

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA

SOLANGE APARECIDA BISPO DOS SANTOS

**Polinização em culturas de manjerição, *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae), berinjela, *Solanum melongena* L. (Solanaceae) e tomate *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae) por espécies de abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)**

Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Ciências, Área: Entomologia

**VERSÃO CORRIGIDA**

RIBEIRÃO PRETO - SP

2008

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**SOLANGE APARECIDA BISPO DOS SANTOS**

**Polinização em culturas de manjeriço, *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae), berinjela, *Solanum melongena* L. (Solanaceae) e tomate *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae) por espécies de abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)**

Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Ciências, Área: Entomologia

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Garófalo

RIBEIRÃO PRETO -SP

2008

## FICHA CATALOGRÁFICA

Bispo dos Santos, Solange Aparecida

Polinização em culturas de manjeriço, *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae), berinjela, *Solanum melongena* L. (Solanaceae) e tomate *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae) por espécies de abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). Ribeirão Preto, 2008.

62 p.

Tese de Doutorado, apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Entomologia.

Orientador: Garófalo, Carlos Alberto.

1. Polinização. 2. Abelhas sem ferrão. 3. Manjeriço. 4. Berinjela. 5. Tomate.

Dedico ao Eliandro Antonio Sordi dos Santos, meu marido, com todo meu amor, por ser meu abrigo.

## AGRADECIMENTOS

À Prof<sup>a</sup> Dr. Luci Rolandi Bego, que, nos anos de orientação, muito me ensinou, contribuindo para meu crescimento científico e intelectual.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Garófalo, pela atenção e apoio durante o processo de definição e orientação.

À Me. Ana Carolina Roselino, por sua valiosa contribuição nos cálculos estatísticos, correção e por sua preciosa amizade.

À Shirley Bispo dos Santos, minha irmã e tradutora, pela revisão ortográfica, incentivo e sua inestimável amizade.

Ao Eliandro Antonio Sordi dos Santos, meu marido, pela diagramação do presente trabalho, por seu companheirismo, paciência e amor em todos os momentos.

Ao Prof. Dr. Ryoichi Miyana, por me receber e orientar na Universidade de Shimane e sua amizade.

Ao Dr. Michael Hrcir, por sua ajuda na língua inglesa e amizade.

Ao Dr. Sidnei Mateus, por sua colaboração.

Aos meus pais, Jandyra Augusta dos Santos e Antonio Bispo dos Santos, por terem me apoiado em todo meu processo de crescimento científico.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo apoio financeiro.

À Universidade de São Paulo e à Universidade de Shimane, pela oportunidade oferecida.

**“Aquele que quebra uma coisa para descobrir o que  
ela é deixou o caminho da sabedoria”, J. R. R. Tolkien**

## RESUMO

A presente tese investiga a eficiência de duas espécies de abelhas sem ferrão, *Nannotrigona testaceicornis* e *Melipona quadrifasciata*, como polinizador de duas espécies de plantas cultivadas em casas de vegetação: manjerição *Ocimum basilicum* L. Variedade Doce, berinjela *Solanum melongena* L. Variedade Nápoli e tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. Variedades Minicarol e Sun cherry foi testado. Os experimentos com manjerição polinizado por *N. testaceicornis* e berinjela por *M. quadrifasciata* ocorreram na USP Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP. Os experimentos utilizando *M. quadrifasciata* como polinizadora de tomate foram feitos na Universidade de Shimane, Matsue – Japão.

Os experimentos com manjerição e berinjela sucederam-se em quatro casas de vegetação fechadas, duas contendo cultivos de manjerição e duas com berinjela, além de dois canteiros abertos com a mesma área, onde quaisquer polinizadores pudessem visitar as flores. Havia três tratamentos: com abelhas, sem abelhas e aberto.

O pico de atividade de *M. quadrifasciata* foi antes das 9:00h e o de *N. testaceicornis*, às 13:00h. Os insetos coletados nas flores de manjerição do canteiro aberto foram *Apis mellifera*, *Paratrigona* sp, *Trigona* sp, *Tetragonisca angustula*, *Nannotrigona testaceicornis*, *Xylocopa* sp, algumas espécies de Lepidoptera, Diptera e Coleoptera. No caso da berinjela, encontraram-se algumas abelhas do gênero *Trigona*. As sementes do tratamento com abelhas apresentaram maior peso e maior porcentagem de germinação do que os outros tratamentos.

Nos experimentos com berinjela, os frutos mais pesados e maiores foram os do canteiro aberto, seguidos dos oriundos dos polinizados por abelha. Os frutos da casa de vegetação com abelhas apresentaram o maior número de sementes, enquanto que os do controle não apresentaram nenhuma. A produção total e a porcentagem de frutos perfeitos foram: tratamento com abelhas, 159 (49%); controle, 20 (5%); canteiro aberto, 208 (93%).



Na Universidade de Shimane utilizou-se uma única casa de vegetação com três tratamentos: com abelhas *M. quadrifasciata*; sem abelhas e com hormônio de crescimento “Tomato-tone”. O tempo de duração de visita da abelha numa flor de tomate foi  $9,99s \pm 7,89s$  e o tempo de forrageamento era  $2.820s \pm 1.446s$ . As abelhas visitaram 82,6% das flores da Variedade Minicarol e 67,6% da Sun cherry. Não houve relação entre o número de grãos de pólen encontrados nos estigmas e o número de visitas de abelhas. Os frutos oriundos dos três tratamentos foram comparados quanto ao tamanho, peso e quantidade de sementes: a maior quantidade de sementes foi encontrada no tratamento com abelhas, porém os frutos maiores foram os produzidos com o tratamento com hormônio; os mais pesados foram os do controle.

Concluiu-se que *N. testaceicornis* é um agente polinizador de manjeriço, podendo ser utilizada em casas de vegetação com o intuito de aumentar o peso das sementes e sua capacidade germinativa. Apesar das berinjelas do canteiro aberto produzirem os frutos com melhor quantidade e qualidade, *M. quadrifasciata* mostrou-se um agente polinizador dentro das casas de vegetação. *M. quadrifasciata* polinizou as flores de tomate, pois aumentaram o número de sementes. Porém, em relação ao tamanho, o tratamento com hormônio se mostrou mais eficaz. Quanto a Variedade Sun cherry, a presença das abelhas não mostrou nenhum tipo de influência.

## ABSTRACT

The present thesis investigated the efficiency of two species of stingless bees, *Nannotrigona testaceicornis* and *Melipona quadrifasciata*, as pollinators of following greenhouses crops: basil (*Ocimum basilicum*), egg-plant (*Solanum melongena*) and tomato (*Lycopersicon esculentum*). The studies with basil, pollinated by *N. testaceicornis*, and egg-plant, pollinated by *M. quadrifasciata*, were performed on the campus of the University of São Paulo in Ribeirão Preto, Brazil. The study with tomato, pollinated by *M. quadrifasciata*, was conducted at the campus of the University of Shimane in Matsue, Japan.

The experiments with basil and egg-plant were performed in two greenhouses for each crop type. In one of them (experimental greenhouse), stingless bees served as pollinating agents, whereas the second (control greenhouse) was devoid of pollinators. Additionally, the respective crop was planted in an open field-area, which had the same surface area as the greenhouses, but pollinating agents were not restricted.

The total number of open flowers of both studied crop types was registered once a week. The smallest amounts of flowers were found in the experimental greenhouse (basil), and in the open field-area (egg-plant), respectively. The highest foraging activity of the bees was before 9:00h (*M. quadrifasciata*), and around 13:00h (*N. testaceicornis*).

In the open field area, following insects were collected on basil flowers: bees of the species *Apis mellifera*, *Paratrigona* sp., *Trigona* sp., *Tetragona angustula*, *N. testaceicornis*, *Xylocopa* sp., as well as some species of Lepidoptera, Diptera and Coleoptera. On the egg-plant flowers, stingless bees of the genus *Trigona* were collected.

In the study with basil, the weight and the proportion of germinated seeds were compared among the three experimental conditions. The seeds in the experimental greenhouse

(with *N. testaceicornis*) were heavier and showed a higher proportion of germination than those of the other experimental conditions.

In the experiments with egg-plant, weight, size, quality and quantity of fruits, and the number of seeds per fruit were compared among the treatments. The open field area produced the heaviest and biggest fruits, as well as the largest quantity of egg-plants of commercially perfect quality. The highest number of seeds per fruit, however, was produced by egg-plants grown in the experimental greenhouse.

For the experiments with tomatoes, a single greenhouse was used. Here, the effect of following three conditions on the fruit-outcome was investigated: (1) flowers with bee-visits (*M. quadrifasciata*), (2) flowers without bee-visits (covered with tulle), and (3) tomato plants treated the growth hormone "Tomato-tone".

The three experimental conditions were compared concerning fruit-size and fruit-weight, and concerning the quantity of seeds per tomato. The biggest fruits were produced in case of the growth hormone treatment. The heaviest fruits were produced when the flowers had been covered with tulle, whereas the bee-pollinated plants grew the tomatoes with the highest quantity of seeds.

Apparently, both *N. testaceicornis* and *M. quadrifasciata* are efficient pollinators of greenhouse crops when a high seed production is required. Consequently, stingless bees as pollinating agents of greenhouse crop can be economically important in cold climates, where a weather-protected cultivation of crop is essential.

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução.....</b>	<b>01</b>
<b>2. Material e métodos.....</b>	<b>09</b>
2.1. Locais onde os estudos foram realizados.....	09
2.2. Considerações gerais sobre as espécies de plantas utilizadas nesse estudo.....	09
2.2.1. Manjeriçã.....	10
2.2.2. Berinjela.....	11
2.2.3. Tomate.....	11
2.3 Considerações gerais sobre as abelhas utilizadas nesse estudo.....	12
2.3.1. <i>Nannotrigona testaceicornis</i> Lep.....	13
2.3.2. <i>Melipona quadrifasciata</i> Lep.....	14
2.4. Montagem dos experimentos.....	14
2.4.1. Experimentos no campus da usp de Ribeirão Preto – SP.....	14
2.4.1.1. Características das casas de vegetação e do canteiro aberto.....	14
2.4.1.1. Plantio.....	16
2.4.2. Experimentos com o manjeriçã.....	16
2.4.3. Experimentos com a berinjela.....	18
2.4.4. Experimentos no campus da universidade de Shimane, Matsue.....	20
2.5. Análises estatísticas.....	23
<b>3. Resultados e discussão.....</b>	<b>24</b>
3.1. Experimento com manjeriçã e berinjela.....	24
3.1.1. Temperatura e umidade.....	24
3.1.2. Manjeriçã.....	26
3.1.3. Berinjela.....	30

3.2. Experimento com tomates..... 37

**4. Conclusões.....48**

**5. Referências bibliográficas 49**

## 1. INTRODUÇÃO

A associação entre insetos e flores e a necessidade delas serem polinizadas para produzirem sementes fazem parte do conhecimento cotidiano. Porém, essa descoberta só ocorreu entre o final do século XVII e começo do XVIII (Proctor; Yeo; Lack, 1996). Obviamente o mundo antigo estava familiarizado com essa associação, como se pode observar em referências no Velho Testamento, estudos de Aristóteles, Virgílio e Theophrastus. Entretanto, a idéia da existência de uma fusão sexual na reprodução das plantas se desenvolveu apenas num período mais recente nas mentes de diversos botânicos (Proctor; Yeo; Lack, 1996).

Mais de 3.000 espécies de plantas são utilizadas como alimento em todo o mundo, sendo que destas, somente 300 são produzidas em larga escala, e apenas 12 dentre elas fornecem cerca de 90% da alimentação mundial. Nestas 12 espécies estão incluídas as gramíneas: arroz, trigo, milho, sorgo, centeio, cevada, etc. (Thurston, 1969). As gramíneas são polinizadas pelo vento ou autopolinizadas, e várias espécies comestíveis são propagadas assexuadamente ou desenvolvem partenocarpia. Com esses dados, parece que a polinização por insetos tem uma importância pequena em relação à alimentação mundial. Todavia, milhões de acres são destinados à produção de frutos que dependem da polinização por insetos. Essas plantas abastecem 15% de nossa dieta. Além disso, quase metade da dieta do ser humano é de origem animal: carne de vaca, porco, aves, cordeiro, etc. Esses animais se alimentam de plantas polinizadas por insetos, como por exemplo, alfafa e trevo (McGregor, 1976).

A importância econômica dos polinizadores tem sido muito reconhecida na agricultura moderna. Uma vasta lista de plantas cultivadas depende totalmente de polinizadores ou se beneficiam com suas visitas, e a polinização por abelhas melhora, comprovadamente, a

produtividade de um modo geral em muitas culturas entomófilas (Roubik, 1995; Tavares et al. 2002; Mota; Nogueira-Couto, 2002; Antunes et al. 2007).

As culturas que necessitam de abelhas para a polinização foram, até alguns anos atrás, tradicionalmente dependentes de uma única espécie, *Apis mellifera* (Apidae: Apini), por muitas décadas o único polinizador comercialmente disponível em grande número. Essa espécie, segundo Williams (1994), é o inseto que mais contribui para a polinização de plantas cultiváveis na Europa. A importância de *A. mellifera* como polinizador de inúmeras culturas tem sido mostrada em dezenas de trabalhos realizados. Apenas como uma amostra desse fato pode ser destacada, em trabalhos feitos no Brasil, a ação de *A. mellifera* na polinização de aboboreiras italianas (*Cucurbita pepo*) (Nogueira-Couto; Pereira; Couto, 1990), o aumento na produção de vagens de colza (*Brassica napus* L.) (Adegas; Nogueira Couto, 1992), o aumento do número de sementes e peso dos frutos produzidos em culturas de pepinos (Nogueira-Couto; Calmona, 1993), o aumento de 86,5% a 94,6% no peso de sementes de girassol (*Helianthus annuus*), em relação aos capítulos que foram impedidos de receber visitas das abelhas (Moreti et al. 1996), o aumento de 14% na produção de pêssegos (*Prunus persica* L.), em relação a flores que não receberam visitas das abelhas (Mota; Nogueira-Couto, 2002) e os bons resultados na produção de frutos de goiabeira (*Psidium guajava* L.), os quais diferiram significativamente de outras espécies de abelhas estudadas tais como *Melipona subnitida*, *Partamona cupira*, *Xylocopa frontalis* e *Trigona spinipes*: 86,4% das flores polinizadas por *A. mellifera* produziram frutos (Alves; Freitas, 2006).

Apesar de sua reconhecida importância, é sabido que *A. mellifera* não é o melhor polinizador para todas as culturas (Westerkamp, 1991; Osborne; Williams, 1996). Além disso, os riscos da dependência de uma única espécie polinizadora são óbvios: a diminuição das populações disponíveis em um dado ano ou região geográfica, devido a uma doença ou ao ataque de alguma praga, pode colocar em perigo a polinização e, conseqüentemente, a

produção (Bosch; Kemp, 2001). Segundo Ruijter (2006), o número de colônias de *A. mellifera* nos Países Baixos diminuiu de 160.000 antes da segunda guerra para 80.000 nos dias atuais. Essas preocupações e constatações têm propiciado, já há algum tempo, estudos no sentido de se encontrar outras espécies de abelhas que sejam mais eficientes na polinização de algumas culturas, e que possam vir a ser manejadas visando o incremento na produção das culturas.

Sugerido como uma alternativa útil a *A. mellifera* em programas de polinização, principalmente sob condições de estufa onde elas parecem se adaptar melhor do que as operárias de *Apis* (Free, 1993), a utilização de espécies de *Bombus* cresceu rapidamente nos últimos anos em vários países. Por causa de sua habilidade em polinizar vibrando o corpo, as espécies de *Bombus* são melhores polinizadoras do que *Apis* em Solanaceae e Ericaceae. Dessa forma, usadas como alternativas ou em adição aos procedimentos manuais ou mecânicos de vibração das flores, algumas espécies de *Bombus* têm sido utilizadas com grande sucesso na polinização de diversas culturas (Plath, 1925; Banda; Paxton 1991; Kevan et al. 1991; Dogterom; Matteroni; Plowright 1998; Al-Attal; Kasrawi; Nazer, 2003; Asada; Ono, 1997; Estay; Wagner; Escaff, 2001; Stubbs; Drummond, 2001; Li et al 2006). Em um trabalho recente realizado no México, o tratamento com *Bombus impatiens* mostrou ser melhor do que vibradores mecânicos, produzindo frutos maiores de pimenta “habanero” (Palma et al, 2008).

Desde que foi aprendido como contornar o processo de diapausa, a criação contínua de colônias de *Bombus terrestris* em laboratório propiciou o desenvolvimento de uma indústria voltada para a criação e comercialização delas. Embora inicialmente utilizadas para a polinização de cultivos de tomate em casas de vegetação, *B. terrestris* tem também sido utilizada na polinização de outras culturas tais como melão, berinjela, abóbora, pimentão,



morango e kiwi (Fisher & Pomeroy, 1989; Kevan et al., 1991; Nelson; Fisher, 2002; Kowatska, 2003; Velthuis & van Door, 2004; Westerkamp; Gottsberger, 2006).

O sucesso da criação de *B. terrestris* em escala comercial e, conseqüentemente sua exportação para vários países, tem propiciado uma importante discussão a respeito do impacto da introdução dessa espécie sobre a fauna nativa de qualquer região (Makoto, 1993; Hingston; McQuillan, 1998; Goulson, 2003; Hingston, 2005). Em vista disso, tem ocorrido um aumento considerável no interesse de se encontrar abelhas nativas com eficiência em polinização similares à das espécies de *Bombus*. Por exemplo, nas Ilhas Canárias, *B. canariensis* está sendo criado comercialmente com propósito para polinização; no Japão e Coréia, *B. ignitus*; nos Estados Unidos, *B. impatiens* e *B. occidentalis* (Velthuis; van Doon, 2004).

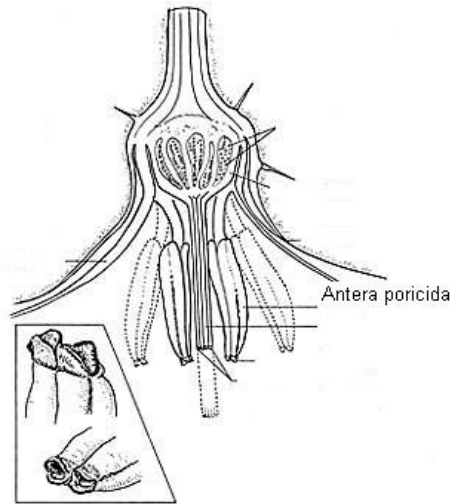
Também, como conseqüência da necessidade de se encontrar polinizadores alternativos à *A. mellifera*, vários estudos foram desenvolvidos em alguns países com espécies de abelhas solitárias, principalmente aquelas que nidificam em cavidades preexistentes, visando à utilização delas em programas de polinização controlada.

A macieira é comumente polinizada por *A. mellifera*. Entretanto, as abelhas do gênero *Osmia* têm se mostrado bem mais eficientes devido à grande preferência por flores de Rosaceae (família da macieira); sua ação polinizadora é de 7,8 a 80 vezes superior à de *A. mellifera* (Kuhn; Ambrose, 1984).

*Megachile auriventris* e *Thygater analis* visitam abundantemente flores de feijoeiros. O girassol é amplamente visitado por *M. angularis*, que pode aumentar em 52% o número de sementes. Os polinizadores mais efetivos nesta cultura são abelhas da família Megachilidae (Hoffmann; Wittmann, 1987).

Na Austrália, abelhas solitárias aptas a fazerem “buzz pollination” (úteis para plantas com anteras poricidas, Fig. 1), como *Amegilla chlorocyanea* e *A. (Zonamegilla) holmesi*

(Apidae), ou *Lestis aeratus* e *L. bombylans* (Apidae, Xylocopinae) são muito eficientes como polinizadoras de tomate em casas de vegetação (Hogendoorn; Steen; Schwarz, 2000; Hogendoorn *et al*, 2006; Bell; Spooner-Hart; Haigh, 2006).



**Fig. 1.** Esquema de um corte longitudinal de uma flor de berinjela, *Solanum melongena* L., mostrando uma antera poricida (McGregor 1976).

Várias outras espécies de abelhas solitárias podem ser utilizadas na polinização de plantas cultiváveis. Por exemplo, espécies de *Centris* podem ser bons agentes polinizadores de campos de Malpighiaceae como acerola e murici, frutos muito comuns no nordeste do Brasil, que são visitados para coleta de óleo (Garófalo; Martins; Alves-dos-Santos, 2004). *Centris* também pode ser um bom agente polinizador de cajueiros (Freitas, 1997).

*Xylocopa frontalis* é um importante agente polinizador de maracujá (Camillo, 2003). De acordo com Freitas e Oliveira Filho (2001) agora é possível criar *Xylocopa* racionalmente.

O uso de *Osmia* como polinizador tem tido muito sucesso em culturas de cerejeiras (Balana *et al*, 1983). Além disso, *Osmia* ainda é um potencial polinizador para culturas abertas de damasco (Lepore; Pinzauti, 1994).

O uso de abelhas sem ferrão, tribo Meliponini, na polinização de plantas cultiváveis vem ganhando espaço nos últimos anos. O motivo é que várias espécies apresentam características favoráveis para atuar como agentes polinizadores, tais como: polilectia e

adaptabilidade que auxiliam na polinização múltipla; constância floral (Bego *et al*, 1989); são facilmente domesticadas; as colônias são perenes, conduzindo as operárias a um forrageamento contínuo; grande quantidade de reservas de alimento é estocada nos ninhos (Heard, 1999). Contrariamente ao que ocorre em *A. mellifera*, apesar desta ser considerada um excelente agente polinizador (Paranhos; Walder; Marchini, 1998; Camacho; Monks; Silva, 1999; Nogueira-Couto; Pereira, 1990), as abelhas sem ferrão apresentam, ainda, as seguintes vantagens: são, geralmente, menos agressivas ao homem e animais domesticados; são capazes de forragear efetivamente em casas de vegetação; a propagação das colônias contribui para a preservação da biodiversidade; as colônias raramente realizam o “enxame de abandono”, como ocorre em *Apis*, além de serem resistentes aos parasitas que molestem as abelhas melíferas (Heard, 1999). Por outro lado, os meliponíneos apresentam algumas desvantagens na polinização de culturas: o nível de tecnologia de domesticação para a maioria das espécies necessita ainda ser melhorado; ocorre a falta de disponibilidade de um grande número de colméias; as taxas de crescimento populacional são baixas, quando comparadas com *Apis*; algumas espécies são territoriais e “brigam” quando colocadas bem próximas; algumas delas danificam as folhas das plantas durante a coleta de resinas pelas abelhas (Heard, 1999).

Os primeiros experimentos com o objetivo de verificar a eficiência de espécies de meliponíneos como polinizadoras de plantas cultivadas em ambientes fechados foram feitos na década de 90, no Japão (Malagodi-Braga; Kleinert; Imperatriz-Fonseca, 2000). Maeta *et al.* (1992) e Kakutani *et al.* (1993) mostraram que *Nannotrigona testaceicornis* e *Trigona minangkabau* foram polinizadoras efetivas de cultivos de morango realizados em estufas. Experimentos conduzidos mais recentemente no Japão, para comparar a eficiência de polinização entre *M. quadrifasciata* e *B. terrestris* em cultivos de berinjela, mostraram que não houve diferenças significativas na quantidade e qualidade dos frutos nos dois tratamentos,

sugerindo que *M. quadrifasciata* pode ser uma alternativa como agente polinizador daquelas culturas (Hikawa; Miyanaga, 2006).

Slaa et al. (2000), trabalhando na Costa Rica, testaram a eficiência de *Nannotrigona testaceicornis* e *Tetragonisca angustula* como polinizadoras de *Salvia farinaceae* (Lamiaceae), uma planta ornamental, concluindo que estas espécies poderiam ser uma alternativa importante para a substituição de *A. mellifera* na polinização de plantas cultivadas em estufas.

No México, Macias; Quezada-Euan; Parra-Tabla (2001) avaliaram a performance de *Nannotrigona perilampoides* como agente polinizador de plantações de tomates cultivados em casas de vegetação; segundo aqueles autores, as abelhas tiveram uma participação importante na produção dos frutos cujos resultados mostraram uma maior quantidade de sementes por frutos além do aumento do peso e tamanho deles.

Entre os trabalhos já desenvolvidos no Brasil, Malagodi-Braga (2002) reportou a contribuição significativa de *Tetragonisca angustula* como polinizadora de morangos cultivados em estufas, influenciando de maneira positiva e significativa no peso e na qualidade dos frutos produzidos.

Um estudo efetuado em casa de vegetação contendo culturas de pimentão e colônias de *Melipona subnitida*, foi observado a ocorrência de uma maior porcentagem de vingamento dos frutos, aumento do peso, tamanho (largura e comprimento) e aumento no número de sementes por fruto, além de um percentual menor de deformações (Cruz, 2003). *Melipona quadrifasciata* e *Melipona scutellaris* também tiveram um excelente desempenho como polinizadoras de flores do pimentão, resultando frutos maiores, maior número de sementes por fruto e um menor grau de imperfeição (Roselino; Bego; Bispo dos Santos, 2004a).

*M. quadrifasciata*, igualmente confinada em casas de vegetação com plantações de tomate, também se mostrou excelente polinizadora quando comparadas com o controle (sem

abelhas); os frutos produzidos foram maiores, com maior número de sementes, além de menor número de imperfeições (Bispo dos Santos; Bego; Rosleino, 2004a; Del Sarto; Peruquetti; Campos, 2004).

## **OBJETIVOS**

O presente trabalho está dividido em duas partes: uma parte dele foi realizada no Brasil com o objetivo de avaliar a potencialidade de duas espécies de meliponíneos, *Nannotrigona testaceicornis* e *Melipona quadrifasciata*, popularmente conhecidas como irai e mandaçaia, respectivamente, como polinizadoras de culturas de manjerição (*Ocimum basilicum*) e berinjela (*Solanum melongena*) mantidas em casas de vegetação. A outra parte deste trabalho foi desenvolvida no Japão e nesse experimento os objetivos eram analisar o potencial de *M. quadrifasciata* na polinização do tomate e comparar com os resultados obtidos com tratamentos sem abelhas e com a utilização de hormônio de crescimento, muito utilizado no país.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Locais onde os estudos foram realizados

Os experimentos foram realizados em dois ambientes distintos:

1) *Campus* da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto – SP Brasil (21°12' de latitude sul e 47°48' de longitude oeste).

Segundo a classificação de Koeppen, Ribeirão Preto possui clima do tipo Aw, isto é, com temperatura do mês mais frio superior a 18°C e precipitação no mês mais seco inferior a 60 mm. O município se encontra sobre o Planalto Ocidental Basalto-Arenito (Borda do Planalto ou Sistema Serra Geral), de formação mesozóica (Monteiro, 1968).

2) *Campus* da Universidade de Shimane, Matsue – Japão (35°45' de latitude norte e 133°05' de longitude leste).

Miyanaga (2005) disse que Matsue, uma pequena cidade ao sudoeste da ilha Honshu, no Japão, possui clima temperado oceânico, com as quatro estações bem definidas. Por sua proximidade ao mar, é uma cidade muito úmida, com grande quantidade de chuva (informação verbal)<sup>1</sup>.

### 2.2. Considerações gerais sobre as espécies de plantas utilizadas nesse estudo

As plantas escolhidas para os experimentos, isto é, manjericão *Ocimum basilicum* L, berinjela *Solanum melongena* L. e tomate *Lycopersicon esculentum* Mill, são comercialmente importantes. Essas plantas são utilizadas na alimentação humana em quase todos os países, e diversos estudos são constantemente realizados objetivando aumentar sua produção e qualidade (Kluge et al., 1999; Villas Boas et al., 2001; Antonini et al., 2002; Polverente et al., 2005; Magiole; Mansur, 2005; Castro et al., 2004; Michelotto et al., 2005, Leite et al., 2006;

---

<sup>1</sup> Informação fornecida por Miyanaga em Matsue, em 2005.

Barreiro et al., 2006; Fernandes et al., 2004; Silva et al., 2005; Soares et al., 2007; Biasi et al., 1995; Gualberto; Oliveira; Resende, 2002, Fernandes; Cora; Braz, 2007)

### **2.2.1. Manjericão**

O manjericão, *Ocimum basilicum* L., família Lamiaceae, possui diversos nomes populares, dependendo da região do país, como basilicão, alfavaca, alfavaca-doce, manjericão-doce, manjericão-de-flor-branca, etc. A planta é perene, herbácea (0,50 a 0,80m), ramosa e semi-ereta. Os ramos são eretos, verde-claros, aromáticos, pilosos quando novos, e mais celulósicos e lisos quando maduros. As folhas são simples, opostas, pecioladas, ovais ou oval-lanceoladas, com bordos lisos ou dentados, verde-claros nas duas faces, tenras e muito aromáticas. As flores são pequenas, com simetria bilateral e diclamídeas. O cálice é profundamente bilabiado, com um lábio superior largo e arredondado e quatro inferiores, estreitos e agudos. A corola é branca ou levemente rosada, bilabiada com o lábio superior tetralobulado. Os estames são em número de quatro e didínamos (androceu de quatro estames com dois maiores e dois menores). O gineceu é tetra-partido, com estilete ginobásico, longo, flexuoso e bifurcado. As inflorescências apresentam forma de espigas terminais longas. O florescimento ocorre durante quase todo o ano, exceto no inverno. Os frutos são constituídos de núculas lisas (frutos secos indeiscentes), escuras e compridas. As sementes são constituídas pelas núculas ou frutículos acima citados (Castro; Chemale, 1995).

O manjericão é oriundo da Ásia (Oriente Médio) e do Norte da África. Ocorre em vários países de clima subtropical como planta ornamental, condimentar, medicinal e melífera; é cultivada em hortas, jardins, praças e pomares. No Brasil, é bem adaptada e faz parte da culinária brasileira (Castro; Chemale, 1995).

A variedade utilizada foi o Manjericão Doce, indicada por Naoe (2007) por sua facilidade de cultivo em solo brasileiro e suas flores altamente atrativas para abelhas (informação verbal)<sup>2</sup>.

### **2.2.2. Berinjela**

Segundo McGregor 1976, a planta da berinjela, *Solanum melongena* L., família Solanaceae, é muito ramificada, com folhas cinza-esverdeadas, anual, e tamanho variando entre 50 a 125 cm de altura. A folha é simples, grossa, com 15 a 37 cm de comprimento, ovalada, com a porção inferior pilosa. O crescimento ocorre em fileiras. O frutos é oval, de cor púrpura, colhido geralmente quando está perto do seu tamanho máximo (entre 7,5 a 15 cm) de diâmetro. As flores são violetas, com 3 a 6 cm. Podem ser bi ou monossexuadas. O tubo ao redor do estilo é formado por 6 a 20 anteras. Um único fruto pode possuir mais de 2.500 sementes. As inflorescências são do tipo cimo, contendo duas ou três (raramente cinco) flores violetas, com cerca de 4 cm. Elas se desenvolvem opostas às folhas. São visitadas amplamente por insetos coletores de pólen. As flores não são autoférteis, nem polinizadas pelo vento. Os insetos são essenciais para uma fertilização efetiva.

A variedade utilizada foi a Nápoli por ser muito produtiva e uma das mais consumidas no mercado brasileiro (Naoe, informação verbal)<sup>3</sup>.

### **2.2.3. Tomate**

O tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill, família Solanaceae, é um dos vegetais com maior importância econômica no mundo. Apesar de originário das Américas Central e Sul, atualmente um terço da produção mundial ocorre na Ásia e Índia, 17% na África, 6% na América Central e 6% na América do Sul (Roubik, 1995). Adapta-se a diversos tipos de

---

<sup>2</sup> Informação fornecida por Naoe em Ribeirão Preto, em 2007.

<sup>3</sup> Idem.



clima. Em países com o inverno rigoroso, o tomate pode ser cultivado em casas de vegetação. Graças ao uso de tecnologias, as pessoas podem ter este vegetal em sua alimentação durante todo o ano. Pode ser consumido fresco, enlatado ou ser utilizado para produzir suco, molho, massa, etc. Algumas variedades de tomateiros podem atingir 2 m de altura, mas geralmente se ramificam pelo chão, com muitas folhas alternadas, entre 15 a 30cm, e inflorescências de 2 a 12 ou mais flores. A planta é coberta com uma fina camada de pêlos e possui glândulas secretoras que exalam um odor característico. A inflorescência pode ser terminal, oposta ou entre as folhas. As flores possuem, geralmente, seis pétalas amarelas recurvadas e usualmente seis estames, os quais são unidos com as anteras amarelas para formar um tubo ou cone ao redor do pistilo; são hermafroditas, hipóginas e regulares (McGregor, 1976).

As variedades de tomate utilizadas foram Sun cherry e Minicarol, semelhantes aos conhecidos tomates cereja. Sun cherry e Minicarol são mini tomates híbridos populares no Japão. Miyanaga (2005) informou que estas duas variedades são muito doces devido ao seu alto teor de açúcar e são consideradas muito deliciosas pela população japonesa (informação verbal)<sup>4</sup>. O número de plantas utilizado foi 50.

### **2.3. Considerações gerais sobre as abelhas utilizadas nesse estudo**

As espécies de abelhas utilizadas pertencem à tribo Meliponini Lepeletier, também conhecidas como abelhas indígenas sem ferrão. Essas abelhas ocupam grande parte das regiões tropicais e subtropicais. Os representantes dessa tribo são encontrados na maior parte da América Neotropical (América Latina) (Nogueira-Neto, 1997).

Existem vários fatores positivos e, também, certas limitações para o uso de meliponíneos na polinização cruzada, sendo que as vantagens ocorrem em maior número. Desse modo, várias espécies apresentam características favoráveis para atuar como agentes polinizadores, tais como: polilectia e adaptabilidade que auxiliam na polinização múltipla;

---

<sup>4</sup> Informação fornecida por Miyanaga em Matsue, em 2005.

constância floral (Bego *et al*, 1989); são facilmente domesticadas; as colônias são perenes, conduzindo as operárias a um forrageamento contínuo; grande quantidade de reservas de alimento é estocada nos ninhos; ao lado disso, as operárias coletam recursos florais muito além das necessidades imediatas e, como resultado, o forrageamento pelas operárias campeiras é intenso nas flores escolhidas (Heard, 1999). Contrariamente ao que ocorre em *A. mellifera*, apesar desta ser considerada um excelente agente polinizador (Paranhos; Walder; Marchini, 1998; Camacho; Monks; Silva, 1999; Nogueira-Couto; Pereira, 1990), as abelhas sem ferrão apresentam, ainda, as seguintes vantagens: são, geralmente, menos agressivas ao homem e animais domesticados; são capazes de forragear efetivamente em casas de vegetação; a propagação das colônias contribui para a preservação da biodiversidade; as colônias raramente realizam o “enxame de abandono”, como ocorre em *Apis*, além de serem resistentes aos parasitas que molestam as abelhas melíferas (Heard, 1999). Por outro lado, os meliponíneos apresentam algumas desvantagens na polinização de culturas: o nível de tecnologia de domesticação para a maioria das espécies é baixo; ocorre a falta de disponibilidade de um grande número de colméias; as taxas de crescimento populacional são baixas, quando comparadas com *Apis*; algumas espécies são territoriais e “brigam” quando colocadas bem próximas; algumas delas danificam as folhas das plantas durante a coleta de resinas pelas abelhas (Heard, 1999).

### **2.3.1. *Nannotrigona testaceicornis* Lep.**

As operárias de *Nannotrigona testaceicornis* Lep. medem cerca de 5mm; essa espécie nidifica em cavidades existentes em troncos de árvore ou em locais artificiais, como paredes de residências, muros de pedras, ou, ainda, em qualquer local disponível e protegido, no campo e em cidades. Sua distribuição abrange desde o norte do Estado do Paraná, no Brasil, até o México. A entrada de seus ninhos consiste em um tubo curto, fino, feito de cerume,

onde uma ou poucas operárias são suficientes para guardá-la; a entrada é fechada ao entardecer pelas abelhas, só sendo reaberta no dia seguinte, quando elas iniciam suas atividades de forrageamento. São extremamente dóceis, de fácil manejo. As colônias são medianamente populosas, com cerca de 2.000 a 3.000 indivíduos (Nogueira-Neto, 1997; Michener, 2000).

### **2.3.2. *Melipona quadrifasciata* Lep.**

A espécie *Melipona quadrifasciata* Lep. foi escolhida para o experimento por se adaptar bem ao clima de Ribeirão Preto, ser de fácil manejo e apresentar comportamento dócil. Como todas as abelhas no gênero *Melipona*, é capaz de polinizar vibrando o corpo (*buzz pollination*) (Michener, 2000), o que a indica como uma potencial polinizadora de plantas da família Solanaceae, isto é, a família da berinjela e do tomate. Espécies desta família possuem anteras poricidas, as quais necessitam de vibração para poderem liberar o pólen (Bispo dos Santos; bego; Roselino, 2004a). Ninhos desta espécie de abelha são encontrados no interior das regiões Nordeste, Central e Sul do Brasil (Nogueira-Neto, 1997).

## **2.4. Montagem dos experimentos**

### **2.4.1. Experimentos no *Campus* da USP de Ribeirão Preto – SP**

#### **2.4.1.1. Características das casas de vegetação e do canteiro aberto**

As quatro casas de vegetação, onde foram desenvolvidos os experimentos, são fechadas, significando não ser possível a saída ou entrada de insetos. Possuem estruturas feitas de madeira e metal que servem de suporte para a cobertura de plástico transparente e relativamente grosso. Os tetos são revestidos internamente com uma tela interna prateada que

permite a passagem de 70% da luz solar, além de minimizar a temperatura em certas épocas do ano. As paredes laterais são feitas de sombrite.

A altura máxima de cada casa de vegetação é de, aproximadamente, 3 metros. O tamanho total é de 7 m por 12,5 m, com uma área total de 87,5 m<sup>2</sup>.

As casas de vegetação foram instaladas próximas umas das outras (Fig. 2), de tal forma que as condições climáticas internas foram semelhantes em todas elas.



**Fig. 2.** Casas de vegetação e canteiro aberto utilizados nos experimentos com manjeriço, *Ocimum basilicum* L., e berinjela, *Solanum melongena* L., no campus da USP, em Ribeirão Preto.

Duas casas de vegetação foram utilizadas para o experimento com a berinjela, e duas para o do manjeriço.

Os canteiros abertos são dois locais com a mesma área das casas de vegetação e número de plantas, porém, sem nenhum tipo de revestimento ou cobertura. Assim, as plantas que ali cresceram poderiam receber livremente as visitas de quaisquer espécies animais. Foram utilizados dois canteiros abertos: um para a berinjela, outro para o manjeriço.

O sistema de irrigação utilizado, tanto para as casas de vegetação, quanto para os canteiros abertos, foi o de gotejamento feito por tubos de polietileno furados.

#### **2.4.1.2. Plantio**

Cerca de 390 mudas de manjeriço (variedade Doce) foram transplantadas em setembro de 2004 para duas casas de vegetação e para um canteiro aberto com 30 dias de idade, e aproximadamente 130 plantas por local. O espaçamento utilizado entre as plântulas foi de 30 cm, em covas de 10 cm, adubadas com NPK (4:14:8).

O mesmo procedimento foi utilizado para a berinjela.

#### **2.4.2. Experimentos com o manjeriço**

Duas colônias de *N. testaceicornis* foram introduzidas na casa de vegetação contendo manjeriço (C1, tratamento 1) em 25 de novembro de 2004, no começo da floração.

A outra casa de vegetação, destinada ao experimento com manjeriço (C2, tratamento 2), permaneceu apenas com as plantas, sem abelhas ou quaisquer outros insetos. Também utilizou-se um canteiro aberto (CA, tratamento 3), onde as flores do manjeriço ficavam livres para serem visitadas por quaisquer insetos.

A temperatura e a umidade relativa do ar foram medidas às 8:00h, 10:00h, 11:30h, 14:30h e 16:30h, nos três sítios com a plantação de manjeriço: C1, C2 e CA.

As flores de manjeriço foram contadas uma vez por semana às 11:00h durante o período de floração.

Trinta botões foram marcados para registrar os horários em que as flores se abriam e murchavam.

O número de visitas das abelhas às flores foi contado no período entre 8:00h e 17:00h (horário de atividade das abelhas), durante 20 minutos a cada hora (Fig. 3).



**Fig. 3.** Abelha sem ferrão *Nannotrigona testaceicornis* Lep. visitando uma flor de manjeriço, *Ocimum basilicum* L..

Cem abelhas tiveram seu tempo de visita às flores registrado com o auxílio de um cronômetro com o objetivo de saber quanto tempo, em média, uma abelha dessa espécie gastou coletando os recursos florais.

Os insetos visitantes no canteiro aberto foram coletados no período das 8:00h às 17:00h, durante 20 minutos por hora. Posteriormente foram identificados, pois poderiam ser polinizadores em potencial.

Dez amostras com 100 sementes de cada tratamento foram pesadas para verificar se havia diferença significativa entre os pesos.

Também foi comparada a porcentagem de germinação entre as sementes dos três tratamentos.

### 2.4.3. Experimentos com a berinjela

Em 08 de outubro de 2004, início da floração da berinjela, três colônias de *M. quadrifasciata* foram colocadas em uma das casas de vegetação (C1) contendo a referida espécie de planta. Na segunda casa de vegetação (C2) não foram introduzidas abelhas, e, como o local era fechado, permaneceu sem a presença de agentes polinizadores (Fig. 4). O canteiro aberto (CA) com as berinjelas, como o próprio nome diz, é aberto e está sujeito a ação de quaisquer polinizadores que possam visitar as flores. Alguns insetos visitantes possivelmente vinham de colônias naturais em árvores da localidade e do apiário do Departamento de Genética, cerca de 200m do local de estudo.



Fig. 4. Casa de vegetação contendo plantação de berinjela, *Solanum melongena* L..

As flores de berinjela foram, assim, submetidas a três tratamentos:

- Tratamento 1: com abelhas *M. quadrifasciata* (C1)
- Tratamento 2: sem abelhas (C2)
- Tratamento 3: aberto a qualquer agente polinizador (CA)

Com o auxílio de um termohigrômetro, a temperatura e umidade relativa do ar foram medidas às 8:00h, 10:00h, 11:30h, 14:00h e 16:30h dentro das casas de vegetação e no canteiro aberto, à sombra, com o objetivo de verificar a ocorrência ou não de diferenças nesses dois fatores abióticos nos três locais de estudo.

O total de flores de berinjela nos três sítios foi contado uma vez por semana, às 11:00h, para acompanhar o ritmo da floração.

Foram marcadas cerca de 30 flores para o registro dos horários de abertura e fechamento destas.

O número de abelhas entrando e saindo das três colônias colocadas dentro da casa de vegetação foi contado por 10 minutos, a cada 1 hora, durante 2 dias.

As abelhas visitando as flores do canteiro aberto foram coletadas para posterior identificação.

Para análise dos frutos, foi colhida uma amostra de 100 berinjelas da produção total de cada tratamento.

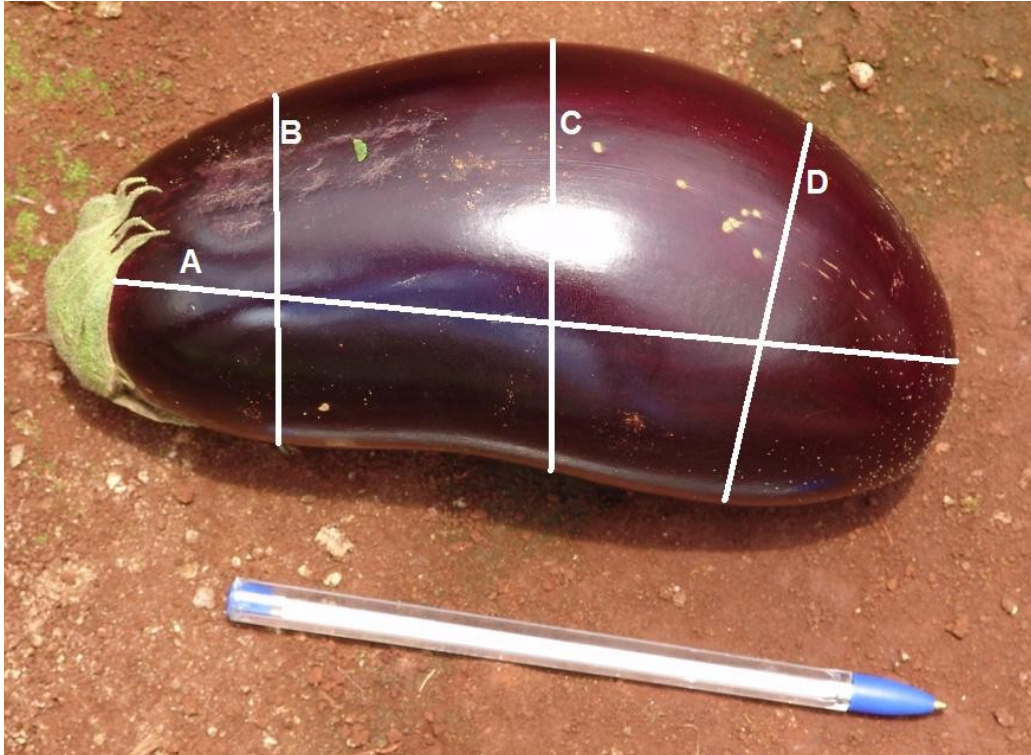
Essas berinjelas foram pesadas em uma balança eletrônica para comparar se havia ou não diferença significativa entre os pesos dos frutos produzidos nos três tratamentos.

Com o auxílio de uma fita métrica, foram obtidos quatro medidas: comprimento de uma extremidade a outra do fruto (A); circunferência da extremidade basal (B); circunferência da região medial (C) e circunferência da extremidade apical (D) (Fig. 5).

As sementes foram contadas padronizando-se o seguinte método: foram retiradas três fatias de 1 cm de espessura de três regiões do fruto, sendo uma da extremidade basal B, uma da região medial C e outra ainda, da região apical D. Contou-se, então, o número de sementes visíveis dos dois lados de cada fatia.

A porcentagem de frutos com má formação foi averiguada. Todos os frutos produzidos nos três tratamentos foram contados para obtenção da produção total.





**Fig. 5.** Indicações das medidas realizadas em fruto da berinjela, *Solanum melongena* L.: comprimento de uma extremidade a outra do fruto (A); circunferência da extremidade basal (B); circunferência da região medial (C) e circunferência da extremidade apical (D).

As observações foram feitas de 08 de outubro a 25 de novembro de 2004.

#### **2.4.4. Experimentos no Campus da Universidade de Shimane, Matsue**

No Japão, utilizou-se, para os experimentos, uma única casa de vegetação, cuja estrutura básica é feita de canos de alumínio, com o teto forrado de plástico branco transparente e as paredes feitas de sombrite. As dimensões da casa de vegetação são 7,2m de largura, 7m de comprimento e 3,1m de altura (Fig. 6).

Os tomateiros foram plantados em vasos de plástico, irrigados manualmente todos os dias. Na ocorrência da morte de alguma planta, esta era substituída por outra da mesma idade, previamente armazenada em outro local (Fig. 7).



**Fig. 6.** Casa de vegetação utilizada nos experimentos com tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill., em Matsue, Japão.



**Fig. 7.** Casa de vegetação contendo tomateiros, *Lycopersicon esculentum* Mill., das Variedades Sun cherry e Minicarol.

Os experimentos foram realizados no período de 19 de julho a 19 de outubro de 2005.

Uma colônia de *M. quadrifasciata* foi introduzida na casa de vegetação contendo os vasos com os tomateiros em flor. Estimou-se que a colônia possuía cerca de 300 indivíduos.

Essas abelhas podem sobreviver em Matsue, cujo verão é quente e úmido devido a proximidade com o litoral. Porém, no rígido inverno, as colônias têm que ter suas portas de entrada devidamente fechadas e mantidas dentro de salas com aquecedores.



**Fig. 8.** Casa onde as abelhas *Melipona quadrifasciata* Lep. ficam abrigadas em Matsue, Japão durante verão (A) e inverno (B).

Foram efetuados três tratamentos:

- Tratamento 1 (T1): com uma colônia de abelhas. Neste tratamento, as flores ficavam descobertas, expostas às visitas de *M. quadrifasciata*.
- Tratamento 2 (T2): sem abelhas. As flores eram cobertas com tule, que impedia a visita das abelhas.
- Tratamento 3 (T3): com hormônio de crescimento “Tomato-tone” (4-CPA ácido p-chlorophenoxyacetic). As flores eram cobertas com tule e as raízes eram regadas com uma solução de água e hormônio de crescimento.

A umidade relativa do ar, luminosidade e temperatura foram medidas de hora em hora, entre 7:00h e 16:00h.

O tempo que uma abelha gastava visitando uma flor foi registrado com o auxílio de um cronômetro.

Nove plantas da Variedade Minicarol e nove da Variedade Sun cherry foram marcadas e no dia 21 de agosto foram contados o total de flores abertas e o número de flores com ao menos uma “mordida” de abelha. As operárias de *M. quadrifasciata* na coleta do pólen mastigam os estames, deixando marcas características, fáceis de visualizar, sabendo-se então se a flor foi ou não visitada.

Dezoito abelhas foram marcadas na região torácica com tinta colorida. O horário em que a abelha saía das colônias era anotado, assim como aquele em que retornava com pólen. Isso permitiu verificar o tempo que a abelha demorava forrageando. Isso foi feito das 8:00h às 12:00h, ou seja, no período de atividade externa das abelhas.

Para verificar a existência de alguma relação entre o número de grãos de pólen no estigma e o número de visitas das abelhas, 28 flores de 9 plantas da Variedade Sun cherry foram numeradas e cobertas com tule. O tule era então retirado e a quantidade de visitas que essas flores recebiam era anotada. Essas flores foram coletadas posteriormente, seus estigmas cortados, macerados entre lâmina e lamínula e corados com azul de metileno, e os grãos de pólen contados.

Cem tomates da variedade Minicarol e 50 da variedade Sun cherry do tratamento 1, isto é, polinizados por *M. quadrifasciata*, tiveram seus diâmetros longitudinais e equatoriais medidos com o auxílio de um paquímetro. Estes frutos foram pesados em uma balança eletrônica. Adicionalmente, o número de sementes foi contado. O mesmo procedimento se deu com o tratamento 2, sem abelhas (n = 91 e n = 79, respectivamente), e com o tratamento 3, com hormônio de crescimento (n = 9 e n = 20).

## **2.5. Análises estatísticas**

As comparações entre os pesos e medidas dos frutos foram submetidas à análise de variância ANOVA e comparados por meio do teste Kruskal-Wallis ou Mann-Whitney. As

análises estatísticas foram feitos com Sigma Stat 3.5 e os gráficos com Sigma Plot 10.0 (Pagano; Gauvreau, 2004).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Experimentos com manjericão e berinjela

##### 3.1.1. Temperatura e Umidade Relativa

As mensurações diárias de temperatura e umidade nas duas casas de vegetação (C1 e C2) e no canteiro aberto com manjericão (CA) mostraram que esses fatores abióticos foram semelhantes nos três tratamentos (Fig. 9). Os valores registrados foram:

- C1: média da temperatura =  $29,1^{\circ}\text{C} \pm 3,7$  (n=36); e da umidade relativa =  $43,6\% \pm 13$  (n=36).
- C2: média da temperatura =  $29,8^{\circ}\text{C} \pm 3,6$  (n=36) e da umidade relativa =  $44\% \pm 13$  (n= 36).
- CA: média da temperatura =  $28,9^{\circ}\text{C} \pm 3,8$  (n=36); média da umidade relativa =  $44,4\% \pm 13,4$  (n=36).

Também as médias de temperatura e umidade relativa do ar foram semelhantes nos três tratamentos com berinjela (Fig. 10):

- C1 - casa de vegetação com abelhas: média da temperatura =  $29,4^{\circ}\text{C} \pm 3,6$  (n=40); e da umidade relativa =  $45,1\% \pm 13,2$  (n=40).
- C2 – casa de vegetação sem abelhas: média da temperatura =  $29,4^{\circ}\text{C} \pm 3,7$  (n=40) e da umidade relativa =  $43,8\% \pm 12,7$  (n=40).
- CA – canteiro aberto: média da temperatura =  $29,3 \pm 3,8$  (n=40); média da umidade relativa =  $44\% \pm 12,7$  (n=40).

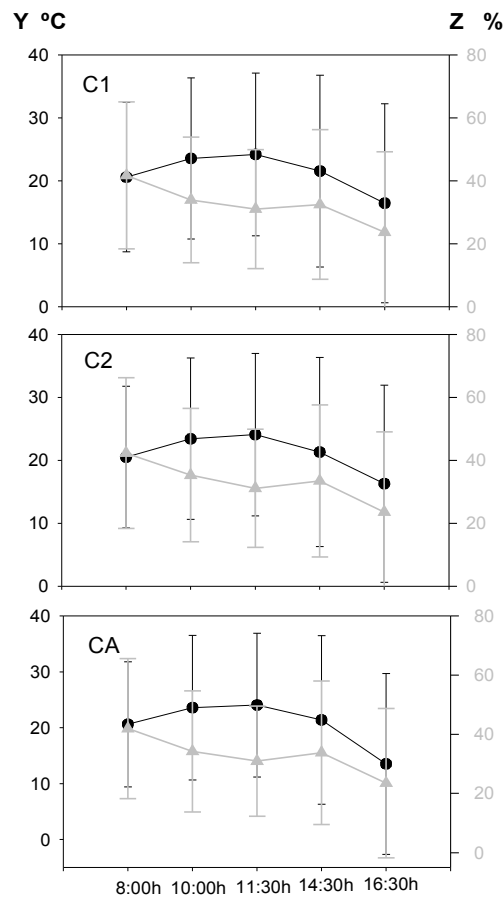


Fig. 9. Temperatura (eixo Y) e umidade relativa do ar (eixo Z) na casa de vegetação com *Nannotrigona testaceicornis* Lep. (C1), na casa de vegetação sem abelhas (C2) e canteiro aberto (CA) nos experimentos com manjerição, *Ocimum basilicum* L.

As médias de temperatura e umidade relativa praticamente não variaram entre os tratamentos, o que proporcionou uniformidade entre eles, supondo-se que as diferenças encontradas nos resultados entre os três tratamentos não foram influenciadas por esses dois fatores.

Ainda que a polinização possa ser influenciada pelos fatores ambientais, como por exemplo fenologia das plantas e comportamento das abelhas (Hoffmann, 1995; Hedhly; Hormaza; Herrero, 2004), pode-se dizer que certas espécies de abelhas são muitas vezes ineficientes como polinizadoras, devido aos fatores climáticos, além das adaptações fisiológicas, morfológicas e comportamentais desenvolvidas entre essas abelhas e as flores

(Bohart, 1972; Loken, 1981). Dessa forma, torna-se conveniente uma atenção especial a tais fatores em experimentos relacionados à polinização.

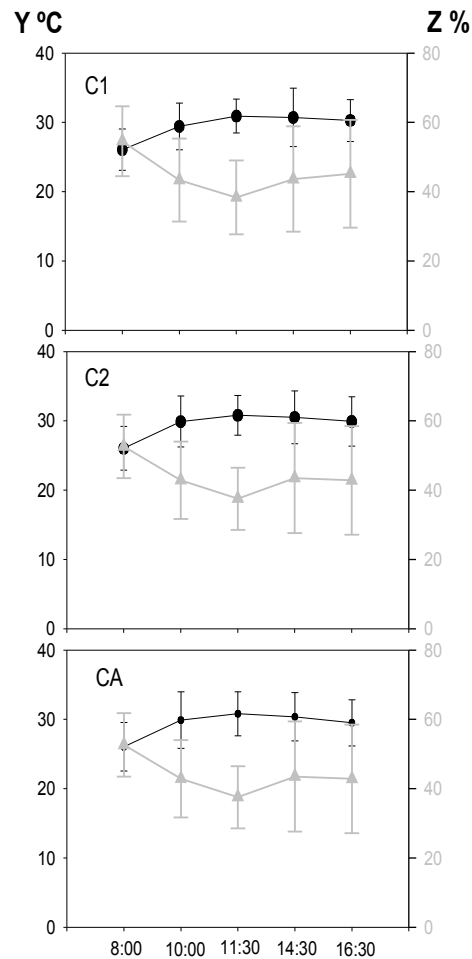


Fig. 10. Temperatura (eixo Y) e umidade relativa do ar (eixo Z) na casa de vegetação com *Melipona quadrifasciata* Lep. (C1), na casa de vegetação sem abelhas (C2) e canteiro aberto (CA) nos experimentos com berinjela, *Solanum melongena* L.

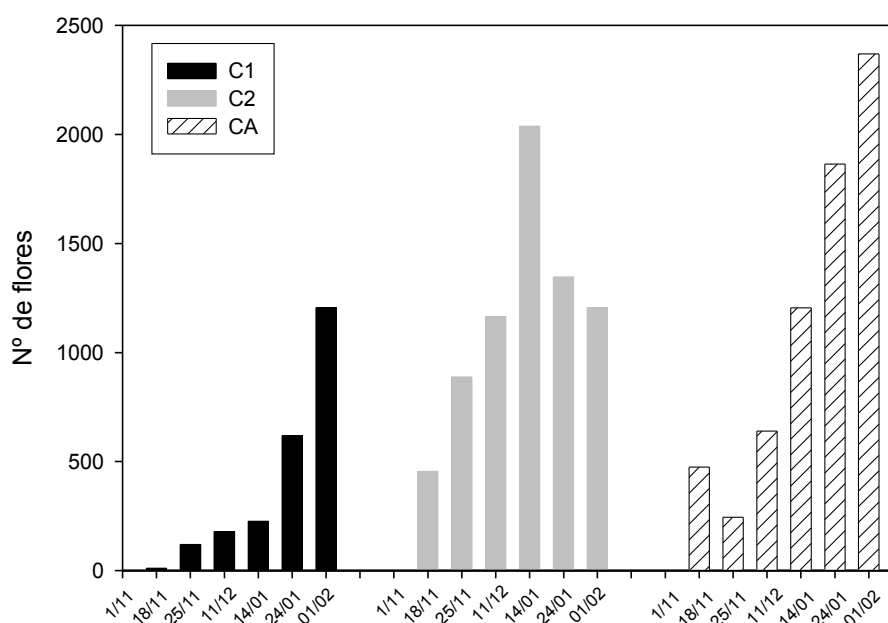
### 3.1.2. Manjerição

Na casa de vegetação com duas colônias de *N. testaceicornis* (C1), o número de flores foi menor em relação às outras duas culturas (sem abelhas C2 e canteiro aberto CA), mas o número de flores aumentou progressivamente. A C2, sem abelhas, apresentou um aumento



progressivo no número de flores até 14 de janeiro de 2005, mas no final do dia 01 de fevereiro, este número tinha diminuído consideravelmente. O CA, canteiro, teve um crescente aumento no seu número de flores até o último dia de contagem (Fig. 11).

Em C1, com abelhas, foram feitas observações do número e tempo de visitas. Para isso era necessário caminhar entre as plantas durante todo o dia, o que causava pequenos danos nos galhos, folhas e flores. Isso fez com que o número delas fosse menor em relação aos outros locais, que permaneciam relativamente imaculados.



**Fig. 11.** Número de flores de manjericão, *Ocimum basilicum* L., na casa de vegetação com abelha (C1), casa de vegetação sem abelhas (C2) e canteiro aberto (CA) entre 01 de novembro de 2004 a 01 de fevereiro de 2005.

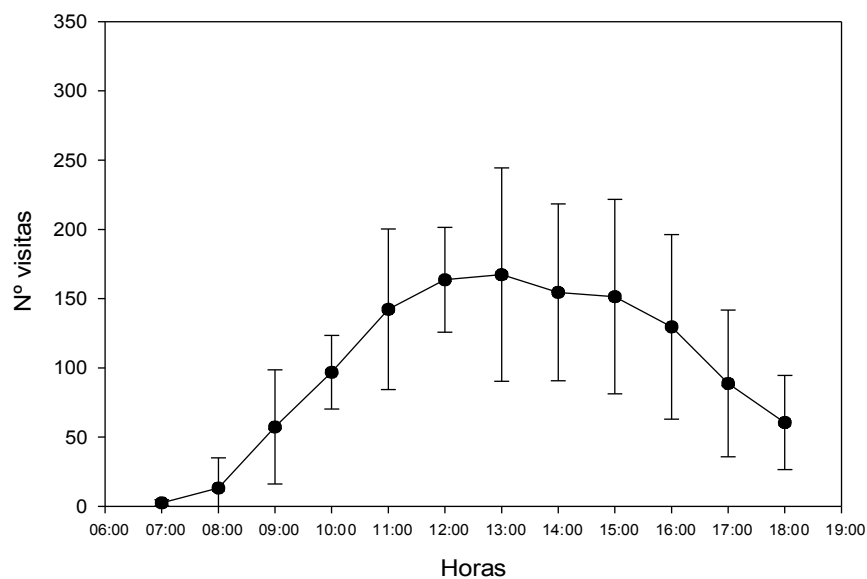
As flores de manjericão abriram durante o dia todo, murchando cerca de duas horas depois (n=30).

Solomon (1989), na Índia, observou que algumas flores de *Ocimum basilicum* abrem-se todos os dias, entre 7:00h e 13:00h, durando de 3 a 4 horas, diferentemente do registrado no presente estudo. Como as flores de manjericão abrem e murcham no período de duas

horas, por todo o decorrer do dia, as abelhas não tinham necessidade de acompanhar a variação da produção de néctar diária das mesmas, como ocorre em outras situações. Por exemplo, observações com a flor de hara *Ludwigia elegans*, que duram cerca de um dia e possuem um ritmo circadiano, mostraram que as abelhas *Pseudagapostemon* sp (Halictidae) e *Tetrapedia* sp (Apidae) coletam o néctar nos horários de maior produção (Gimenez, 2002).

As visitas de *N. testaceicornis* às flores de manjeriço tiveram início às 7:00h, com um pico de atividade às 13:00h. Depois disso, houve um lento declínio até às 18:00h, quando as abelhas não mais saíam das colônias (n = 11.851) (Fig. 12).

Não houve correlação entre o número de visitas às flores com a temperatura (P = 0,6) e umidade (P = 0,5) (Correlação de Spearman). Uma outra abelha sem ferrão, *Tetragonisca angustula*, a popular jataí, por outro lado, foi fortemente influenciada por esses fatores. As abelhas não saíam de suas colônias a baixas temperaturas (Iwama, 1977). Provavelmente outros fatores influenciaram a atividade de *N. testaceicornis*, visto que tal espécie não estava em ambiente aberto, mas sim confinadas na casa de vegetação.



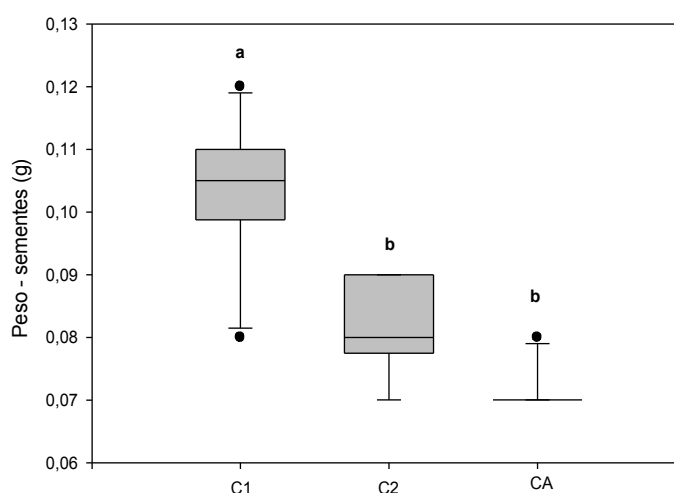
**Fig. 12.** Número de visitas de *Nannotrigona testaceicornis* Lep. às flores de manjeriço, *Ocimum basilicum* L..

*N. testaceicornis* permaneceu muito menos tempo visitando as flores de manjeriço,  $10,8s \pm 10,6s$  ( $n=100$ ), do que as flores de pepino  $54,7s \pm 31,5s$  (flores masculinas) e  $26,7s \pm 21,0s$  (Flores femininas) (Bispo dos Santos, 2004) e de morango  $73,8s \pm 58,6s$  (Roselino, 2005) em experimentos conduzidos anteriormente no mesmo local.

Os insetos visitantes das flores de manjeriço do canteiro aberto foram: *A. mellifera*, *Paratrigona* sp, *Trigona* sp, *Tetragonisca angustula*, *N. testaceicornis*, *Xylocopa* sp, algumas espécies de Lepidoptera, Diptera e Coleoptera.

O manjeriço produz flores atraentes para as abelhas, inclusive para *N. testaceicornis*. Na região onde os experimentos foram feitos, existem muitos ninhos naturais dessa abelha, e provavelmente foram desses ninhos as que visitaram as flores do canteiro aberto (CA).

O peso das sementes da C1, com abelhas, foi significativamente maior do que o da C2, sem abelhas (apresentando um aumento de 57%) e do CA, canteiro aberto (aumento de 62%). Porém, C2, sem abelhas, não diferiu estatisticamente do canteiro aberto  $H = 22,50$   $df 2$ ,  $P = < 0,001$  (Kruskal-Wallis),  $n=100$ .



**Fig. 13.** Peso das sementes de manjeriço, *Ocimum basilicum* L., C1 = Casa de vegetação com abelhas; C2 = casa de vegetação sem abelhas; CA = canteiro aberto. Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks (letras diferentes indicam significância estatística ).

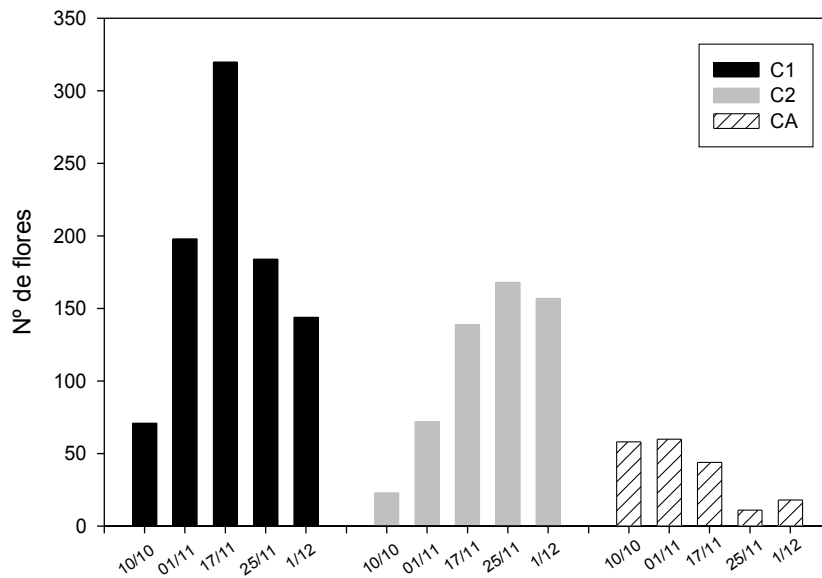
Quanto à germinação das sementes, aquelas produzidas na C1, com abelhas, tiveram taxa de germinação de 30%, seguida por 5% da C2, sem abelhas e 2,5% do CA, canteiro (n=40).

*N. testaceicornis* já provou ser um bom polinizador de outra planta da família Lamiaceae, *Salvia farinacea* em casa de vegetação: na Costa Rica, a produção de sementes foi muito baixa no controle protegido em comparação com a casa de vegetação com a abelha (Slaa et al., 2000). Do mesmo modo, mostrou sua alta adaptabilidade para forragear em cultivos protegidos em outros experimentos conduzidos em plantações de morango (Malagodi-Braga, 2002; Roselino; Bego; Bispo dos Santos, 2004b) e com plantação de pepino (Bispo dos Santos, Bego e Roselino, 2004b). Além dessas plantas, no Japão, forrageou 15 de 25 espécies oferecidas às operárias dentro de uma casa de vegetação (Bego et al., 1989). Tal espécie pode ser considerada altamente poliléctica pois é vista constantemente visitando flores de diversas espécies, (Giacomelli; Teófilo Sobrinho; Amaral, 1969, Moreti; Marchini, 1992, Souza et al., 1993, Ramos, 2007).

### **3.1.3. Berinjela**

O número de flores de berinjela na casa de vegetação (C1) com abelhas aumentou gradativamente, atingindo seu ápice no dia 17 de novembro de 2004 e depois diminuiu gradativamente até o último dia de contagem, dia 01 de dezembro do mesmo ano. A casa de vegetação sem abelhas (C2) atingiu seu ápice de floração no dia 25 de novembro, porém com um número menor de flores do que as da C1, diminuindo também a quantidade até o último dia de observação. O canteiro aberto (CA) foi o que apresentou a menor quantidade de flores por todo o período observado. Não houve picos de floração, e no dia 01 de dezembro o número de flores era inferior a 25 (Fig. 14). Poderia-se concluir que a presença das abelhas polinizando as flores estimularia a produção de mais flores, como ocorre com o pepino

*Cucumis sativus* (Freitas, 2004 informação pessoal). Contudo, se assim fosse, as plantas do CA, canteiro, estariam com a maior quantidade, visto terem sido mais amplamente visitadas por insetos. Provavelmente, pelo fato das plantas do canteiro aberto estar sem a proteção da casa de vegetação, estando mais sujeitas a danos causados por fortes chuvas, frio, sol, etc, um maior número de flores tenha perecido do que as contidas dentro das casas de vegetação.



**Fig. 14.** Número de flores de berinjela, *Solanum melongena* L., na casa de vegetação com abelha (C1), casa de vegetação sem abelhas (C2) e canteiro aberto (CA) no período entre 10 de outubro a 01 de dezembro de 2004.

As flores abriam e murchavam durante o decorrer do dia, sem um horário específico (n=30).

Contando-se o número de abelhas que entrava e saía das colônias de *M. quadrifasciata*, foi possível observar que o pico de atividade das abelhas era no começo da manhã, antes das 9:00h, decaindo a partir das 10:00h. Às 16:00h a atividade externa se encerrava, e nenhuma abelha entrava ou saía das colônias (n=10) (Fig. 15). Observações semelhantes ocorreram em experimentos realizados com polinização de tomate, onde o pico de atividade dessas abelhas ocorria entre 9:00h e 10:00h (Bispo dos Santos, 2004). Entretanto, poucos indivíduos foram observados visitando as flores de berinjela. Isso pode ter ocorrido

devido a estação do ano ou algum outro fator a vir ser entendido futuramente. Mesmo assim, houve diferenças significativas entre os frutos produzidos na casa de vegetação com abelhas e na sem abelhas.

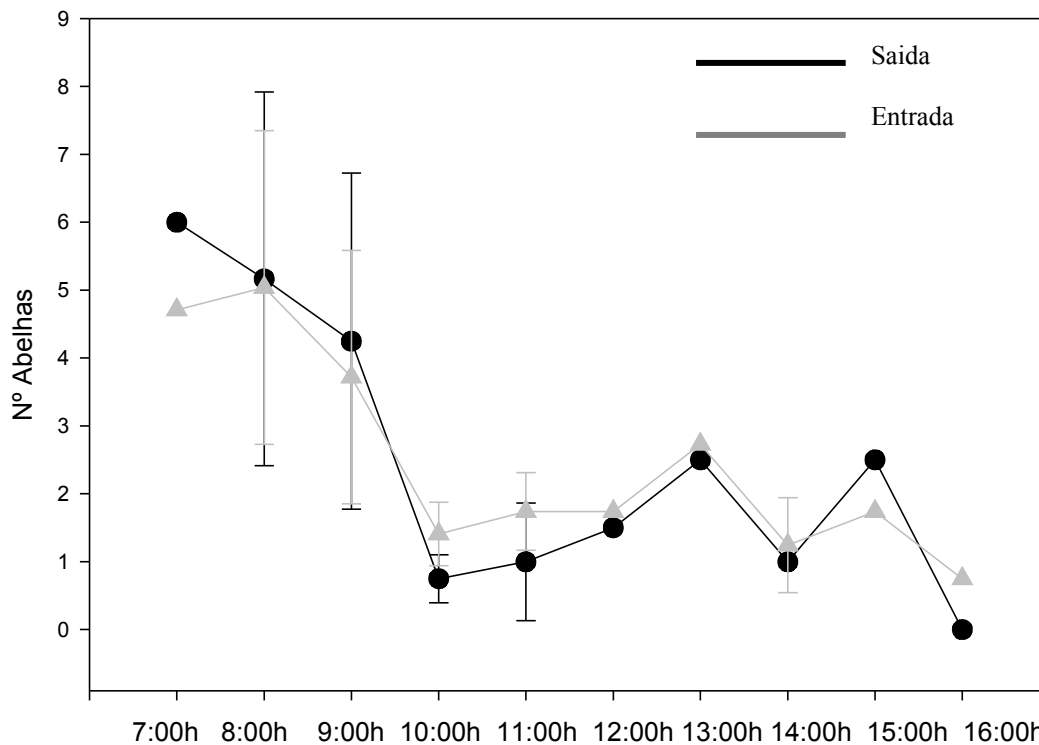


Fig. 15. Número de abelhas *Melipona quadrifasciata* Lep. entrando e saindo das colônias contidas dentro da casa de vegetação com plantação de berinjela, *Solanum melongena* L.

As abelhas encontradas visitando as suas flores foram do gênero *Trigona*. *Trigona fulviventris guianae* foi observada visitando flores de berinjela no Suriname (Engel; Dingemans-Bakels, 1980). Pode ser que elas colem algum outro recurso das flores, uma vez que não vibram o corpo para coleta de pólen. Entretanto, é possível que outras espécies capazes de polinizarem por vibração (*buzz pollination*) estivessem presentes. Não apenas abelhas do gênero *Melipona* são capazes de vibrar o corpo. Espécies da família Halictidae e Apidae possuem o mecanismo de *buzz pollination*. Observações do comportamento forrageiro de abelhas nas flores de *Solanum palinacanthum* Dunal, uma espécie com flores semelhantes

em aspecto e tamanho as de berinjela, mostraram que a maioria das abelhas visitantes agarrava-se às anteras e vibravam as asas para a “expulsão” do grão de pólen, enquanto que Halictidae, com tamanho menor, agarrava-se a apenas uma antera e depois produzia a vibração (Carvalho et al., 2001). Em estudos realizados com as espécies de planta *Sauvagesia erecta* L. e *S. sprengelli* A. St.-Hill em um remanescente de Mata Atlântica, observou-se que as mesmas, cujas anteras são poricidas, eram visitadas por *Paratetrapedia*, *Bombus brevivillus* Franklin, *Florilegus similis* Urban e *Xylocopa muscaria* Fabricius (Nadia; Machado, 2005). *Bombus* e *Xylocopa*, gêneros comuns na região e capazes de vibrarem o corpo, também podem ter visitado as flores de berinjela, apesar de não terem sido observados. Num intrigante estudo feito por Macias et al. (2001), flores de tomate, cujas anteras também são poricidas, foram polinizadas por *N. perilampoides* e os frutos foram maiores e mais pesados e produziram uma maior quantidade de sementes. Esse gênero, até onde se saiba, não é capaz do mecanismo de *buzz pollination*.

Os pesos das berinjelas produzidas na C1, as abelhas, foram significativamente maiores do que daqueles produzidos no controle (C2, sem abelhas). Entretanto, os frutos mais pesados foram os do CA, canteiro aberto, a quaisquer insetos visitantes  $H = 41,20$  df 2,  $P = <0,001$  (Kruskal-Wallis). Desta forma, os frutos oriundos das flores polinizadas por abelhas foram 41% mais pesados do que os sem polinização e apenas 18% menos pesados do que os do canteiro aberto (Fig. 16).

O comprimento (A) dos frutos produzidos no canteiro aberto, foi maior do que daqueles da casa de vegetação com *M. quadrifasciata* e os do controle. Entretanto, essa medida não diferiu entre a C1 e C2  $H = 20,80$  df df 2,  $P = < 0,001$  (Kruskal-Wallis) (Fig. 17).

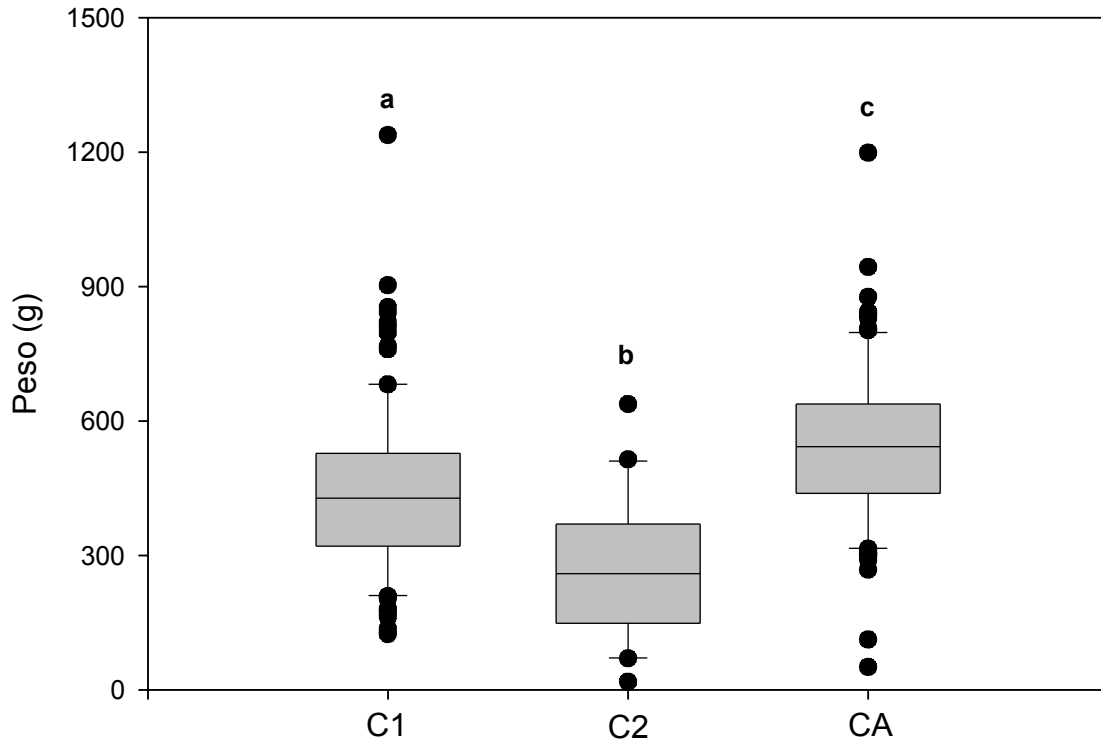


Fig. 16. Peso das berinjelas, *Solanum melongena* L., produzidas nos três tratamentos: C1 = casa de vegetação com abelhas *Melipona quadrifasciata* Lep.; C2 = casa de vegetação sem abelhas e CA = canteiro aberto. Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks (letras diferentes indicam significância estatística).

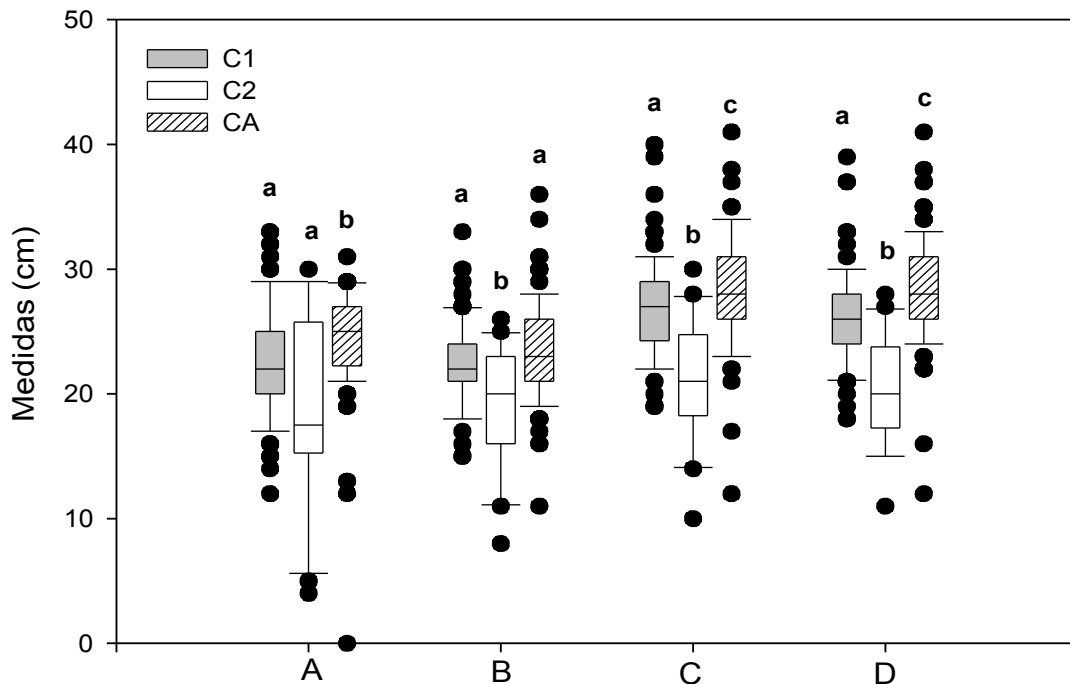
A circunferência da extremidade basal (B) das berinjelas produzidas no CA, canteiro e na C1, com abelha, não apresentou diferença significativa, mas foi maior do que a dos produzidos na C2, sem abelhas  $H = 16,44$   $df 2$ ,  $P = < 0,001$  (Kruskal-Wallis) (Fig. 17).

A circunferência da região medial (C) dos frutos produzidos no canteiro aberto (CA) foi maior do que a dos produzidos nas casas de vegetação com abelhas (C1) e na sem abelhas (C2). Porém, a C1 produziu frutos com diâmetro medial C maior do que os da C2  $H = 36,88$   $df 2$   $P = < 0,001$  (Kruskal-Wallis) (Fig. 17).

A circunferência da extremidade apical (D) dos frutos produzidos no CA, canteiro, foi maior do que a dos produzidos na C1, com abelhas, que por sua vez foi maior do que os produzidos na C2, sem abelhas,  $H = 46,41$   $df 2$   $P = < 0,001$  (Kruskal-Wallis) (Fig. 17).



Resumindo, os frutos do canteiro aberto apresentaram um aumento de 24% em relação ao tratamento sem abelhas e 6% em relação a casa de vegetação com abelhas.



**Fig. 17.** Medidas obtidas do comprimento (A), extremidade da circunferência basal (B), circunferência medial (C) e extremidade da circunferência apical (D) dos frutos de berinjela, *Solanum melongena* L. na casa de vegetação com abelha (C1), casa de vegetação sem abelha (C2) e canteiro aberto (CA). Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks (letras diferentes indicam significância estatística).

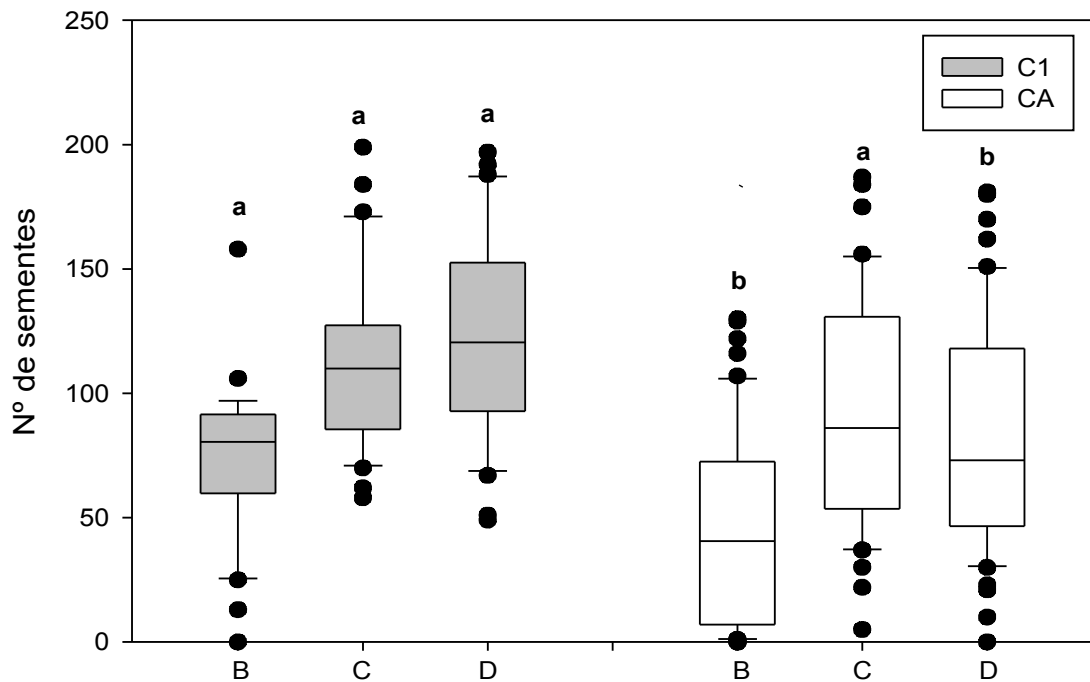
Nenhuma semente foi encontrada nos cortes da extremidade basal B, da região medial C e da extremidade apical D dos frutos produzidos na casa de vegetação sem abelhas (C2). Porém, no corte B, os frutos do cultivo da C1, com abelhas, apresentaram um número maior de sementes comprados aos produzidos no canteiro aberto (CA)  $T = 1.536$  ( $P = 0,001$ ) Mann-Whitney (Fig. 18).

Quanto ao corte na região medial C, não houve diferença significativa entre C1, com abelha e CA, canteiro,  $T = 1.396$  ( $P = 0,073$ ) Mann-Whitney (Fig. 18).

Os frutos da C1, com abelhas, possuíam maior número de sementes no corte da extremidade apical D do que os do CA, canteiro,  $t = 4,11$ ;  $df = 78$  ( $P = <0,001$ ) (teste - t) (Fig.

18).

Na contagem total, o canteiro externo produziu 33% mais sementes do que o tratamento com abelhas.



**Fig. 18.** Número de sementes de berinjela *Solanum melongena* L. encontrados nos cortes da extremidade basal B, da região medial C e da extremidade apical D dos frutos na casa de vegetação com abelhas (C1) e no canteiro aberto (CA). Mann-Whitney Rank Sum Test (B e C), t-test (D) (letras diferentes indicam significância estatística).

C1, com abelhas, produziu o total de 159 frutos, dos quais 49% foram perfeitos. O controle C2, sem abelhas, produziu apenas 20 frutos, dos quais 5% foram perfeitos. O CA, canteiro produziu 208 frutos, dos quais 93% foram perfeitos. O canteiro aberto produziu 24% a mais de frutos do que a casa de vegetação com abelhas, e 90% a mais do que a sem abelhas. Por outro lado, a casa de vegetação com abelhas teve um aumento de 88% em relação à sem abelhas.

Os frutos produzidos na C1, com abelhas, foram maiores em relação aos diâmetros, mais pesados e com maior número de sementes do que os do controle C2, sem abelhas.

Num antigo experimento, Kakizaki<sup>5</sup> (1924 apud Free, 1993) demonstrou que *S. melongena* crescidas em gaiolas sem insetos não produziam frutos. Mais recentemente, Polverente, Fontes e Cardoso (2005) também demonstraram que flores cobertas, que não permitem a visita de insetos, produziram frutos em menor quantidade e menor qualidade do que a polinização natural. Seria interessante repetir o experimento em outras estações do ano e checar o resultado. Essas abelhas visitaram as flores de berinjela num experimento no Japão e polinizaram tão bem quanto *B. terrestris* (Hikawa; Miyanaga, 2006).

### 3.2. Experimento com tomates

A umidade relativa do ar na casa de vegetação onde foram feitos os experimentos com tomate era relativamente alta, permanecendo acima dos 50% por todo o período experimental. Como a casa de vegetação era coberta, a luminosidade que entrava no local era menor do que a do ambiente exterior. A temperatura permanecia acima de 30°C durante a maior parte do dia (Fig. 19).

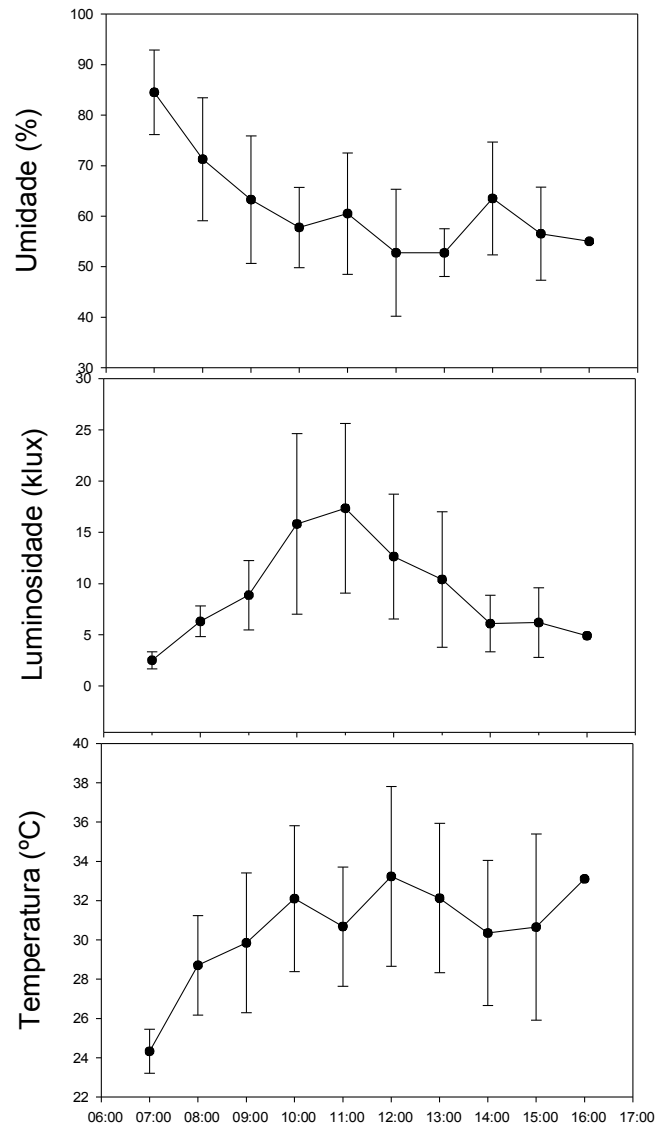
A média do tempo gasto pelas operárias de *M. quadrifasciata* visitando uma flor de *L. sculentum* foi 10,0s  $\pm$  7,9s (n = 690) durante o período experimental.

*M. quadrifasciata* visitando flores de pimentão gastaram 7,0s  $\pm$  4,9s, tempo menor do que o gasto nas flores de tomate no Japão. (Roselino, 2005). Isso se deve, provavelmente, ao fato das flores de pimentão não exigirem a vibração das abelhas para a retirada do pólen, como acontece com as flores do tomate.

*M. quadrifasciata* visitou 82,6% das flores da Variedade Minicarol. Isso pôde ser verificado pelas marcas de “mordidas” encontradas nas flores. No caso de Sun cherry, 67,6% das flores apresentaram respectivas as “mordidas” (n=9) (Fig. 20).

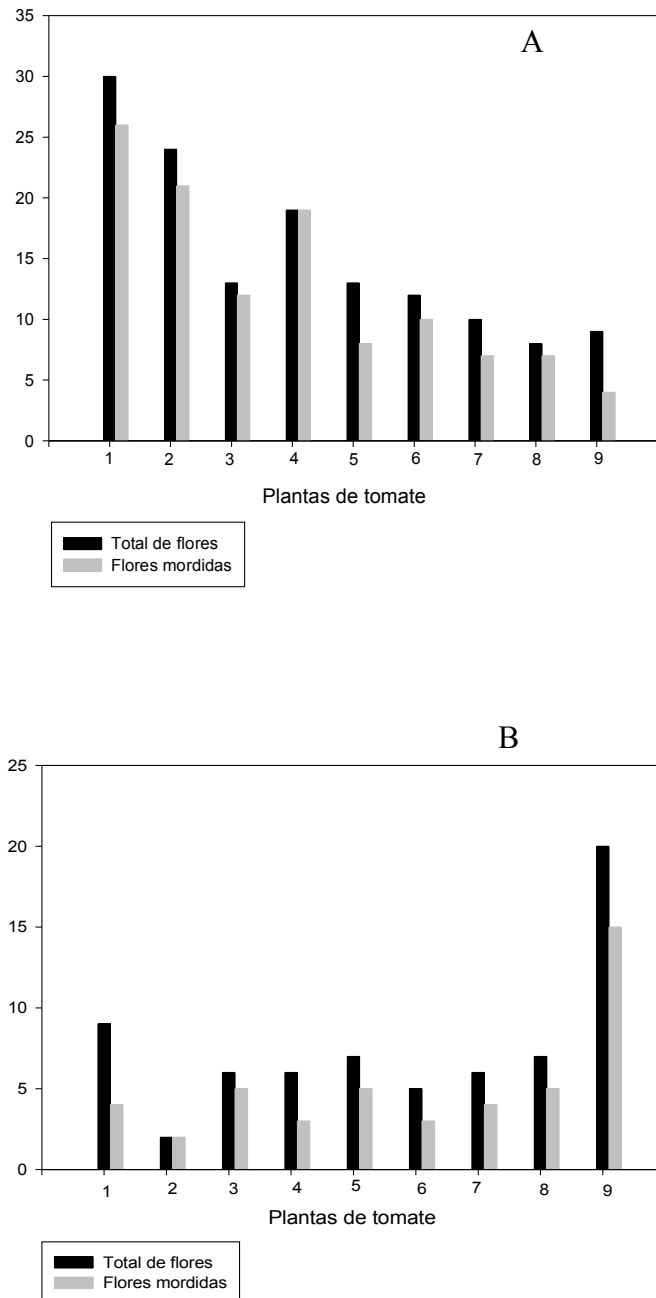
---

<sup>5</sup> Kakizaki, Y. 1924. The flowering habit and natural crossing in the eggplant. Jap. J. Genet. 3: 29-36.



**Fig. 19.** Umidade relativa do ar, luminosidade e temperatura no interior da casa de vegetação onde foram feitos os experimentos com tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill.

Apenas 30,2% de flores de tomate sem marcas de “mordidas” causadas por *B. impatiens* produziram frutos, enquanto que as que apresentavam as marcas a produção foi acima de 80%. As marcas encontradas nas anteras das flores de tomate são indícios que houve visitas de abelhas (Morandin; Laverty; Kevan, 2001).

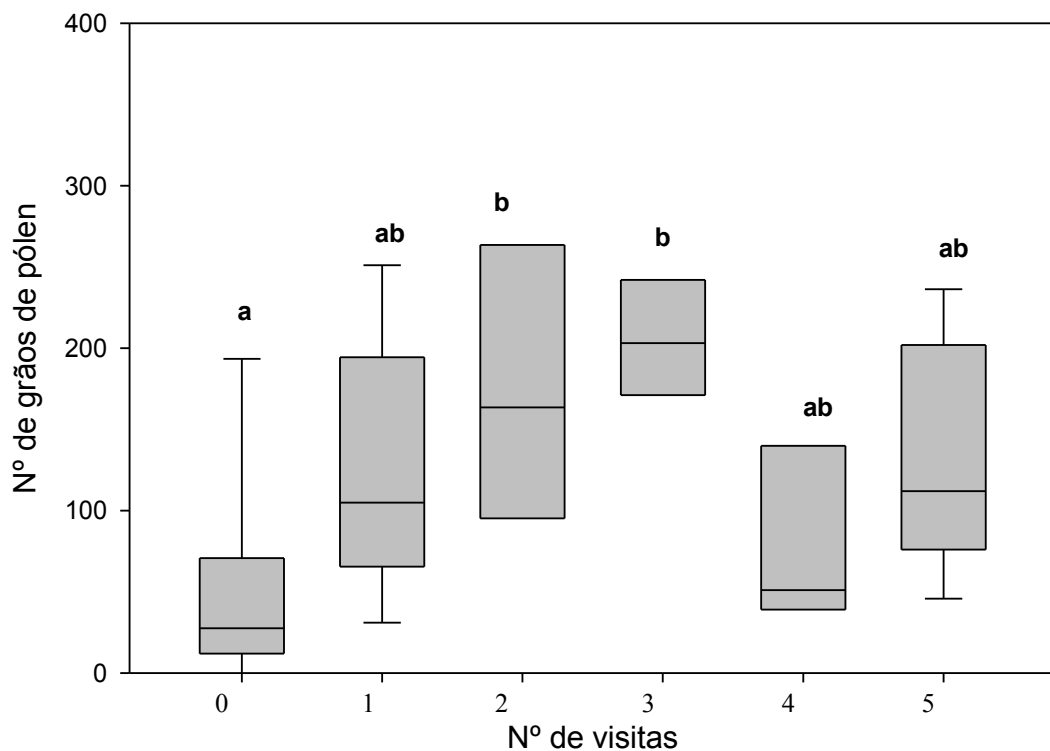


**Fig. 20.** Plantas de tomate, *Lycopersicon sculentum* Mill., com suas flores marcadas por “mordidas” de *Melipona quadrifasciata* Lep.. A: variedade Minicarol; B: variedade Sun Cherry.

Quando *M. quadrifasciata* saía de sua colônia para coletar pólen, gastava em média  $2.820s \pm 1.446s$  ( $n = 14$ ) forrageando, até o seu retorno.

O número de visitas de *M. quadrifasciata* às flores de tomate da Variedade Sun cherry não influenciaram significativamente a quantidade de grãos de pólen encontrados nos

estigmas das flores ( $H = 19,66$ ;  $df = 5$ ;  $P = 0,001$  (Kruskal-Wallis)) (Fig. 22). Isso mostra que basta uma, duas ou três visitas para que as mesmas recebam uma grande quantidade de pólen. Aliás, verificando-se a figura 21, observa-se que, apesar de não haver influência significativa entre o número de visitas e a quantidade de grãos de pólen, a média destes diminuiu com o aumento das visitas. Isso pode indicar que a melhor quantidade de visitas é verificada entre duas e três.



**Fig. 21. Relação entre o número de grãos de pólen de flores de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. Variedade Sun cherry encontrados nos estigmas e o número de visitas de *Melipona quadrifasciata* Lep.. Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks (letras diferentes indicam significância estatística).**

Os diâmetros longitudinais dos tomates da Variedade Minicarol produzidos nos três tratamentos, isto é, com abelhas, sem abelhas e com hormônio de crescimento não apresentaram diferença significativa entre eles ( $H = 6,52$ ;  $df = 2$ ;  $P = 0,038$  (Kruskal-Wallis)) (Fig. 22).

O diâmetro equatorial dos frutos do tratamento com hormônio foi maior significativamente do que os do tratamento sem abelhas e os polinizados por *M. quadrifasciata*, que por sua vez, não diferiram entre si ( $H = 21,56$ ;  $df = 2$ ;  $P = < 0,001$  (Kruskal-Wallis)) (Fig. 22).

O tamanho dos frutos produzidos sem a polinização de abelhas foi 5% maior do que os com abelhas, e 7% maior do que os com hormônio.

O peso dos tomates oriundos das flores sem polinização por abelhas foi maior do que o dos produzidos sob tratamento com hormônio (17% maior) e polinizados por abelhas (21% maior). Por sua vez, os frutos cultivados no tratamento com hormônio de crescimento e com a polinização por abelhas tiveram pesos significativamente iguais ( $H = 21,99$ ;  $df = 2$ ;  $P = < 0,001$  (Kruskal-Wallis)) (Fig. 22).

O número de sementes nos tomates da plantação onde ocorreu a polinização por *M. quadrifasciata* foi 22% maior do que o dos produzidos nos tratamentos sem abelhas e 36% maior do que o tratamento com hormônio ( $\alpha = 0,05$ :  $1 P = < 0,001$  (Kruskal-Wallis)) (Fig. 22).

Quanto a Variedade Sun cherry, os diâmetros longitudinais dos frutos nos três tratamentos não diferiram entre si ( $H = 3,73$ ;  $df = 2$ ;  $P = 0,155$  (Kruskal-Wallis)) (Fig. 23).

Os tratamentos com hormônio e o sem abelhas produziram frutos com diâmetro equatorial estatisticamente iguais. Entretanto, o tratamento sem abelhas foi significativamente igual ao tratamento com abelhas ( $H = 13,09$ ;  $df = 2$ ;  $P = 0,001$  (Kruskal-Wallis)) (Fig. 23).

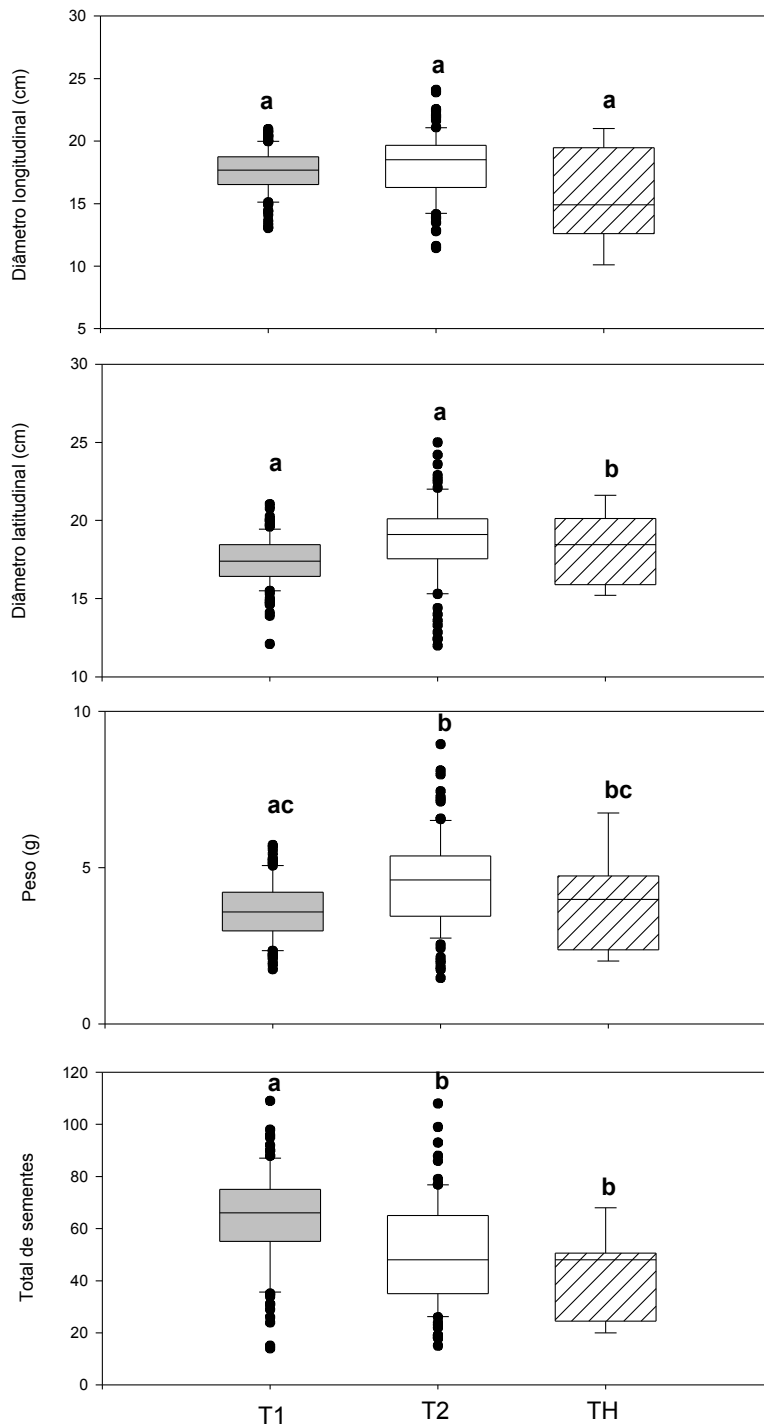
Os frutos do tratamento sem abelhas foi 2% maior do que os com abelhas, enquanto que o tratamento com hormônio gerou frutos 6% maiores do que os sem abelhas.

Os pesos dos frutos do cultivo com o hormônio de crescimento foram estatisticamente iguais aos dos frutos produzidos sem polinização pelas abelhas, e os tomates polinizados por abelhas e sem abelhas não diferiram estatisticamente entre si ( $H = 7,77$ ;  $df = 2$ ;  $P = 0,021$

(Kruskal-Wallis)). Porém, o tratamento sem abelhas foi 10% maior do que o com abelhas (Fig. 23).

O número de sementes não foi significativamente diferente nos tratamentos com e sem abelhas, entretanto, o tratamento com abelhas produziu 6% mais sementes do que o sem abelhas e 8% a mais de sementes do que o tratamento com hormônio (  $\alpha = 0,05$ :  $0,06$   $P = 0,346$  (Kruskal-Wallis)) (Fig. 23).





**Fig. 22.** Diâmetros longitudinais, peso e total de sementes de tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill., variedade Minicarol produzidos em três tratamentos: T1 = polinização por *Melipona quadrifasciata* Lep.; T2 = sem abelhas; TH = com hormônio de crescimento. Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks (letras diferentes indicam significância estatística).

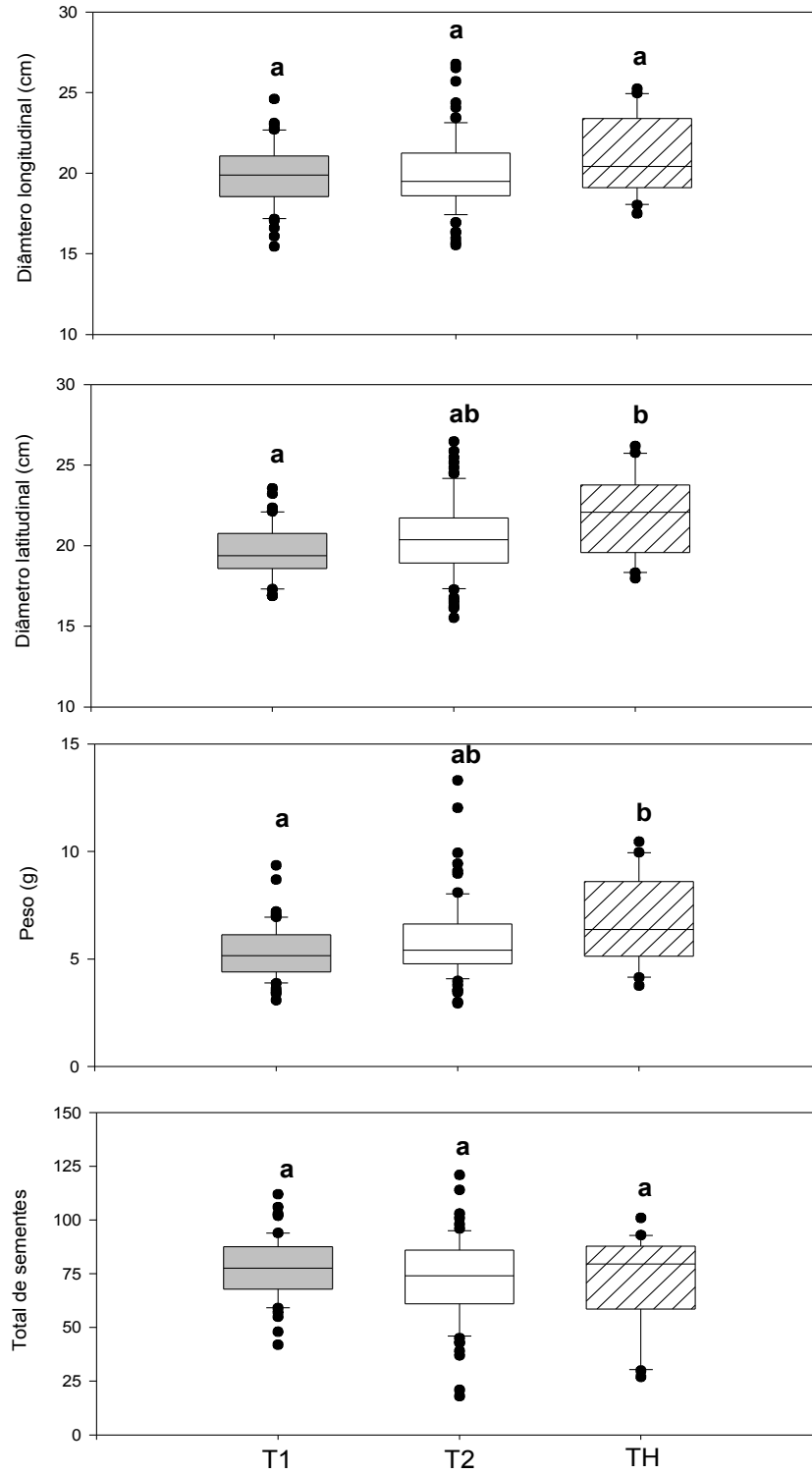


Fig. 23. Diâmetros longitudinais, peso e total de sementes de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. Variedade Sun cherry produzidos em três tratamentos: T1 = polinização por *Melipona quadrifasciata* Lep.; T2 = sem abelhas; TH = com hormônio de crescimento. Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks (letras diferentes indicam significância estatística).

A maior produção de sementes dos tomates da Variedade Minicarol veio do tratamento com *M. quadrifasciata*. Este fator é muito positivo, apesar dos outros resultados relacionados ao peso e tamanho não terem sido diferentes. O grande número de sementes é um forte indicador que as flores foram polinizadas por essas abelhas. Essas sementes, apesar de não terem sido plantadas, podem ser indicativo de variabilidade genética, uma vez que foram fruto de cruzamento, podendo ser mais resistentes a doenças.

*Melipona quadrifasciata* polinizou tomates em experimentos conduzidos por Del Sarto, Peruquetti e Campos (2005) e houve aumento da qualidade dos frutos mas não houve diminuição do tamanho dos frutos quando comparados à polinização manual, além disso, os frutos de flores polinizadas manualmente foram 10,8% mais pesados do que os polinizados pela abelha. *M. quadrifasciata* em experimentos conduzidos em Ribeirão Preto, SP, polinizou flores de tomates, que produziram uma maior quantidade e qualidade frutos com peso e tamanho maior quando comparados aos polinizados por *A. mellifera* e ao controle sem abelhas (Bispo dos Santos; Bego; Roselino, 2004a). *A. mellifera* já mostrou que não é boa polinizadora de tomates por Banda e Paxton (1991). Tomates polinizados por *A. chlorocyanea* (Hymenoptera: Anthophoridae), na Austrália, apresentaram maior número de sementes do que o dos procedentes de polinização manual (10,9% maior) e *A. (Zonamegilla) holmesi* apresentou resultados semelhantes aos vibradores mecânicos (12% maior) (Hogendoorn et al 2006; Bell; Spooner-Hart; Haich, 2006). Aquele país está sofrendo uma pressão para permitir que *Bombus terrestris* seja introduzido como polinizador de tomates, mas pesquisadores estão tentando encontrar um polinizador nativo alternativo, como por exemplo *Xylocopa (Lestis)*, devido aos riscos que podem ocorrer em virtude de seus frágeis ecossistemas (Hogendoorn; Steen; Schwarz, 2000). *B. vosnesenskii*, *B. dahlbomii* e *B. terrestris*, em casas de vegetação, produziram tomates maiores do que os não polinizados (Dogterom; Matteoni; Plowright, 1998). Segundo Miyanaga (2005) *B. terrestris* é utilizado no

Japão como polinizador de tomate, mas, como é uma espécie introduzida, causa danos à fauna e à flora do país (informação pessoal)<sup>6</sup>. Existem tentativas de utilizar duas espécies japonesas de *Bombus*, a *B. hypocrita hypocrita* e *B. ignitus* (Asada; Ono, 1997), mas outro problema causado por essa abelha é que quando o número de flores diminui, ela visita as mesmas flores repetidamente. Miyanaga (2007) relatou que este comportamento danifica as flores, pois elas “mordem” as anteras fortemente. Com *M. quadrifasciata*, isso nunca ocorre (informação verbal)<sup>7</sup>. Entretanto, não se pode negar a importância de *B. terrestris*, pois flores polinizadas por *B. terrestris* produziram 34% mais frutos do que os do tratamento sem abelhas (Al-Attal; Kasrawi; Nazer, 2003) e em outro experimento, 18,4%.

Impossível dizer qual a abelha mais eficiente, pois implicaria em outros experimentos específicos comparativos, no mesmo ambiente, na mesma estação do ano, etc.

Darwin já citava a importância de *Bombus* como polinizador de *Trifolium pratense* na Inglaterra quando escreveu sua obra mais famosa (Darwin, 1859), mas o problema é a exportação indiscriminada desta abelha a países dos quais não seja nativa. Devido ao rigoroso inverno, *M. quadrifasciata* não é capaz de sobreviver, caso escape para a natureza. Essa é uma grande vantagem dessa abelha sem ferrão. Estudos posteriores são necessários para comparar a eficiência de *B. terrestris* versus *M. quadrifasciata*. Faz-se também necessário utilizar outras variedades de tomate e testar a eficiência de *M. quadrifasciata*, assim como também outras espécies de abelhas sem ferrão. No México, a polinização de tomate por *Nannotrigona perilampoides* aumentou o número de sementes, apesar desta abelha não ser capaz de coletar vibrando o corpo (*buzz pollination*) (Macias; Quezada-Euan; Parra-Tabla, 2001).

---

<sup>6</sup> Informação fornecida por Miyanaga em Matsue, em 2005.

<sup>7</sup> Informação fornecida por Miyanaga em Ribeirão Preto, em 2007.

O tratamento com hormônio, muito popular no Japão, aumenta o tamanho dos frutos, porém, possui um alto custo, e polinização com abelhas é um recurso alternativo muito mais barato.

A meliponicultura está gradativamente ganhando mais espaço entre populações de diferentes países. Na Área de Proteção ambiental da Ilha de Santa Rita, Alagoas, existem mais de 40 meliponicultores que utilizam a atividade como ajuda para o sustento da família (Silva; Lages, 2001) Na Austrália, um grande número de criadores utiliza essas abelhas como polinizadores de cultivares, produção de mel e venda de colméias (Heard; Dollin, 2000).

#### 4. CONCLUSÕES

As sementes do manjeriço do tratamento com *N. testaceicornis* apresentaram maior peso e maior porcentagem de germinação do que nos tratamentos sem abelhas e canteiro aberto a quaisquer visitantes.

Os frutos de berinjela produzidos foram mais pesados e maiores no canteiro aberto, seguidos daqueles oriundos dos polinizados por *M. quadrifasciata*. Os frutos da casa de vegetação com abelhas apresentaram o maior número de sementes, enquanto que os do controle não continham nenhuma.

Observou-se uma maior quantidade de sementes de tomate variedade Minicarol no tratamento com *M. quadrifasciata*. Entretanto, os frutos maiores foram produzidos no tratamento com hormônio “Tomato-tone”. Não houve diferença no número de sementes da variedade Sun cherry entre os três tratamentos.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEGAS, J. E. B.; R.H.N. COUTO Entomophilous pollination in rape (*Brassica napus* L. Var. *Oleifera*) in Brazil. **Apidologie**. n. 23, pp. 203-209, 1992.
- AL-ATTAL, Y. Z.; KASRAWI, M. A.; NAZER, I. K. Influence of pollination technique on greenhouse tomato production. **Journal of Agriculture and Marine Science**, n. 8, pp. 21 – 26, 2003.
- ALVES, J.E.; FREITAS, B. M. Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Revista Ciência Agronômica** v. 37 n. 2 pp. 216-220, 2006.
- ANTONINI, A. C. C. et al. Capacidade produtiva de cultivares de berinjela. **Hortic. Bras.**, v.20, n.4, pp.646-648, 2002.
- ANTUNES, O. T.; CALVETE, E. O.; ROCHA, H. C. et al. Produção de cultivares de morangueiro polinizadas pela abelha jataí em ambiente protegido. **Hortic. Bras**, v. 25, no. 1, pp.94-99, 2007.
- ASADA, S.; ONO, M. Tomato pollination with Japanese native bumblebees (*Bombus* spp.). **Acta Horticulturae**, n. 437, pp. 289-292, 1997.
- BALANA, L.; GROSU, E.; FOTA, C.; DOBROTEANU, G. Role of bees in pollination of intensive plantations of sour cherry trees. **Proceedings of the 29th International Congress of Apiculture**, Budapest., pp. 280-286, 1983.
- BANDA, H. J.; PAXTON, R. J. Pollination of greenhouse tomatoes by bees. **Acta Horticultura**, n. 288, pp. 194-198, 1991.
- BARREIRO, A. P.; ZUCARELI, V.; ONO, E. O. Análise de crescimento de plantas de manjeriço tratadas com reguladores vegetais. **Bragantia**, v. 65, n. 4, pp. 563-567, janeiro, 2006.

BEGO, L. R.; MAETA, T.; TEZUKA, T.; ISHIDA, K. Floral preference and flower constancy of a brazilian stingless bee, *Nanotrigona testaceicornis* kept in a greenhouse (Hymenoptera, Apidae). **Bull. Fac. Agric. Shimane University**, n. 23, pp. 46-54, 1989.

BELL, M. C.; SPOONER-HART, N.; HAIGH, M. Pollination of greenhouse tomatoes by the Australian Bluebanded bee *Amegilla (Zonamegilla) holmesi* (Hymenoptera: Apidae). **J. Econ. Entomol.**, v. 99, n. 2, pp. 437-442, 2006.

BIASI, L. A.; BILIA, D.A.C.; SÃO JOSÉ, A.R.; FORNASIERI, J. L.; MINAMI, K. Efeito de misturas de turfa e bagaço-de-cana sobre a produção de mudas de maracujá e tomate. **Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)**, v. 52, n. 2, 239-243, 1995.

BISPO DOS SANTOS, S. A. **Estudo das abelhas visitantes de *Helianthus annuus* (Compositae) para análise dos polinizadores potenciais no campus da USP de Ribeirão Preto, SP.** Monografia apresentada à FFCLRP da USP para obter o título de Bacharel em Ciências Biológicas, Ribeirão Preto: 2004.

BISPO DOS SANTOS, S.A.; BEGO, L. R.; ROSELINO, A. Pollination in tomatoes, *Lycopersicon esculentum*, by *Melipona quadrifasciata anthidioides* and *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apinae). In: **Proc. Of 8<sup>th</sup> IBRA Int. Conf. On Trop. Bees And VI Encontro Sobre Abelhas**, 2004a. Ribeirão Preto, SP, Brasil. p. 688.

BISPO DOS SANTOS, S. A., BEGO, L. R.; ROSELINO, A. Pollination of cucumber – *Cucumis sativus* – by stingless bees (Hymenoptera, Meliponini). In: **Proc. of 8<sup>th</sup> IBRA Int. Conf. On Trop. Bees And VI Encontro Sobre Abelhas**, 2004b, Ribeirão Preto, SP, Brasil. p. 689.

BOHART, G. E. Management of Wild Bees for the Pollination of Crops. **Annu. Rev. Entomol.**, n. 17, pp. 287-312, 1972.

BOSCH, J., KEMP, W.P. **How to Manage the Blue Orchard Bee as an Orchard Pollinator**, National Agricultural Library, Beltsville, MD, 2001.



CAMACHO, J. C. B.; MONKS, P. L.; SILVA, J. B. A polinização entomófila na produção e qualidade germinativa de sementes de trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum* Savl). cv EMBRAPA-28. **Rev. Bras. de Agrociência**, v. 5, n. 2, pp. 114-119, 1999.

CAMILLO, E. **Polinização do maracujá**. Editora Holos, Ribeirão Preto, 2003.

CARVALHO, A. A. L.; MARQUES, O. M.; VIDAL, C. A.; NEVES, A. M. S. Comportamento forrageiro de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em flores de *Solanum palinacanthum* Dunal (Solanaceae). **Rev. Bras. Zoociências**, v. 3, n. 1, pp. 35-44, 2001.

CASTRO, L. O., CHEMALE, V. M. Plantas medicinais, condimentares e aromáticas: descrição e cultivo. **Agropecuária**, Guaíba, 1995, p. 196.

CRUZ, D. O. **Uso e eficiência da abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke L.) na polinização do pimentão (*capsicum annum* L.) sob cultivo protegido**. Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003, p. 60.

ON THE ORIGINS OF SPECIES BY MEANS OF NATURAL SELECTION 1859. Written by C. Darwin. disponível em: < <http://www.literature.org/authors/darwin-charles/the-origin-of-species/index.html>>.

DEL SARTO, M. C. L.; PERUQUETTI, R. C.; L. A. O. The neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of plastic house tomatoes. In: **Proc. of 8<sup>th</sup> IBRA Int. Conf. on Trop. Bees and VI Encontro Sobre Abelhas**, 2004, Ribeirão Preto, SP, Brasil. p. 664.

DEL SARTO, M; C. L.; PERUQUETTI, R. C.; CAMPOS, L. A. O. Evaluation of neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator fo greenhouse tomatoes. **J. Econ. Entomol.**, v. 98, n. 2, pp. 260-266, 2005.

DOGTEROM, M. H.; MATTERONI, J. A.; PLOWRIGHT, R. C. Pollination of greenhouse tomatoes by the North American *Bombus vosnesenskii* (Hymenoptera: Apidae). **Jornal of Economic Entomology**, v. 91, n. 1, pp. 71-75, 1998.

- ENGEL, M. S.; DINGEMANS-BAKELS, F. Nectar and pollen resources for stingless bees (Meliponinae, Hymenoptera) in Surinam (South America). **Apidologie**, v. 11, n. 4, pp.341-350, 1980.
- ESTAY, P.; WAGNER, A.; ESCAFF, M. Evaluación de *Bombus dahlbomii* (Guér.) como agente de flores de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), bajo condiciones de invernadero. **Agricultura Técnica**, n. 61, pp. 113-119, 2001.
- FERNANDES, C.; CORA, J. E.; BRAZ, L. T. Classificação de tomate-cereja em função do tamanho e peso dos frutos. **Hortic. Bras.**, v. 25, n. 2, pp. 275-278, 2007.
- FERNANDES, P. C., FACANALI, R., TEIXEIRA, J. P. F. Cultivo de manjeriço em hidroponia e em diferentes substratos sob ambiente protegido. **Hortic. Bras.**, v. 22, n. 2, pp. 260-264, 2004.
- FISHER, R.M.; POMEROY, N. Pollination of greenhouse muskmelons by bumble bees (Hymenoptera: Apidae). **J. Econ. Entomol.**, n. 82, pp. 1061-1066, 1989.
- FREE, J.B. **Insect pollination of crops**. Academic Press Inc., London, 1993.
- FREITAS, B. M., OLIVEIRA-FILHO, J.H. **Criação racional de mamangavas para polinização em áreas agrícolas**. Fortaleza, Banco do Nordeste, 2001.
- GARÓFALO, C.A.; MARTINS, C. F.; ALVES-DOS-SANTOS, I. The brazilian solitary bee species caught in trap nests. In: **Solitary Bees: conservation, rearing and management for pollination**. Freitas, B.M., Pereira, J.O. (Editores). pp. 77-84, 2004.
- GIACOMELLI, E. J.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; AMARAL, E. Efeito de duas espécies de meliponíneos sobre a polinização do abacaxizeiro. **Ciência e Cultura**, v. 21, n. 2, pp. 378-379, 1969.
- GIMENES, M. Estudo da atividade diária das abelhas visitantes (Hymenoptera, Apoidea) nas flores de *Ludwigia elegans* (Camb.) hara (Onagraceae). **Acta Biologica Leopoldensia**, v. 24, n. 1, pp. 47-56, 2002.

GOULSON D. Effect of introduced bees on native ecosystems. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, n.4, pp.1-26, 2003.

GUALBERTO, R.; OLIVEIRA, P. S. R.; RESENDE, F. V. Produtividade de cultivares de tomateiro tipo longa-vida no sistema hidropônico "NFT". **Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)**, v. 59, n 4, pp. 803-806, 2002.

HEARD. T. A. The role of stingless bees in crop pollination. **Annu. Rev. Entomol.**, n. 44, pp.183-206, 1999.

HEARD, T. A.; DOLLIN, A.E. Stingless bee keeping in Australia: snapshot of an infant industry. **Apiacta**, v. 35, n. 2, pp. 57-64, 2000.

HEDHLY, A.; HORMAZA, J. I.; HERRERO, M. Effect of Temperature on Pollen Tube Kinetics and Dynamics in Sweet Cherry, *Prunus avium* (Rosaceae). **American Journal of Botany**, v. 91, n. 4, pp. 558-564, 2004.

HIKAWA, M.; MIYANAGA, R. Effects of pollination by *Melipona quadrifasciata anthidioides* on forcing eggplant cultures. **Horticultural Research (Japan)**, n. 5, pp. 149-152, 2006.

HINGSTON, A. B. Does the introduced bumblebee, *Bombus terrestris* (Apidae), prefer flowers of introduced or native plants in Australia?. **Austr. J. Zool.**, n. 53, pp. 29–34, 2005.

HINGSTON, A. B. ; MCQUILLAN, P. B. Does the recently introduced bumblebee *Bombus terrestris* (Apidae) threaten Australian ecosystems?. **Austr. J. Ecol.**, n. 23, pp. 539–549, 1998.

HOFFMANN, M.; WITTMANN, D. Wild bee community in an agricultural area of Rio Grande do Sul, southern Brazil, and its impact in pollination of beans and sunflowers. Munich: VP. *Eder/Rembold*, **Chemistry and Biology of Social Insects**, pp. 86-87, 1987.

HOFFMANN, M. Abelhas nativas (Hymenoptera, Apoidea) numa área agrícola no sul do Brasil e sua importância para a polinização de *Phaseolus vulgaris* (Leguminosae).

**Iheringia, Ser. Zool.**, Porto Alegre, n. 79, pp. 129–133, 1995.

HOGENDOORN, K.; STEEN, Z.; SCHWARZ, M. P. Native Australian carpenter bees as a potential alternative to introducing bumble bees for tomato pollination in greenhouses. **J. Apicult. Res.**, v. 39, n. 3, pp. 67-74, 2000.

HOGENDOORN, K.; GROSS, C. L.; SEDGLEY, M.; KELLER, M. Increased tomato yield through pollination by native Australian *Amegilla chrocyanea* (Hymenoptera: Anthophoridae). **J. Econ. Entomol.**, n. 99, pp. 828-833, 2006.

IWAMA, S. A. influência de fatores climáticos na atividade externa de *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponinae). **Boletim de Zoologia da Universidade de São Paulo**, v.2, pp.189-201, 1977.

JACOMINO, A. P.; SCARPARE FILHO, J. A. Avaliação de cultivares de berinjela em armazenamento refrigerado. **Sci. agric.**, v. 56, n.4, pp.1045-1050, 1999.

KAKUTANI, T.; INOUE, T.; TEZUKA, T.; MAETA, Y. Pollination of strawberry by the stingless bee, *Trigona minangkabau*, and the honeybees, *Apis mellifera*: an experimental study of fertilization efficiency. **Rev. Popul. Ecol.**, n. 35, pp. 95-111, 1993.

KEVAN P.G.; STRAVER, W. A.; OFFER, M.; LAVERTY, M. Pollination of greenhouse tomatoes by bumble bees in Ontario. **Proc. Ent. Soc. Ont.**, n. 122, pp. 15-19, 1991.

KLUGE, R. A.; ANTONINI, A. C. C.; ROBLES, W. G. R.; TESSARIOLI NETO, J.;

KOWATSKA, G. The influence of heterostyly, pollination method and hormonization on eggplant's (*Solanum melongena* L.) flowering and fruiting. **Acta Agrobotanica**, n. 56, pp. 61-76, 2003.

KUHN, E. D. ; AMBROSE, J. T. Pollination of 'Delicious' Apple by Megachilid bees of the genus *Osmia* (Hymenoptera: Megachelidae). **J. Kansas Ent. Soc.**, n. 57, pp. 169-180, 1984.

LEITE, G. L. D.; PICANÇO, M.; ZANUNCIO, J. C.; ECOLE, C. C. Factors affecting herbivory of *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) and *Aphis gossypii* (Homoptera:

Aphididae) on the eggplant (*Solanum melongena*). **Braz. arch. biol. technol.**, v. 49, n. 3, pp. 361-369, 2006.

LEPORE, A.; PINZAUTI, M. Osservazioni sul comportamento de *Apis mellifera* e *Osmia cornuta* Latr. nell'impollinazione dell'albicocco in ambiente confinato. Atti **XVIII Congresso nazionale italiano di Entomologia**, Udine, pp. 851-854, 1994.

LI, J.; PENG, W.; WU, J.; AN, J.; GUO, Z.; TONG, Y.; HUANG, J. Strawberry pollination by *Bombus lucorum* and *Apis mellifera* in greenhouses. **Acta Entomologica Sinica** v. 49, n. 2 pp. 342-348, 2006.

LOKEN, A. Flower-Visiting Insects and their Importance as Pollinator. Oxford. **Bee World**, n. 62, pp. 130-140, 1981.

MACIAS, M. J. O.; QUEZADA-EUAN, J. J. G.; PARRA-TABLA, V. Comportamiento y eficiencia de polinization de las abejas sin aguijon (*Nannotrigona perilampoides*) en el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentoum* M) bajo condiciones de invernadero en Yucatán, México. **Seminario mexicano sobre abejas sin aguijón – una vision sobre su biología y cultivo. Memorias**. Universidad Autónoma de Yucatán – Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Merida, Yucatán, pp.119-124, 2001.

MACOTO, K. Impacts of the introduction of *Bombus terrestris* colonies upon pollination mutualism in Japan. **Honeybee Science** v. 14 n. 3 pp. 110-114, 1993.

MAETA, Y.; TEZUKA, T.; NADANO, H.; SUZUKI, K. Utilization of the Brazilian stingless bees, *Nannotrigona testaceicornis*, as a pollinator of strawberries. **Honeybee Sci.**, n. 13, pp. 71-78, 1992.

MAGIOLI, C.; MANSUE, E. Eggplant (*Solanum melongena* L.): tissue culture, genetic transformation and use as an alternative model plant. **Acta Bot. Bras.**, v. 19, n. 1, pp. 139-148, 2005.

MALAGODI-BRAGA, K. S. **Estudo de agentes polinizadores em cultura de morango**

(*Fragaria x ananassa* Duch. – Rosaceae). Tese (PhD). São Paulo: Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2002, p. 102.

MALAGODI-BRAGA, K.S.; KLEINERT, A.M.P.; V.L. IMPERATRIZ-FONSECA. Abelhas sem ferrão e Polinização. **II Encuentro Colombiano sobre abejas silvestres**. Bogota, Colombia. p. 9, 2000.

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

MICHELOTTO, M. D.; CHAGAS FILHO, N. R.; ADAIME DA SILVE, R.; BUSOLI, A. C. Longevidade e parâmetros reprodutivos de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) sobre berinjela em diferentes temperaturas. **Cienc. Rural**, v. 35, n. 4, pp. 788-793, 2005.

MICHENER, C. D. **The Bees of the World**. John Hopkins University Press, Baltimore, Mariland, 2000, p. 913.

MONTEIRO, C. A. F. **Geomorfologia**. *Geografia do Brasil: Grande Região Sul* Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1968.

MORANDIN, L. A.; LAVERTY, T. M.; KEVAN, P. G. Effect of bumble bee (Hymenoptera: apidae) pollination intensity on the quality of greenhouse tomatoes. **J. Econ. Entomol.** v. 94, n. 1, pp. 178-179, 2001.

MORETI, A. C. C.; MARCHINI, L. C. Observações sobre as abelhas visitantes da cultura do girassol *Helianthus annuus* L. em Piracicaba – SP. **Zootecnia**, Nova Odessa, SP, v. 30 (un.): pp. 21-27, 1992.

MOTA, M. O. S.; NOGUEIRA-COUTO, R. H.. Polinização entomófila em pessegueiro (*Prunus persica* L) Brás. **J. vet. Res. Anim. Sci.** v. 39 n. 3, pp. 124-128, 2002

NADIA, T. L.; MACHADO, I. C. Buzz pollination and breeding system of two species of *Sauvagesia* L. (Ochnaceae). **Rev. bras. Bot.**, São Paulo, v. 28, n. 2, pp. 255-265, 2005.

NELSON, P.; FISHER, R. M. Pollination of kiwifruit (*Actinia deliciosa*) by bumble bees (*Bombus terrestris*): effects of bee density and patterns of flower visitation. **New Zealand Entomologist**. v. 25 pp. 41-49, 2002.

NOGUEIRA-COUTO, R.H.; R.C. CALMONA. Polinização entomófila em pepino *Cucumis sativus* L.var.Aodai melhorada. **Naturalia** n. 18, pp. 77-82.

NOGUEIRA-COUTO, R. H.; PEREIRA, J. M.; COUTO, L.A.. Estudo da polinização entomófila em *Cucurbita pepo* (abóbora italiana). **Científica** v 1 n. 18, pp. 21-27, 1990.

NOGUEIRA NETO, P. **Vida e criação de abelha sem ferrão**. Ed. Nogueirapis, São Paulo, SP., 1997, p. 445.

OSBORNE, J.L.; WILLIAMS, I.H. Bumble bees as pollinators of crops and wild flowers. In: Matheson A. Editor. **Bumble bees for pleasure and profit**. Cardiff (UK): International Bee Research Association; pp. 24-32, 1996.

PAGANO, M.; GAUVREAU, K. **Princípios de bioestatística**. Ed. Thomson, São Paulo, SP., 2004.

PALMA, G.; QUEZADA-EUÁN, J. J. G.; MELÉNDEZ-RAMIREZ, V.; IRIGOYEN, J.; VALDOVINOS-NUNES, G. R.; REJÓN, M. Comparative efficiency of *Nannotrigona perilampoides*, *Bombus impatiens* (Hymenoptera: Apoidea), and mechanical vibration on fruit production of enclosed habanero pepper. **J. Econ. Entomol.** n.1 v. 101, pp. 132-138, 2008.

PARANHOS, B. A. J.; WALDER, J. M. M.; MARCHINI, L. C. Density of hives of africanized honeybees *Apis mellifera* L. 1758 (hymenoptera: apidae) to pollinate apple cv. **Anna. Sci. agric.**, v. 55, n. 3, pp.355-359, 1998.

PLATH, O. E. The role of bumblebees in the pollination of certain cultivated plants. **The American Naturalist**, n.59, pp. 441-451, 1925.

POLVERENTE, M. R.; FONTES, D. C.; CARDOSO, A. I. I. Produção e qualidade de sementes de berinjela em função do horário de polinização manual. **Bragantia**, v. 64, n. 3, pp. 467-472, 2005.

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

RAMOS, L. S. L. **Estudo das abelhas visitantes de *Helianthus annuus* (Compositae) para análise dos polinizadores potenciais no campus da USP de Ribeirão Preto, SP**. Monografia apresentada à FFCLRP da USP para obter o título de Bacharel em Ciências Biológicas, Ribeirão Preto: 2007.

ROSELINO, A. C. **Polinização em culturas de pimentão *Capsicum annum* por *Melipona quadrifasciata anthidioides* e *Melipona scutellaris* e de morango: *Fragaria x ananassa* por *Scaptotrigona aff. depilis* e *Nannotrigona testaceicornis* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)**. Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto-USP, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências - Área Entomologia Ribeirão Preto, SP, 2005.

ROSELINO, A. C.; BEGO, L. R.; BISPO DOS SANTOS, S. A. Pollination of *Capsicum annum*, Var. Ikeda, cascadura by *Melipona quadrifasciata anthidioides* and *Melipona scutellaris* (Hymenoptera: Meliponini). In: **Proc. of 8<sup>th</sup> IBRA Int. Conf. on Trop. Bees and VI Encontro Sobre Abelhas**, 2004a, Ribeirão Preto, SP, Brasil. p. 669.

ROSELINO, A.; BEGO, L. R.; BISPO DOS SANTOS, S. A. Pollination of strawberry *Fragaria x ananassa* Var. Camarosa, by *Scaptotrigona aff. depilis* and *Nannotrigona testaceicornis* (Hymenoptera: Meliponini). In: **Proc. of 8<sup>th</sup> IBRA Int. Conf. on Trop. Bees and VI Encontro Sobre Abelhas**, 2004b, Ribeirão Preto, SP. Brasil.

ROUBIK, D. W. Pollination of Cultivated Plants in the Tropics. Rome, Italy: Food Agric. **FAO Agric. Serv. Bull.**, n. 18. ( Org.), 1995.



- RUIJTER, A. Pollinator Diversity and sustainable agriculture in the netherlands. In: **Pollinating Bees – The conservation link between agriculture and nature**. Kevan, P. G., Imperatriz-Fonseca, V. L. Ministry of the environment 2ª edição, pp. 73-76, 2006.
- SILVA, F.; SANTOS, R. H. S.; ANDRADE, N. J. Armazenamento e conservação de manjeriço após diferentes épocas e horários de colheita. **Pesq. agropec. bras.**, v. 40, n. 4, pp. 323-328, janeiro, 2005.
- SILVA, J. C. S.; LAGES, V. N. A meliponicultura como fator de ecodesenvolvimento na Área de Proteção ambiental da Ilha de Santa Rita, Alagoas. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 1, n. 3, pp. 89-93, 2001.
- SLAA, E. J.; SANCHEZ, L. A.; SANDI, M.; SALAZAR, W. A scientific note on the use of stingless bees for commercial pollination in enclosures. **Apidologie**, n. 31, pp. 141-142, 2000.
- SOARES, R. D.; CHAVES, M. A.; SILVA, A. A. L. et al. Influência da temperatura e velocidade do ar na secagem de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) com relação aos teores de óleos essenciais e de linalol. **Ciênc. agrotec.**, v. 31, n. 4, pp. 1108-1113, janeiro, 2007.
- SOLOMON, R. A. Reproductive ecology of *Ocimum americanum* L. and *O. basilicum* L. (Lamiaceae) in India. **Plant species biology**, v. 4, n. 2, pp. 107-116, 1989.
- SOUZA, V. C.; CORTOPSASSI-LAURINO, M.; SIMÃO-BIANCHINI, R.; PIRANI, J. R.; AZOUBEL, M. L.; GUIBU, L. S.; GIANINI, T. C. **Plantas apícolas de São Paulo e arredores**. In: Pirani, J.R. & M. Cortopassi-Laurino (coords), Flores e abelhas em São Paulo. Edusp/Fapesp, São Paulo, pp. 43-180, 1993.
- STUBBS, C. S.; DRUMMOND, F. A. *Bombus impatiens* (Hymenoptera: Apidae): An alternative to *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) for lowbush blueberry pollination. **Journal of Economic Entomology**. v. 94, n. 3, pp. 609-616, 2001.
- TAVARES, J. C.; FACHINELLO, J. C.; SILVA, J. B. da et al. Fitorreguladores no aumento da frutificação efetiva e partenocarpia em peras cv. Garber. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 24, n. 3,

pp. 629-630, 2002.

THURSTON, H. D. 1969. Tropical agriculture – a key to the world food crisis. **Bioscience**, n. 19, pp. 29-34, 1969.

VELTHUIS, H. H. W.; VAN DOOR, A. The breeding, commercialization and economic value of bumblebees. *In*: Freitas, B.M. & Pereira, J.O.P. (Eds.). **Solitary Bees: Conservation, Rearing and Management for Pollination**. Fortaleza, CE, Imprensa Universitária, UFC, pp. 135-149. 2004.

VILLAS BÔAS, G. L.; FRANÇA, F. H.; MACEDO, N.; MOITA, A. W. et al. Avaliação da preferência de *Bemisia argentifolii* por diferentes espécies de plantas. **Hortic. Bras.**, v.19, n.2, pp.130-134, 2001.

WESTERKAMP, C.; GOTTSBERGER, G. The costly crop pollination crisis. *In*: **Pollinating Bees – The conservation link between agriculture and nature**. Kevan, P. G., Imperatriz-Fonseca, V. L. Ministry of the environment 2<sup>a</sup> edição, pp. 57-62, 2006.

WILLIAMS, I. H. The dependence of crop production within the European Union on pollination by honey bees. **Agricultural Science Reviews**, n.6, pp. 229-257, 1994.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)