

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

EFEITO DO NÚMERO DE VISITAS DA ABELHA JANDAÍRA (*Melipona subnitida* Ducke) NA POLINIZAÇÃO DO PIMENTÃO (*Capsicum annum* L.) EM CASA DE VEGETAÇÃO.

Eva Monica Sarmiento da Silva

**FORTALEZA
2004**

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

Eva Monica Sarmiento da Silva

EFEITO DO NÚMERO DE VISITAS DA ABELHA JANDAÍRA (*Melipona subnitida* Ducke) NA POLINIZAÇÃO DO PIMENTÃO (*Capsicum annum* L.) EM CASA DE VEGETAÇÃO.

**FORTALEZA
2004**

Eva Monica Sarmiento da Silva

EFEITO DO NÚMERO DE VISITAS DA ABELHA JANDAÍRA (*Melipona subnitida* DUCKE) NA POLINIZAÇÃO DO PIMENTÃO (*Capsicum annuum* L.) EM CASA DE VEGETAÇÃO.

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: Breno Magalhães Freitas

FORTALEZA
2004

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

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

Eva Monica Sarmento da Silva

Dissertação aprovada em: ___/___/___.

Breno Magalhães Freitas, PhD

Orientador

Luís Antônio da Silva, D.Sc
Conselheiro

Adriana Evangelista -Rodrigues, D.Sc
Conselheira

“Eu a preferi aos cetros e tronos, e avaliei a riqueza como um nada ao lado da sabedoria. Não comparei a ela a pedra preciosa, porque todo o ouro ao lado dela é apenas um pouco de areia, e porque a prata diante dela será tida como lama”. Sabedoria (7, 8-10)

A Deus pelo dom da vida e da sabedoria.

Aos meus pais Francisco Furtado da Silva e Maria José Sarmiento da Silva, pelo incentivo, e por tudo que fizeram para minha realização pessoal e profissional.

Aos meus sobrinhos Antônio José Nóbrega, Ana Karoline Sarmiento e Heitor Sarmiento, pelo carinho.

Aos meus irmãos, Maria do Socorro Sarmiento, Tânia Maria Sarmiento, Aldair José Sarmiento, Gerlania Sarmiento, Francisco Furtado, Maria José Sarmiento, Gorete Sarmiento, pelo carinho e apoio nos momentos difíceis.

Aos meus avós Francisco Marques Furtado e Generosa Maria de Jesus, pelo apoio.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A realização do presente trabalho não seria possível sem a participação de várias pessoas às quais agradeço:

À Universidade Federal do Ceará, através do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, pela possibilidade da realização da presente dissertação.

Ao Professor Breno Magalhães Freitas, pelo apoio, orientação, paciência e, seus conhecimentos científicos para conclusão deste trabalho.

Aos Professores Luís Antônio da Silva e Adriana Evangelista-Rodrigues, pelas valiosas sugestões e contribuições a este trabalho.

Aos Professores José Neuman Neiva Miranda, Sônia Maria Pinheiro, Elisa Modesto, Mariângela Valente, pelo apoio incondicional e sincera amizade.

Aos alunos do grupo de pesquisa com abelhas Igor Torres, Thiago Mahlmann, e em especial Isac Gabriel A. Bonfim, pela contribuição para realização deste trabalho.

À Cristiane Freire Pamplona e Gyselle Aguiar pela amizade e ajuda que me foram imprescindíveis.

Aos amigos Karoline Paiva, Rossana Herculano, Ecildeide Mamede, Salete Alves, Guaraciaba Santana, Heloísa Melo, Davi Aquino, Reinaldo Leal, Cícero Terceiro, Carlos Eduardo de Souza, Aletheia Carizia de Lima.

A Albanita Loreto, por suas orações.

Aos amigos de mestrado Silvana Bastos, Carlos Henrique Malhado, Marcio José Peixoto, Rodrigo Gregório da Silva, Francisco Canindé de Sousa, José Hernandes Rufino, Roberto Carvalho, Luis Carlos Leal, Vânius Buzati.

Aos amigos da Apicultura Raimundo Maciel Sousa, Júlio Otávio Portela Pereira, Fábria Melo Pereira, em especial Darci de Oliveira Cruz pela ajuda para realização deste trabalho.

Aos Funcionários do setor da Horta Didática da UFC, pelo apoio.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, Helena Cruz, Roseane Sousa, Marleide, Carlos Alexandre.

A CAPES, CNPq e FUNCAP, pela bolsa de estudos que me possibilitou realizar o presente curso.

A todos que, participaram direta ou indiretamente da construção e êxito deste trabalho.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Importância da polinização em sistemas agrícolas	3
2.2. As abelhas como agentes polinizadores	4
2.3. Biologia Floral do pimentão	7
2.4. Uso de abelhas na polinização em ambiente protegido	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1 Localização do experimento	11
3.2. Implantação da Cultura	11
3.3. Preparação das Colméias	13
3.4. Experimentos	15
3.4.1. Biologia floral	15
3.4.2. Requerimentos de polinização da cultura	16
3.4.3. Comportamento de pastejo da abelha jandaíra na cultura do pimentão	20
3.4.4. Determinação do efeito do número de visitas da abelha jandaíra	20
3.5. Análise dos Dados	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1. Biologia floral	22
4.1.1. Antese das flores	22
4.1.2. Liberação de pólen	24
4.1.3 Receptividade do estigma	25
4.2 Requerimentos de polinização da cultura	25
4.3. Comportamento de pastejo da abelha jandaíra na cultura do pimentão	29
4.4. Determinação do efeito do número de visitas da abelha jandaíra	42
5. CONCLUSÕES	43
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

ÍNDICE DAS TABELAS

Tabelas	Página
TABELA 1: Vingamento inicial de frutos de pimentão (<i>Capsicum annuum</i> L) oriundos de quatro formas de polinização.	21
TABELA 2: Número médio de abelhas jandaíra (<i>Melipona subnitida</i> Ducke) observadas forrageando ao longo do dia em flores de pimentão (<i>Capsicum annuum</i> L.) sob cultivo protegido.	31
TABELA 3: Número médio de abelhas jandaíra (<i>Melipona subnitida</i>) coletando pólen em flores de pimentão (<i>Capsicum annuum</i>) ao longo do dia, em condições de cultivo protegido.	36
TABELA 4: Número médio de abelhas (<i>Melipona subnitida</i>) coletando néctar em flores de pimentão (<i>Capsicum annuum</i>) ao longo do dia, em condições de cultivo protegido.	38
TABELA 5: Vingamento dos frutos de pimentão (<i>Capsicum annuum</i> L.) submetido à polinização restrita, polinização livre por abelhas, polinização com uma duas ou três visitas de abelhas jandaíra (<i>Melipona subnitida</i>) em condições de cultivo protegido.	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
FIGURA 1: Vista do ambiente experimental com a cultura do Pimentão (<i>Capsicum annuum</i> L.) em jarros de cerâmica e o sistema de irrigação tipo gotejamento.	14
FIGURA 2: Botão floral do pimentão (<i>Capsicum annuum</i> L.) protegido com saco de filó de nylon.	18
FIGURA 3: Flor de pimentão (<i>Capsicum annuum</i> L.) aberta e protegida por saco de filó na manhã do dia da antese.	19
FIGURA 4: Flor do pimentão (<i>Capsicum annuum</i> L.) momentos após a antese.	23
FIGURA 5: Padrão de liberação do pólen de flores do pimentão (<i>Capsicum annuum</i> L.) ao longo do dia, sob cultivo protegido.	25
FIGURA 6: Abelha jandaíra (<i>Melipona subnitida</i> Ducke), visitando a flor do pimentão.	34
FIGURA 7: Padrão de coleta de pólen da abelha jandaíra (<i>Melipona subnitida</i> Ducke) nas flores de pimentão (<i>Capsicum annuum</i> L.) ao longo do dia sob cultivo protegido.	39
FIGURA 8: Número médio de abelhas coletando pólen, porcentagem de pólen liberado pelas anteras das flores de pimentão.	40
FIGURA 9: Padrão de coleta de néctar pelas abelhas jandaíra (<i>Melipona subnitida</i> Ducke) nas flores de pimentão (<i>Capsicum annuum</i> L.) ao longo do dia, sob cultivo protegido.	41
FIGURA 10: Padrão de coleta de pólen e néctar pelas abelhas jandaíra (<i>Melipona subnitida</i> Ducke) nas flores de pimentão (<i>Capsicum annuum</i> L.) ao longo do dia, sob cultivo protegido.	42

RESUMO

A pesquisa foi desenvolvida no período de setembro de 2002 a março de 2003 em uma casa de vegetação da Horta Didática do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará, localizada no município de Fortaleza, onde cultivou-se 306 plantas de pimentão (*Capsicum annuum* L.), variedade All Big, juntamente com duas colônias da abelha sem ferrão jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke). Esse estudo objetivou avaliar o papel da abelha jandaíra na polinização do pimentão sob cultivo protegido, principalmente o efeito do número de visitas às flores no vingamento inicial de frutos. Foram investigados os seguintes aspectos: biologia floral, requerimentos de polinização da cultura, comportamento de pastejo da abelha jandaíra na cultura de pimentão e efeito do número de visitas das abelhas jandaíra no vingamento inicial de frutos de pimentão. Os dados foram trabalhados por Análise de Variância e as médias comparadas a *posteriori* pelo teste de Tukey, sempre que possível. Os resultados mostraram que as flores começaram a liberar pólen cedo da manhã logo após a antese, com um aumento progressivo até atingindo o pico às 11:00 h. Os estigmas mostraram-se aparentemente receptivo das 7:00 h às 15:00 h. As visitas às flores do pimentão ocorreram durante todo o dia, tanto para coleta de néctar como de pólen. Os horários de visitas às flores no período da tarde diferiram significativamente ($P < 0,05$) dos horários da manhã, quando houve o menor número de abelhas pastejando. Considerando o requerimento de polinização da cultura, não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os quatro tratamentos referentes ao vingamento inicial dos frutos (autopolinização manual, polinização cruzada manual, polinização livre por abelhas, polinização restrita), demonstrando que a variedade de pimentão estudada é autógama. Os dados referentes ao vingamento inicial não mostraram diferenças significativas ($P > 0,05$) sob polinização restrita, polinização com uma, duas, três ou várias visitas da abelha jandaíra. Conclui-se (i) que a flor do pimentão deve ser polinizada pela manhã devido à liberação do pólen coincidir com a receptividade do estigma; (ii) as abelhas jandaíra visitam as flores de pimentão sob cultivo protegido, embora o número de visitas não influencie no vingamento inicial; (iii) há necessidade de mais estudos com uma, duas, três ou várias visitas sobre o peso, número de sementes e deformação dos frutos.

ABSTRACT

EFFECT OF THE NUMBER OF FLOWER VISITS BY THE STINGLESS BEE *Melipona subnitida* IN THE POLLINATION OF GREENHOUSE SWEET PEPPER (*Capsicum annuum* L.).

The research was carried out from September 2002 to March 2003 in a greenhouse at the horticultural sector of the Agrarian Center of the Federal University of Ceará, in the county of Fortaleza, state of Ceará, Brazil. There, 306 plants of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.), variety All Big, were cultivated and kept along with two colonies of the stingless bee *Melipona subnitida* Ducke. This study aimed to evaluate the role of *M. subnitida* in the pollination of sweet pepper cultivated under protected environment, especially the effect of the number of visits to a single flower in initial fruit set. The following aspects were investigated: floral biology, crop pollination requirements, *M. subnitida* foraging behavior in sweet pepper flowers and effect of number of visits to a single flower. Data were analysed by ANOVA and means compared *a posteriori* by Tukey test whenever possible. Results showed that flowers begun shading pollen early in the morning soon after anthesis, and progressively increased to a peak by 11:00 h. Stigmas were apparently receptive from 7:00 h to 15:00 h. Visits to sweet pepper flowers took place throughout the day, both for pollen and nectar collection. There were significant ($P < 0.05$) differences between the number of bees visiting flowers in the morning and afternoon hours, with greater numbers in the morning hours. Regarding pollination requirements, no significant differences ($P > 0.05$) were found among the four treatments of initial fruit set (hand self-pollination, hand cross-pollination, open pollination with bees, restricted pollination), suggesting that the sweet pepper variety studied is autogamous. Analysis of data regarding initial fruit set under 1 bee-visit, 2 bee-visits, 3 bee-visits, open pollination with bees and restricted pollination found no differences ($P > 0.05$). Among treatments, It is concluded that (i) sweet pepper flowers should be pollinated early in the morning because pollen presentation occurs at this time and stigmas are receptive; (ii) *Melipona subnitida* bees visit flowers of sweet pepper cultivated in protected environments, though the number of flower visits do not affect initial fruit set; (iii) there is a need of further studies with 1, 2, 3 and more bee-visits to flowers to assess their effect on fruit weight, number of seeds per fruit and fruit malformation.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura moderna não tem conseguido obter níveis ideais de polinização das culturas para maximizar a produção apenas pela visita de insetos nativos, uma vez que a aplicação de tecnologias mais avançadas tem proporcionado o cultivo de extensas áreas de terra. Essas grandes áreas plantadas, o movimento do solo, o cultivo limpo, a aplicação de defensivos agrícolas, a monocultura, que concentra as floradas em curtos períodos, mudanças no meio ambiente e no clima entre outros fatores, contribuem para a diminuição direta dos agentes polinizadores nativos, afetando decisivamente a produtividade agrícola. Muitas práticas culturais modernas levam à destruição dos locais de abrigos, de reprodução e nidificação dos polinizadores, reduzindo, sensivelmente, os índices de polinização em áreas cultivadas.

A introdução de agentes polinizadores suplementares em áreas onde a quantidade de tais agentes ou a espécie de polinizador não sejam adequados à espécie vegetal cultivada, se afigura como uma possível solução para esse problema (ALVES, 2000). No entanto, a prática da agricultura sob cultivo protegido vêm crescendo em todo o mundo, seja por restrições climáticas ou por estratégias mercadológicas. Em vários países, a produção de alimentos livres de contaminação com pesticidas tem se constituído em uma enorme preocupação do setor primário, especialmente no que se refere a produtos hortícolas. A chamada "agricultura orgânica" tem conseguido avanços, mas a produção ainda é incipiente. Além disso, há espécies vegetais que são muito mais suscetíveis ao ataque de pragas, quando cultivado a céu aberto, necessitando, assim, de "proteção", o que se tem conseguido pelo uso de telados em estufas. Tais estruturas impedem a passagem de determinados insetos - pragas, mas impedem, também, a passagem dos insetos polinizadores.

As culturas hortícolas, ao mesmo tempo que demandam muito o uso de defensivos agrícolas são, em muitos casos, dependentes de insetos polinizadores, criando uma situação conflitante. Daí a dupla necessidade de proteger a cultura e suplementar a polinização que, indubitavelmente, promove aumentos de produção em muitas culturas e melhorias na qualidade dos produtos em praticamente todas.

Diversos experimentos com culturas de importância econômica tem sido conduzidos em estufas no Brasil com, por exemplo, o melão (*Cucumis melo* L.),

morango (*Fragaria X ananassa*) e o pimentão (*Capsicum annuum* L.). Muitas dessas culturas necessitam de um agente polinizador para assegurar a produção de frutos ou sementes (MAETA et al., 1992).

O pimentão é um importante produto olerícola no Nordeste do Brasil. O Estado do Ceará apresenta grande produção de hortaliças no planalto da Ibiapaba, o qual abastece Fortaleza, Teresina, São Luís, Belém, etc. Nessa região, a cultura do pimentão destaca-se das demais, sendo cultivadas variedades como All Big, Agrônômico 10G, Gigante Ikeda, Avelar, Nádia, entre outros. A produtividade obtida pelos horticultores gira em torno de 10 a 15 t/ha (TORRES FILHO, 1998).

A abelha *Apis mellifera* é sabidamente a mais comum e um dos mais eficientes agentes polinizadores, principalmente sob condições de céu aberto. No entanto, nas condições de cultivo protegido, apesar de *A. mellifera* poder ser usada como agente polinizador, ela não se adapta bem a ambientes fechados e, apresenta a desvantagem de ser portadora de ferrão, o que em alguns casos não deixa de constituir em um risco para os produtores agrícolas. Mesmo assim, a utilização de abelhas melíferas em cultivos protegidos tem aumentado, consideravelmente, nos últimos anos. Por outro lado, o uso de outras espécies de insetos como polinizadores em estufas e casa de vegetação já é praticado em diversas partes do mundo, sendo as abelhas do gênero *Bombus* o mais comum. No Brasil, porém, há apenas seis espécies de *Bombus*, todas muito agressivas e nenhuma ainda domesticada. A alternativa seria tentar o uso de abelhas nativas como os meliponíneos (abelhas sem ferrão).

O presente trabalho se propõe a avaliar o efeito do número de visitas das abelhas jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) na polinização do pimentão (*Capsicum annuum* L.), sob cultivo protegido, contribuindo no aumento de informações sobre a utilização de abelhas nativas sem ferrão na polinização de culturas olerícolas de importância econômica, como o pimentão, além de estimular o aluguel de colméias para a polinização da referida cultura, como também para preservação, já que as mesmas estão ameaçadas de extinção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância da polinização em sistemas agrícolas

Os polinizadores são componentes fundamentais para um bom desenvolvimento da produtividade sustentável no mundo (KEVAN, 1999). O aumento da produção de alimentos é um dos principais objetivos da agricultura atual. No entanto, é importante que sejam cuidadosamente analisados pelos produtores os fatores que restringem o sistema de produção para solucionar e alcançar seus objetivos. A polinização tem sido um desses fatores que influenciam na produtividade de diversas culturas, atuando, inclusive, na preservação de matas nativas (COUTO, 2002). No entanto, no semi-árido brasileiro pouca importância tem sido dada à deficiência de polinização das culturas, preferindo-se atribuir as baixas produtividades a outros fatores tais como as condições climáticas, variedades cultivadas, solos, ataques de pragas e doenças (COUTO, 1996; FREITAS, 1998).

Para que possa ocorrer a polinização é preciso que o grão de pólen seja transferido das anteras de uma flor para o estigma da mesma flor (autopolinização) ou de outra flor da mesma espécie. Além de fundamental para a perpetuação das espécies vegetais, se realizada adequadamente, contribui para melhorar a qualidade dos frutos, aumentar o seu número de sementes, prevenir malformações, além de conduzir a um amadurecimento uniforme dos frutos (FREITAS, 1995). 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 e gravidade, enquanto a biótica é realizada por animais (KEVAN, 1999).

As espécies vegetais de importância econômica são, em geral, ou autofértis, se produzem frutos e ou sementes a partir de seu próprio pólen (autopolinização) ou auto-infértis, se precisam receber pólen de outras plantas da mesma espécie (polinização cruzada). Algumas espécies autofértis são automaticamente polinizadas com pólen de suas próprias flores, mas freqüentemente as flores apresentam condições anatômicas, tais que é necessária a participação de agentes para transferir o pólen da antera para o estigma. De acordo com RAVEN et al (1992), pelo fato da autopolinização ser menos

benéfica, várias espécies vegetais procuram evitá-la completamente ou em parte. Além do mais, as plantas autoférteis podem produzir mais frutos ou sementes de melhor qualidade, quando sob polinização cruzada do que quando autopolinizadas e várias condições favorecem a polinização cruzada em vez da autopolinização (FREE, 1993).

Sabe-se que as abelhas são necessárias na polinização das culturas, pois as mesmas cumprem um papel crucial. Cerca de 80% das plantas alimentares são polinizadas por animais, principalmente as abelhas. Estima-se que um terço do que comemos e bebemos é produzido pelo serviço dos agentes polinizadores. As abelhas parecem ser extremamente importantes não só para as culturas tradicionais, como também para as culturas de menor importância econômica (SOMMEIJER, 2003). No entanto BALESTIERI et al (2002) consideram-nas os agentes mais efetivos, contribuindo com 90% do sucesso reprodutivo das angiospermas. Já COUTO (1998), evidencia a extraordinária contribuição destes insetos na preservação da vida vegetal e também na manutenção da viabilidade genética das espécies vegetais.

Os benefícios diretos e indiretos proporcionados pela polinização por abelhas foram estimados, no Canadá, em cerca de 1,2 bilhões de dólares, enquanto que na Nova Zelândia, a polinização por abelhas melíferas causou benefícios estimados em 1.578 milhões de dólares, segundo WINSTON e SCOTT (1984), citados por FREITAS (1995).

2.2. As abelhas como agentes polinizadores

A maioria das angiospermas (plantas que florescem) é constituída por plantas dependentes do comportamento animal em relação à polinização. Dos animais que visitam as plantas, e que de certa maneira, distribuem pólen, a grande maioria pertence ao grupo dos insetos, por exemplo, moscas (*Díptera*), besouros (*Coleóptera*) borboletas e mariposas (*Lepidóptera*), mas os mais importantes são as abelhas (*Hymenoptera*). As abelhas desempenham um papel de destaque quando comparadas com os outros insetos, em virtude de suas adaptações morfológicas para a coleta de pólen, e sua dependência em visitar flores para obter seus alimentos, enquanto a maioria dos outros

polinizadores só visita as flores para satisfazer suas necessidades imediatas (CORBET et al., FREE, 1993; SHIP et al., 1994; SOMEIJER, 2003).

Os insetos servem como agentes polinizadores de numerosas espécies de plantas e contribuem para a 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 dos agrotóxicos, seja pela falta de locais de nidificação ou de recursos complementares em um fragmento isolado, o sucesso reprodutivo e a manutenção da população vegetal que está na dependência desses polinizadores não serão mais garantidos (SCHLINDWEIN, 2000).

Em diversas regiões brasileiras observa-se uma escassez de agentes polinizadores nativos, o que, somada à prática da monocultura, que concentra as floradas em certos períodos, tem tornado urgentes os estudos visando à polinização dirigida. Isso implica em conhecimento da necessidade do polinizador, na verificação do agente polinizador mais adequado e manipulável para cada cultura em particular, bem como os métodos para direcionar tal agente para as flores de interesse, evitando, assim, uma drástica diminuição dos índices de polinização e produtividade (FREITAS, 1998; COUTO, 2002).

Trabalhos realizados com diversas variedades cultivadas em campo e em ambiente protegido confirmaram a necessidade de agentes polinizadores bióticos para a produção de frutos. Quando a cultura é desenvolvida em estufas, ou quando há escassez de polinizadores no campo, a única forma de se obter frutos comerciais é a polinização manual (ISELIN et al., 1974; KATO, 1997).

Um dos agentes polinizadores mais utilizados para a polinização de culturas agrícolas são as abelhas da espécie *Apis mellifera*, a qual destaca-se por apresentar diversas características desejáveis, como por exemplo a fidelidade às espécies vegetais e a rapidez na coleta de pólen e néctar. Esta espécie tem sido usada em diversas culturas que requerem polinização cruzada, tais como melão (*Cucumis melo*), cebola (*Allium cepa*) e repolho (*Brassica oleraceae*) (COUTO 1998). No entanto, não são consideradas eficientes polinizadores de certas culturas agrícolas, além de não se adaptarem bem às condições de cultivo protegido.

Uma forma de resolver esse problema seria a utilização de outras espécies de abelhas, como, por exemplo, as abelhas solitárias. Apesar da constatação da

importância das abelhas solitárias na polinização de culturas agrícolas, como no caso das famílias *Anthophoridae* (*Melitoma*, *Exomalopsis*), e *Halictidae* na polinização de plantas produtoras de vagens, as abelhas sociais pertencentes às subfamílias *Apinae*, *Meliponinae* e *Bombinae* são consideradas os polinizadores mais eficientes (SHIP et al., 1994; SOMMEIJER, 2003).

Outras espécies de abelhas também são usadas como polinizadores em cultivos abertos. SHIPP et al. (1994) citam as abelhas pertencentes ao gênero *Bombus* como polinizadores eficientes em muitas culturas, por exemplo, o trevo (*Trifolium pratense*), o algodão (*Gossypium hirsutum*), a alfafa (*Medicago sativa*), dentre outras. No entanto, a população natural dessas abelhas pode flutuar amplamente durante o ano e entre anos, o que os torna polinizadores imprevisíveis. Por causa disso, vários trabalhos de pesquisa têm sido implementados na utilização de bombíneos como agentes polinizadores de diversas espécies vegetais sob cultivo protegido, onde suas populações podem ser controladas mais facilmente, como nos casos de tomate (MORANDIN et al. 2001), pimentões (DAG e KAMAER, 2001) e cucurbitáceas (STANGHELLINI et al., 2002).

Os Meliponíneos também tem sido estudados e usados na polinização de várias culturas agrícolas, sendo poucas, porém as informações a respeito do seu uso e sua eficiência em cultivos protegidos (FREE, 1993; FREITAS, 1998). Eles pertencem à subfamília *Meliponinae*, são vulgarmente conhecidos como abelhas sem ferrão, as quais são assim chamadas por possuírem o ferrão atrofiado e serem incapazes de picar, e constitui o principal grupo de abelhas sociais nativas do Brasil (CAMPOS, 1996). Os meliponíneos formam colônias, e aceitam caixas racionais, podendo ser facilmente manejados e introduzidos em cultivos agrícolas. Suas colônias são bem menos populosas do que as das abelhas *Apis mellifera*, característica desejável para a utilização em cultivos em pequenas áreas, como, por exemplo, casas de vegetação (HEARD, 1999).

No Brasil a literatura é carente de informações a respeito da eficiência polinizadora de várias espécies de abelhas nativas, como por exemplo, a abelha jandaíra (*Melipona subnitida*) e a abelha uruçú (*Melipona rufiventris*), ambas típicas do Nordeste do Brasil (BRUENING, 1990).

Assim, a diversidade dessas espécies e o estudo das mesmas como agentes polinizadores de culturas agrícolas, assumem 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, pelo uso indiscriminado de pesticidas, queimadas e desmatamentos (COUTO, 1989, citado por KATO, 1997; ALVES, 2000) e o seu possível uso pode criar um mercado de aluguel e venda dessas abelhas, justificando economicamente o seu criatório e contribuindo, dessa forma, para a conservação das espécies envolvidas.

Como as abelhas desempenham um papel de grande importância na polinização de diversas espécies vegetais, faz-se necessário um maior conhecimento da relação abelha-flor como ponto fundamental, uma vez que em muitas plantas, pelas suas peculiaridades, é primordial que se conheça a frequência de outras espécies de abelhas (CAMARGO, 1972).

2.3. Biologia Floral do pimentão

O pimentão pertence à família *Solanaceae* e ao gênero *Capsicum*. É tipicamente de origem americana, ocorrendo de formas silvestres desde o Sul dos Estados Unidos até o norte do Chile onde são reconhecidas mais de 30 espécies diferentes, das quais, cinco são cultivadas: *Capsicum annuum*, *Capsicum baccatum*, *Capsicum chinense*, *Capsicum frutescens* e *Capsicum pubescens*. Apenas uma dessas espécies não é cultivada no Brasil, *Capsicum pubescens* (CASALI & COUTO, 1984).

A planta do *C. annuum* é arbustiva, com caule semilenhoso, que pode ultrapassar 1m de altura, suporta uma carga leve de frutos e as flores são pequenas, isoladas e hermafroditas. A corola tem 15mm de diâmetro, e em média seis anteras tubulares apresentando deiscência lateral. As recompensas florais oferecidas pelo pimentão são pólen e néctar, a deiscência das anteras ocorre entre os horários de 7:00 e 9:00 h, sendo o pólen a principal fonte de alimento procurada pela *Melipona subnitida* nesse horário. O estigma apresenta-se aparentemente receptivo a partir das 7:30 h, o qual permanece nesse estado até o início da tarde (FREE, 1993; CRUZ, 2003).

Na família Solanácea, o pólen geralmente é liberado nas primeiras horas da manhã, logo após a abertura das flores, conforme observado por BEZERRA & MACHADO (2003).

As flores do pimentão secretam néctar durante todo o dia, apresentando maior concentração ao meio-dia e início da tarde, quando comparado às primeiras horas da manhã, haja visto que o volume de néctar está de acordo com a concentração de açúcar, a qual aumenta com o passar das horas (RABINOWITCH et al., 1993).

A planta do pimentão é caracterizada como autógama, porém apresenta alta taxa de cruzamento, podendo atingir 36%, dependendo dos insetos polinizadores atuantes (FILGUEIRA, 1998). Supõe-se que os insetos mais indicados para realizar a polinização do pimentão, em casa de vegetação, são as abelhas nativas sem ferrão, já que as abelhas melíferas (*Apis mellifera*) não se adaptam a este ambiente, além de não vibrarem as flores para a obtenção do pólen (FREITAS, 1995).

2.4. Uso de abelhas na polinização em ambiente protegido

A necessidade de polinização de plantas em ambientes protegidos decorre do fato que certas plantas devem ser isoladas para a produção de sementes livres de contaminação ou porque se deseja obter aumento na produção de frutos ou de sementes por fruto, evitar ataques de pragas ou até mesmo porque a cultura está sendo cultivada sob condições de calor artificial da casa de vegetação ou estufa (FREE, 1993).

Sendo as estufas, ambientes artificiais de cultivo agrícola, a polinização se afigura como um importante aspecto da produtividade das culturas nessas condições ambientais. As abelhas têm sido usadas extensivamente na polinização em estufas nas culturas de morango, pimentões, pepinos e melões (FREITAS, 2002; KATO, 1997; MALAGODIBRAGA et al., 2000,).

FREITAS (1998), reportou que em vários países é comum o uso da abelha melífera para a polinização, confinada em estufas ou áreas especiais, no entanto, seu uso sob condições de cultivo protegido apresenta alguns problemas, uma vez que, em geral, tais abelhas não se adaptam em ambiente fechado. Um outro aspecto relevante é a dificuldade de efetuarem tratamentos culturais em virtude das ferroadas por parte das

abelhas, o que seria certamente incômodo aos produtores que teriam de usar equipamentos de proteção. E isto também diminuiria o rendimento do trabalhador.

Uma solução para tais problemas seria a polinização manual ou a introdução de outros agentes polinizadores passíveis de adaptação a condições de cultivo protegido, como sugeriu KATO (1997), além de vibradores elétricos (FREE, 1993), uma tecnologia largamente empregada nas empresas produtoras de sementes de espécies que necessitam de vibração para liberação de pólen.

Estudos realizados com a abelha solitária *Osmia cornifrons* como polinizadora do pimentão (*Capsicum annuum*), sob cultivo protegido, comparando à autopolinização manual e a polinização com vibradores elétricos, demonstraram que a produção de frutos das plantas que receberam visitas das abelhas foi mais elevada e os frutos continham um maior número de sementes, enquanto que, as plantas que receberam autopolinização manual e por vibradores não diferiram entre si, (KRISTJANSSON et al, 1991).

O gênero *Bombus*, há alguns anos, já é usado na polinização em estufas, entretanto somente na década de 80, com o desenvolvimento de técnicas que permitiram a multiplicação de colônias em cativeiro, é que houve um considerável aumento na utilização dessas abelhas, sobretudo *Bombus terrestris* (MALAGODI-BRAGA e KLEINERT, 2002). Nesse contexto, os bombíneos têm assumido muita importância na Europa e América do Norte, onde companhias européias comercializam mais de 10.000 colônias por ano para cultivos em casa de vegetação, visando à polinização especialmente de tomate. No Canadá, somente espécies nativas de *Bombus* são permitidas e estas diferem nas costas Oeste e Leste (KEVAN, 1999; KEARNS & INOUE, 1993). No Brasil, existem apenas seis espécies de *Bombus* que são muito agressivas e ainda não domesticadas.

De acordo com RAW (2000), é importante o uso de espécies de abelhas nativas pequenas na polinização de cultivares de pimentão, geneticamente distintas, pelo fato dessas plantas serem produzidas em cultivos próximos, e essas abelhas apresentarem uma área de pastejo pequena.

DAG & KAMMER (2001), compararam a eficácia das abelhas *Apis mellifera* e *Bombus terrestris* como polinizadores do pimentão (*Capsicum annuum*) em casa de vegetação, e chegaram à conclusão de que a produção média de frutos em função da

ação das duas espécies foi similar, e superior a das plantas que não receberam visitas dessas abelhas.

ROSENFELDE (1998), estudando a influência de baixas temperaturas noturnas na qualidade de florescimento de pimentão e o efeito da polinização manual no vingamento dos frutos sob cultivo protegido, verificaram que o número de grãos de pólen viável por flor foi fortemente reduzido, que o seu poder germinativo foi prejudicado pelas baixas temperaturas noturnas (14^o C), e que a polinização dupla das mesmas flores além de ter aumentado o tamanho dos frutos, melhorou a sua forma, e três polinizações sucessivas tiveram um efeito ainda maior. Desta forma concluíram que as polinizações manuais, ao imitar as atividades das abelhas em ambiente protegido, podem consideravelmente aumentar a produção e melhorar a forma dos frutos.

Já CRUZ et al., (submetido a), observaram que as abelhas jandaíra preferem visitar as flores de pimentão cedo da manhã, quando as temperaturas são menos elevadas. Este fato, também foi observado por BRUENING (1990) e ALVES (2000), para a abelha jandaíra em ambientes abertos.

A literatura é carente de informações sobre a eficiência polinizadora das abelhas nativas brasileira em culturas sob cultivo protegido. Porém, trabalhos com abelha jandaíra na polinização do pimentão em casa de vegetação, mostram que essas abelhas adaptam-se bem ao uso em ambientes fechados, como também levam a aumentos no número de frutos produzidos (CRUZ et al. submetido b).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

A pesquisa foi desenvolvida e conduzida em uma casa de vegetação (FIGURA 1), localizada na Horta Didática do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-CE. Os trabalhos foram iniciados em setembro de 2002, com a preparação da área, sendo finalizados em Março de 2003, dentro da linha de pesquisa sobre o uso e eficiência de abelhas nativas sem ferrão na polinização de culturas agrícolas.

A cidade de Fortaleza está situada em zona litorânea, a 26,36 m de altitude, 3^o 3' 02" de latitude sul e 38^o 32' 35" de longitude oeste. O clima característico é quente e seco. A precipitação média anual é de 1.378,3 mm e a umidade relativa de 77% (IPLANCE, 1983).

3.2. Implantação da Cultura

A cultura utilizada foi a do pimentão (*Capsicum annuum* L.), uma das espécies hortícolas mais cultivadas sob condições de cultivo protegido. A variedade utilizada foi a All Big, de polinização aberta, bastante conhecida entre os produtores.

O pimentão foi cultivado em uma casa de vegetação com estrutura de alumínio, teto de vidro, lanternim, e laterais telados com sombrite 50%, com dimensões aproximadas de 20 metros de fundo por 10 metros de largura, dividida ao meio pela mesma tela das laterais. Foi colocada uma tela aluminet 50% a 2,0 metros de altura com a finalidade de baixar a temperatura interna e prevenir eventuais fugas de abelhas. Foram considerados os seguintes aspectos do sistema de produção da cultura do pimentão:

1. Produção de mudas

As mudas foram produzidas em bandejas de isopor com 72 células, utilizando-se substrato próprio, estéril, para evitar problemas fitossanitários.

2. Transplante de mudas

As mudas foram transplantadas quando tinham de 4-6 folhas definitivas, com 35 dias, aproximadamente.

Como local definitivo de cultivo foram utilizados jarros feitos de cerâmica, material que permite a troca de calor entre o seu interior e o ambiente externo, com medidas de 30 cm de diâmetro x 30 cm de altura, para receber as mudas. O substrato de enchimento dos jarros foi composto de terriço de mata e esterco bovino curtido, na proporção de 50% para cada componente, com uma adubação química complementar.

Foram transplantadas 306 mudas para os jarros de cerâmica, onde permaneceram até o final do ciclo.

3. Irrigação

Durante o ciclo da cultura foi utilizada a irrigação por gotejamento, com o intuito de evitar qualquer efeito negativo no comportamento de pastejo das abelhas, visto que, estas não forrageiam nas flores sob chuva e outras formas de irrigação poderiam interferir com a atividade de visita às flores. As plantas eram irrigadas uma vez por dia no período da manhã durante 10 minutos.

3.3. Preparação das Colméias

Foram utilizadas duas colônias de abelhas jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará. Um mês antes do início dos experimentos, a população das colônias foi uniformizada com a transferência de favos de crias entre as colméias e alimentação com xarope, cuja composição compreende 50% de água e 50% de açúcar. Posteriormente, dez dias antes do início dos experimentos, as colônias foram levadas para a casa de vegetação, com o intuito de possibilitar às abelhas a adaptação na casa de vegetação.

A casa de vegetação possuía área total de 165,5 m², que foi dividida ao meio, e as duas colméias de abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) foram introduzidas apenas em um lado, criando assim um ambiente controle na metade sem abelhas.



FIGURA 1: Vista do ambiente experimental com a cultura do Pimentão (*Capsicum annuum* L) em jarros de cerâmica e o sistema de irrigação tipo gotejamento

3.4. Experimentos

A pesquisa foi realizada abordando os seguintes aspectos:

1. Biologia floral;
2. Requerimentos de polinização da cultura;
3. Comportamento de pastejo da abelha jandaíra na cultura do pimentão;
4. Determinação do efeito do número de visitas da abelha jandaíra;

3.4.1. Biologia floral

Quando a cultura estava na fase de florescimento, 30 botões florais foram escolhidos ao acaso, observando-se os seguintes pontos: antese das flores, horário em que as flores liberaram o pólen, e a receptividade do estigma. Estas observações foram feitas, a intervalos regulares de uma hora, iniciando-se às 7:00 horas e finalizando às 15:00 horas.

Para referência da quantidade de pólen liberado pelas anteras foram atribuídas notas em percentagem de zero a cem, de acordo com quantidade de pólen nos mesmos, ficando da seguinte forma:

0% - As anteras ainda não estavam liberando pólen;

20% - As anteras começaram a liberar pólen em pequena quantidade na sua base;

40% - A base das anteras já se encontrava coberta de pólen;

60% - As anteras estavam liberando pólen até a sua porção mediana;

80% - As anteras estavam liberando pólen quase que completamente, ficando só a parte apical sem pólen;

100% - As anteras haviam liberado todo o pólen e estavam completamente cobertos.

A receptividade dos estigmas foi observada pela presença de secreções viscosas ou não em sua superfície. Somente a antese flores era observada apenas às 7:00 h, quando se verificava o percentual de flores abertas.

3.4.2. Requerimentos de polinização da cultura

Botões florais, em um total de 492, foram escolhidos aleatoriamente entre as plantas. Esses botões florais foram marcados com linhas coloridas e divididos em 4 tratamentos. Para todos os tratamentos utilizou-se como proteção dos botões, sacos de filó de nylon de 20 x 20 cm e malha de 1 x 1 mm (FIGURA 2).

Os tratamentos usados nesse experimento foram:

- a) Polinização restrita;
- b) Polinização cruzada manual;
- c) Autopolinização manual;
- d) Polinização livre por abelha;

a) Polinização restrita - Nesse tratamento, cinquenta e sete botões florais foram ensacados antes da antese para observação da autopolinização do pimentão. Dentro da casa de vegetação, não ocorreram seres bióticos menores que a malha dos sacos de nylon que foram usados para proteger as flores. Os sacos permaneceram na planta até o vingamento do fruto ou queda da flor, depois foram removidos (FIGURA 3).

b) Polinização cruzada manual - um dia antes de se aplicar o tratamento, sessenta e dois botões florais foram ensacados. No dia seguinte, após a abertura desses botões, as flores foram desensacadas e polinizadas manualmente com o pólen de flores de uma outra planta da mesma cultivar, tocando-se os estames da flor de uma no estigma da outra flor quando o mesmo estava receptivo.

c) Autopolinização manual - Este tipo de polinização foi feita em sessenta e duas flores seguindo a metodologia anterior, com diferença apenas na origem da flor doadora de pólen, que nesse caso utilizou-se pólen e flor da mesma planta.

d) Polinização livre por abelha - Duzentos e onze flores abertas no cultivo de pimentão onde observou-se visitas por abelhas foram marcadas e acompanhadas até a queda da flor ou vingamento do fruto.



FIGURA 2: Botão floral do pimentão (*Capsicum annuum* L.) protegido com saco de filó de nylon.



FIGURA 3: Flor de pimentão (*Capsicum annuum* L.) aberta e protegida por saco de filó na manhã do dia da antese.

3.4.3. Comportamento de pastejo da abelha jandaíra na cultura do pimentão

As abelhas foram introduzidas e acompanhadas, observando-se o seu comportamento de pastejo. Foi avaliado o seu comportamento com relação à cultura, observou-se à abordagem das abelhas às flores, se elas estavam vibrando as anteras, coletando pólen e/ou néctar, assim como o horário de visita às flores e se este coincide com o momento em que os estames estavam liberando pólen e os estigmas estavam receptivos.

3.4.4. Determinação do efeito do número de visitas da abelha jandaíra

Neste experimento, procedeu-se de forma semelhante àquele de requerimento de polinização da cultura (item 3.4.2), diferindo no número de tratamentos, que foram cinco conforme a seguir:

- a) Polinização restrita;
- b) Polinização livre por abelha;
- c) Polinização com uma visita de abelha;
- d) Polinização com duas visitas de abelha;
- e) Polinização com três visitas de abelha.

Os tratamentos de polinização restrita e polinização livre por abelhas foram conduzidos exatamente da mesma forma descrita anteriormente no item 3.3.2. Já os tratamentos com uma, duas e três visitas foram conduzidos conforme explicado a seguir:

Polinização com uma visita de abelha - Isolaram-se as flores um dia antes de abrirem e no dia seguinte eram desensacadas permitindo apenas uma visita da abelha jandaíra, após a qual a flor era ensacada novamente até o momento em que caísse ou fosse verificado o vingamento do fruto. Cada visita iniciava-se na chegada da abelha à flor e era finalizada quando a mesma se retirava para uma outra flor, mesmo sendo da mesma planta. Caso esta mesma abelha voltasse à flor já marcada, era contada como uma nova visita. Nesse tratamento obtiveram-se 45 visitas.

Polinização com duas visitas de abelha – Procedeu-se de forma semelhante ao tratamento anterior, exceto pelo fato de que as flores somente eram re-ensacadas após receberem duas visitas de jandaíra. Obtiveram-se 25 flores visitadas duas vezes nesse tratamento.

Polinização com três visitas de abelha – Procedeu-se de forma semelhante aos tratamentos anteriores, exceto pelo fato de que as flores somente eram re-ensacadas após receberem três visitas de jandaíra. Trinta observações de flores recebendo três visitas foram registradas.

3.5. Análise dos Dados

Os dados foram analisados estatisticamente por análise de variância com médias comparadas *a posteriori*, sempre que possível. 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.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Biologia floral

4.1.1. Antese das flores

Na fase de botão floral, as pétalas apresentaram cor branca em sua face externa, mantendo essa mesma coloração após a antese. Cada flor apresentou em média seis estames de cor amarela, dispostos ao redor do estilete, com o estigma apresentando-se à mesma altura ou acima dos estames (FIGURA 4).

A antese ocorreu cedo da manhã, com todas as flores observadas já estando abertas as 7:00 h.



FIGURA 4: Flor do pimentão (*Capsicum annuum* L.) momentos após a antese.

4.1.2. Liberação de pólen

As observações foram realizadas durante o todo dia a partir das 7:00 h da manhã. A liberação de pólen ocorreu no sentido longitudinal em decorrência da deiscência das anteras que se deu da base para o ápice, com todos os estames iniciando e finalizando a liberação do pólen ao mesmo tempo. Verificou-se que algumas flores começaram a liberar pólen logo após a antese, com aumento progressivo ao longo do dia. A quantidade de pólen liberado aumentou a cada hora, até 11:00 horas, horário em que 95% das flores já tinham liberado pólen. Os 100% foram atingidos por volta do meio dia (FIGURA 5.).

Esse padrão de liberação de pólen no início da manhã parece ser comum às solanáceas, uma vez que várias espécies estudadas dessa família apresentam esse comportamento (BEZERRA & MACHADO, 2003). Portanto, o pólen do pimentão está disponível para polinização e coleta pelas abelhas entre o período de 7:00 e 11:00 h.

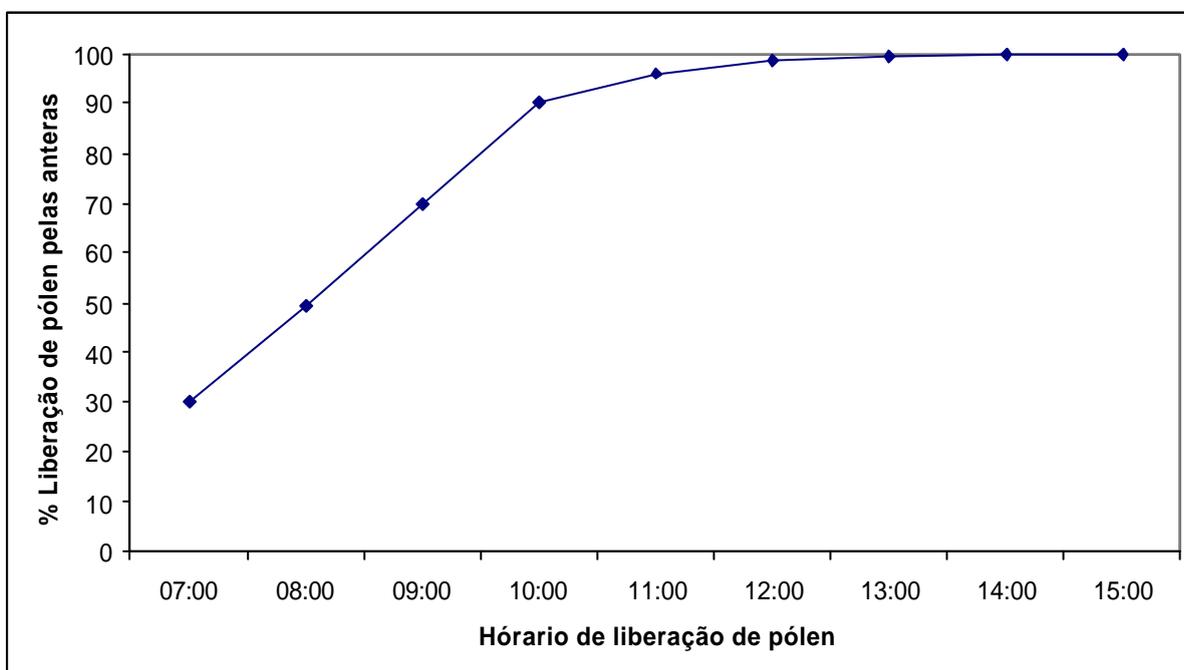


FIGURA 5: Padrão de liberação do pólen de flores do pimentão (*Capsicum annuum* L.) ao longo do dia, sob cultivo protegido.

4.1.3 Receptividade do estigma

Os estigmas apresentavam-se viscosos, indicando sua receptividade, desde o momento do início das observações às 7:00 h, até o seu encerramento às 15:00 h. No entanto, observou-se um incremento em viscosidade entre as 7:00 h e 9:00 h, quando a partir desta hora a flor manteve esse maior nível de viscosidade no estigma até as 15:00 h. Segundo QUAGRIOTTI, (1979) citado por FREE (1993), as flores de pimentão apresentam o estigma receptivo antes da deiscência das anteras. Já CRUZ (2003), observou que o estigma do pimentão apresentava-se aparentemente receptivo a partir das 7:30 h e assim permanecia até aproximadamente o início da tarde.

Ambos os autores apresentaram resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho, embora não sejam rigorosamente iguais. Essas variações podem ser atribuídas a uma série de fatores, tais como as variedades utilizadas, o clima, manejo, temperatura, estágio nutricional das plantas, fotoperiodismo, etc., no entanto, pode-se concluir que o estigma da flor do pimentão permanece receptivo durante a maior parte do dia de abertura da flor, a qual deve ser polinizado neste período para assegurar o vingamento do fruto.

4.2 Requerimentos de polinização da cultura

Não houve diferença significativa ($\chi^2 = 3,544$ gl = 6, $P > 0,05$) entre os quatro tratamentos referentes aos requerimentos de polinização da flor de pimentão, como demonstrado na Tabela 1. Esse resultado está de acordo com CRUZ (2003), que trabalhando com abelha jandaíra (*Melipona subnitida*) na polinização do pimentão em casa de vegetação, também não encontrou diferenças significativas entre o vingamento inicial de frutos produzidos com e sem visita de abelhas.

Considerando a ausência de ventos dentro da casa de vegetação, o resultado sugere que a flor do pimentão possui algum mecanismo de autopolinização que assegura o número mínimo de grãos de pólen no estigma necessários para o

vingamento de frutos, tornando, assim, a visita por abelhas incapaz de melhorar o vingamento inicial.

Por outro lado, DOBROMILSKA (2000), estudando as abelhas *Bombus* na polinização do pimentão em túnel plástico, verificou que houve um aumento na produção total dos frutos em 1,75 kg/m² nas plantas que receberam visitas das abelhas. PORPORATO *et al.*, (1995), comparando as abelhas *Apis mellifera* e *Bombus terrestris* na polinização do pimentão em casa de vegetação, também verificaram aumento significativo na produção de frutos quando comparou as plantas que receberam visitas dessas abelhas com aquelas que não foram visitadas.

Talvez essas diferenças observadas no aumento ou não do vingamento de frutos estejam relacionadas às diferentes variedades estudadas, ou mesmo à ineficiência da abelha jandaíra em aumentar o vingamento inicial, uma vez que outras espécies de abelhas o fizeram. No entanto, essa última possibilidade parece pouco provável, haja vista que (CRUZ *et al.*, submetido *b*), trabalhando com a jandaíra com a mesma variedade de pimentão e sob as mesmas condições de cultivo protegido, observou que a jandaíra foi eficaz em contribuir para a formação de frutos significativamente mais pesados, com uma maior quantidade de sementes e menor percentagem de frutos deformados.

TABELA 1: Vingamento inicial de frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L) oriundos de quatro formas de polinização.

Tratamento	Nº. de flores por tratamento	Vingamento	%
Polinização cruzada manual	62	57	91,93a
Polinização restrita	57	47	82,46a
Autopolinização manual	62	50	80,64a
Polinização livre por abelha	211	192	90,99a

Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem a $P < 0,05$ ($\chi^2 = 3,544$ gl = 6).

Há necessidade de estudos mais detalhados sobre o assunto, pois mesmo considerando as diferenças entre variedades cultivadas e as espécies de abelhas, a autopolinização das flores do pimentão precisa ser melhor explicada, uma vez que as observações desse trabalho mostraram que a liberação de pólen só ocorre após a antese, quando o estigma da flor já se encontra acima do nível das anteras. Isso impossibilitaria uma autopolinização sem a mediação de agentes polinizadores externos, bióticos ou abióticos.

4.3. Comportamento de pastejo da abelha jandaíra na cultura do pimentão

As abelhas jandaíra começaram a visitar as flores a partir do terceiro dia após a introdução das colônias na casa de vegetação. Inicialmente, elas visitaram as flores que estavam próximas às colméias e com o decorrer do tempo foram se afastando gradativamente. Esse comportamento é típico das abelhas sociais, já tendo sido observado em outras espécies também, tanto em confinamento quanto em espaços abertos (LEVCHENKO, 1959; FREE, 1993).

Os meliponíneos apresentam uma melhor adaptação em ambientes fechados quando comparada com *Apis mellifera*, viabilizando assim seu uso em casas de vegetação (FREITAS, 2002). Confirmando essa observação, (CRUZ et al., submetido a), verificaram que a adaptação das abelhas jandaíra à casa de vegetação foi rápida, já que no segundo dia após serem introduzidas, já realizavam vôos próximos à colméia e começaram a visitar as flores logo em seguida.

Uma vantagem do uso de abelhas sem ferrão em ambientes de confinamento, como casa de vegetação, é que o raio de ação das mesmas é pequeno ao redor da colméia, tornando-as assim mais eficientes para a polinização em pequenas áreas, já que sua área de pastejo é limitada (FREITAS, 2002).

As abelhas visitaram as flores de pimentão durante todo o dia, das 7:00 às 15:00 horas, coletando pólen ou néctar. As visitas concentraram-se no período da manhã, das 7:00 às 11:00 h (TABELA 2). Embora não tenham ocorrido diferenças estatísticas ($P < 0,05$) entre os horários da manhã, o maior número de abelhas visitando as flores foi observado às 9:00 h. O número de visitas das abelhas às flores no período da tarde foi

significativamente ($F_{8, 63}=3,705$ $P<0,05$) menor que o número de visitas no período matinal, quando se observou mais abelhas pastejando.

TABELA 2: Número médio de abelhas ja ndaíra (*Melipona subnitida* Ducke) observadas forrageando ao longo do dia em flores de pimentão (*Capsicum annuum* L), sob cultivo protegido.

Horários	N	Número médio de abelhas
7:00	21	2,62 ± 0,80ab
8:00	28	3,50 ± 1,15 a
9:00	36	4,50 ± 1,30 a
10:00	28	3,37 ± 1,22ab
11:00	21	2,62 ± 0,86abc
12:00	07	0,87 ± 0,39bcd
13:00	03	0,37 ± 0,37de
14:00	04	0,50 ± 0,50cde
15:00	03	0,00 ± 0,00e

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

Essa observação está de acordo com CRUZ (2003) que observou que as abelhas jandaíra iniciavam as visitas às flores do pimentão pela manhã cedo, e continuavam durante todo o dia. Geralmente, as diferentes espécies vegetais liberou pólen cedo da manhã, principalmente as plantas de origem tropical, embora haja exceções conforme descrito por PERCIVAL (1955). A maioria das abelhas procura coletar o pólen tão logo ele se torne disponível, visando reduzir os efeitos da competição com outros visitantes florais que também fazem uso desse recurso, conforme observado por ALVES (2000) em seu estudo sobre a polinização da goiabeira envolvendo cinco espécies de abelhas, inclusive *M. subnitida*, e SOUSA (2003) que, avaliando técnicas de manejo de abelhas melíferas na polinização do meloeiro (*Cucumis melo* L.), verificou a maior concentração de visitas das abelhas também na parte da manhã.

O estudo de BRUIJN e SOMMEIJER (1997) evidenciou bem o efeito da competição sobre o comportamento das abelhas em relação ao horário de coleta de pólen, pois eles observaram que *M. favosa* não coletou pólen cedo da manhã quando mantida em casa de vegetação, sem a competição de outros visitantes florais, mas o fez quando outras espécies também estavam na área e disputando o alimento.

Nas visitas, as abelhas aproximavam-se da flor e ao pousar sobre as mesmas, faziam movimentos giratórios e vibratório nos estames, tocando o estigma com seu abdômen. Após a coleta do pólen sobre o corpo, as abelhas levantavam vôo e no ar, nos intervalos entre as visitas, realizavam a limpeza corporal escovando o pólen do tórax e do abdômen, com auxílio das pernas anteriores e medianas, e o armazenavam na corbícula, deixando cair parte deste sobre a flor (FIGURA 6).

Apesar das flores do pimentão apresentarem deiscência longitudinal das anteras, o que deixa o pólen prontamente disponível para coleta, as abelhas jandaíra faziam movimentos vibratórios quando visitavam as flores, comportamento geralmente associado à coleta de pólen de flores onde este não se apresenta de fácil acesso para os visitantes florais, como no caso de anteras porcidas. Esse mesmo comportamento foi observado por Alves (2000), em visitas feitas pela abelha jandaíra às flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.), onde são consideradas eficientes polinizadores, e também é comumente utilizado por outras espécies do gênero *Melipona*, conforme relatado por BEZERRA & MACHADO (2003), para *M. scutellaris* em visitas a flores de *Solanum stramonifolium* Jacq.

No comportamento das abelhas jandaíra em coleta de néctar nas flores de pimentão, observou-se que tais insetos aproximavam-se frontalmente das flores e ao pousarem sobre as pétalas, introduziam a língua na base da corola e, à medida que sugavam o néctar, moviam-se lateralmente contornando toda a parte interna da flor. Esse comportamento permitia coletar todo o néctar disponível na flor.



Figura 6: Abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke), visitando a flor do pimentão.

As abelhas coletaram pólen de 7:00 às 14:00 h sendo que o maior número de abelhas coletando pólen ocorreu as 9:00 h da manhã, período no qual ocorreu a deiscência das anteras e, portanto, quando havia a maior disponibilidade de pólen nas flores. Houve diferença significativa ($F_{8,63}=2,338, P<0,05$) no número médio de abelhas coletando pólen ao longo do dia. O horário de coleta máxima ocorreu às 9:00 h, que diferiu significativamente das 7:00 h, 13:00 h, 14:00 h e 15:00 h, embora estatisticamente semelhante aos horários de 8:00 h, 10:00 h, 11:00 e 12:00 h. Assim,

considerando essas observações em conjunto, conclui-se que o período de efetiva coleta de pólen foi o de 8:00 h às 12:00 h. (TABELA 3).

Por outro lado, BRUIJN e SOMMEIJER (1997), estudando várias espécies do gênero *Melipona* (*M. fasciata*, *M. beecheii* e *M. favosa*) em casa de vegetação com competidor (*Tetragonisca angustula*), observaram que as abelhas saíram cedo da manhã para atividade de forrageamento, e que a coleta de pólen geralmente começou antes do nascer do sol, sendo mais freqüente nas primeiras horas da manhã, e atingindo o pico às 6:00 h da manhã.

TABELA 3: Número médio de abelhas jandaíra (*Melipona subnitida*) coletando pólen em flores de pimentão (*Capsicum annuum*) ao longo do dia, em condições de cultivo protegido.

Horários	N	Número médio de abelhas
7:00	04	0,50 ± 0,50bc
8:00	18	2,25 ± 1,26abc
9:00	31	3,87 ± 1,46a
10:00	22	2,75 ± 1,25ab
11:00	15	1,87 ± 0,71ab
12:00	07	0,87 ± 0,39ab
13:00	03	0,37 ± 0,37bc
14:00	04	0,50 ± 0,50bc
15:00	00	0,00 ± 0,00c

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

Os dados referentes ao número médio de abelhas visitando as flores do pimentão para coletarem néctar mostraram diferenças significativas ($F_{8,63}=3,028P < 0,05$) entre os horários de observação ao longo do dia (TABELA 4). O horário que apresentou o maior número de abelhas visitando as flores para coletar néctar foi às 7:00 h, apesar destes não diferir, estatisticamente, dos demais horários da manhã, diferindo dos horários da tarde, com exceção das 15:00 h, quando as abelhas voltaram a coletar néctar.

CRANE (1982) alegar que o néctar é secretado nos períodos mais frios do dia, no início da manhã e no final da tarde. RABINOWITCH et al. (1993), trabalhando com a espécie *Apis mellifera* em plantas de pimentão, observaram que as flores produziram néctar durante todo dia, tendo maior concentração ao meio-dia e no início da tarde, quando comparado com as primeiras horas da manhã, pois o volume do néctar está de acordo com a concentração de açúcar, que aumenta durante o dia. Já SOUSA (2003), trabalhando com abelhas *Apis mellifera* na polinização melão (*Cucumis melo* L.), observou os horários que tiveram maior frequência das abelhas coletando néctar foram 11:00 e 15:00 h. Porém, a jandaíra é conhecida por preferir forragear nas horas mais frias do dia (BRUENING, 1990). De acordo com ROUBIK (1989), as abelhas visitam as flores à procura de néctar quando a concentração é ótima.

TABELA 4: Número médio de abelhas (*Melipona subnitida* Ducke) coletando néctar em flores de pimentão (*Capsicum annuum* L.) ao longo do dia, em condições de cultivo protegido.

Horários	N	Número médio de abelhas
7:00	17	2,12 ± 0,74 a
8:00	10	1,25 ± 0,72ab
9:00	05	0,62 ± 0,26a
10:00	06	0,75 ± 0,16a
11:00	06	0,75 ± 0,36ab
12:00	00	0,00 ± 0,00b
13:00	00	0,00 ± 0,00b
14:00	00	0,00 ± 0,00b
15:00	03	0,37 ± 0,37ab

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

· O padrão de visitas das abelhas às flores de pimentão para coleta de pólen teve início cedo da manhã, por volta das 7:00 h, aumentando progressivamente até às 9:00 h quando 30% das abelhas encontravam-se coletando pólen (FIGURA 7). Esta coleta foi diminuindo no decorrer do dia, até que a atividade de coleta de pólen cessasse às 15:00 h.

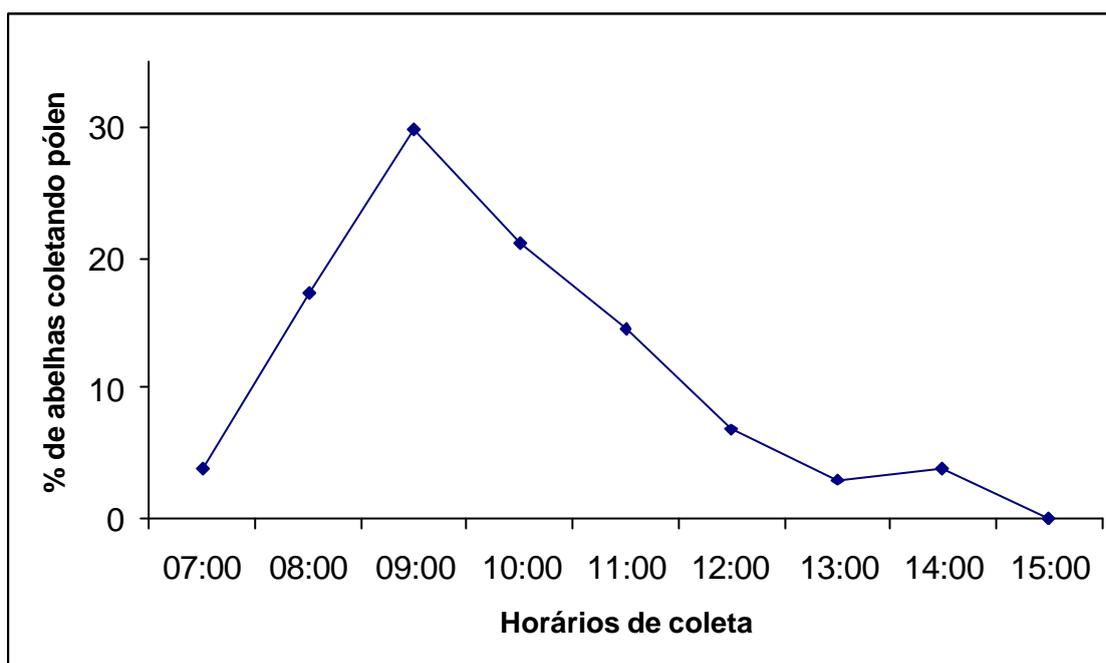


FIGURA 7: Padrão de coleta de pólen da abelha jandaíra (*Melipona subnitida*) nas flores de pimentão (*Capsicum annuum*) ao longo do dia sob cultivo protegido.

O aumento na quantidade de pólen nas flores foi proporcional ao aumento no número de abelhas visitando as flores (FIGURA 8), pois às 9:00 h foi o horário no qual havia o maior número de abelhas coletando pólen, coincidindo com a liberação do pólen pelas flores. A forte atividade de coleta de pólen neste horário pelas abelhas jandaíra está relacionada com a quantidade de pólen liberado pelas flores de pimentão, período onde ocorreu a antese e a deiscência das anteras, o que permitiu as visitas das abelhas às flores para coletarem pólen.

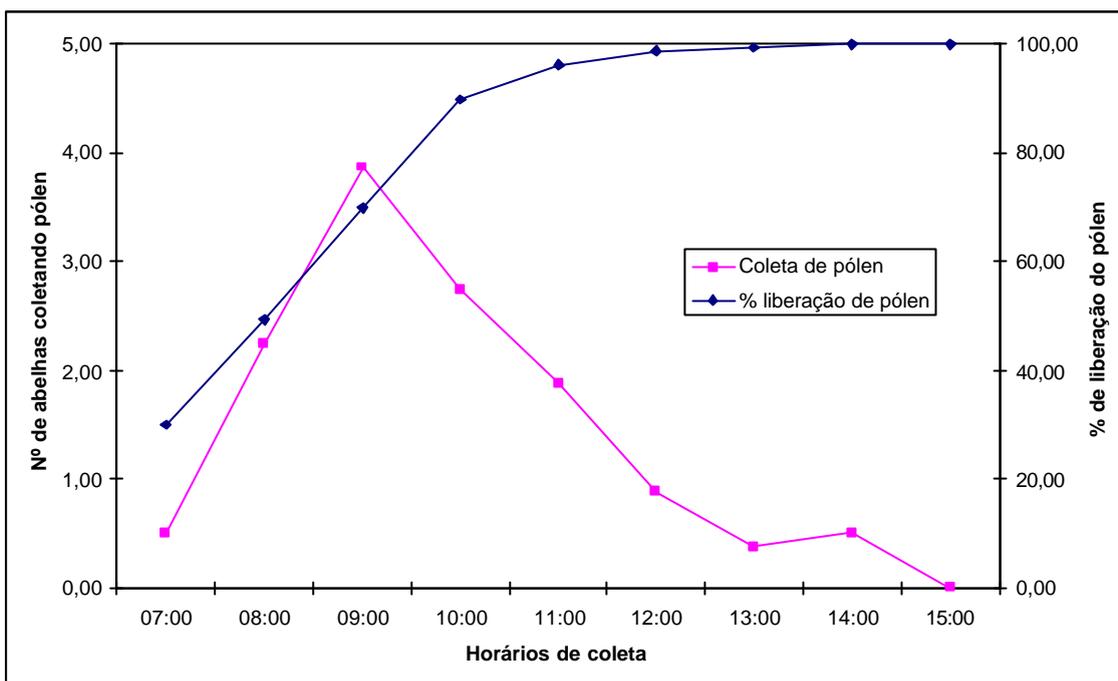


FIGURA 8: Número médio de abelhas coletando pólen, porcentagem de pólen liberado pelas anteras das flores de pimentão.

O padrão de coleta de néctar mostrou uma concentração dessa atividade cedo da manhã, por volta das 7:00 h, quando se verificou o maior número de abelhas visitando as flores. A partir deste horário, houve uma progressiva redução no número de abelhas coletando néctar, até encerrar por total às 12:00 h. No entanto, a partir das 14:00 h as abelhas retomaram a coleta de néctar (FIGURA 9). Esse comportamento confirma a preferência da jandaíra em forragear por néctar nas horas mais frias do dia, conforme já descrito por BRUENING (1990), ALVES (2000) e CRUZ (2003).

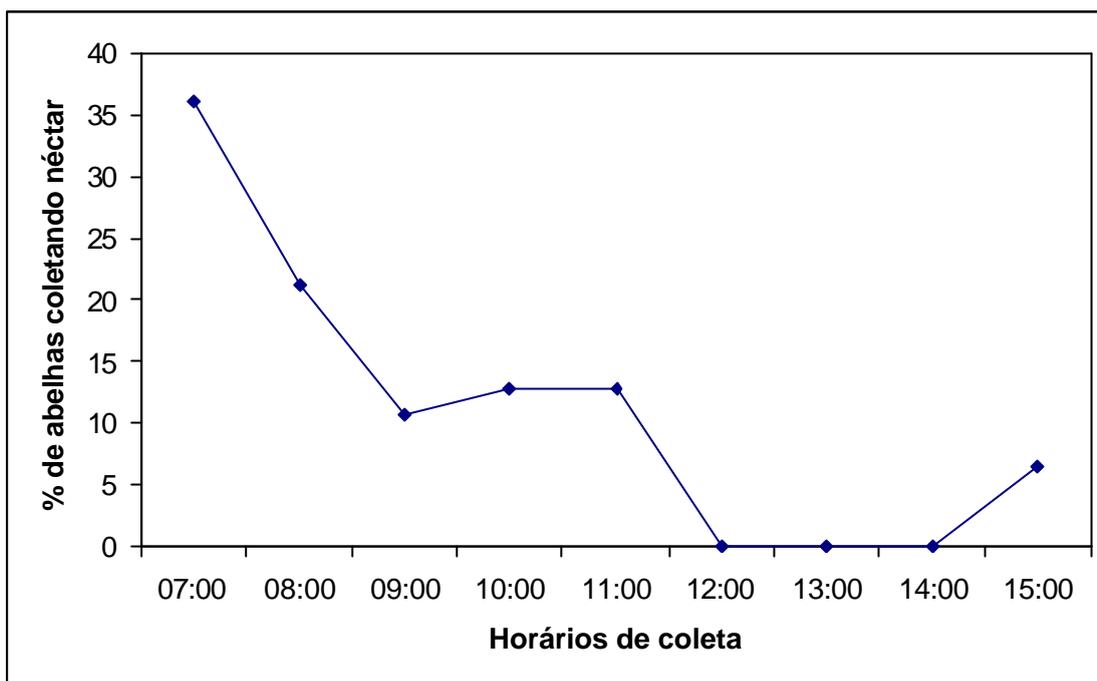


FIGURA 9: Padrão de coleta de néctar pelas abelhas jandaíra (*Melipona subnitida*) nas flores de pimentão (*Capsicum annuum*) ao longo do dia, sob cultivo protegido.

Comparando os padrões de coleta de pólen e de néctar pelas abelhas jandaíra nas flores de pimentão, verifica-se um comportamento inverso entre essas duas atividades desempenhadas entre as 7:00 e 9:00 h, enquanto o número de coletoras de pólen aumentava na cultura, decaía o de coletoras de néctar. No entanto, a partir das 9:00 h, as duas atividades passaram a apresentar padrões de queda semelhantes. Esse padrão persistiu até as 12:00 h, quando cessaram as atividades de coleta de néctar e as de coleta de pólen foram reduzidas ao mínimo. A coleta de pólen persistiu neste patamar até o final do dia, enquanto que a coleta de néctar foi retomada a partir das 14:00 h (FIGURA 10).

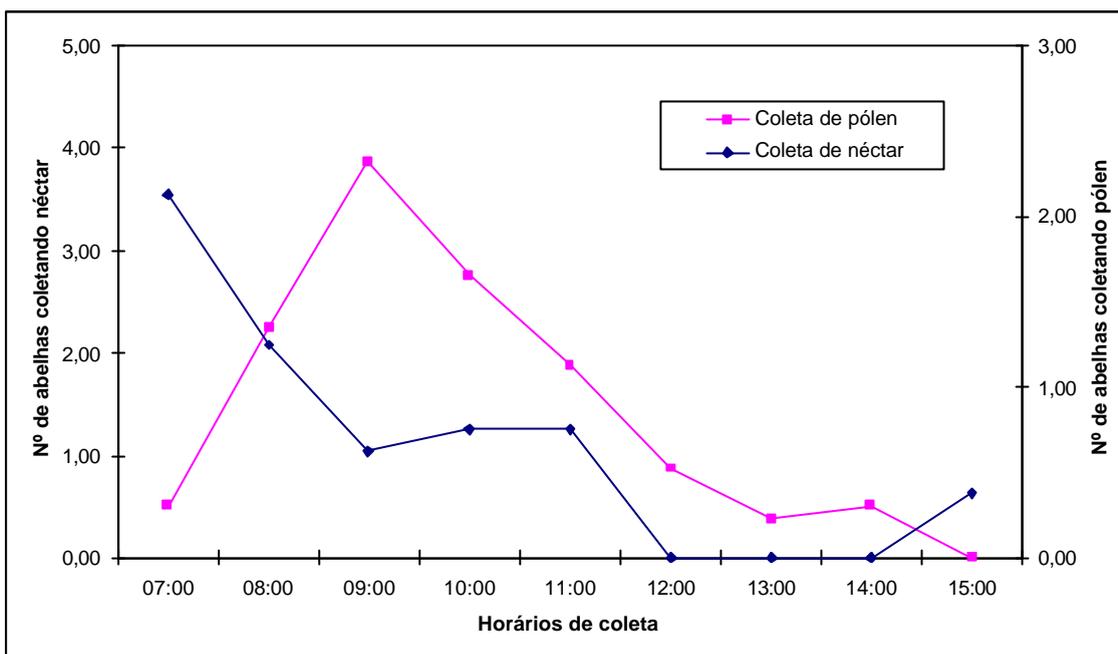


FIGURA 10: Padrão de coleta de pólen e néctar pelas abelhas jandaíra (*Melipona subnitida*) nas flores de pimentão (*Capsicum annuum*) ao longo do dia, sob cultivo protegido.

4.4. Determinação do efeito do número de visitas da abelha jandaíra

Os dados referentes a vingamento inicial de frutos não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,05$) sob polinização restrita, polinização com uma, duas, três ou várias visitas da abelha jandaíra (TABELA 5). Esse resultado demonstra que visitas da jandaíra para o vingamento inicial de frutos no pimentão são dispensáveis e que, certamente, a planta possui mecanismos que asseguram uma deposição mínima de grãos pólen suficiente para fertilização dos óvulos e vingamento de frutos. CRUZ (2003) e CRUZ *et al.* (submetido *b*) testando apenas uma visita de jandaíra às flores de pimentão, também não observaram diferenças significativas no vingamento dos frutos em flores que receberam uma visita e aquelas que não receberam. No entanto, tais autores verificaram diferenças significativas no peso, número de sementes e percentagem de deformação entre os frutos produzidos,

deixando clara a influência da visita da jandaíra e sugerindo que um maior número de visitas por flor poderia desempenhar algum papel no vingamento inicial de frutos.

Espécies como o melão (*Cucumis melo*), podem vingar frutos com um pequeno número de visitas, mas segundo MCGREGOR (1976), são necessárias mais de dez visitas por flor para assegurar bons níveis de polinização. Por outro lado, PEREIRA (2001), observou que uma única visita da abelha *Centris bicolor* à flor do muricizeiro (*Byrsonima crassifolia*, L), produziu números de frutos equivalentes à polinização livre e a cruzada, enquanto que ALVES (2000) também verificou que uma visita de abelha *Apis mellifera* por flor de goiabeira (*Psidium guajava*) era suficiente para garantir o vingamento de frutos, mas à medida que aumentava o número visitas até o máximo de três visitas, havia uma tendência à queda continua na produção. Segundo ROUBIK (1989), dependendo da espécie vegetal, várias visitas à mesma flor pode ser tão prejudicial para a planta quanto não receber visita alguma, sendo assim uma só visita de abelha necessária para depositar a quantidade de pólen necessária para ocorrer à polinização.

No presente estudo, ficou claro que o número de visitas da jandaíra às flores do pimentão não influencia o vingamento inicial de frutos, mas investigações quanto a possíveis efeitos sobre o peso, número de sementes e percentagem de frutos deformados são necessários, uma vez que os estudos de CRUZ (2003) e CRUZ et al. (submetido *b*) apesar de também não terem observado diferenças significativas no vingamento inicial com apenas uma visita, verificaram diferenças naqueles parâmetros.

TABELA 5. Vingamento dos frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.) submetido a polinização restrita, polinização livre por abelhas, polinização com uma, duas ou três visitas de abelhas jandaíra (*Melipona subnitida*) em condições de cultivo protegido.

Tratamentos	Nº. de flores por Vingamento		%
	tratamento		
Polinização restrita	57	47	82,46 ^a
Polinização livre por abelha	211	192	90,99a
Polinização com um visita de abelha	45	41	91,11a
Polinização com duas visitas de abelha	25	20	80,00a
Polinização com três visitas de abelha	30	24	80,00a

Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem a $P < 0,05$ ($F = 1,643$ gl = 3)

5. CONCLUSÕES

1. A flor do pimentão dura um dia e deve ser polinizada preferencialmente pela manhã quando o pólen é liberado e o estigma torna-se receptivo;
2. O vingamento inicial de frutos do pimentão independe da visita da abelha jandaíra, sendo a flor capaz de se autopolinizar.
3. A abelha jandaíra visita as flores de pimentão sob cultivo protegido em busca de pólen e néctar, preferencialmente no período da manhã;
4. O número de visitas feitas pela abelha jandaíra a cada flor de pimentão, em condições de cultivo protegido, não influencia o vingamento inicial de frutos;
5. Há a necessidade de estudos do efeito do número de visitas uma, duas, três ou várias visitas sobre o peso, número de sementes e porcentagem de frutos deformados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

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.

BEZERRA, E.L.S.; MACHADO, I.C. Biologia floral e sistema de polinização de *Solanum stramonifolium* Jacq. (*Solanaceae*) em remanescente de Mata Atlântica, Pernambuco. **Acta Bot. Bras.**, abr./ jan. 2003 V.17, n.2, p.247-257.

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

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

BUCHMANN, S. E., NBHAN, 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.

CASALI, V.W.D.; COUTO, F.A.A. Origem e botânica de *Capsicum* .**Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n.113, p.8-10, 1984.

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.

COUTO, R.H.N. Contribuição das abelhas na polinização de plantas produtoras de vagens. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, II, Ribeirão Preto (SP), junho, 1996.

COUTO, R.H.N. As abelhas na manutenção da biodiversidade e geração de renda. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA. 1998. Salvador (BA). **Anais...** Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura. 1998. p.101-104.

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

COUTO, R.H.N. 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.

CRANE, E. **O livro do mel**. 2. Ed. São Paulo: Nobel, 1982. 226p.

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

CRUZ, D.O.; FREITAS, B.M.; SILVA,L.A.; SILVA, E.M.S.; BOMFIM, I.G.A. Adaptação e comportamento de pastejo da abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) em ambiente protegido. **Acta Scientiarum** (Submetido a).

CRUZ, D.O.; FREITAS, B.M.; SILVA,L.A.; SILVA, E.M.S.; BOMFIM, I.G.A. Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper (*Capsicum annum*). **Journal of Agricultural Science** (Submetido b).

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 annum*). **American Bee Journal**. p.447 - 448, 2001.

DOBROMILSKA, R. Study on the improvement of growth and fruiting conditions for sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) raised in a plastic túnel in the western coastal region **Academia-Rolnicza-W-Szczecinie**. 197, 70p.2000.

EIJNDE, J., van den. Ganzjährige Züchtung von Hummelölkern für die Bestäubung in Gewächshäusern: eine rasche Entwicklung. ADIZ 1990 (6): 12-14. 1990.

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de Olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1998, v.2. 357p.

FREE, J.B. 1993 Insect pollination of crops. 2° ed. Academic Press, Londres – Reino Unido. 684 p.

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

FREITAS, B.M As abelhas e o aumento da produção agrícola. In: I CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL. 1998. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SNPA. 1998. P.385-389.

FREITAS, B.M, Avaliação da eficiência de polinizadores potenciais. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA. 1998. Salvador (BA). **Anais...** Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura. 1998.

FREITAS, B.M. 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.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Caderno de Geociências**, Rio de Janeiro, n.10, 23-031, janeiro, 1994.

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.

ISELIN, W. A.; JENSEN, M. H. & SPANGLER, H. G. (1974). The pollination of melons in air inflated greenhouses by Honeybees. **Environmental Entomology, College Park**, v. 3, n. 4, 664-666.

INPLANCE. **Anuário Estatístico do Ceará.** Fortaleza: **INPLANCE.** 1993. v.3. 1345p.

JARLAN, A. OLIVEIRA, D.; GINGRAS, J. Pollination of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) in green-house by the syrphid fly *Eristalis tenax* (L.). **Acta Hort.** The Seventh International Symposium on Pollination, 335- 339. 1996.

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.

KEARNS. C. A.: INOUE, D. W. Techniques for Pollination Biologists. University Press of Colorado. 1993. 583 p.

KERR, W.E., Progresso na genética de abelhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, X, Pousada do Rio Quente (GO), p. 264-277.

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

KRISTJANSSON, K. et al. Pollination of sweet pepper (*Capsicum annuum* L) with the solitary bee *Osmia cornifrons* (Radoszkowski). In: THE SIXTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON POLLINATION, Tilburg, Netherlands. 173-179. 1991.

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

MAETA, Y. T.; TEZUKA, H. & SUSUKI, K. 1992. Utilization of the Brazilian stingless bee, *Nannotrigona testaceicornis* as a pollinator of strawberries. **Honeybee Sci.** 13: 71-78.

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: Confederações Brasileiras de Apicultura, 2002. p. 204 - 208.

McGREGOR, S.E. **Insect pollination of cultivated crop plants.** USDA Agriculture Handbook. Nº 494. 441 p. 1976.

MORANDIN, L. A.; LAVERTY, T. M.; KEVAN, P.G. Effect of bumble bee (Hymenoptera: Apidae) pollination intensity on the quality of greenhouse tomatoes. **Journal of economics entomology.** 94 (1): p. 172 - 179, 2001.

PERCIVAL, M.S.; 1995. The presentation of pollen in certain angiosperms and its collection by *Apis mellifera*. **New Phytologist**, v.54, p. 353-368.

PEREIRA, J.O.P. **O papel de abelhas do gênero *Centris* na polinização e sucesso reprodutivo do muricizeiro (*Byrsonima crassifolia*, L.).** 2001. 61p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2001.

PORPORATO, M.; PINNA, M.; MANINO, A.; MARLLETO, F. Pollination of sweet pepper in greenhouses by *Bombus terrestris* and *Apis mellifera*. **Informatore-Fitopatologia.** 45:6, 49-54. 1995.

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.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F., EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal.** Ed. Guanabara/Koogam 1992. Cap.18 e 19. p. 354 – 407.

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

ROUBIK, D. W., 1989. Ecology and Natural History of Tropical Bee, 514 p.

ROSENFELD, K. et al. Influence of low night temperature on sweet pepper flower quality and the effect of repeated pollinations, with viable pollen, on fruit setting. **Journal of Horticulture-Science and Biotechnology**. 73:1, 131, 1998.

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

SHIPP, J. L.; WHITEFIELD, 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.

SOMMEIJER, M. J. Objectives and Scope of the standing commission for pollination and bee flora. **Apimondia**. Artigo captado pela Internet no site www.bio.uu.nl/, em 01.11.03. 3p.

SOUSA, R.M. **Manejo de abelhas mellifera (*Apis mellifera*) para polinização do meloeiro (*Cucumis melo*)**. 2003. 125p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

STANGHELLINI, M.S.; SCHULTEIS, J.R.; AMBORSE, J.T. Pollen mobilization in selected curcurbitaceae and the putative effects of pollinator abundance on pollen depletion rates. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. 127 (5): p 729 - 736. 2002.

THOMSON, J. D. The queen of forage and the bumblebee revolution: a conference white an attitude. Trends in **Ecology & Evolution** 8: 41-42., 1993.

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.