

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**Darci de Oliveira Cruz**

**USO E EFICIÊNCIA DA ABELHA JANDAÍRA (*Melipona subnitida*  
Ducke) NA POLINIZAÇÃO DO PIMENTÃO (*Capsicum annum* L.)  
SOB CULTIVO PROTEGIDO.**

**FORTALEZA  
2003**

Darci de Oliveira Cruz

USO E EFICIÊNCIA DA ABELHA JANDAÍRA (*Melipona subnitida* Ducke) NA  
POLINIZAÇÃO DO PIMENTÃO (*Capsicum annuum* L.) SOB CULTIVO  
PROTEGIDO.

Dissertação Submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas

Fortaleza  
2003

Esta dissertação foi apresentada como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Zootecnia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca de Ciências e Tecnologia da referida Universidade.

A transcrição de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de acordo com as normas da ética científica.

---

Darci de Oliveira Cruz

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

---

Breno Magalhães Freitas – PhD  
Orientador

---

Luís Antônio da Silva – D.Sc  
Conselheiro

---

Dalva Maria Bueno – D.Sc  
Conselheira

C961u	<p>Cruz, Darci de Oliveira Uso e eficiência da abelha jandaíra (<i>Melipona subnitida</i> Ducke) na polinização do pimentão (<i>Capsicum annuum</i> L.) sob cultivo protegido/ Darci de Oliveira Cruz.- Fortaleza: 2003. 60p.: il.-</p> <p>Orientador: Dr. Breno Magalhães Freitas</p> <p>Dissertação(Mestrado)em Zootecnia</p> <p>1. Polinização 2.Abelha 3. Pimentão 4. Cultivo protegido I. Universidade Federal do Ceará .</p> <p>C.D.D 636.08 C. D.U.636.085</p>
-------	---

A Deus, por permitir a realização desse trabalho.

Ao meu pai, Francisco Valdemir da Cruz, que não mediu esforços para meu crescimento profissional e pessoal.

À minha mãe, Maria Gomes de Oliveira, pelo carinho, apoio e incentivo em todos os momentos.

DEDICO COM AMOR.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir a realização de mais esse trabalho.

Ao Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas, pelo incentivo, apoio e orientação criteriosa com os seus conhecimentos científicos.

Ao Prof. Dr. Luís Antônio da Silva pelo apoio e cooperação.

Aos amigos Luiz Wilson Lima Verde e Amílcar Galeno, pela atenção e interesse.

Aos professores, colegas e funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial ao funcionário Raimundo Alípio de Oliveira Leão, pela eficiência, disposição e paciência em resolver os problemas.

Aos funcionários do Apiário da Universidade Federal do Ceará, Sr. Francisco José Carneiro da Silva e Sr. Hélio Rocha Lima, pela colaboração.

Aos alunos de graduação, Isac Gabriel Abrahão Bomfim e Marjory Jaliana Jales Martins, pela participação na implementação e realização do experimento.

À aluna de mestrado Eva Mônica Sarmento da Silva, pela valiosa contribuição durante os experimentos.

Aos funcionários da Horta Didática da Universidade Federal do Ceará, pelo apoio.

À Banca examinadora, pela participação e enriquecimento científico dessa dissertação

Às Instituições FUNCAP e CAPES, pela bolsa de mestrado, a qual permitiu a realização do presente curso.

A todos que contribuíram direta e indiretamente para a execução desse trabalho.

## SUMÁRIO

Página

AGRADECIMENTOS.....	v
RESUMO.....	
ix	
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. A importância da polinização das culturas agrícolas.....	4
2.2. O uso de abelhas para polinização.....	6
2.3. As abelhas nativas sem ferrão .....	11
2.4. A polinização do pimentão sob cultivo protegido .....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	19
3.1. Localização do experimento.....	19
3.2. Implantação da Cultura.....	19
3.3. Preparação das Colmeias .....	20
3.4. Experimentos .....	24
3.4.1. Comportamento e adaptação das abelhas à casa de vegetação. ....	24
3.4.2. Eficiência de polinização da abelha jandaíra na cultura do pimentão.....	25
3.5. Análise dos Dados .....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1. Comportamento das abelhas na casa de vegetação.....	31
4.2. Padrão diário de forrageamento das abelhas.....	37
4.3. Eficiência de polinização da abelha jandaíra na cultura do pimentão .....	42
4.3.1. Vingamento dos frutos .....	42
4.3.2. Peso médio dos frutos .....	44
4.3.3. Tamanho médio dos frutos.....	45
4.3.4. Número médio de sementes por fruto .....	48
4.3.5. Deformação dos frutos .....	50
5. CONCLUSÕES .....	54
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	55

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabelas		Página
TABELA 1: Número médio de abelhas tentando escapar da casa de vegetação.....		32
TABELA 2: Número médio de abelhas que saíram por orifícios na casa de vegetação.....		36
TABELA 3: Número médio de abelhas, considerando as duas colmeias, saindo para pastejar a cada intervalo de uma hora.....		42
TABELA 4: Vingamento de frutos de pimentão ( <i>Capsicum annuum</i> L.) oriundos de polinização por abelhas, polinização cruzada manual, autopolinização manual e polinização restrita.....		43
TABELA 5: Peso médio dos frutos de pimentão ( <i>Capsicum annuum</i> L.) oriundos de polinização por abelhas, polinização cruzada manual, autopolinização manual e polinização restrita.....		44
TABELA 6: Comprimento médio dos frutos de pimentão ( <i>Capsicum annuum</i> L.) oriundos de polinização por abelhas, polinização cruzada manual, autopolinização manual e polinização restrita.....		46
TABELA 7: Diâmetro médio dos frutos de pimentão ( <i>Capsicum annuum</i> L.) oriundos de polinização por abelhas, polinização cruzada manual, autopolinização manual e polinização restrita.....		47
TABELA 8: Número médio de sementes por fruto de pimentão ( <i>Capsicum annuum</i> L.) oriundos de polinização por abelhas, polinização cruzada manual, autopolinização manual e polinização restrita.....		48
TABELA 9: Percentual de deformação dos frutos de pimentão ( <i>Capsicum annuum</i> L.) oriundos de polinização por abelhas, polinização cruzada manual, autopolinização manual e polinização restrita.....		50

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Página
FIGURA 1: Casa de vegetação onde foram conduzidos os experimentos. ....	22
FIGURA 2: Desenho de um ramo de pimentão ( <i>Capsicum annuum</i> L.).....	23
FIGURA 3: Vista do ambiente experimental.....	27
FIGURA 4: Botão floral de pimentão ( <i>Capsicum annuum</i> L.), ensacado com malha de nylon.....	28
FIGURA 5: Abelha jandaíra ( <i>Melipona subnitida</i> Ducke), visitando a flor de pimentão.....	35
FIGURA 6: Desenho da flor de pimentão ( <i>Capsicum annuum</i> L.).....	38
FIGURA 7: Número médio de abelhas saindo de cada colmeia por hora para forragear na cultura do pimentão.....	41
FIGURA 8: Exemplo da qualidade dos frutos em função do tipo de polinização: (A) Polinização por abelhas, (B) Polinização restrita.....	52
FIGURA 9. Exemplo da qualidade dos frutos oriundos do tratamento de autopolinização manual.....	53

## RESUMO

A pesquisa foi realizada em uma casa de vegetação localizada na Horta Didática do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará, localizada no município de Fortaleza, no período de setembro de 2002 a janeiro de 2003. Objetivou-se avaliar o uso e a eficiência da abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) na polinização do pimentão (*Capsicum annuum* L.), sob cultivo protegido. Foram investigados aspectos como o padrão diário de forrageamento das abelhas, o comportamento das abelhas na casa de vegetação e o vingamento e qualidade dos frutos gerados como consequência das visitas das abelhas. Para tanto, contou-se o número de abelhas saindo para pastejar a cada hora do dia, sua visitação às flores e/ou tentativas de escapar da casa de vegetação. A eficiência de polinização foi avaliada por comparações estatísticas de vingamento dos frutos, peso dos frutos, tamanho dos frutos (largura e comprimento), número de sementes por fruto e o percentual de deformação dos frutos sob os tratamentos de polinização cruzada manual, polinização por abelhas, autopolinização manual e polinização restrita. Os resultados obtidos mostraram que apesar do pimentão ser considerado uma cultura autógama, o que implicou em diferenças não significativas ( $P > 0,05$ ) no vingamento de frutos entre os tratamentos, a cultura beneficia-se da polinização realizada pela abelha jandaíra apresentando frutos significativamente ( $P < 0,05$ ) mais pesados, mais largos, com um maior número de sementes e menor proporção de deformações. Além disso, a abelha jandaíra adaptou-se bem ao uso em casa de vegetação, tendo rapidamente iniciado a visitação às flores, e apresentou um comportamento de pastejo favorável à realização da polinização cruzada, com pico de saída para o campo coincidindo com o horário da antese das flores e receptividade do estigma. Conclui-se que a abelha jandaíra é um polinizador eficiente do pimentão e sua presença em cultivos sob ambiente protegido deve ser estimulada.

**USE AND EFFICIENCY OF THE STINGLESS BEE *Melipona subnitida* TO  
POLLINATE GREEN PEPPER (*Capsicum annuum*) IN GREENHOUSE.**

**ABSTRACT**

The research was carried out between September 2002 and January 2003 in a greenhouse located at the horticultural area of the Centro de Ciências Agrárias, in Universidade Federal do Ceará, situated in Fortaleza, state of Ceará, Brazil. This study aimed to evaluate the use and efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* Ducke to pollinate green pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivated in greenhouses. It investigated aspects of bee behaviour such as foraging daily pattern of bees, bee movements in the greenhouse, fruit set and quality as a consequence of bee visits. To achieve this, the number of bees leaving their hives to forage in green pepper flowers at every hour of the day, visiting flowers and/or attempting to escape of the greenhouse were counted. Pollination efficiency was evaluated by means of statistical analysis comparing fruit set, fruit weight, fruit size (width and length), number of seeds per fruit and percentage of malformed fruits under treatments of hand cross pollination, bee pollination, hand self pollination and restricted pollination. Results showed that despite green pepper be an autopollinating species, thus no significant differences ( $P>0,05$ ) were found among treatments, the crop benefits from *M. subnitida* pollination producing fruits significantly ( $P<0,05$ ) heavier, wider, with a larger number of seeds and, also, a smaller proportion of malformed fruits. Besides that, *M. subnitida* adapted well to the greenhouse, quickly beginning to visit flowers, and showed a foraging behaviour conducive to cross pollination, peaking their numbers leaving the hive to forage in the moments of anther dehiscence and receptivity of stigma. It is concluded that *M. subnitida* is an efficient pollinator of green pepper and its presence in greenhouse crops should be stimulated.

## 1. INTRODUÇÃO

A polinização é um dos mecanismos mais importantes para manutenção e promoção da biodiversidade e, em geral, da vida na Terra (WITTMANN, 2000). Porém, nas áreas de monocultura, em particular, é improvável a obtenção de uma polinização adequada, a menos que sejam feitos arranjos especiais, como a introdução de colmeias de abelhas. Isto também ocorre principalmente em estufas onde não há a ação do vento e dos insetos nativos (CRANE e WALKER, 1984, citados por KATO, 1997).

Do ponto de vista agrícola, a utilização racional de abelhas, principalmente abelhas nativas, para a polinização é considerada importante e indispensável no aumento de produtividade de diversas culturas.

A importância econômica dos polinizadores nativos para as culturas agrícolas, tem sido demonstrada por vários autores (McGREGOR, 1976; FREE, 1993; HEARD, 1999). Porém, a ampliação das técnicas de cultivo intensivo, através do uso indiscriminado de defensivos agrícolas, fragmentação dos habitats naturais e aumento das áreas de monocultura, têm provocado a escassez dos insetos nativos e, conseqüentemente, a ocorrência de serviços de polinização inadequados ou até mesmo ausentes (OSBORNE et al., 1991; FREITAS, 1998).

A solução seria a introdução de polinizadores suplementares em áreas onde a quantidade de polinizadores e/ou a espécie de polinizador existente não sejam adequadas para atender os requerimentos de polinização da cultura em questão (ALVES, 2000).

No Brasil, diversas culturas de importância econômica como o melão (*Cucumis melo* L.), o morango (*Fragaria x ananassa*) e o pimentão (*Capsicum annuum* L.) vêm sendo implantadas e introduzidas juntamente com abelhas, em casas de vegetação, na tentativa de avaliar a efetividade desses prováveis polinizadores (KATO, 1997; MALAGODI-BRAGA et al., 2000).

A cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.) apresenta elevado valor comercial e está entre as dez hortaliças mais consumidas no Brasil (NANNETTI, 2001). Assim, na região Nordeste, o cultivo do pimentão, solanacea que ocupa o quarto lugar em importância dentre as hortaliças comercializadas nas CEASAs, vem sendo praticado sob condições de cultivo protegido. O Estado do Ceará apresenta grande produção de hortaliças no Planalto da Ibiapaba, o qual abastece Fortaleza e cidades adjacentes. Na Ibiapaba o pimentão é uma das hortaliças mais importantes, sendo cultivadas variedades

como : All Big, Agrônomo 10G, Gigante Ikeda, Avelar, Nádia e diversos híbridos, e a produtividade obtida pelos agricultores gira em torno de 10 a 15 toneladas por hectare (TORRES FILHO, 1998). Nessa micro-região, o uso de híbridos tanto em cultivos em campo aberto, como protegido, tem substituído as cultivares de polinização aberta. No entanto, apesar de sua importância econômica, a cultura do pimentão tem sido pouco estudada no que diz respeito à sua polinização e necessidade de polinizadores.

Dentre os insetos polinizadores, as abelhas atuam como agentes importantes na multiplicação de muitas espécies vegetais ao redor do mundo (SHIPP et al., 1994; COUTO, 2002). E assim como as abelhas são essenciais no campo, torna-se indispensável introduzi-las na casa de vegetação, ou então, realizar a polinização manual das culturas (KATO, 1997).

Apesar das abelhas da espécie *Apis mellifera* serem consideradas os polinizadores mais eficientes de várias culturas cultivadas no Nordeste do Brasil (FREITAS e PAXTON, 1996), a sua utilização apresenta alguns problemas, sob cultivo protegido, visto que, de uma forma geral, essas abelhas não se adaptam em ambientes fechados, ferrom, além de não desempenharem a função de vibrar as anteras poricidas das flores de pimentão, para a obtenção do pólen (FREE, 1993; FREITAS, 1998; RAW, 2000).

Assim, uma alternativa viável é a utilização de abelhas menos agressivas que possam polinizar a cultura de maneira eficiente. Porém, a literatura é carente de informações à respeito da eficiência polinizadora da maioria das espécies de abelhas nativas. Na Europa e em outras partes do mundo, já se utilizam outras espécies de abelhas, sob condições de cultivo protegido, as quais apresentam um potencial como agentes polinizadores, possibilitando o seu monitoramento e levantamento de dados. Estudos sobre a polinização de pimentão, em casa de vegetação, com as abelhas solitárias *Osmia cornifrons* e *Megachile rotundata*, mostraram que a polinização realizada por essas abelhas melhorou a qualidade dos frutos (SHIPP et al., 1994).

Da mesma forma, as abelhas nativas sem ferrão, também conhecidas como meliponíneos, podem desempenhar papel importante na polinização de diversas culturas agrícolas de importância econômica (ALVES, 2000). O Brasil é rico em espécies de abelhas, como por exemplo, as sem ferrão, abelhas sociais nativas que habitam todo o território nacional com grande importância ecológica e econômica. A importância ecológica decorre da atuação como agentes polinizadores, tanto em áreas naturais, contribuindo para a manutenção dos ambientes naturais, como em culturas agrícolas

(SARAIVA e IMPERATRIZ-FONSECA, 2002). No entanto, no Brasil, muitas espécies de abelhas nativas estão ameaçadas de extinção, como por exemplo, a abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) e a abelha uruçú (*Melipona scutellaris*), ambas típicas da região Nordeste, e a descoberta de um manejo para essas abelhas, em cultivo protegido, além de trazer benefícios para os agricultores, contribui significativamente para a preservação dessas espécies.

Portanto, o presente trabalho pretende estudar o uso e a eficiência da abelha jandaíra na polinização do pimentão, cultivado em ambiente protegido. Dessa forma, pretende-se contribuir para aumentar o número de informações sobre o uso das abelhas nativas sem ferrão, na polinização de culturas agrícolas sob cultivo protegido.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. A importância da polinização das culturas agrícolas**

Um dos principais objetivos da agricultura moderna é maximizar a produção de alimentos. Para isso, os agricultores devem analisar cuidadosamente os fatores que limitam cada sistema de produção para saná-los e ter o seu objetivo alcançado. A polinização tem sido um destes fatores que influenciam na produtividade de diversas culturas, atuando inclusive na preservação das matas nativas (COUTO, 2002).

A polinização consiste na transferência dos grãos de pólen das anteras de uma flor para o estigma da mesma flor ou de outra flor da mesma espécie. Além de fundamental para a perpetuação dessas espécies vegetais, se realizada adequadamente, contribui para melhorar a qualidade dos frutos, prevenir malformações, aumentar o número de sementes por vagem, além de conduzir a um amadurecimento uniforme dos frutos (FREITAS, 1995). Além disso, a polinização é o primeiro passo no processo reprodutivo da maioria das plantas, sendo alcançada por meios bióticos e abióticos. A polinização abiótica ocorre pelo vento, água ou gravidade, enquanto a biótica é realizada por animais (KEVAN, 1999).

Outro aspecto importante é a maneira como a polinização pode ser realizada, ou seja, ela pode ocorrer em uma mesma flor (autogamia ou autopolinização), entre flores diferentes da mesma planta (geitonogamia) e entre flores diferentes de plantas diferentes (xenogamia ou polinização cruzada) (FAEGRI e VAN DER PIJL, 1979; DE JONG et al., 1993, citados por FREITAS, 1995).

Um dos valores da polinização está no seu efeito na qualidade e eficiência da produção agrícola. Se realizada de forma inadequada, pode resultar não apenas em produtividade reduzida, mas também no prolongamento do ciclo da cultura e um alto percentual de frutos de qualidade inferior. E ainda, a produtividade das sementes de culturas polinizadas por insetos pode, muitas vezes ser menor do que a ideal, não por causa do clima, solo ou tratos culturais, mas simplesmente devido à população de certos insetos ser escassa. E ainda, considerando a produção de frutos, sementes e fibras usadas na dieta do homem e dos animais, estimativas indicam que 1/3 da alimentação humana depende, direta ou indiretamente da polinização realizada por insetos (McGREGOR, 1976).

No Canadá, os benefícios diretos ou indiretos e os produtos dos serviços de polinização realizados pelas abelhas foram estimados em cerca de 1,2 bilhões de dólares, enquanto na Nova Zelândia, a polinização por abelhas melíferas foi estimada em 1578 milhões de dólares (WINSTON e SCOTT, 1984, citados por FREITAS, 1995).

Sabe-se, também, que a realização de serviços de polinização adequados pode garantir um aumento na qualidade das sementes e dos frutos produzidos por determinada cultura, além de proporcionar altas taxas de cruzamento e aumentar o seu vigor híbrido (RICHARDS, 2001; COUTO, 2002).

Nesse sentido, a polinização é um processo central em quase todos os ecossistemas produtivos terrestres. No entanto, foi geralmente desprezada até muito recentemente, apesar de sua importância para os seres humanos, grupos de animais e para a vida selvagem (BUCHMANN e NABHAN, 1996; KEVAN, 1999).

Considerando-se a importância da polinização para a manutenção da biodiversidade de uma área, torna-se necessário conhecer mais sobre a eficiência dos agentes polinizadores, também responsáveis pela visita e polinização da maioria das

plantas cultivadas pelo homem (OSBORNE et al., 1991; MALERBO SOUZA, 1996, citados por ALVES, 2000).

## **2.2. O uso de abelhas para polinização**

Os insetos são os polinizadores mais importantes em termos de número de espécies de plantas que dependem deles para alcançar a polinização. Acredita-se que os insetos são responsáveis pela polinização de 86% de todos os frutos, nozes e sementes cultivados (FREE, 1976; ANDERSON, 1986, citados por FREITAS, 1995).

Outro fato importante é que os insetos servem como agentes polinizadores de numerosas espécies de plantas e contribuem para sua sobrevivência e prosperidade genética, devido à sua eficiência e disponibilidade na natureza (McGREGOR, 1976; COUTO, 2002). Se uma população de polinizadores efetivos e exclusivos de determinada espécie vegetal é suprimida, seja pelo impacto de agrotóxicos ou pela falta de locais de nidificação ou de recursos florais complementares num fragmento isolado, o sucesso reprodutivo e a manutenção da população vegetal que está na dependência desses polinizadores não serão mais garantidos (SCHLINDWEIN, 2000).

Dentre os insetos polinizadores estão incluídos abelhas, moscas, mariposas, borboletas e besouros. No entanto, as abelhas são consideradas os insetos polinizadores mais importantes das culturas ao redor do mundo (SHIPP et al., 1994). E ainda, são consideradas os agentes mais efetivos, correspondendo a 90% do sucesso reprodutivo das plantas com flores (BALESTIERI et al., 2002).

Num estudo sobre a importância de um determinado inseto no processo de polinização é fundamental conhecer os fatores que tornam o comportamento de visita mais efetivo. Alguns fatores são bem conhecidos como a constância floral. É sabido que as abelhas são mais fiéis que outros insetos (COUTO, 2002).

As abelhas, desempenham papel fundamental na polinização das plantas silvestres e podem contribuir significativamente para o incremento da produtividade agrícola, caso o conhecimento já gerado no Brasil sobre o seu uso como agentes polinizadores seja de fato implementado no sistema de produção agrícola do país (FREITAS, 2002).

No entanto, em muitos países ainda é desconhecido o benefício que as abelhas proporcionam ao aumento da produção agrícola, pastagens e ao equilíbrio biológico. Cerca de 40% da produção agrícola depende da polinização pelas abelhas. Porém, o seu uso racional visando a polinização é bastante reduzido. Extensos cultivos de café, soja, algodão e frutícolas, por vezes não têm uma única colmeia objetivando a polinização que promoveria um acréscimo substancial na produção final (FREITAS, 1998; SOMMER, 2002). Em diversas regiões brasileiras, observa-se uma escassez de agentes polinizadores nativos. Esse fator, somado à prática de plantio de monoculturas que concentram as floradas em curtos períodos, tem tornado urgentes os estudos visando a polinização dirigida, a qual implica no reconhecimento da necessidade do polinizador, na verificação do agente polinizador mais adequado e manipulável para cada cultura em particular, bem como no uso de métodos para direcionar este agente para as flores de interesse, evitando, assim, uma drástica diminuição dos índices de polinização e produtividade (FREITAS, 1998; COUTO, 2002).

A introdução de agentes polinizadores tem sido recomendada para assegurar os níveis ideais de polinização das culturas. Nesse sentido, um aspecto importante em polinização é a identificação do agente polinizador mais eficiente para cada cultura agrícola. Há uma tendência muito grande de supervalorizar a abelha melífera (*Apis mellifera*) e considerá-la capaz de polinizar qualquer espécie vegetal, cultivada ou não. Normalmente, utiliza-se a abelha melífera em qualquer cultura, sem que seja do

conhecimento do apicultor ou do agricultor da sua real eficiência como polinizadora daquela cultura em particular (FREITAS, 1998; KEVAN, 1999).

As abelhas melíferas são os insetos mais usados para a polinização de cultivos comerciais, embora certas espécies de abelhas e insetos também possam polinizar várias culturas dependendo da sua habilidade e dos requerimentos de polinização da plantas. A habilidade polinizadora dessas abelhas é justificada por vários fatores como a presença de estruturas para coletar, armazenar e transportar grãos de pólen (pêlos ramificados e corbículas); a necessidade de coletar grandes quantidades de pólen e néctar para o sustento de crias das colônias e fidelidade às espécies vegetais que visita (FREE, 1993; ALVES, 2000).

Outro aspecto que favorece o uso de abelhas melíferas em áreas agrícolas é que sua biologia é bem conhecida e elas podem ser manejadas em caixas facilmente transportáveis, para a polinização de muitas culturas agrícolas (CORBET, et al. 1991; FREITAS, 1995). Porém, essas abelhas não são os melhores polinizadores para todas as culturas. Outras abelhas que não produzem quantidades significativas de mel, podem ser manejadas ou têm potencial para manejo como polinizadores de determinadas culturas. Há vários polinizadores particularmente importantes que podem ser usados comercialmente e podem polinizar consistentemente algumas culturas de forma mais eficiente do que as abelhas melíferas (TORCHIO, 1990; O'TOOLE 1994).

Apesar disso, dentre os três grupos realmente sociais, bombíneos, apíneos e meliponíneos, a espécie *Apis mellifera* é considerada o polinizador mais eficiente, por apresentar diversas características desejáveis, tais como a fidelidade às espécies vegetais e rapidez na coleta de pólen e néctar. Essa espécie tem sido utilizada em diversas culturas que requerem polinização cruzada, tais como melão (*Cucumis melo*), cebola

(*Allium cepa*) e repolho (*Brassica oleraceae*). Eventualmente, são usados outros insetos, mas as abelhas são preferidas, por serem mais efetivas (COUTO, 1997, 1998).

Em vários países é comum a prática do uso da abelha melífera para polinização, confinadas em estufas ou áreas especiais. No entanto, a utilização de abelhas da espécie *Apis mellifera*, sob condições de cultivo protegido, apresenta alguns problemas, visto que, de uma forma geral, essas abelhas não se adaptam em ambiente fechado. Um segundo problema é a dificuldade de realizar os tratamentos culturais em virtude das ferroadas por parte desses insetos, o que ocasionaria um incômodo aos produtores, os quais teriam que utilizar equipamento de proteção (FREITAS, 1998).

Uma saída viável seria o uso de polinização manual ou a introdução de outros agentes polinizadores, os quais pudessem se adaptar às condições de cultivo protegido (KATO, 1997). Nesse sentido, vários pesquisadores vêm utilizando outros gêneros de abelhas, em casa de vegetação, além de vibradores elétricos, como uma opção para a polinização manual (FREE, 1993).

SHIPP et al.(1994), afirmam que as abelhas pertencentes ao gênero *Bombus* são consideradas como um dos polinizadores mais eficientes de muitas culturas como o trevo (*Trifolium pratense* L.), algodão (*Gossypium hirsutum* L.), alfafa (*Medicago sativa* L.), dentre outras. No entanto, a densidade da população natural dessas abelhas pode flutuar amplamente ano a ano, tornando-as imprevisíveis como polinizadores.

Abelhas *Bombus* são atualmente utilizadas na polinização de tomate e outras solanáceas em casas de vegetação, além de algumas leguminosas. Colônias de abelhas do gênero *Bombus* já são produzidas comercialmente, e num futuro próximo, o uso integrado de abelhas nativas e abelhas melíferas poderá fornecer uma polinização flexível e segura (KEVAN et al., 1991; KEVAN, 1999).

Já na década de 20, as mamangavas (gênero *Bombus*) foram testadas para a polinização em estufas. Entretanto, somente na década de 80, houve um aumento considerável da utilização dessas abelhas, principalmente, de *Bombus terrestris* para a polinização de tomateiro (MALAGODI-BRAGA e KLEINERT, 2002).

*Bombus terrestris* e *Bombus impatiens* são usados como polinizadores de tomate e outras culturas, em casa de vegetação, na América do Norte, Europa e Nova Zelândia devido à sua adaptabilidade ao ambiente protegido, sua colônia de pequeno tamanho e sua habilidade para pastejar durante condições frias ou de nebulosidade (MEISELS e CHIASSON, 1997).

Por outro lado, experimentos realizados com *Trigona spinipes*, cujas colônias podem conter algumas dezenas de milhares de indivíduos, em estufas com 200m<sup>2</sup>, mostraram que, durante nove dias, essas abelhas foram eficientes polinizadores do morangueiro, reduzindo drasticamente o percentual de frutos deformados produzidos na estufa (MALAGODI-BRAGA e KLEINERT, 2002).

No entanto, algumas espécies de abelhas como *Apis mellifera* e *Trigona* spp. podem atuar como parasitas, removendo o néctar e o pólen, sem auxiliar na polinização de determinadas espécies vegetais. Isso mostra que o comportamento da abelha na flor durante a coleta é fundamental e que nem sempre é fácil delinear a diferença entre polinizadores e visitantes ocasionais (CAMARGO, 1972; COUTO, 2002).

De um modo geral, a avaliação expandida e continuada e o desenvolvimento de práticas de manejo para polinizadores diferentes das abelhas melíferas poderá garantir a polinização adequada e econômica para uma diversidade de culturas e outras espécies de plantas (TORCHIO, 1990; KEVAN, 1999).

Assim, é consenso que as abelhas ocupam um papel primordial na polinização de diferentes espécies cultivadas. O conhecimento da relação abelha-flor é um aspecto

importante, uma vez que em muitas plantas, pelas suas peculiaridades, é fundamental a frequência de outras espécies de abelhas (CAMARGO, 1972).

### **2.3. As abelhas nativas sem ferrão**

Pouca ou nenhuma atenção tem sido dada ao papel desenvolvido pela vida nativa na promoção da produtividade das culturas, através da polinização. Nos Países que compõem a União Européia, 84% das espécies cultivadas são consideradas dependentes da polinização por insetos, assim como 25% das culturas tropicais podem depender da polinização realizada por abelhas, principalmente abelhas nativas sem ferrão (HEARD, 1999; RICHARDS, 2001).

O estudo das abelhas sem ferrão como agentes polinizadores de culturas agrícolas possui uma grande importância além da visão puramente econômica do aumento de produtividade das áreas cultivadas. Muitas espécies de abelhas sem ferrão encontram-se ameaçadas de extinção pela exploração predatória, uso indiscriminado de pesticidas, queimadas e desmatamentos (COUTO, 1989, citada por KATO, 1997; ALVES, 2000).

É sabido que a conservação da vegetação natural próximo às áreas de monoculturas é importante porque essa vegetação pode influenciar na abundância das abelhas nativas sem ferrão (FREE e WILLIAMS, 1977). Assim, a ausência de vegetação natural está associada com as baixas populações locais de abelhas sem ferrão e, conseqüentemente, a destruição das florestas ameaça o papel desses insetos na polinização das culturas (HEARD, 1999).

Essas abelhas são os principais visitantes de muitas plantas que florescem nos trópicos. As centenas de espécies de abelhas estimadas, estão distribuídas em 21 gêneros, dentre estes os mais importantes são *Melipona* e *Trigona*. Além de serem

considerados polinizadores muito eficientes nos trópicos, essas abelhas são conhecidas por polinizar efetivamente no mínimo nove culturas agrícolas. Porém, elas são raramente usadas para polinização comercial (HEARD, 1999; SLAA et al., 2000).

No Brasil são conhecidas mais de 300 espécies de abelhas nativas (*Meliponinae*), 7 espécies de mamangavas (*Bombinae*), e mais de 10.000 espécies de abelhas solitárias (AIDAR, 2002).

Apesar disso, os meliponíneos têm sido pouco utilizados e estudados para fins de polinização no país. A não ser em casos esporádicos, como por exemplo, o da iraiá (*Nannotrigona testaceicornis*) em morangos e alguns experimentos em casa de vegetação, pouco se tem estudado esses insetos como agentes polinizadores de culturas agrícolas (MALAGODI-BRAGA et al., 2000; FREITAS, 2002). Mesmo assim, algumas espécies cultivadas encontradas no Brasil são visitadas e polinizadas por abelhas sem ferrão, como por exemplo, coco (*Cocos nucifera*), manga (*Mangifera indica*) e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). Além dessas, HEARD (1999) cita aproximadamente outras 60 espécies cultivadas.

Há várias vantagens que podem fazer (ou tornar) as abelhas sem ferrão mais adequadas para a polinização de certas culturas, nas quais comumente são utilizadas abelhas melíferas. O fato das abelhas sem ferrão não apresentarem um ferrão funcional, serem pouco agressivas e apresentarem uma menor amplitude de vôo de forrageamento, torna-as especialmente adequadas para a polinização em ambientes fechados (SLAA et al., 2000).

Além disso, os meliponíneos aceitam bem melhor do que as *Apis* a vida em ambientes fechados, sendo a grande esperança atual para uso em casa de vegetação. Estudos sobre quais espécies de meliponíneos podem ser mantidas satisfatoriamente em casas de vegetação, quais vegetais cada espécie poliniza, e que manejo produz os

melhores resultados ainda são necessários, mas os estudos atuais têm se mostrado promissores (FREITAS, 2002).

Essas abelhas podem ser polinizadores efetivos em ambientes fechados e podem, portanto, ser uma alternativa valiosa para a polinização comercial de várias culturas. Elas possuem muitas características que aumentam sua importância como polinizadores das culturas, tanto as populações nativas, quanto polinizadores manejados. Características de sua vida social (perenibilidade, poliletismo, constância floral, recrutamento, ausência de periculosidade) habilitam-nas para polinização, principalmente em cultivos protegidos (SLAA et al., 2000).

As espécies de meliponíneos mais criadas no Brasil são as do gênero *Melipona* como *M. quadrifasciata* (mandaçaia), *M. scutellaris* (uruçu do Nordeste), *M. compressipes* (tiúba), *M. subnitida* (jandaíra), *M. rufiventris* (uruçu amarela). Dentro do grupo das *Trigona*, a *Tetragonisca angustula* (jataí) e as *Scaptotrigona* spp (mandaguaris, canudo, etc.) são as mais utilizadas (CORTOPASSI-LAURINO et al., 2002).

O potencial das abelhas sem ferrão para a polinização de culturas é aumentado pela habilidade de transferir colônias para colmeias artificiais. Essas colmeias podem ser propagadas de modo que os produtores não precisem confiar em populações naturais. As colmeias também podem ser transportadas facilmente quando houver necessidade para polinização ou para fortalecimento das mesmas (HEARD, 1999).

As principais limitações atuais para o uso de meliponíneos como polinizadores de plantas cultivadas, tanto em estufas quanto em áreas abertas, são a domesticação de poucas espécies, a escassez de um grande número de colmeias disponíveis e a ausência de conhecimento sobre as necessidades de polinização e dos principais polinizadores das culturas tropicais (MALAGODI-BRAGA e KLEINERT, 2002).

BARROS (1994), trabalhando com *Melipona scutellaris*, transportadas do litoral baiano para o Estado de São Paulo, mostrou que elas conseguem se adaptar perfeitamente na região de Jaboticabal (SP), no sudeste brasileiro, sendo capazes de coletar e polinizar flores de laranjeira, no período do inverno, tendo também potencial para serem utilizadas em estufas.

MAETA et al., (1992), em experimentos realizados no Japão, utilizaram abelhas sem ferrão, da espécie *Nannotrigona testaceicornis*, importadas do Brasil, para polinização de morango, em estufas, com sucesso.

A abelha jandaíra (*M. subnitida*) é uma das espécies mais indicadas para a criação racional com fins lucrativos, na região semi-árida da Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará, pois além de produzir mel de excelente qualidade organoléptica, o que o torna bastante procurado, parece contribuir para a polinização e conseqüente sucesso reprodutivo de diversas espécies vegetais da região. Para se ter êxito na criação é necessário utilizar técnicas de divisão e manutenção que favoreçam o melhor desempenho das abelhas nas colmeias e no campo (FREITAS et al., 2002).

Apesar da carência de informações sobre o uso de *M. subnitida* para polinização de culturas agrícolas, ALVES (2000) mostrou que essas abelhas são consideradas polinizadores eficientes da goiabeira, uma vez que, apenas uma visita às flores foi suficiente para um bom vingamento e produção de frutos.

No entanto, a abelha jandaíra, antes encontrada em toda a região Nordeste, apresenta-se menos freqüente e com populações desequilibradas, já que o extrativismo predatório e o desmatamento têm diminuído consideravelmente o número de colônias silvestres dessa espécie, ameaçando-a de desaparecer do seu habitat natural (GONÇALVES, 1973; ZANELLA, 1999).

#### **2.4. A polinização do pimentão sob cultivo protegido**

Diversas culturas em todo o mundo são mantidas sob cultivo fechado, seja devido ao rigor do inverno em regiões de clima temperado, ou para dar maior proteção que este tipo de cultivo oferece contra eventuais adversidades climáticas, como chuvas torrenciais e geadas, em regiões tropicais e subtropicais (MALAGODI-BRAGA e KLEINERT, 2002).

Segundo FREE (1993), o uso da polinização por insetos em plantas sob cultivo protegido surgiu da necessidade de se isolar plantas específicas para a produção de sementes não contaminadas, da tentativa de avaliar se certas espécies de plantas poderiam aumentar a sua produção de sementes e frutos pela visitação por insetos, e da necessidade de se cultivar certas plantas sob um ambiente aquecido artificialmente.

A aplica o das técnicas de plasticultura   altamente viável para o Brasil, tanto pelas razões abordadas, quanto por outros aspectos importantes que envolvem a produ o primária. A primeira impressão negativa   o custo, todavia, as inúmeras vantagens que são obtidas tornam esse fator menos limitante. Muitas vezes, o valor gasto nas aquisi es dos agrofilmes   amortizado pela economia de alguns insumos que esta técnica proporciona. Entretanto, o  ndice da superfície agrícola em ambiente protegido no Brasil ainda   baixo (entre 2000 a 3000 ha), quando comparado com outros países como a Espanha (28000 ha), a Coréia (15000 ha) e a Turquia (10000 ha) (NANNETTI, 2001).

Além disso, a implanta o de algumas culturas sob condi es de cultivo protegido impossibilita a entrada dos agentes polinizadores específicos. Observa-se uma redu o no número de frutos, quando a cobertura   mantida durante o florescimento. Pode-se obter frutos maiores e de melhor qualidade, quando se permite a visita o por

insetos polinizadores. Deve-se, portanto, combinar tratamentos para a polinização com o uso da cobertura (KATO, 1997).

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) pertence à família *Solanaceae* e destaca-se pelo seu consumo e importância econômica no Brasil e no exterior, principalmente nos Estados Unidos, México, Itália, Japão e Índia (SILVA, 1999). Suas flores, semelhantes às muitas solanáceas cultivadas, são pendulares e cada antera é tubular, e sua deiscência ocorre através de uma fenda lateral. A corola é usualmente branca e há cinco a sete estames por flor, a qual contém de 1,0 a 1,5 mg de pólen (DAG e KAMMER, 2001).

O pimentão é uma das espécies mais plantadas em estufa, onde tem o seu ciclo de produção prolongado, o que possibilita extraordinário aumento da produtividade. As variedades cultivadas são principalmente de origem tropical e não toleram frio e geadas, preferindo temperaturas mais altas. Além disso, devido às suas características de cultura tropical, o pimentão é mais exigente durante a formação de mudas, embora frutifique melhor em temperaturas amenas (19 a 21°C) (REIFSCHNEIDER et al., 2000). Dessa forma, com o cultivo em ambiente protegido consegue-se produzir durante as entressafras, reduzindo as oscilações significativas de preços, e sob manejo adequado, obter frutos de melhor qualidade, aumentar a produção, diminuir o uso de defensivos, obter colheita mais precoce e frutos mais uniformes (NANNETTI, 2001).

No Canadá, o cultivo de pimentão e, conseqüentemente, a colheita é limitada a poucas semanas no outono e não atende a demanda durante o resto do ano, sendo o produto importado dos Estados Unidos e da Europa. Assim, o interesse no cultivo de pimentão, em casa de vegetação, surgiu recentemente, acompanhado pela necessidade de uma polinização adequada. Apesar de suas flores serem amplamente auto-férteis, não há evidências que elas são totalmente polinizadas (McGREGOR, 1976; RASMUSSEN,

1985) e a adição de polinizadores como abelhas solitárias parece ter um impacto positivo na produção de sementes e peso do fruto (JARLAN et al., 1997).

Para obter o pólen de pimentão, o visitante é obrigado a agarrar-se às anteras e vibrá-las com os músculos de suas asas. Desse modo, os grãos de pólen são expulsos e caem no inseto, numa atividade denominada “buzz pollination”. Vários gêneros de abelhas são adeptas deste comportamento, porém a maioria das espécies, incluindo as abelhas melíferas, não possui essa habilidade (COUTO, 2002).

Várias espécies de pequenas abelhas nativas polinizam as flores de *C. annuum* efetivamente. Com suas pequenas áreas de pastejo, essas abelhas podem ser especialmente importantes para a manutenção de várias cultivares de pimentão geneticamente distintas, onde as plantas são cultivadas em áreas relativamente próximas (RAW, 2000).

HEARD (1999), afirmou que a cultura do pimentão e outras solanáceas são visitadas pelas abelhas sem ferrão que podem polinizá-las ocasionalmente ou parcialmente. Esta afirmativa foi confirmada por FREE (1993), que observou no Brasil, as flores de pimentão sendo visitadas mais comumente pelas abelhas sem ferrão da espécie *Trigona angustula*, as quais podem ser consideradas polinizadores potenciais dessa cultura.

Já na Europa, a abelha *Bombus terrestris* L. é utilizada para polinizar tomate em casa de vegetação. Dessa forma, resultados encorajadores com esta cultura levaram os produtores de pimentão, em casa de vegetação, a expressarem interesse em usar abelhas *Bombus* para polinização ( SHIPP et al., 1994).

RASMUSSEN (1985), estudando a cultura do pimentão, avaliou o uso da polinização manual, polinização elétrica e polinização com a abelha solitária *Megachile*

*rotundata* e encontrou que os três métodos resultaram em melhor produção de frutos e produtividade maior do que com a auto-polinização.

Sabe-se que diversas culturas são visitadas ou polinizadas por abelhas sem ferrão, porém há uma carência de informações sobre a eficiência desses agentes polinizadores. Com relação à cultura do pimentão, os requerimentos de polinização para a produção máxima de diferentes cultivares não estão claros. As evidências indicam que as flores de pimentão nem sempre liberam seu pólen, ou, se ele é liberado, não entra sempre em contato com o estigma. Sob essas condições, a transferência de pólen entre as flores por um agente externo é essencial (McGREGOR, 1976).

Portanto, o estudo sobre o uso e o manejo de abelhas sem ferrão e outros insetos para a polinização de diversas espécies vegetais cultivadas, entre elas o pimentão, é necessário para potencializar a capacidade produtiva dessas culturas.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Localização do experimento**

O trabalho foi desenvolvido em uma casa de vegetação (FIGURA 1), localizada na Horta Didática do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, no município de Fortaleza, a 19,50m de altitude, situada geograficamente a 3°44'26" de latitude sul e 38°34'30" de longitude a oeste de Greenwich. Para tanto, a referida casa de vegetação sofreu uma reforma para se adequar ao objetivo da pesquisa. Os experimentos foram iniciados em setembro de 2002, sendo finalizados em janeiro de 2003 com a colheita dos frutos.

Durante a condução dos experimentos, registrou-se em Fortaleza uma temperatura média de 28°C, enquanto na casa de vegetação a temperatura média registrada foi de 33°C.

#### **3.2. Implantação da Cultura**

A cultura utilizada foi a do pimentão (*Capsicum annuum* L.) (FIGURA 2), que tem proporcionado ótimos resultados sob condições de cultivo protegido. A variedade testada foi a All Big, no espaçamento de 0,60m x 0,40m, a qual é conhecida pelos produtores e o custo da semente é relativamente baixo. O sistema de produção da cultura do pimentão obedeceu aos seguintes aspectos:

##### *1. Produção de mudas*

As mudas foram produzidas em bandejas de isopor com 128 células, utilizando-se substrato próprio, estéril, para evitar problemas fitossanitários.

## 2. *Transplante de mudas*

As mudas foram transplantadas quando possuíam de 4-6 folhas definitivas, o que ocorreu em 35 dias, aproximadamente.

Foram utilizados jarros de cerâmica de 30 cm de altura e 30 cm de diâmetro superior, material que permite a troca de calor entre o seu interior e o ambiente externo, para receber as mudas que permaneceram até o final do ciclo.

Dessa forma, 306 plantas de pimentão, no início do florescimento, foram introduzidas na casa de vegetação cuja área é de 165,6 m<sup>2</sup>. O ambiente experimental foi dividido ao meio, de modo que as plantas destinadas ao tratamento de polinização por abelhas permaneceram isoladas, juntamente com as colmeias (FIGURA 3). O substrato de enchimento dos jarros foi composto de terriço de mata e esterco bovino curtido, na proporção de 50% para cada componente. Além disso, as plantas receberam uma adubação com uréia e cloreto de potássio, sendo 10g da mistura por jarro, e superfosfato simples (7g por jarro).

## 3. *Irrigação*

Durante o ciclo da cultura foi utilizada a irrigação por gotejamento, com o intuito de evitar uma influência negativa no comportamento de pastejo das abelhas, visto que, estas não saem da colmeia quando ocorre chuva, impossibilitando o uso de aspersão.

### **3.3. Preparação das Colmeias**

Foram utilizadas duas colmeias de abelhas jandaíra (*Melipona subnitida*) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará. As famílias foram alimentadas com mel de *Apis mellifera*, afim de estimular a coleta de pólen e suprir as

necessidades das colônias. A população foi uniformizada com a transferência de favos de crias entre as colmeias, as quais foram posteriormente levadas para a casa de vegetação, e apesar das plantas já estarem florescendo, essas colmeias foram introduzidas na casa 5 dias antes do início dos experimentos, com o intuito de possibilitar às abelhas a adaptação na casa de vegetação.



FIGURA 1: Casa de vegetação onde foram conduzidos os experimentos.

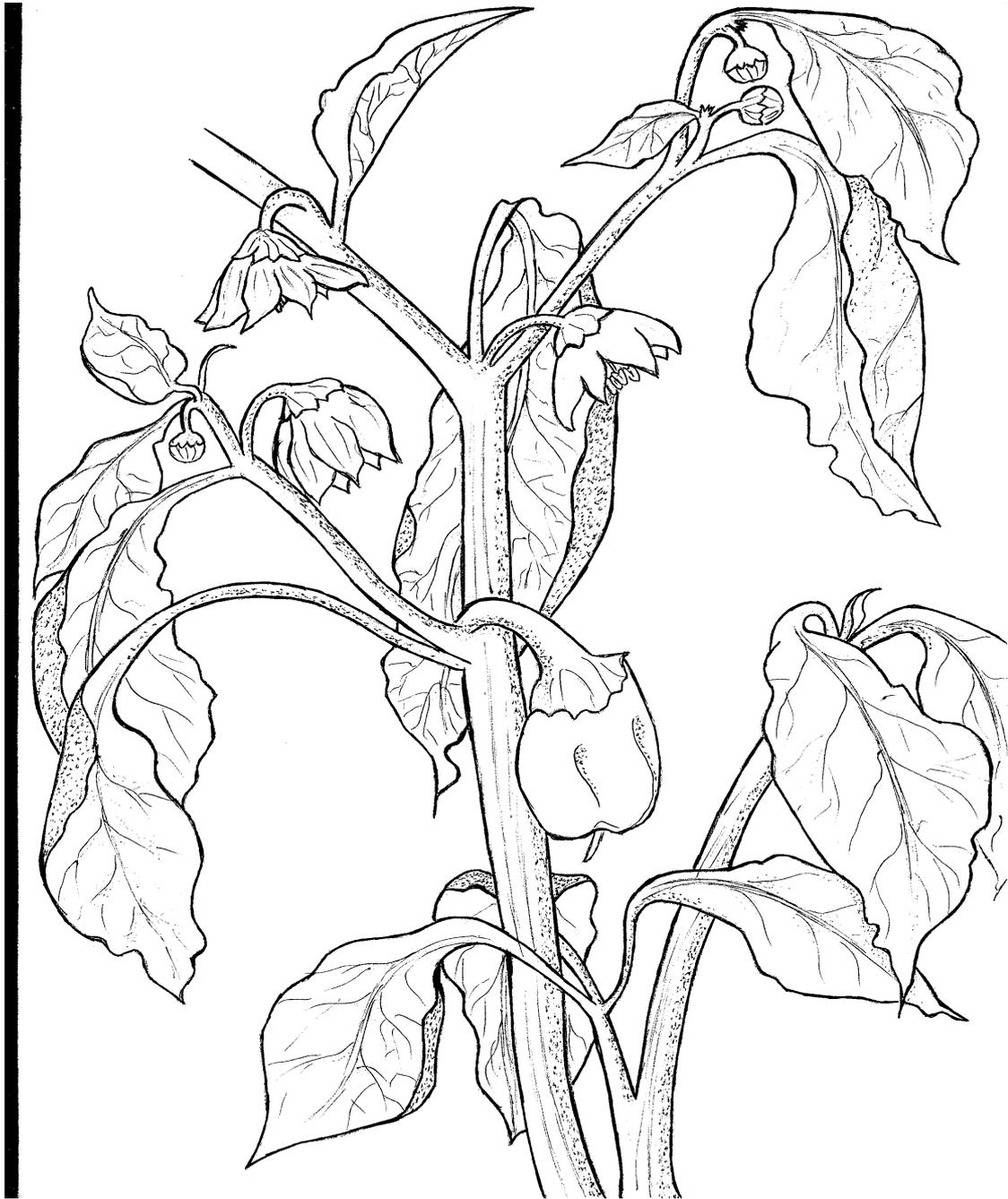


FIGURA 2: Desenho de um ramo de pimentão (*Capsicum annuum* L.)

Em virtude da pequena área destinada ao experimento (165,5 m<sup>2</sup>), introduziram-se duas colmeias de abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) em apenas um lado da casa de vegetação, com um número médio de, aproximadamente, 1000 abelhas cada.

### **3.4.Experimentos**

Os seguintes experimentos foram realizados: 1) Comportamento e adaptação das abelhas à casa de vegetação; 2) Eficiência de polinização da abelha jandaíra na cultura do pimentão.

#### **3.4.1. Comportamento e adaptação das abelhas à casa de vegetação.**

Quando a cultura estava em fase de florescimento, duas colmeias de jandaíra foram arranjadas paralelamente, visando uma melhor distribuição das abelhas no ambiente experimental. Durante quinze dias de observações, procurou-se verificar o comportamento das abelhas com relação ao padrão diário de forrageamento, assim como o seu comportamento dentro da casa, ou seja, observar se as abelhas chocavam-se contra a tela, se saíam por orifícios e se visitavam as flores.

Estas observações foram feitas, a intervalos de uma hora, iniciando às 7:00 horas e finalizando às 15:00 horas, quando o número de abelhas que saía das colmeias foi contado.

### 3.4.2. Eficiência de polinização da abelha jandaíra na cultura do pimentão.

Dentre as plantas escolhidas para esse experimento, 226 flores de pimentão foram marcadas, aleatoriamente, com linha colorida e divididas em 4 tratamentos, sendo 2 deles com 50 repetições, polinização cruzada manual e polinização restrita, e 2 tratamentos com 66 e 60 repetições, respectivamente: autopolinização manual e polinização por abelhas. Os procedimentos adotados em cada tratamento foram os seguintes:

- Polinização cruzada manual – os botões florais marcados foram ensacados com sacos de tela de nylon (malha 1,0mm x 1,0mm) antes da antese das flores (FIGURA 4). Depois de abertas, essas flores foram desensacadas e polinizadas manualmente com pólen de flores de outra planta da mesma cultivar tocando-se a antera da flor de uma diretamente no estigma da flor da outra.
- Autopolinização manual - a autopolinização das flores da variedade All Big foi realizada utilizando-se os mesmos procedimentos da polinização cruzada, diferindo apenas no uso de flores da própria planta como fornecedoras do pólen utilizado nas polinizações manuais.
- Polinização Restrita - as flores foram marcadas e ensacadas antes da antese para observação da polinização autógama do pimentão. Insetos polinizadores menores que a malha dos sacos de nylon utilizados para protegê-las, não ocorreram na casa de vegetação. As flores permaneceram ensacadas durante 48h, quando então os sacos de tela de nylon foram removidos da mesma maneira que para os demais tratamentos descritos.

- Polinização por abelhas - as flores da variedade All Big foram apenas marcadas quando receberam no mínimo uma visita de abelha jandaíra e acompanhadas durante a sua existência.



FIGURA 3: Vista do ambiente experimental.



FIGURA 4: Botão floral de pimentão (*Capsicum annuum* L.), ensacado com malha de nylon.

Os frutos de todos os tratamentos descritos acima foram avaliados por cinco variáveis:

- a) Vingamento: todos os frutos foram observados 15 dias após a polinização, anotando-se o percentual de vingamento.
- b) Peso total do fruto: logo que o fruto estava no ponto de consumo, ou seja, apresentando uma cor verde escura e um aspecto brilhante, ele foi colhido e levado para uma balança com precisão de 0,01 grama.
- c) Tamanho do fruto: Após a pesagem, foi utilizado um paquímetro para medir o comprimento e o diâmetro dos frutos;
- d) Número de sementes: foram contadas todas as sementes, de todos os frutos, de cada tratamento.
- e) Deformação: todos os frutos foram observados com, aproximadamente, 25 dias após a polinização, anotando-se o percentual de deformação.

As marcações das flores foram feitas através do uso de linhas coloridas, usando-se uma cor diferente para cada tratamento. Estas foram amarradas nos pedicelos das flores, após as polinizações manuais ou naturais. Os dados foram coletados quinze dias após a polinização das flores, quando então constatou-se o vingamento dos frutos em cada tratamento e, na hora da colheita, foi anotada a produção final resultante de cada tipo de polinização.

### **3.5. Análise dos Dados**

Os dados relacionados à produção de frutos em função do tipo de polinização foram analisados estatisticamente por análise de variância com médias comparadas *a posteriori*, por meio do teste de Tukey-b. No caso do vingamento dos frutos, foi

utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (HOLANDA-NETO, 1999), devido ao seu caráter binomial (vingou fruto = 1 x não vingou fruto = 0) que não atende às pressuposições para uma análise de variância. Esse teste também foi utilizado para a variável deformação dos frutos.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Comportamento das abelhas na casa de vegetação

As abelhas adaptaram-se rapidamente à casa de vegetação e nos dois primeiros dias após serem introduzidas nesse ambiente fechado, já realizavam vôos de observação próximo às colmeias. Essa observação está de acordo com FREITAS (2002), quando afirma que os meliponíneos aceitam bem melhor do que as *Apis* a vida em ambientes fechados, sendo a grande esperança atual para uso em casa de vegetação.

As abelhas tenderam a pastejar, inicialmente, próximo às suas colmeias e, gradualmente, expandiram a área de pastejo. LEVCHENKO (1959), encontrou que quando colônias foram colocadas em uma nova localização, a área de pastejo das abelhas estendeu-se cerca de 200m no primeiro dia, 300m no segundo e terceiro dias, e 800m no quarto e quinto dias. Além disso, colônias fortes expandiram suas áreas de pastejo mais rapidamente do que as fracas. Vários experimentos mostram que quando confinadas as abelhas também procuram forragear próximo dos ninhos inicialmente, e só lentamente expandem sua área de ação (VANSELL 1952; KARMO e VICKERY, 1954; SMITH, 1958, citados por FREE, 1993).

No entanto, observou-se que durante os primeiros cinco dias as abelhas tentaram escapar da casa de vegetação chocando-se contra a tela (aluminet), nos diferentes horários do dia. Houve diferenças significativas ( $F_{8,134} = 2,64$ ,  $P < 0,05$ ) entre o número médio de abelhas que tentavam escapar ao longo do dia (TABELA 1). A análise mostrou que o horário de 15:00 h apresentou o maior número de abelhas tentando fugir, apesar deste não diferir, estatisticamente, dos horários de 7:00 h, 11:00 h, 12:00 h e 14:00 h. A única diferença foi que às 7:00 h, estas procuravam o canto esquerdo da casa, voltado para o nascente, enquanto que às 15:00 h, o canto direito,

voltado para o poente. O menor número de abelhas tentando fugir da casa de vegetação foi observado às 10:00 h, apesar de não diferir dos horários de 8:00 h, 9:00h e 13:00 h (TABELA 1).

TABELA 1: Número médio de abelhas tentando escapar da casa de vegetação.

<b>Horários</b>	<b>N</b>	<b>Número médio de abelhas</b>
7:00	15	5,32 ± 0,81 ab
8:00	15	2,92 ± 0,55 bc
9:00	15	0,80 ± 0,19 c
10:00	15	0,52 ± 0,09 c
11:00	15	5,60 ± 1,33 ab
12:00	15	4,52 ± 0,51 ab
13:00	15	1,32 ± 0,15 bc
14:00	15	3,48 ± 0,24 ab
15:00	15	5,88 ± 0,37 a

Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem a  $P < 0,05$ , pelo teste de Tukey-b.

Quando as colônias são confinadas em casa de vegetação muitas abelhas gastam a maior parte ou todo o seu tempo tentando escapar da casa, abandonam suas colmeias e acabam morrendo em seguida. Segundo FREE (1993), as abelhas talvez apresentem esse comportamento devido à temperatura elevada e à desorientação provocada pelo ambiente fechado. No entanto, experimentos realizados por SCRIVEN *et al.* (1961) e HAWKINS (1968), mostraram que colônias constituídas por muitas abelhas jovens, adaptaram-se rapidamente às condições de confinamento. Outras pesquisas mostraram

que quando as colônias são liberadas na casa de vegetação após escurecer, reduz-se a tendência das abelhas chocarem-se contra o vidro ou a tela. Essa tendência também é reduzida quando o teto é coberto durante os primeiros dias das abelhas dentro da casa de vegetação (HITCHINGS, 1941; CUYPERS, 1968 citados por FREE, 1993).

As abelhas começaram a visitar as flores de pimentão no quarto dia do período de adaptação (28/11 - 02/12), porém não coletaram nenhuma recompensa floral. Nesse período, as abelhas que se chocaram contra a tela quase sempre conseguiram localizar e escapar por pequenos orifícios. Apenas no sétimo dia após serem introduzidas na casa de vegetação, deram início à coleta de pólen e de néctar (FIGURA 5).

Nesse período foi possível observar a preferência das abelhas por plantas da mesma fileira ou de fileiras diferentes. Observou-se, portanto, que as abelhas só após visitarem, seguidamente, plantas vizinhas na mesma fileira, procuravam as plantas de fileiras adjacentes, antes de retornarem às colmeias. FREE (1953) citado por CAMARGO (1972), estudando a produção em diversas espécies e variedades frutíferas, concluiu que as abelhas ao saírem de uma planta, tendem a visitar a planta mais próxima.

Experimentos realizados no México com colônias de espécies de abelhas nativas do Brasil, colocadas pela primeira vez em estufa, mostraram que nas colônias de *Nannotrigona perilampoides*, as forrageadoras levaram oito semanas para iniciar a atividade de coleta de modo constante (MACIAS *et al*, 2001). Já em experimentos realizados no Brasil, verificou-se uma ampla variação no período de tempo necessário para o início do forrageamento, tanto entre as espécies, quanto entre colônias de uma mesma espécie: entre as colônias de *T. angustula* este período variou de um dia a três semanas, enquanto para *T. spinipes* foi de apenas quatro horas (MALAGODI-BRAGA e KLEINERT, 2002). Assim, pode-se afirmar que a abelha jandaíra inicia rapidamente a

coleta de pólen e de néctar, após ser colocada na casa de vegetação, comparado-se com outras espécies de abelhas sem ferrão.



FIGURA 5: Abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke), visitando a flor de pimentão.

Um aspecto das visitas realizadas por *M. subnitida* às flores de pimentão é que as abelhas forçavam os botões florais, os quais encontravam-se ainda fechados e, quando não conseguiam abri-los enfiavam a língua entre as pétalas para alcançar os nectários florais, localizados na base do ovário. Nesse caso, não ocorre a polinização. Fato semelhante também foi observado por CAMARGO (1972), o qual afirmou que tanto as espécies nativas como as abelhas melíferas podem preferir coletar néctar através de um orifício na corola, sem realizar, portanto, a polinização cruzada.

De acordo com os dados obtidos na TABELA 2, onde são apresentados os números das abelhas que efetivamente conseguiram fugir da casa de vegetação, o número médio de abelhas que conseguiam escapar pelos orifícios foi maior nos horários de 7:00 h, 12:00h e 15:00h, apresentando um padrão semelhante ao número médio de abelhas chocando-se na tela, nos respectivos horários.

TABELA 2: Número médio de abelhas que saíram por orifícios na casa de vegetação.

<b>Horários</b>	<b>N</b>	<b>Número médio de abelhas</b>
7:00	15	3,48 ± 0,79 a
8:00	15	0,00 ± 0,00
9:00	15	0,00 ± 0,00
10:00	15	0,28 ± 0,06 a
11:00	15	0,80 ± 0,19 a
12:00	15	1,08 ± 0,20 a
13:00	15	0,28 ± 0,06 a
14:00	15	0,00 ± 0,00
15:00	15	1,88 ± 0,25 a

Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem a  $P < 0,05$ , pelo teste de Tukey-b.

Além de apresentar esse comportamento na casa de vegetação, as abelhas sempre realizavam, diariamente, limpeza nas colmeias no período da manhã, principalmente nos horários compreendidos entre 9:00h e 11:00h, quando as operárias eram vistas carregando abelhas mortas e detritos para fora das colmeias.

#### **4.2. Padrão diário de forrageamento das abelhas**

A flor do pimentão (FIGURA 6) é perfeita e gamopétala, e apresenta corola de cor branca com 6 estames inseridos em sua base. Contém, ainda, um único estilo que é, usualmente, maior do que os estames. Cada antera é tubular e poricida, e sua deiscência ocorre através de uma fenda lateral (FREE, 1993; DAG e KAMMER, 2001).

A deiscência das anteras concentrou-se entre 7:00 h e 9:00 h, sendo o pólen a principal recompensa utilizada por *M. subnitida*. Apesar da flor do pimentão durar 48 h após a antese, todos os estames liberaram pólen no primeiro dia fazendo com que a flor não fosse procurada pelas abelhas no seu segundo dia de vida. O estigma apresentava-se viscoso e brilhante, aparentemente receptivo, às 7:30 h e permanecia assim até o início da tarde, por volta das 13:00 h.

As abelhas frequentaram as flores durante todo o dia, iniciando as visitas cedo da manhã, sendo comum o comportamento de operárias forçarem a entrada nas flores mesmo antes da antese. Observaram-se três picos de visitação em períodos distintos do dia, tendo os dois maiores ocorrido no momento da antese das flores (7:00 h), e no meio da tarde, a partir das 15:00 h, e o menor registrado ao meio dia (FIGURA 7). A preferência de *M. subnitida* por forragear nas horas mais frias do dia é bem documentada na literatura (BRUENING, 1990; ALVES, 2000).

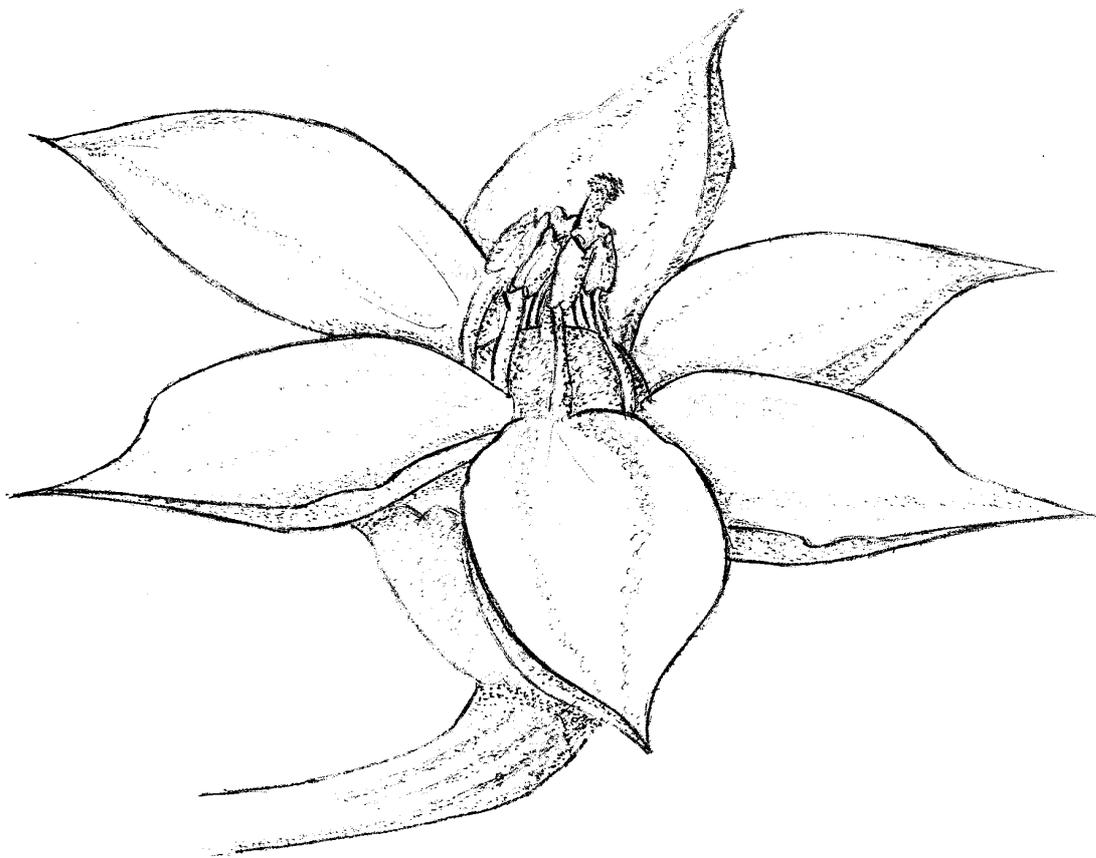


FIGURA 6: Desenho da flor de pimentão (*Capsicum annuum* L.)

Houve diferenças significativas ( $F_{8, 261} = 2,73$ ,  $P < 0,05$ ) entre o número médio de abelhas que freqüentaram as flores do pimentão ao longo do dia (TABELA 3). Os horários de 7:00 h, 14:00 h e 15:00 h foram os de maior atividade das abelhas e não diferiram entre si, enquanto que 8:00 h, 9:00 h e 13:00 h apresentaram a menor freqüência pelas abelhas, apesar de não diferirem significativamente ( $P > 0,05$ ) dos horários de 10:00 h e 11:00 h. Baseado nos resultados acima, pode-se concluir que o padrão de atividade das abelhas jandaíra no pimentão ocorre durante todo o dia, com um maior freqüência nos horários acima especificados.

Porém, as abelhas coletaram pólen, principalmente no início da manhã, e no decorrer do dia coletam néctar e pólen como recompensas florais. Essa observação está de acordo com RABINOWITCH *et al.* (1993) que observaram que no pimentão a produção de néctar é maior ao meio-dia e no início da tarde, em comparação com as primeiras horas da manhã, havendo uma alta correlação entre o volume de néctar e a concentração de açúcar, a qual aumentaria durante o decorrer do dia. Segundo FREE (1993), os fatores mais importantes que influenciam na atratividade do néctar são a sua abundância e concentração de açúcar. No entanto, essa atratividade pode variar em diferentes horários do dia e em diferentes estágios de florescimento.

Experimentos realizados na Costa Rica, mostraram que várias espécies de abelhas do gênero *Melipona*, dentre elas *M. fasciata*, *M. beechei* e *M. favosa*, costumam coletar pólen no início do dia. Porém, em um ambiente experimental fechado, como uma casa de vegetação, sem outros insetos competidores, a espécie *M. favosa* não coletou pólen logo no início da manhã (BRUIJN e SOMMEIJER, 1997). Esse comportamento divergiu daquele observado em *M. subnitida*, no presente trabalho.

Já PEREBOOM (1994), estudando *M. favosa*, em casa de vegetação, em um clima tropical, observou que a atividade de vôo dessa espécie parece não ser afetada pelas condições meteorológicas e permaneceu constante durante todo o dia, provavelmente devido às quantidades e concentrações de alimento oferecidas também permanecerem constantes.

Experimentos conduzidos no Canadá com *Bombus impatiens* na cultura do pimentão sob cultivo protegido, mostraram que a maior atividade dessas abelhas ocorreu entre 11:00h e 13:00h (RYLSKI, 1986, citado por MEISELS e CHIASSON, 1997). Porém, naquela localidade esse horário apresenta temperaturas médias mais amenas do que nas condições do presente experimento, mas já havia liberação de pólen e néctar no horário visitado pelas abelhas.

A baixa frequência de *M. subnitida* às flores de pimentão está de acordo com os experimentos realizados por SCRIVEN *et al.* (1961); DERBY (1962) e NYE (1962) citados por FREE (1993), os quais mostraram que poucas abelhas saem para o pastejo, em determinados horários do dia quando estão confinadas, além de ocorrer uma alta mortalidade dentro da casa de vegetação.

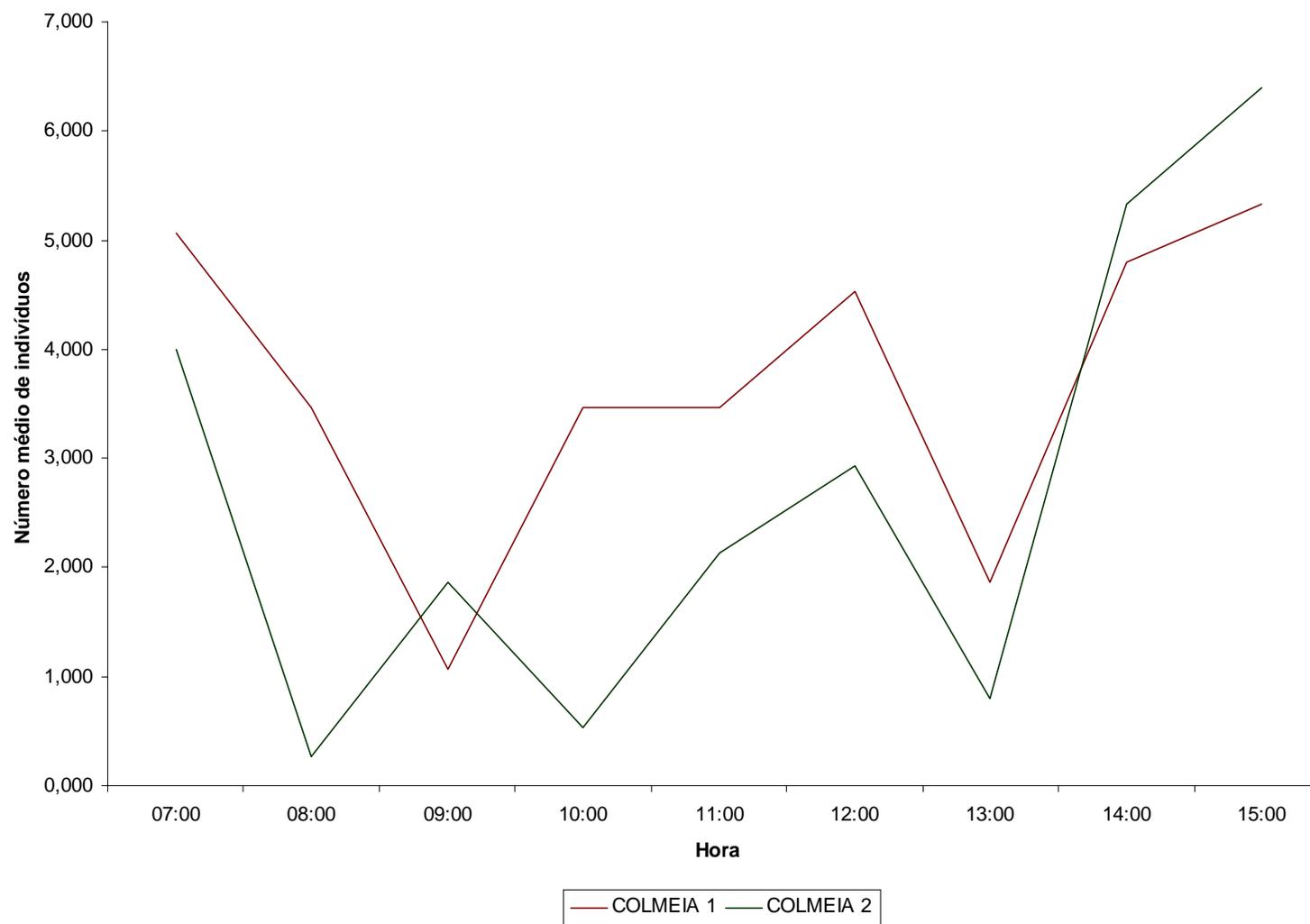


FIGURA 7: Número médio de abelhas saindo de cada colmeia por hora para forragear na cultura do pimentão (82,75 m<sup>2</sup>).

TABELA 3: Número médio de abelhas, considerando as duas colméias, saindo para pastejar a cada intervalo de uma hora.

<b>Horários</b>	<b>N</b>	<b>Número médio de abelhas</b>
7:00	30	4,52 ± 0,30 ab
8:00	30	1,88 ± 0,24 cd
9:00	30	1,48 ± 0,15 cd
10:00	30	2,00 ± 0,15 bcd
11:00	30	2,80 ± 0,26 bcd
12:00	30	3,72 ± 0,25 abc
13:00	30	1,32 ± 0,16 d
14:00	30	5,08 ± 0,33 ab
15:00	30	5,88 ± 0,40 a

Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem a  $P < 0,05$ , pelo teste de Tukey-b.

### **4.3. Eficiência de polinização da abelha jandaíra na cultura do pimentão**

#### **4.3.1. Vingamento dos frutos**

Todos os quatro tratamentos de polinização aplicados nesse experimento proporcionaram vingamento de frutos, não havendo diferenças significativas entre eles ( $\chi^2 = 1,843$ ,  $gl = 3$ ,  $P < 0,05$ ) no percentual de vingamento, conforme se constata na TABELA 4.

TABELA 4: Vingamento de frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.) oriundos de polinização por abelhas, polinização cruzada manual, autopolinização manual e polinização restrita.

Tratamentos	Nº de flores por tratamento	Vingamento	%
Polinização cruzada manual	50	41	82 a
Polinização por abelhas	60	42	70 a
Polinização restrita	50	37	74 a
Autopolinização manual	66	45	68 a

Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem a  $P < 0,05$  ( $\chi^2 = 1,843$ , gl = 3).

Experimentos realizados por RUIJTER *et al.* (1991) citados por FREE (1993) usando abelhas melíferas para polinização de pimentão em casa de vegetação, também não observaram aumento no percentual de frutos produzidos. Já DAG e KAMMER (2001) comparando a efetividade das abelhas *Apis mellifera* e *Bombus terrestris*, na polinização do pimentão, sob cultivo protegido, encontraram que a produtividade média da área onde encontravam-se as abelhas melíferas (22,6 Kg por fileira) foi semelhante à produtividade na área com *Bombus terrestris* (23,4 Kg). No entanto, ambos os tratamentos mostraram-se significativamente superiores ( $P < 0,05$ ) ao tratamento sem abelhas (17,5 Kg). Portanto, *M. subnitida* não foi eficiente em aumentar o número de frutos vingados de pimentão em comparação aos demais tratamentos, apesar de aumentos de produtividade já terem sido verificados em outras culturas de importância econômica de polinização predominantemente autógama, como o algodão (*Gossypium hirsutum*), o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e o tomate (*Lycopersicon esculentum*) (DAG e KAMMER, 2001; SPANGLER e MOFFETT, 1997; CRIBB, 1990).

#### 4.3.2. Peso médio dos frutos

O efeito dos tratamentos de polinização proporcionou diferenças significativas quanto ao peso médio dos frutos ( $F_{3, 143} = 17,24$ ,  $P < 0,05$ ). O tratamento de polinização cruzada apresentou o maior peso médio, apesar de não diferir estatisticamente do tratamento de polinização por abelhas e de autopolinização manual (TABELA 5). No entanto, os tratamentos de polinização cruzada e por abelhas apresentaram diferenças significativas com relação ao peso médio dos frutos oriundos da polinização restrita.

TABELA 5. Peso médio dos frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.) oriundos de polinização por abelhas, polinização cruzada manual, autopolinização manual e polinização restrita .

Tratamentos	Nº de frutos	Peso médio do fruto (g)
Polinização cruzada manual	41	55,53 ± 2,77 a
Polinização por abelhas	42	53,16 ± 2,71 a
Autopolinização manual	27	47,86 ± 2,68 ab
Polinização restrita	37	40,99 ± 2,83 b

Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem a  $P < 0,05$ , pelo teste de Tukey-b.

Esses resultados estão de acordo com os experimentos realizados por SHIPP *et al.* (1994), que utilizaram as abelhas *Osmia cornifrons*, *Megachile rotundata* e *Apis mellifera* L., na polinização de pimentão em casa de vegetação. Esses autores constataram que a polinização com abelhas aumentou o peso dos frutos comparado com o de frutos oriundos da polinização restrita.

Em experimentos realizados por SPANGLER e MOFFETT (1977) no Arizona, EUA, observou-se que quando uma colônia de abelha melífera foi confinada com plantas de tomate, também uma cultura autógama, flores expostas às visitas de abelhas produziram frutos 22% mais pesados do que flores ensacadas que não receberam visitas.

Outras pesquisas realizadas com tomates em casa de vegetação, mostraram que os efeitos combinados do uso de abelhas e de vibradores elétricos, com relação ao número de frutos por planta, peso por fruto e peso dos frutos por planta foram superiores aos outros tratamentos, que utilizaram apenas abelhas, apenas vibradores e ausência de abelhas e de vibradores, respectivamente (NEISWANDER, 1954, citado por FREE, 1993).

A eficiência da polinização por abelhas, com relação ao peso dos frutos, também foi observada na Bélgica, onde experimentos compararam a produtividade de melão (*Cucumis melo* L.), cultivado em casa de vegetação, com e sem abelhas melíferas (LEMASSON, 1987). Os resultados mostraram que a presença de abelhas aumentou o peso dos frutos por planta e o peso por fruto. O mesmo ocorreu com experimentos realizados com abacate (*Persea americana*), nos quais a presença de abelhas melíferas na cultura, aumentou o peso médio por fruto (VITHANAGE, 1986).

Dessa forma, apesar do pimentão ser uma planta autógama e não apresentar diferenças estatísticas quanto ao número de frutos vingados com ou sem a presença de abelhas (TABELA 4), seus frutos são significativamente ( $P < 0,05$ ) mais pesados quando as flores recebem polinização cruzada manual ou por *M. subnitida*.

#### 4.3.3. Tamanho médio dos frutos

##### 4.3.3.1. Comprimento médio dos frutos

O comprimento médio dos frutos não diferiu significativamente entre os tratamentos de polinização ( $F_{3, 143} = 4,16$ ,  $P < 0,05$ ), como se observa na TABELA 6.

TABELA 6. Comprimento médio dos frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.) oriundos de polinização por abelhas, polinização cruzada manual, autopolinização manual e polinização restrita.

Tratamentos	Nº de frutos	Comprimento médio do fruto (cm)
Polinização cruzada manual	41	5,88 ± 0,17 a
Polinização por abelhas	42	5,72 ± 0,14 a
Autopolinização manual	27	5,60 ± 0,21 a
Polinização restrita	37	5,66 ± 0,18 a

Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem a  $P < 0,05$ , pelo teste de Tukey-b.

O comprimento médio dos frutos parece não ser afetado pelo tipo de polinização ocorrido nas plantas de pimentão. No entanto, JARLAN *et al.* (1997), observaram que a polinização de pimentão por moscas da espécie *Eristalis tenax*, aumentou o comprimento, o peso e a circunferência dos frutos tendo, portanto, um impacto positivo nas características físicas dos frutos.

#### 4.3.3.2. Diâmetro médio dos frutos

O resultado da análise de variância do diâmetro médio dos frutos mostrou diferenças significativas entre os tratamentos ( $F_{3, 143} = 12,61$ ,  $P < 0,05$ ), tendo sido observado um padrão semelhante aos resultados descritos anteriormente para o peso médio dos frutos (TABELA 7), o que pode justificar as diferenças observadas no peso médio dos frutos de cada tratamento. Assim, o tratamento de polinização cruzada proporcionou maior diâmetro médio, apesar de não diferir estatisticamente do tratamento de polinização por abelhas e de autopolinização manual (TABELA 7). No entanto, os tratamentos de polinização cruzada e por abelhas apresentaram diferenças significativas com relação ao diâmetro médio dos frutos oriundos da polinização restrita (FIGURA 8).

TABELA 7. Diâmetro médio dos frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.) oriundos de polinização por abelhas, polinização cruzada manual, autopolinização manual e polinização restrita.

Tratamentos	Nº de frutos	Diâmetro médio do fruto (cm)
Polinização cruzada manual	41	5,22 ± 0,13 a
Polinização por abelhas	42	5,40 ± 0,10 a
Autopolinização manual	27	5,09 ± 0,18 ab
Polinização restrita	37	4,88 ± 0,11 b

Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem a  $P < 0,05$ , pelo teste de Tukey-b.

Os resultados aqui encontrados corroboram pesquisas de SHIPP *et al.* (1994) que encontraram aumento na proporção de frutos largos e extra-largos na polinização de pimentão em casa de vegetação com abelhas solitárias (*Osmia cornifrons* e *Megachile rotundata*) e *Apis mellifera* L., quando comparados com frutos oriundos da polinização restrita.

Em diversos experimentos já realizados utilizando-se abelhas na polinização de culturas agrícolas, espécies como *Vicia faba*, *Brassica napus*, *Helianthus annuus*, *Allium cepa* e *Fragaria x ananassa*, tiveram a qualidade das sementes e/ou dos frutos aumentada após a polinização realizada por abelhas, principalmente em *Fragaria x ananassa*, a qual teve o tamanho da infrutescência aumentado após dez visitas de *Apis mellifera* ou trinta visitas de *Trigona* às flores (FREE e WILLIAMS, 1976; STODDARD e BOND, 1987; WILLIAMS *et al.*, 1987; FREE, 1993; RICHARDS, 2001).

O efeito da polinização sobre a fixação do fruto e a influência da semente resultante sobre o seu crescimento fazem com que a polinização seja considerada uma fase decisiva no cultivo de muitas espécies vegetais. Há evidências de que um aumento da densidade do pólen no estigma assegura uma maior resposta de crescimento do

ovário, maior número de sementes e, conseqüentemente, maior tamanho do fruto (JANICK, 1966).

#### 4.3.4. Número médio de sementes por fruto

O número médio de sementes por fruto diferiu significativamente entre os tratamentos ( $F_{3, 143} = 29,66$ ,  $P < 0,05$ ). Os tratamentos de polinização cruzada, polinização por abelhas e autopolinização manual, apresentaram o maior número de sementes e não diferiram entre si, mas todos foram significativamente maiores ( $P < 0,05$ ) do que o tratamento de polinização restrita (TABELA 8).

TABELA 8. Número médio de sementes por fruto de pimentão (*Capsicum annuum* L.) oriundos de polinização por abelhas, polinização cruzada manual, autopolinização manual e polinização restrita.

Tratamentos	Nº de frutos	Nº médio de sementes por fruto
Polinização cruzada manual	41	135,95 ± 8,05 a
Polinização por abelhas	42	137,83 ± 9,44 a
Autopolinização manual	27	126,52 ± 12,91 <sup>a</sup>
Polinização restrita	37	74,16 ± 6,75 b

Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem a  $P < 0,05$ , pelo teste de Tukey-b.

Os resultados deste trabalho corroboram os obtidos por MARCELIS e HOFMAN-EIJER (1997) que observaram que no pimentão o número de sementes e o peso total das sementes por fruto aumentaram com a quantidade de pólen recebida pelo estigma. O presente trabalho mostra que os tratamentos onde foram depositados nos estigmas um grande número de grãos de pólen, como a polinização cruzada manual e a visitação por abelhas, apresentaram o maior número de sementes.

MEISELS e CHIASSON (1997), observaram que a polinização realizada por *Bombus impatiens* nas flores de pimentão produziu um número significativamente

maior de sementes por fruto, comparado à polinização natural que ocorreu dentro da casa de vegetação, sendo, portanto, essa espécie considerado um eficiente polinizador de pimentão sob cultivo protegido, da mesma forma que *M. subnitida* também mostrou-se eficiente nesse aspecto.

RUIJTER *et al.* (1991) citados por FREE (1993) também observaram que a polinização de *Capsicum annuum*, em casa de vegetação, por abelhas melíferas originou frutos grandes e com maior número de sementes.

O aumento da quantidade de pólen no estigma assegura, de uma forma geral, uma maior quantidade de tubos polínicos e fecundação dos óvulos, levando a um maior número de embriões, com conseqüente crescimento do ovário e maior tamanho do fruto, em função de uma maior quantidade de auxinas tanto no pólen quanto nos embriões em desenvolvimento. Além disso, o papel das sementes é de grande relevância no processo de formação dos frutos, uma vez que, frutos mal constituídos resultam de uma distribuição desigual das sementes (JANICK, 1966). Assim, com a polinização bem sucedida da flor, ocorre um rápido aumento de crescimento do ovário e as sementes resultantes da fecundação produzem hormônios vegetais que promovem o crescimento do fruto. No entanto, o estímulo da auxina no estabelecimento de frutos não provém somente do pólen, mas também do próprio ovário e a polinização estimula a formação de auxina pelo ovário (FERRI, 1985).

Experimentos têm comprovado o papel das abelhas no aumento da quantidade, qualidade e peso de sementes de várias culturas, como cebola (*Allium cepa* L.), soja (*Glycine max* L.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.), *Citrus*, etc. (WAFI e IBRAHIM, 1960; POULSEN, 1975; RASHAD *et al.*, 1978; WOYKE, 1981; FREE, 1993).

SHIPP *et al.*, (1994), afirmam ainda que os benefícios da polinização mecânica e da polinização realizada por abelhas, comparados com a auto-polinização, são

amplamente maiores quando as plantas estão sob stress ambiental, como por exemplo, temperatura e umidade relativa elevadas. Essas condições prevaleceram durante a condução do presente trabalho, e podem explicar o baixo desempenho da autopolinização realizada pela própria planta (polinização restrita).

#### 4.3.5. Deformação dos frutos

Houve diferenças significativas ( $\chi^2 = 13,09$ ,  $gl=3$ ,  $P < 0,01$ ) nos percentuais de frutos deformados obtidos em função dos quatro tratamentos (TABELA 9). Os frutos oriundos dos tratamentos de polinização cruzada manual e de polinização por abelhas, apresentaram o menor percentual de deformação e não diferiram entre si, mas foram significativamente ( $P < 0,01$ ) diferentes dos tratamentos de auto polinização manual e polinização restrita (FIGURA 9).

TABELA 9. Percentual de deformação dos frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.) oriundos de polinização por abelhas, polinização cruzada manual, autopolinização manual e polinização restrita.

Tratamentos	Nº de frutos	% de frutos deformados
Polinização cruzada manual	32	13 <sup>a</sup>
Polinização por abelhas	59	17 <sup>a</sup>
Autopolinização manual	33	45 <sup>b</sup>
Polinização restrita	50	48 <sup>b</sup>

Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem a  $P < 0,01$ . ( $\chi^2 = 13,09$ ,  $gl= 3$ ).

Esses resultados estão de acordo com experimentos realizados por RUIJTER *et al.* (1991) citados por FREE (1993), os quais também observaram que a polinização de *Capsicum annuum*, em casa de vegetação, por abelhas melíferas originou frutos grandes, com maior número de sementes e poucos frutos malformados.

Outros experimentos realizados com diversas culturas como o pêssego (*Prunus persica*), maçã (*Malus domestica*) e pêra (*Pyrus communis*), mostraram que uma polinização inadequada leva à malformação de frutos (TUKEY, 1936; SCHANDER, 1955; HORTIC. EDUC. ASSOCIATION, 1961, citados por FREE, 1993).

Porém, as condições ambientais, principalmente as temperaturas extremas, podem causar deformações no ovário em seus estágios iniciais, resultando em frutos deformados (RYLSKI e SPIGELMAN, 1982). No presente experimento, as temperaturas foram bastante elevadas (33°C), o que poderia levar a supor que tenham tido alguma influência na malformação dos frutos. No entanto, como todas as plantas estavam submetidas às mesmas condições ambientais, as significativas diferenças observadas entre os tratamentos só podem ser explicadas em função de diferenças na eficiência de polinização dos mesmos, haja vista que as altas temperaturas foram infligidas à todos por igual. Assim, *M. subnitida* mostrou-se tão eficiente quanto a polinização cruzada manual na redução significativa ( $P < 0,01$ ) de frutos malformados.



FIGURA 8: Exemplo da qualidade dos frutos em função do tipo de polinização: A - Polinização por abelhas; B - Polinização restrita.



FIGURA 9: Exemplo da qualidade dos frutos oriundos do tratamento de autopolinização manual

## 5. CONCLUSÕES

1. A abelha jandaíra adapta-se bem ao uso em casa de vegetação podendo ser utilizada para polinização de culturas sob cultivo protegido;
2. O uso de jandaíra para a polinização do pimentão não contribui para o aumento no número de frutos produzidos, mas proporciona frutos mais pesados e com um maior número de sementes;
3. A polinização do pimentão por abelhas jandaíra reduz significativamente a quantidade de frutos malformados, melhorando o seu valor comercial;
4. A abelha jandaíra é um polinizador eficiente de pimentão e sua presença em cultivos, sob ambiente protegido, deve ser estimulada.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIDAR, D.S. Estimativa do número de alelos sexuais XO em população de *Tetragonisca angustula angustula* Lat. (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Revista Mensagem Doce**. 65: 2-14, 2002.

ALVES, J.E. **Eficiência de cinco espécies de abelhas na polinização da goiabeira (*Psidium guajava* L.)**. 2000. 82p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2000.

BALESTIERI, J.B.P. et al. Levantamento de abelhas Euglossinae ao longo do transecto Dourados – Sidrolândia - Campo Grande / MS, associado à linha de instalação do gasoduto. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 2002, Campo Grande. **Anais...**Campo Grande: Confederação Brasileira de Apicultura, 2002. P. 45.

BARROS, J.R.S. **Genética da capacidade de produção de mel com abelhas *Melipona scutellaris*, com meliponicultura migratória e sua adaptabilidade no Sudeste do Brasil**. 1994. 149p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Fac. Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – UNESP, Jaboticabal (SP). 1994.

BOONITHEE, A.; JUNTAWONG, N.; PECHHACKER, H.; HÜTTINGER, E. Floral visits to select crops by four *Apis* species and *Trigona* sp. in Thailand. Int. Symp. Pollin., 6<sup>th</sup>, Tilburg. **Acta Hort**. 288: 74-80. 1991.

BRUENING, H. **Abelha jandaíra**. Mossoró: Ed. Vingt-Un Rosado. 181p. 1990.

BRUIJN, L.L.M.; SOMMEIJER, M. J. Colony foraging in different species of stingless bees (Apidae, Meliponinae) and the regulation of individual nectar foraging. **Insects Sociaux**. V. 44, 1: 35-47. 1997.

BUCHMANN, S.E.; NABHAN, G.P. **The forgotten pollinators**. Island Press. Washington, DC, USA. 1996. 292p.

CAMARGO, J.M.F. **Manual de apicultura**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres. 252p. 1972.

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

CORTOPASSI-LAURINO, M.; ROSSO, J.M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Meliponicultores do Brasil. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 2002, Campo Grande. **Anais...**Campo Grande: Confederação Brasileira de Apicultura, 2002. P. 119.

COUTO, R.H.N. Manejo de colmeias de abelhas africanizadas para polinização. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 1998, Salvador (BA). **Anais...**Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura. 1998. p. 129 – 133.

\_\_\_\_\_ Polinização com abelhas *Apis mellifera* e abelhas sem ferrão. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 2002, Campo Grande. **Anais...**Campo Grande: Confederação Brasileira de Apicultura, 2002. p. 251-256.

CRIBB, D. Pollination of tomato crops by honeybees. **Bee Craft**. 72: 228-231. 1990.

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

FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1985. 401p.

FREE, J.B.; WILLIAMS, I.H. Pollination as a factor limiting the yield of field beans (*Vicia faba* L.). **Journal of Agriculture Science**. 87: 395 - 399. 1976.

FREE, J.B.; WILLIAMS, I.H. **The pollination of crops by bees**. Apimondia Publishing House. Bucharest, Hungary. 14p. 1977.

FREE, J.B. **Insect pollination of crops**. 2. Ed. London: Academic Press, 1993. 684p.

FREITAS, B.M. **The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica* Borkh) and cashew (*Anacardium occidentale* L.)**. 1995. 197p. University of Wales, Cardiff, UK.

\_\_\_\_\_ As abelhas e o aumento da produção agrícola. In: I CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL. 1998. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SNPA. 1998. p.385-389.

\_\_\_\_\_ A polinização com abelhas: quando usar *Apis* ou meliponíneos. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 2002, Campo Grande. **Anais...**Campo Grande: Confederação Brasileira de Apicultura, 2002. p. 247-250.

FREITAS, B.M.; PAXTON, R.J. The role of wind and insect in cashew (*Anacardium occidentale* L.) pollination in NE Brazil. **Journal of Agricultural Science**. Cambridge, 126: 319-326. 1996.

FREITAS, M.F.; MARINHO, I.V.; ARAÚJO, W.S. Avaliação de colmeias de jandaíra (*Melipona subnitida*), procedentes de divisões, no Meliponário Escola da UFPB, Campus VII, Patos- PB. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 2002, Campo Grande. **Anais...**Campo Grande: Confederação Brasileira de Apicultura, 2002. p. 104.

GONÇALVES, J.A. Ocorrência e abundância de abelhas indígenas no Estado do Ceará (Brasil). **Coleção Cearense de Agronomia**. Fortaleza/CE. Junho, p. 1-13. 1973.

HAWKINS, R.P. Honeybees as pollinators in greenhouses. **Journal of Apiculture Research**. 49:157. 1968.

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

HOLANDA-NETO, J.P. O papel do comportamento de pastejo da abelha melífera (*Apis mellifera* L.) e o tipo de polinização na produtividade do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.). 1999. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 1999.

JANICK, J. **A ciência da horticultura**. Rio de Janeiro: USAID, 1966. 485p.

JARLAN, A.; DE OLIVEIRA, D.; GINGRAS, J. Pollination of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) in greenhouse by the syrphid fly *Eristalis tenax* L. Proceedings of the International Symposium on Pollination. **Acta Hort.** 437: 425-429, 1997.

KATO, E.C. **Polinização em melão (*Cucumis melo* L.) no Nordeste (campo aberto) e Sul (estufa) do Brasil, testando atrativo para *Apis mellifera***. 1997. 82p. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 1997.

KEVAN, P.G.; STRAVER, W.A.; OFFER, M.; LAVERTY, T.M. Pollination of greenhouse tomatoes by bumblebees in Ontario. **Proc. Entomol. Soc. Ontario.** 122: 15-19. 1991c.

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

LEMASSON, M. Intérêt de l'abeille mellifère (*Apis mellifera*) dans la pollinisation de cultures en serre de cornichon (*Cucumis sativus*), de melon (*Cucumis melo*) et de tomate (*Lycopersicum esculentum*). **Revue de l'Agriculture.** 40: 915-924. 1987.

LEVCHENKO, I.A. The distance bees fly for nectar. **Pchelovodstvo Mosk.** 36: 37-38. 1959.

MACHADO, C.P. Brazilian bee biodiversity: what has been done and what is to be done. In: V ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 2002, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: USP, 2002, p. 95-107.

MACIAS, M.J.O.; QUEZADA-EUAN, J.J.G.; PARRA-TABLA, V.; REYES, O.V. Comportamiento y eficiencia de polinización de las abejas sin aguijón (*Nannotrigona perilampoides*) en el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum*) bajo condiciones de invernadero en Yucatan, Mexico. In: II Seminario Mexicano sobre abejas sin aguijón. **Memories...** Yucatan, Mexico. p. 119 - 124. 2001.

MAETA, Y.T. et al. Utilization of the Brazilian stingless bee *Nannotrigona testaceicornis* as a pollinator of strawberries. **Honeybee Sci.** 13: 71-78. 1992.

MALAGODI-BRAGA, K.S.; KLEINERT, A.M.P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Stingless bees: Greenhouse pollination and meliponiculture. In: IV ENCONTRO

SOBRE ABELHAS, 2000, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: USP, 2000. p.145-150.

MALAGODI-BRAGA, K.S.; KLEINERT, A.M.P. Os meliponíneos como polinizadores em estufas. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 2002, Campo Grande. **Anais...**Campo Grande: Confederação Brasileira de Apicultura, 2002. p. 204-208.

MARCELIS, L.F.M.; HOFMAN-EIJER, B.L.R. Effects of seed number on competition and dominance among fruits in *Capsicum annuum* L. **Annals of Botany**. 79: 687-693. 1997.

McGREGOR, S.E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. USDA Agriculture Handbook. N° 494. 411p.1976.

MEISELS, S.; CHIASSON, H. Effectiveness of *Bombus impatiens* Cr. As pollinators of greenhouse sweet peppers (*Capsicum annuum* L.). Proceedings of the International Symposium on Pollination. **Acta Hort**. 437: 425-429, 1997.

NANNETTI, D.C. **Nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação na produção, nutrição e pós-colheita do pimentão**. 2001. 184p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2001.

O'TOOLE, C. Who cares for solitary bees? **Forage for bees in na Agricultural Landscape**. Ed. A. Mathesen, p. 47-56. IBRA. Cardiff. 1994.

PEROBOOM, Z. Recruitment and flight activity of *Melipona favosa*. **Pegone**. 2: 5-6. 1994.

POULSEN, M.H. Pollination, seed setting, cross-fertilisation and inbreeding in *Vicia faba* L. **Z. Pfl Zücht**. 74: 97 - 118. 1975.

RABINOWITCH, H.D.; FAHN, A.; TALMEIR e LENSKY, Y. Flower and nectar attributes of pepper (*Capsicum annuum* L.) plants in relation to their attractiveness to honey bees (*Apis mellifera* L.). **Annals of applied biology**. 123: 221-232. 1993.

RASHAD, S.E. EWIES, M.A.; RABIE, H.G. Pollinators of peanut (*Arachis hypogaea* L.) and the effect of honeybees on its yield. In: Ivth International Symposium on Pollination. **Special Miscellaneous Publication I**. p. 231 - 239. 1978.

RASMUSSEN, K. Pollination of pepper: results from two years experiment. **Gartner Tidende**. 101: 830-831. 1985.

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

REIFSCHNEIDER, F.J.B. et al.. **Capsicum – pimentas e pimentões no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia / Embrapa Hortaliças, 2000. 133p.

RICHARDS, A.J. Does low biodiversity resulting from modern agricultural practice affect crop pollination and yield? **Annals of Botany**. 88: 165-172, 2001.

RYLSKI, I; SPIGELMAN, M. Effects of different diurnal temperature combinations on fruit set of sweet pepper. **Scientia Horticulturae**. 17: 101-106. 1982.

SARAIVA, A.M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Webbee: Uma rede de informações sobre biodiversidade brasileira em abelhas nativas. In: V ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 2002, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: USP, 2002. p.108-113.

SCHLINDWEIN, C. A importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. In: IV ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 2000, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: USP, 2000. p.131-141.

SCRIVEN, W.A.; COOPER, B.A.; ALLEN, H. Pollination of field beans. **Outl. Agriculture**. 3: 69-75. 1961.

SHIPP, J.L.; WHITFIELD, G.H.; PAPADOPOULOS, A.P. Effectiveness of the bumble bee, *Bombus impatiens* Cr. (Hymenoptera: Apidae), as a pollinator of greenhouse sweet pepper. **Scientia Horticulturae**. 57: 29-39. 1994.

SILVA, M.A.G. et al. Rendimento e qualidade de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido, em função do nitrogênio e potássio aplicados em cobertura. **Scientia Agricola**. 56: 1199-1207, 1999.

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**. 31: 141-142. 2000.

SOMMER, P.G. Panorama da apicultura mundial. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 2002, Campo Grande. **Anais...**Campo Grande: Confederação Brasileira de Apicultura, 2002. p. 209-213.

SPANGLER, H.G.; MOFFETT, J.O. Honey bee visits to tomato flowers in polyethylene greenhouses. **Am. Bee Journal**. 117: 580-582. 1977.

STODDARD, F.L.; BOND, D.A. The pollination requirements of the faba bean. **Bee World**. 68: 144-152. 1987.

TORCHIO, P.F. Diversification of pollination strategies for US crops. **Environmental Entomology**. 19: 1649-1656. 1990.

TORRES FILHO, J. **Medidas de controle integrado para a murcha do pimentão por *Phytophthora capsici***. Fundação Cearense de Amparo à Pesquisa: Sinopse de Pesquisas, Fortaleza, 87p. 1998.

VITHANAGE, H.I.M.V. Insect pollination of avocado and macadamia. **Acta Horticulturae**. 175: 97-101. 1986.

ZANELLA, F.C.V. **Apifauna da Caatinga (NE do Brasil): Biogeografia histórica, incluindo um estudo sobre a sistemática, filogenia e distribuição das espécies de Caenomada Ashmead, 1899 e Centris (Paracentris) Cameron, 1903 (Hymenoptera, Apoidea, Apidea).** 1999. 162p. (Tese de Doutorado). FCLRP/USP, Ribeirão Preto. 1999.

WAFI, A.K.; IBRAHIM, S.H. Effect of the honeybee as a pollinating agent on the yield of orange. **Elfelaha (jan/feb).**1960.

WILLIAMS, I.H.; MARTIN, A.P.; WHITE, R.P. The effect of insect pollination on plant development and seed production in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) **Journal of Agricultural Science.** 109: 135-139. 1987.

WITTMAN, D. Conservation of pollinators and landscape management. In: IV ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 2000, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: USP, 2000. p.144.

WOYKE, H.W. Some aspects of the role of the honeybee in onion seed production in Poland. **Acta Horticulture.** 111: 91 - 98. 1981.