (*Capsicum annuum*). **American Bee Journal**, v. 141, p. 447-448, 2001.

DAG, A.; EISIKOWITCH, D. The influence of hive location on honeybee foraging activity and fruit set in melons grown in plastic greenhouses. **Apidologie**, v.26, p. 511–519, 1995.

DEL SARTO, M. C. L.; PERUQUETTI R. C., CAMPOS, L. A. O. Evaluation of the neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. **Journal of Economic Entomology**, v. 98, n. 2, p. 260-266, 2005.

DOGTEROM, M. H.; MATTEONI, J. A.; PLOWGRIGHT, R. C. Pollination of greenhouse tomatoes by the North American *Bombus vosnesenskii* (Hymenoptera: Apidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 91, p. 71-75, 1998.

EKLUND, C.R.B.; CAETANO L.C.S.; SHIMOYA, A.; FERREIRA, J.M.; GOMES J.M.R. Desempenho de genótipos de tomateiro sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 1015-1017, 2005.

FAO. **Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture. The international response.** En Freitas B.M. e J.O.P. Pereira (Eds.) Solitary Bees: Conservation, Rearing and Management for Pollination. Imprensa Universitária, Fortaleza, Brasil. p. 19-25, 2004.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. Experimental Designs: um pacote R para análise de experimentos. **Revista da Estatística da UFOP**, v. 1, p. 1-9, 2011.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops.** Academic New York, 1992.

FREITAS, B.M. **The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica* Borkh) and cashew (*Anacardium occidentale* L.).** Cardiff-UK. Tese de Doutorado, University of Wales, 1995.

FREITAS, B. M. e OLIVEIRA-FILHO, J. H. de. Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural**, v. 33, n. 6, p. 1135-1139, 2003.

GAGLIANONE, M.C.; ROCHA, H.H.S.; BENEVIDES, C.R.; JUNQUEIRA, C.N. & AUGUSTO, S.C. Importância de Centridini (Apidae) na polinização de plantas de interesse agrícola: o maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis) como estudo de caso na região sudeste do Brasil. **Oecologia Australis**, v.14, p. 152-164, 2010.

GENUNCIO GC; SILVA RAC; SÁ NM; ZONTA E; ARAÚJO AP. Produção de cultivares de tomateiro em hidroponia e fertirrigação sob razões de nitrogênio e potássio. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 446-452, 2010.

HIGUTI, A.R.O.; GODOY, A.R.; SALATA, A.C; CARDOSO, A.I.I. Produção de tomate em função da “vibração” das plantas. **Bragantia**, v. 69, n. 1, p. 87-92, 2010.

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

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

HOBSON. G.E.; GRIERSON, D. Tomato. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. (eds.). **Biochemistry of Fruit Ripening**, p. 405-442. 1993.

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**, v. 99, n. 3, p. 829-833, 2006.

HOGENDOORN, K.; STEEN, Z.; SCHWARZ, M. P. Native Australian carpenter bees as a potential alternative to introducing bumble bees for tomato pollination in greenhouses. **Journal Apicultural Research**, v. 39, p. 67-74, 2000.

ISLA - **Isla Sementes**. 2013, 15 de maio. Disponível em: [http:// www.isla.com.br](http://www.isla.com.br)

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NUNES-SILVA, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropical**, v. 10, n. 4, p. 59-62, 2010.

IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; A. KLEINERT-GIOVANNINI & J.T. PIRES. Climate variations influence on the flight activity of *Plebeia remota* Holmberg (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 29, n. 3/4, p. 427-434, 1985.

KIILL, L.H.P.; COELHO, M. S.; SIQUEIRA, K.M.M.; COSTA, N. D. Avaliação do padrão de visitação de *Apis mellifera* em três cultivares de meloeiro, em Petrolina-PE, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. especial, p. 455-460, 2011.

KISS, J. Casa aquecida: Um sistema de colméias com calefação mantém a temperatura em 28 graus e permite a criação de abelhas nordestinas no Sul do país. **Revista Globo Rural**, n. 245, p. 32-37. 2006.

KRUMBEIN, A.; AUERSWALD, H. Characterization of aroma volatiles in tomatoes by sensory analyses. **Nahrung**, v. 10, p. 395–399, 1998.

KWON, Y.J.; SAEED, S. Effect of temperature on the foraging activity of *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae) on greenhouse hot pepper (*Capsicum annuum* L.). **Applied Entomology and Zoology**, v. 38, p. 275-280, 2003.

MACHADO, J.O.; BRAZ, L.T. & GRILLI, G.V.G. Caracterização dos frutos de cultivares de tomateiro tipo cereja cultivados em diferentes espaçamentos. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, 2003.

MAETA, Y.; TEZUKA, T.; NADANO, H.; SUZUKI, K. Utilization of the Brazilian stingless bee, *Nannotrigona testaceicornis* as a pollinator of strawberries. **Honeybee Science**, v. 13, p. 71-80, 1992.

MALAGODI-BRAGA, K. S.; KLEINERT, A. M. P. **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. Ribeirão Preto, 2004.

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

MALERBO-SOUZA, K.S.; DARCLET, T.; HALAK, A. L. Agentes polinizadores e produção de grãos em cultura de café arábica cv. “Catuaí Vermelho”. **Científica**, v. 40, n. 1, p. 01-11, 2012.

- MALERBO-SOUZA D.T., TOLEDO V.A.A.; PINTO, A.S. **Ecologia da Polinização**. UNESP, Piracicaba. 2008.
- MARCELIS, L. F. M.; HOFMAN-EIJER, L. R. B. Effects of seed number on competition and dominance among fruits in *Capsicum annuum* L. **Annals of Botany**, v. 79, n. 6, p. 687-693, 1997.
- MARTINS C. G. M.; LORENZON M. C. A. e BAPTISTA J. L. Eficiência de tipos de polinização em acerola. *Caatinga*, v. 12, n. 1/2, p. 55-59, 1999.
- MAUÉS, M. M. **Reproductive phenology and pollination of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. Lecythidaceae) in Eastern Amazonia**, p. 245.-266, 2002.
- MICHENER, C.D. **The social behavior of the bees. A comparative study**. Cambridge, The Belknap Press, 1974. 404p.
- MUSSURY, R.M.; FERNANDES, W.D.; SCALON, S.P.Q. Atividade de alguns insetos em flores de *Brassica napus* L. em Dourados-MS e a interação com fatores climáticos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 2, p. 382-388, 2003.
- NABHAN, G.P.; BUCHMANN, S. **Services provided by pollinators**. In Daily, G.C. (ed.) *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Island Press: Washington D.C. p. 133-150. 1997.
- NOGUEIRA-NETO, P.; CARVALHO, A.; FILHO, H.A. Efeito da exclusão dos insetos polinizadores na produção do café Bourbon. **Bragantia**, v. 18, n. 29, p. 441 – 468, 1959.
- NUEZ, F. **El cultivo del tomate**. Madrid, Mundi Prensa, 2001. 793 p.
- PALMA, G.; QUEZADA-EUÁN, J.J.G.; REYES-OREGEL, V.; MELÉNDEZ, V.; MOOVALLE, H. Production of greenhouse tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) using *Nannotrigona perilampoides*, *Bombus impatiens* and mechanical vibration (Hymenoptera: Apoidea). **Journal Applied Entomology**, v. 132, p. 79-85, 2008.
- PEREIRA, C.; MARCHI, G.; SILVA, E. C. **Produção de tomate-caqui em estufas**. Lavras. ESAL, 2000, 26p.
- PETRI, J.L.; HAWERROTH, J.; LEITE, G. B. Fenologia de espécies silvestres de macieira como polinizadoras das cultivares gala e fuji. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4, p. 868-874, 2008.
- PICHA, D.H. Sugar and organic acid content of cherry tomato fruit at different ripening stages. **HortScience**, Alexandria, v. 2, p. 94-96, 1987.
- POMPEU, M.S. **Aspectos bionômicos de *Melipona rufiventris* (Hymenoptera, Meliponina) e sugestões para sua conservação**. 119 f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, 2003.

PREGNOLATTO, W.; PREGNOLATTO, D.P. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz - Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3 ed. São Paulo: IAL, v. 1, 1985, 533p.

PROJETO POLINIZADORES DO BRASIL. 2013, 15 de maio. Disponível em: <http://www.polinizadoresdobrasil.org.br/index.php/pt/>

RICKETTS, T. H.; DAILY, G. C.; EHRLICH, P. R.; MICHENER, C. D. Economic value of tropical forest to coffee production. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 101, p. 12579 -12582. 2004.

ROSA, A.S.; BLOCHTEIN, B.; LIMA, D. K. Honey bee contribution to canola pollination in Southern Brazil. **Science Agricola**, v. 68, n. 2, p. 255-259, 2011.

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

ROSELINO, A.C., SANTOS, S.B., HRNCIR, M. & BEGO, L.R. Differences between the quality of strawberries (*Fragaria x ananassa*) pollinated by the stingless bees *Scaptotrigona* aff. *depilis* and *Nannotrigona testaceicornis*. **Genetic Molecular Research (Online)**, v. 8, n. 2, p. 539-545, 2009.

SAKATA – **Sakata Seed Sudamerica**. 2013, 15 de maio. Disponível em: <http://www.sakata.com.br/>

SANCHEZ-JUNIOR J. L. B.; MALERBO-SOUZA D. T. Frequência dos insetos na polinização e produção de algodão. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 26, n. 4, p. 461-465, 2004.

SANTOS, C.F.; ABSY, M. L. Polinizadores de *Bertholletia excelsa* (Lecythidales: Lecythidaceae): Interações com Abelhas sem Ferrão (Apidae: Meliponini) e Nicho Trófico. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, p. 854-861, 2010.

SERRA, B. D. V.; CAMPOS, L.A.O. Polinização Entomófila de Abobrinha, *Cucurbita moschata* (Cucurbitaceae). **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 2, p. 153-159, 2010.

SILVA, D.L.N.; ZUCCHI, R.; KERR, W.E. Biological and behavioural aspects of the reproduction in some species of *Melipona* (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Animal Behaviour**, v. 20, p. 123-132, 1972.

SIMANDLE, P.A.; BROGDON, J.L.; SWEENEY, J.P.; MOBLEY, E.D.; DAVIES, D.W. Quality of six tomato varieties as affected by some compositional factors. **Proceedings of the American for Horticultural Science**, v. 89, p. 532-538, 1966.

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

SOBREIRA, F.M.; ALMEIDA, G. D.; COELHO, R.I., RODRIGUES, R.; MATTA, F. P. Qualidade de sabor de tomates dos tipos salada e cereja e sua relação com caracteres morfoagronômicos dos frutos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 1015-1023, 2010.

SOUSA, A.A.; GRIGIO, M.L.; NASCIMENTO, C.R.; SILVA, A.C.D.; REGO, E.R.; REGO, M.M. Caracterização química e física de frutos de diferentes acessos de tomateiro em casa de vegetação. **Revista agro@ambiente**, v. 5, n. 2, p. 113-118, 2011.

STERTZ, S.C.; ESPÍRITO SANTO, A.P.; BONA, C.; FREITAS, R.J.S. Comparative morphological analysis of cherry Tomato fruits from three cropping systems. **Science Agricola**, v. 62, n. 3, p. 296-298, 2005.

STRIPARI, P.C. **Vibração e fitorregulador na frutificação do tomateiro híbrido House Momotaro em ambiente protegido**. Botucatu-SP. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, 1999.

TEIXEIRA, L.V.; CAMPOS, F.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**, v. 7, n. 2, p. 195 – 202, 2005.

THYBO, A. K., EDELEMBOS, M., CHRISTENSEN, J.N., SORENSEN, K. ; THORUPKRISTENSEN. Effect of organic growing systems on sensory quality and chemical composition of tomatoes. **Swiss Society of Food Science and Technology**. 2005.

TRINDADE, M.S.A.; SOUZA, A.H.; VASCONCELOS, W.E.; FREITAS, R.S.; SILVA, A.M.A.; PEREIRA, D.S.; BORGES, P.M. Avaliação da polinização e estudo comportamental de *Apis mellifera* L. na cultura do meloeiro em Mossoró, RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 1, 2004.

VELIMIROV, A.; BERGAMO, P.; LÜCK, L.; BRANDT, K. **Sabor, Frescura, e Nutrientes**. Informação aos Retalhistas visando o Controle da Qualidade e Segurança Alimentar em Cadeias de Produção Biológica, 2005.

VELTHUIS, H. H. W. The historical background of the domestication of the bumblebee, *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**, p. 177-184, 2002

VIANELLO, R. L., ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa/UFV. 1991.

WALDSCHMIDT, A. M.; MARCO-JUNIOR, P.; BARROS, E.G.; CAMPOS, L.A.O. Genetic analysis of *Melipona quadrifasciata* Lep. (Hymenoptera: Apidae, Meliponinae) with RAPD markers. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, p. 923-928, 2002.

WIEN, H. C. **Peppers. The physiology of vegetable crops**. Wallingford: CABI. cap. 7, p. 259-294, 2000.

WILLIAMS, I. H.; CORBET, S. A.; OSBORNE, J. L. Beekeeping, wild bees and pollination in the European Community. **Bee World**, v. 72, p. 170-180,1991.

WINSOR, G.W. Some factors affecting the quality and composition of tomatoes. **Acta Horticulturae**, v. 93, p. 335-341, 1979.

WHITELD, F. B.; LAST, J. H. **Vegetables**. In H. MAARSE (Ed.), Volatile compounds in foods and beverages. Dekker, Inc. p. 203–281 1993.

WITTER, S.; BLOCHTEIN, B. Efeito da polinização por abelhas e outros insetos na produção de sementes de cebola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n, 12, p. 1399-1407, 2003.