



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

ANTONIO DIEGO DE MELO BEZERRA

**USO DA ABELHA CANUDO (*Scaptotrigona* sp. nov.) NA POLINIZAÇÃO DO
MELOEIRO (*Cucumis melo* L.) EM AMBIENTE PROTEGIDO**

FORTALEZA

2014

ANTONIO DIEGO DE MELO BEZERRA

USO DA ABELHA CANUDO (*Scaptotrigona* sp. nov.) NA POLINIZAÇÃO DO
MELOEIRO (*Cucumis melo*) EM AMBIENTE PROTEGIDO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Zootecnia. Área de concentração: Produção e Melhoramento Animal.

Orientador: Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas.

Coorientador: Dr. Fernando Antonio Souza de Aragão.

FORTALEZA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- B469u Bezerra, Antonio Diego de Melo.
Uso da abelha canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.) na polinização do meloeiro (*Cucumis melo* L.) em ambiente protegido / Antonio Diego de Melo Bezerra. – 2014.
93 f.: il., color. enc.; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Mestrado em Zootecnia, Fortaleza, 2014.
Área de Concentração: Produção e Melhoramento Animal.
Orientação: Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas.
Coorientação: Prof. Dr. Fernando Antonio Souza de Aragão.
1. Biologia floral. 2. Fertilização de plantas. 3. Abelha. 4. Polinização por inseto. I. Título.

CDD 636.08

ANTONIO DIEGO DE MELO BEZERRA

USO DA ABELHA CANUDO (*Scaptotrigona* sp. nov.) NA POLINIZAÇÃO DO
MELOEIRO (*Cucumis melo*) EM AMBIENTE PROTEGIDO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Zootecnia. Área de concentração: Produção e Melhoramento Animal.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Fernando Antonio Souza de Aragão (Coorientador)

Embrapa Agroindústria Tropical

Profª. Dra. Cláudia Inês da Silva

Universidade Federal do Ceará (UFC)

A **Deus**, que quando me sentia, desacreditado e perdido em meio a objetivos e ideais, me deu forças e me fez apreciar a delícia de viver.

À **família e aos amigos** que me incentivaram e apoiaram, e cujos conselhos, julgo, tiveram grande importância na minha formação acadêmica e pessoal.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A realização da presente dissertação não seria possível sem a participação de várias pessoas e instituições, às quais agradeço:

À Deus, pela realização do presente trabalho e pelas oportunidades e experiências que foram dadas a mim.

À Universidade Federal do Ceará e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela possibilidade de realização dessa dissertação.

Ao CNPq, pela bolsa de estudos concedida durante o curso de mestrado.

À Embrapa Agroindústria Tropical, principalmente pela boa vontade por parte dos seus funcionários e pela disponibilização de suas instalações para a realização dos experimentos.

Ao professor e orientador Dr. Breno Magalhães Freitas, pela oportunidade, incentivo, confiança, apoio, orientação criteriosa com seus conhecimentos científicos, bons conselhos e amizade, os quais foram de grande importância para minha formação acadêmica e pessoal.

Ao pesquisador Dr. Fernando Antonio Souza de Aragão, pelo apoio logístico, orientação científica e pessoal, paciência, disposição, ajuda no desenvolvimento desse trabalho e sua amizade.

À Profa. Dra. Cláudia Inês da Silva, pela colaboração, disposição, amizade, paciência, disponibilidade e toda ajuda com o seu conhecimento científico.

Ao amigo, Dr. Isac Gabriel Abrahão Bomfim, pelo o apoio, prontidão, ajuda sem medir esforços, e sugestões.

À Dra. Mellissa Sousa Sobrinho, pela revisão e sugestões.

Ao amigo Alípio José de Souza Pacheco Filho, pela ajuda com a estatística dos dados, elaboração de gráficos.

À Empresa TopPlant Comércio de Mudas LTDA., pela agilidade no fornecimento das mudas de melão, pois sem essa ajuda seria impossível à execução dessa dissertação.

À Dra. Favízia Freitas de Oliveira pela identificação taxonômica da nova espécie de abelha do gênero *Scaptotrigona* utilizada nesse trabalho, bem como por sua amizade.

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia Francisca das Chagas Beserra Gomes, pela prontidão e disponibilidade.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em especial Maria Socorro Carneiro, Arlindo Moura, Ednardo Rodrigues, Sonia Oliveira, Carla Renata Gadelha, Raimundo Lobo, pelo incentivo durante o curso de mestrado.

Aos técnicos do Setor de abelhas do Departamento de Zootecnia, Francisco José Carneiro da Silva, Hélio Rocha Lima, pelo apoio, amizade e companheirismo.

Aos amigos do curso de mestrado em Zootecnia Leonardo Gurgel e Jânio Felix, pela amizade, companheirismo, incentivo e bons momentos.

À minha amiga Nayanny Fernandes Rodrigues que com sua experiência, colaborou e ajudou durante os experimentos e também pelos bons conselhos dados durante o curso de mestrado.

Aos amigos Luiz Wilson Lima-Verde, Epifânia Emanuela de Macêdo Rocha, Agaciane Rodrigues e pelo preparo e formação das colônias de abelhas que foram objetos de estudo nessa dissertação.

Ao amigo Rafael Ramalho, pela sua contribuição e disposição para ajudar com fotografias, revisão e contagem das lâminas de pólen.

Aos amigos que participaram e participam do Grupo de Pesquisas com Abelhas da UFC, em especial a Alessandra Bezerra, Alípio Pacheco, Antônio Abreu Neto, Camila Lemos, David Nogueira, Luiz Wilson Lima-Verde, Leonardo Gurgel, Jânio Felix, Julio Otávio Portela Pereira, Natalia Oliveira, Mikail Oliveira, Rômulo Rizzardo, Patricia Barreto, Valdenio Macenas e Victor Monteiro, pela a amizade, companheirismo.

A todos os voluntários do Grupo de Pesquisa com Abelhas da UFC.

À minha grande e sincera amiga Michelle de Oliveira Guimarães, pelo o apoio, amizade, incentivo, e conselhos dados desde o início da graduação que influenciaram diretamente nas minhas escolhas.

Aos amigos da Pós-Graduação em Zootecnia, Solange Damasceno, Ana Luísa Cazaux, João Paulo Rego, Fágner Cavalcante, Danilo Camilo, Taciane Alves, Verónica Hoyos, Vilar Melo e Danilo Camilo, pelo companheirismo e bons momentos durante a pós-graduação.

Aos amigos da Embrapa Agroindústria Tropical, Leonado Fiege e Higor Ximenes, pela grande e impagável contribuição e colaboração na execução dos experimentos.

A minha família, em especial, a minha mãe Luzimary de Melo, padastro Etevaldo Portela, minha tia Hercilia de Melo e avó Luzia de Melo, pela ajuda, educação e formação nos últimos anos.

Ao meu pai, José Atanásio dos Santos, pela ajuda, compreensão e apoio.

A minhas tias, Libania Rodrigues, Maria José Rodrigues, Antônia Rodrigues, Mazarelo Rodrigues, e Maria de Jesus Rodrigues pelo seu carinho e apoio.

Aos amigos que participaram direta e indiretamente na construção e êxito desse trabalho, assim como também aos que tiveram paciência e me deram bons conselhos para a minha formação acadêmica e pessoal.

“Toda modificação para melhor reclama luta,
tanto quanto qualquer ascensão exige esforço”.

Emmanuel, psicografado por Chico Xavier

RESUMO

As abelhas são os principais agentes de polinização em culturas agrícolas. No caso do melão a falta desses agentes pode resultar uma queda na produção superior a 90%. Em cultivos protegidos a introdução de abelhas vem substituindo a mão de obra utilizada na polinização manual. O objetivo desse estudo foi investigar a viabilidade da utilização da abelha canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.) na polinização do melão var. Natal, em ambiente protegido. Para tanto, a biologia floral do meloeiro, os requerimentos de polinização da cultura, o comportamento, forrageio e a eficiência das abelhas *Scaptotrigona* sp. nov. na polinização no ambiente protegido. O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada na Embrapa Agroindústria Tropical, no município de Fortaleza - CE. A variedade estudada é andromonoica, com antese das flores entre 6h00 e 6h30 e fechamento por volta 20h. Durante o período de floração do meloeiro, as flores masculinas abrem primeiro e por volta do sétimo dia inicia a floração da forma hermafrodita. Após esse período ambas as formas florais se mantêm constantemente sobrepostas até o final do período de floração, onde há uma redução das flores masculinas e na sequencia das femininas. A morfometria mostrou que as flores hermafroditas (fh) são significativamente maiores no seu diâmetro do que as flores masculinas (fm) ($fh = 44,17 \pm 5,77$; $fm = 39,29 \pm 2,38$, $p < 0,001$). Também foi observado que as flores hermafroditas produziram maior volume médio de néctar ($5,7 \mu\text{L} \pm 2,72 \mu\text{L}$) do que as flores masculinas ($1,85 \mu\text{L} \pm 0,47 \mu\text{L}$) ($p < 0,05$). Quanto ao requerimento de polinização, as flores do meloeiro var. Natal apresentaram maiores taxas de vingamento de frutos por meio da polinização cruzada, diferindo significativamente do tratamento com polinização restrita ($p < 0,05$). Com relação à avaliação de *Scaptotrigona* sp. nov. no cultivo protegido, as operárias de foram capazes de visitar em poucas horas as flores da cultura no primeiro dia da abertura da colônia, mas as visitas aumentaram de forma efetiva a partir do quarto dia. Foi observado que as operárias buscaram tanto o pólen quanto o néctar nas duas formas florais e o número médio de operárias que saíam para as atividades de forrageamento esteve correlacionado positivamente com o volume de néctar disponibilizado pelas flores hermafroditas ($p < 0,05$). Nesse estudo foi descrito pela primeira vez o comportamento de forrageio de *Scaptotrigona* sp. nov. em cultivo protegido, mostrando a sua alta adaptabilidade e eficiente na polinização das flores do meloeiro var. Natal. Além disso, o vingamento dos frutos por meio da polinização feita por essa abelha não diferiu do tratamento com polinização manual cruzada. Portanto, recomendamos o uso de *Scaptotrigona* sp. nov. em cultivo protegido para a polinização do meloeiro, diminuindo assim os custos de polinização manual nessa cultura.

Palavras-chave: abelhas sem ferrão, biologia floral, comportamento de forrageamento, eficiência de polinização, meliponíneos.

ABSTRACT

Bees are the main pollinators in agricultural crops. In the case of melon lack of these agents may result in a decrease in production over 90%. In crops protected the introduction of bees is replacing the manpower used in manual pollination. The aim of this study was to investigate the feasibility of using the straw bee (*Scaptotrigona* sp. new) At the pollination of melon var. Natal in a protected environment. Therefore, the melon floral biology, applications pollination of culture, behavior, foraging and efficiency of bees *Scaptotrigona* sp. new pollination in the greenhouse. The experiment was conducted in a greenhouse located in postharvest, in Fortaleza - CE. The variety is studied andromonoecious with anthesis of flowers between 6:00 am and 6:30 am and closing at around 20:00 h. During the melon flowering period, the male flower open first and by the seventh day starts flowering hermaphrodite form. After this period both floral shapes remains constantly overlapped by the end of the flowering period, where there is a reduction of the male flowers and the sequence of the female. Morphometry showed that the hermaphrodite flowers (hf) are significantly larger in diameter than the male flowers (mf) ($hf = 44.17 \pm 5.77$, $39.29 \pm mf = 2.38$, $p < 0.001$). It was also observed that the hermaphrodite flowers produced more nectar volume (5.7 ± 2.72 uL) than the male flowers (1.85 ± 0.47 uL) ($p < 0.05$). As for the pollination of application, the melon flowers var. Natal had higher fruit set rates through cross-pollination, significantly different from the treatment with restricted pollination ($p < 0.05$). As to the evaluation of *Scaptotrigona* sp. new in greenhouse of the workers were able to visit in a few hours the culture of flowers in the opening day of the colony, but the visits increased effectively from the fourth day. It was observed that the workers sought both the pollen and the nectar in two floral forms and the average number of workers leaving for foraging activity was positively correlated with the amount of nectar available by hermaphrodite flowers ($p < 0.05$). In this study was first described the foraging behavior of *Scaptotrigona* sp. new protected cultivation, showing its high adaptability and efficient in flower pollination of melon var. Christmas. In addition, the ripening of fruits by means of pollination bees by this treatment did not differ from manual cross pollination. Therefore, we recommend the use of *Scaptotrigona* sp. Newin protected cultivation for pollination of melon; thereby reducing the manual pollination costs that culture.

Key words: efficient pollination, floral biology, foraging behavior, meliponineos, stingless bee.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Variação da temperatura e umidade relativa do ar no ambiente protegido com cultivo de melão amarelo (*Cucumis melo*) var. Natal. 48
- Figura 2 – Ambiente protegido cultivado com melão amarelo (*Cucumis melo*) var. Natal. A) Vista externa do ambiente protegido com área de 160 m²; B) Vista interna do ambiente protegido com as mudas de melão transplantadas em vasos de 5 L com areia. 49
- Figura 3 – Período de emissão de flores masculinas (♂) e flores hermafroditas (♂♀) de melão amarelo (*Cucumis melo*) var. Natal, cultivado em ambiente protegido. 52
- Figura 4 – Antese e fechamento das flores do meloeiro (*Cucumis melo*): A) Início da abertura da flor masculina (♂); B) Início da abertura da flor hermafrodita (♂♀); C) Início do fechamento da flor masculina (♂); D) Início do fechamento da flor hermafrodita (♂♀); E) Fechamento completa da flor masculina (♂); F) Fechamento completo da flor hermafrodita (♂♀). 53
- Figura 5 – Flor masculina (♂) do meloeiro (*Cucumis melo*). A) Vista frontal da flor masculina na sua antese; B) Vista lateral da flor masculina na sua antese; C) Androceu da flor masculina; D) Corte transversal da flor masculina. 54
- Figura 6 – Flor hermafrodita (♂♀) do meloeiro (*Cucumis melo*). A) Vista frontal da flor hermafrodita; B) Vista lateral da flor hermafrodita; C) Gineceu e androceu da flor hermafrodita; D) Corte transversal da flor hermafrodita. 55
- Figura 7 – Variação do volume de néctar em flores masculinas e hermafroditas de melão amarelo (*Cucumis melo*) var. Natal, ao longo do dia. 57
- Figura 8 – Variação da temperatura e umidade relativa do ar no ambiente protegido. 71
- Figura 9 – Preparo das colônias de abelha canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.) e introdução no cultivo. A) Meliponário do Setor de Abelhas, do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará; B) Caixa modelo INPA com colônia de abelha canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.) lacradas antes da introdução; C) Colmeias n° 1 e n° 8 de abelhas (*Scaptotrigona* sp. nov.) introduzidas no ambiente protegido; D) Colmeia n°5 introduzida no ambiente protegido. 73
- Figura 10 – Operárias de abelha canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.) colidindo exaustivamente contra a tela de revestimento do ambiente protegido, e outras já mortas por exaustão. 76
- Figura 11 – Abelhas canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.) no ambiente protegido: A) Colônia de abelha canudo fechada; B) Abelha guarda lutando com outra operária. 77
- Figura 12 – Atividade externa das abelhas canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.): A) Voo para a retirada de lixo; B) Em destaque abelha fazendo voo de orientação para forrageamento. 77
- Figura 13 – Visita da abelha *Scaptotrigona* sp. nov. em flores da cultura do melão amarelo. A) Abelha visitando flor masculina e com corbícula com pólen; B) Abelha buscando o néctar em uma flor masculina. 78

Figura 14 – Fluxo da atividade externa de operárias número médio de operárias de abelhas canudo (<i>Scaptotrigona</i> sp. nov.) realizando as atividades de voos.	78
Figura 15 – Fluxo de saída de abelhas canudo (<i>Scaptotrigona</i> sp. nov.) e volume de néctar em flores hermafroditas de melão amarelo (<i>Cucumis melo</i>) var. Natal.	79
Figura 16 – Correlação entre o fluxo de saída de operárias de <i>Scaptotrigona</i> sp. nov. e o volume de néctar nas flores hermafroditas da cultura melão amarelo (<i>Cucumis melo</i>) var. Natal.	79
Figura 17 – Correlação entre o fluxo de saída de operárias de <i>Scaptotrigona</i> sp. nov. e o volume de néctar nas flores masculinas da cultura melão amarelo (<i>Cucumis melo</i>) var. Natal.	80
Figura 18 – Comportamento de forrageio da <i>Scaptotrigona</i> sp. nov. em flores do meloeiro em ambiente protegido. A) Abelha canudo sobre a corola da cultura; B) Coleta de recursos em flor masculina; C) Coleta de recursos em flor hermafrodita; D) Estocagem do pólen em sua corbícula; E) Voo após visitar a flor do meloeiro; F) Massa polínica aderida na cabeça após a visita; G) Limpeza o corpo na flor hermafrodita do meloeiro; H) Pólen aderido no estigma após a visita da abelha.	82
Figura 19 – Tempo médio de visita nas flores masculinas e hermafrodita nas flores do meloeiro.	83
Figura 20 – Crescimento do tubo polínico do pólen do melão na superfície estigmática após a sua deposição em flores visitadas por abelhas.	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Avaliação da morfometria de flores masculinas (♂) e hermafroditas (♂♀) de meloeiro (<i>Cucumis melo</i>) var. Natal, cultivadas ambiente protegido.	56
Tabela 2 – Requerimento de polinização da cultura do melão (<i>Cucumis melo</i> L.) var. Natal, cultivada em ambiente protegido.	57
Tabela 3 – Eficiência de polinização da abelha na canudo (<i>Scaptotrigona</i> sp. nov.) na cultura do melão (<i>Cucumis melo</i> L.) var. Natal, cultivada em ambiente protegido.	84

SUMÁRIO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS	16
------------------------------	----

USO DA ABELHA E CANUDO (*Scaptotrigona* sp. nov.) NA POLINIZAÇÃO DO MELOEIRO (*Cucumis melo*) EM AMBIENTE PROTEGIDO

CAPÍTULO I

REFERENCIAL TEÓRICO

1. Importância das abelhas na produção agrícola.....	19
2. Uso de abelhas na polinização de culturas em ambiente protegido.....	24
3. Aspectos e características gerais da cultura de melão (<i>Cucumis melo</i> L.)	28
3.1. Origem e importância econômica	28
3.2. Classificação Botânica e Grupos Botânicos de Interesse Comercial	29
3.3. Morfologia e biologia floral do meloeiro	30
3.4. Melão, visitantes florais e seus potenciais polinizadores.....	31
REFERÊNCIAS	34

CAPÍTULO II

BIOLOGIA FLORAL E REQUERIMENTO DE POLINIZAÇÃO DE MELÃO AMARELO CULTIVADO EM AMBIENTE PROTEGIDO

RESUMO.....	43
ABSTRACT	44
1. INTRODUÇÃO	45
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	47
2.1. Área de estudo.....	47
2.2. Biologia Floral.....	48
2.3. Requerimento de Polinização	49
2.4. Análise de dados	50
3. RESULTADOS.....	51
3.1. Biologia floral.....	51

3.2. Requerimento de polinização	55
4. DISCUSSÃO	56
4.1. Biologia floral.....	56
4.2. Requerimento de polinização	59
5. CONCLUSÕES	61
REFERÊNCIAS	62

CAPÍTULO III

COMPORTAMENTO DE FORRAGEAMENTO, ADAPTAÇÃO E EFICIÊNCIA DE POLINIZAÇÃO DA ABELHA CANUDO (*Scaptotrigona* sp. nov.) SOB CONDIÇÕES DE CULTIVO PROTEGIDO

RESUMO	65
ABSTRACT	66
1. INTRODUÇÃO	67
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	70
2.1. Área do estudo	70
2.2. Caracterização do ambiente protegido.....	70
2.3. Preparo das colônias e introdução das colônias	71
2.4. Avaliação do comportamento da abelha no ambiente protegido	72
2.5. Eficiência de polinização das abelhas canudo (<i>Scaptotrigona</i> sp. nov.).....	73
2.6. Análise dos dados	74
3. RESULTADOS.....	75
3.1. Avaliação do comportamento da abelha no ambiente protegido	75
3.2. Eficiência de polinização da abelha canudo (<i>Scaptotrigona</i> sp. nov.)	83
4. DISCUSSÃO	84
4.1. Avaliação do comportamento da abelha no ambiente protegido	84
4.2. Eficiência de polinização da abelha canudo (<i>Scaptotrigona</i> sp. nov.)	87
5. CONCLUSÃO	89
REFERÊNCIAS	90

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Nas angiospermas, a dependência de um agente biótico ou abiótico para o transporte dos grãos de pólen para a superfície estigmática acontece de forma direta ou indireta. De toda forma, sabe-se que essa transferência, em grande parte das angiospermas, é realizada por agentes bióticos.

Esse processo de transferência do grão de pólen até o estigma é chamado de polinização. Portanto, este é um fator primordial na produção de alimentos e conservação do meio ambiente. O serviço de polinização agrega um grande valor econômico tanto para o ecossistema quanto para as culturas agrícolas, de tal modo que os programas de polinização na agricultura movimentam milhões de dólares por ano.

A produção de diversas culturas agrícolas depende diretamente do serviço de polinização, e as abelhas são os principais polinizadores de várias culturas agrícolas. Logo, grande parte dos produtores utilizam abelhas manejadas para prestação destes serviços, dentre elas pode-se destacar a *Apis mellifera* e as abelhas do gênero *Bombus*.

O manejo das colônias de abelhas *A. mellifera* é principalmente para a produção de mel, mas ela é, também, a mais utilizada na polinização de cultivos agrícolas. Contudo, as abelhas *Bombus* destacam-se por ser a principal abelha produzida comercialmente para o serviço de polinização, principalmente, em ambiente protegidos, os quais necessitam da introdução de abelhas, pois os custos com a polinização manual são onerosos.

No Brasil, somente a maçã (*Malus domestica*) e o melão (*Cucumis melo*), culturas essas que se destacam com grande expressão econômica, utilizam as abelhas *A. mellifera* em cultivos comerciais para a polinização. As abelhas do gênero *Bombus* possuem comercialização e importação proibida pelos órgãos reguladores do governo brasileiro. Diferentemente das espécies utilizadas na Europa, às abelhas *Bombus* existentes no Brasil ainda não são manejadas de forma racional para a sua utilização nos cultivos agrícolas protegidos.

Por outro lado, as abelhas nativas sem ferrão são apontadas como potenciais polinizadores em casa de vegetação, embora, sejam poucas as espécies manejadas com sucesso na polinização de culturas agrícolas em ambiente protegidos. Ainda existem dúvidas na utilização dessas abelhas nesses ambientes, e, também, existe limitações na produção

dessas abelhas em escala comerciais, principalmente, na sua utilização como polinizadora de culturas em casa de vegetação.

Nesse contexto, este estudo teve como objetivo, estudar a biologia floral, os requerimentos de polinização da cultura do meloeiro e investigar a viabilidade da utilização de uma espécie de abelha sem ferrão (*Scaptotrigona* sp. nov.), como potencial polinizador da cultura do melão amarelo, sob condições de cultivo protegido.

**USO DA ABELHA E CANUDO (*Scaptotrigona* sp. nov.) NA POLINIZAÇÃO DO
MELOEIRO (*Cucumis melo*) EM AMBIENTE PROTEGIDO**

CAPÍTULO I

Referencial Teórico

1. Importância das abelhas na produção agrícola

Durante milhões de anos as plantas evoluíram para atrair potenciais polinizadores, tornando-se essa, uma relação de interdependência (FREITAS 1998). As plantas necessitam dos polinizadores para transferir o pólen das anteras para o estigma da mesma espécie vegetal e, como resultado de uma polinização bem sucedida, ocorre a produção de frutos e sementes, garantido a produção, e a perpetuação das espécies vegetais (FREITAS, 1995). Por sua vez, as espécies polinizadoras utilizam os recursos florais (néctar, pólen, óleos, essências, entre outros) como exclusivas fontes de alimento, ou produtos necessários para a sobrevivência (FREE, 1993; FREITAS, 2006; MICHENER, 2007). Os polinizadores estão entre os componentes efetivos para o funcionamento do ecossistema (CONSTANZA *et al.*, 1997), deste modo, Ollerton *et al.* (2011) relatam que 87,5% das angiospermas dependem de polinizadores bióticos.

A polinização é o processo chave na conservação ambiental e na produção de alimentos, sendo um fator essencial na produção de diversas culturas agrícolas no mundo, mas muitas vezes o seu conhecimento ou a sua aplicação é negligenciada (FREITAS; IMPERATRIZ-FONSECA, 2005; VIANA *et al.*, 2010).

Das diversas culturas agrícolas importantes para a alimentação humana cerca de 75% dependem dos benefícios da polinização biótica. (KLEIN, *et al.* 2007). As abelhas são os principais agentes, polinizando 71% das culturas agrícolas (RICKETTS *et al.*, 2008; UNEP, 2010; FREITAS; NUNES-SILVA, 2012), e segundo Free (1993) a polinização é o maior benefício que esses insetos oferecem para a humanidade.

As culturas agrícolas têm se tornado cada vez mais dependente do serviço de polinização realizado por polinizadores (GALLAI *et al.*, 2009; VAISSIÈRE *et al.*, 2009; FREITAS; NUNES-SILVA, 2012). Contudo, o homem utiliza de forma racional 0,1% de espécies polinizadoras (IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2012). O serviço de polinização que as abelhas prestam à agricultura e aos ecossistemas pode ser prejudicados por diversos fatores que as afetam diretamente como: Uso de uma agricultura intensiva, uso de abelhas exóticas, a fragmentação e a perda de hábitat, e uso de pesticidas que causam declínio nas populações de polinizadores em áreas agrícolas (BIESMEIJER *et al.*, 2006; FREITAS *et al.*, 2009; POTTS *et al.*, 2010; FREITAS; NUNES-SILVA, 2012; IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2012;).

No século passado decorrente a problemas com doenças que causavam declínio das populações de colônias *Apis mellifera*, principalmente, devido à ação de patógenos, em especial do ácaro *Varroa destructor*, fez com que diversos pesquisadores e tomadores de

decisões tomassem medidas para a proteção dos polinizadores de declínio (IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2012).

Assim, foi criada a Iniciativa internacional dos polinizadores, que tem por objetivos: o monitoramento do declínio dos polinizadores, avaliar e identificar as causas e impacto no serviço de polinização, tratar da falta de informações taxonômicas, medir o valor econômico da polinização e o impacto econômico do declínio dos polinizadores, e por fim, promover a conservação, a restauração e o uso sustentável da diversidade de polinizadores na agricultura e ecossistemas relacionados (IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2012).

O declínio dos polinizadores é evidente em áreas agrícolas e a perda de polinizadores em de cultivos pode significar um sério problema. Lebuhn *et al.* (2013), através de sua técnica de monitoramento utilizando pratos armadilhas coloridos, estimaram que os custos para a detecção de perdas de polinizadores em 300 lugares foi superior a US\$ 2 milhões de dólares. Os mesmos mostraram que esse método é eficiente em detectar pequenos declínios, de 2% a 5% anuais, quando aplicados em uma escala menor, com menos lugares. Portanto, os autores recomendam o estabelecimento de programas regionais e internacionais para detectar mudanças quanto à riqueza e abundância das comunidades dos polinizadores, uma vez que, esses são importantes para a segurança alimentar e funcionamento do ecossistema.

Da mesma forma, Gallai *et al.* (2009), reportam a fragilidade da produção agrícola com a perda de polinizadores, como também, a importância econômica que tem as abelhas na polinização de plantas cultivadas e sua contribuição para a economia mundial. Os mesmo relatam que as hortaliças e frutas lideram as categorias que necessitam de polinizadores, seguidas das oleaginosas, estimulantes, amêndoas e especiarias. Logo, em seus resultados Gallai *et al.* (2009) reportam que o declínio dos polinizadores pode reduzir a produção de frutas, verduras e estimulantes.

Em muitas culturas produzidas no Brasil é fundamental a presença de abelhas nos cultivos. Em estudos que avaliam a presença desses insetos nas culturas agrícolas foi mostrado um aumento significativamente na produtividade nas áreas, bem como, o aumento do número de frutos e um fruto com melhor qualidade (CRUZ *et al.*, 2005; MILFONT *et al.*, 2013; MAGALHÃES; FREITAS, 2013; BOMFIM, 2013).

Considerando o Brasil, um país com dimensões continentais, e com várias condições ambientais e ecossistemas. Os agentes polinizadores efetivos e sua eficiência

podem variar de região para região, mas apesar de todas as diferenças entre as localidades, o potencial do serviço de polinização, sejam aqueles realizados por polinizadores silvestres ou manejados, é comum entre elas e têm muito a contribuir para as atividades agrícolas (FREITAS; NUNES-SILVA, 2012).

Ainda que existam poucas espécies manejadas pelo homem, a participação desses insetos em culturas altamente dependentes de polinizadores e com grande importância comercial é fundamental para a produção de alimentos. No Brasil, apenas duas culturas de grande expressão econômica, vem recorrendo do uso de colônia de *Apis mellifera* em larga escala para sua produção como: a maçã (*Malus domestica*) no Sul, no Estado de Santa Catarina e o melão (*Cucumis. melo*) no Nordeste, nos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte (FREITAS; IMPERATRIZ-FONSECA, 2005).

O uso de *A. mellifera* para polinização de culturas no Brasil, ainda não é usado de forma tradicional, apesar de experiências bem-sucedidas no Sul e Nordeste do Brasil com a polinização de maçã e melão. Isso ocorre devido à falta de mecanização, tanto no transporte e manipulação de colmeias no campo, e transporte das colmeias para as culturas. Ao contrário do Brasil, os Estados Unidos, Europa e Austrália possuem tecnologia de transporte eficientes de colônias e um único caminhão pode conter cerca de 300 colmeias, o que pode ser cerca de 20 milhões de abelhas com potencial de polinização (MORAIS *et al.*, 2012).

Nos Estados Unidos a *A. mellifera* é usada com frequência na polinização de 95 culturas diferentes e tem um retorno de 25 bilhões de dólares por ano, e somente a produção de mel nesse país possui um retorno de 200 milhões de dólares anuais (MORAIS *et al.* 2012). Logo, alguns grupos de pesquisas no Brasil têm levantado dados sobre o uso de colônias de *A. mellifera*, e como exemplo, o estudo realizado com a cultura da mamona (*Ricinus communis*), cuja, alguns autores alegam que é uma planta restritamente anemófila (WEISS 1971, BIANCHINI; PACINI, 1996). Rizzardo *et al.* (2012), mostram que a introdução de colônias de *A. mellifera* em cultivos de *R. communis* incrementou o vingamento equiparando ao teste controle (auto polinização manual), maximizando a frutificação, e aumento no rendimento na produção de sementes.

A participação da abelha melífera é observada também como um polinizador com importância nas culturas agrícolas, pela facilidade de obtenção de novos enxames e conhecimento de técnicas de manejo, facilitando a introdução em áreas cultivadas. Dessa forma, Milfont e Freitas (2013), observaram que com a introdução de colônias em áreas de

soja (*Glycine max*) aumentava a produção em 18,09% e polinizadores silvestres tinha uma participação de 6,34% no aumento da produção dos grãos.

No entanto, confirmando a participação das abelhas nativas Garibaldi *et al.* (2013) relatam que a participação de polinizadores silvestres em 41 culturas agrícolas são mais eficientes que as abelhas de mel. Portanto, os autores sugerem que o manejo das *A. mellifera* juntamente com os polinizadores nativos incrementa a produtividade das áreas agrícolas a níveis globais.

Deste modo, a abelha *A. mellifera* não é sempre tão eficiente como polinizador devido a fatores comportamentais das abelhas e morfológicos das plantas, tais como: o tamanho das abelhas de melíferas, o tamanho das flores visitadas por estas abelhas, flores com baixa produção de néctar e flores com mecanismos de ação para liberação de pólen como as flores com anteras poricidas (i.e. Solanaceae). Apesar das abelhas melíferas serem as mais utilizadas em áreas agrícolas, quando elas não trazem nenhum benefício para a cultura como polinizadores eficiente, torna-se necessário encontrar um polinizador compatível e eficiente para a cultura (SLAA *et al.*, 2006).

Dessa forma, na Holanda e Bélgica décadas atrás iniciaram o uso de novas espécies de abelhas usadas em programas racionais de polinização, em particular, a abelhas do gênero *Bombus*, a qual, a atividade comercial com criação de grandes companhias que criavam e multiplicavam colônias em laboratório, impulsionaram um novo mercado, criando um serviço inovador quando adotaram um serviço de entregas de ninhos aos agricultores chegando a vender cerca de um milhão de colônias apenas no ano de 2004 (VELTHUIS; VAN DOORN, 2006; IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2012).

Logo, sendo estas abelhas são mais eficientes polinizadores nas famílias Solanaceae e Ericaceae que as *A. mellifera*, devido a sua habilidade em polinizar as flores quando vibram o corpo (VELTHUIS; VAN DOORN, 2004; GARÓFALO *et al.*, 2012). Elas são usadas para substituir o uso dos procedimentos manuais e mão de obra para a polinização em tomates cultivados em casas de vegetação, e estas abelhas são bastante utilizadas pelo mundo e tem sido principalmente, usada com sucesso na polinização de diversas culturas (VELTHUIS; VAN DOORN, 2004; VELTHUIS; VAN DOORN, 2006).

Em razão disto, têm-se procurado abelhas desse gênero no Brasil para o desenvolvimento de técnicas de manejo das colônias de *Bombus* para sua utilização nos cultivos agrícolas. Contudo, problemas como a agressividades das espécies nativas do Brasil

são um grande problemas para o sucesso de manejo destas colônias (BOMFIM, 2013). Mas, outros grupos mostram um potencial quando introduzidas em cultivos agrícolas como é o caso das abelhas solitárias e sem ferrão (FREITAS, PEREIRA 2004).

Portanto, Oliveira e Schlindwein (2009), abordam sobre da importância dos ninhos de *Centris analis* nos cultivos e sugerem manejos desses polinizadores para a cultura de acerola (*Malpighia ermaginata* L.). Deste modo, Magalhães e Freitas (2013), analisando a introdução de ninhos armadilhas para abelhas solitárias observaram que abelhas da espécie *Centris analis* contribuíam significativamente para o aumento de produção em áreas de acerola, o que significou um extra de US\$ 2.250,00 por hectare a mais nas receitas dos produtores. Os autores propõem que a introdução de ninhos armadilhas nessas áreas de cultivos diminui o déficit de polinização, e essas abelhas devem ser usadas em programas de polinização para a cultura da acerola (*M. ermaginata*) enfatizando o que Oliveira e Schlindwein (2009) propõem.

Muitas espécies de abelhas solitárias são polinizadores eficientes na polinização de culturas, mas somente uma pequena fração dessas abelhas é possível de serem manejadas (ROUBIK, 1995; BOSCH; KEMP, 2002; FREITAS; PEREIRA, 2004; GARÓFALO *et al.*, 2012). Assim, Garófalo *et al.* (2012) através de uma revisão cuidadosa sobre a utilização de abelhas solitárias faz menção aos programas de polinização relatando a eficiência de espécies de *Centris* spp.,

A introdução de ninhos de abelhas solitárias em pomares agrícolas é favorável para a nidificação dessas abelhas e o aumento da diversidade de espécies de abelhas coletoras de pólen nessas áreas. Assim, além do aumento do número de espécies de polinizadores, há também, um incremento da produção das culturas agrícolas, bem como, os relatos confirmados por Freitas e Oliveira-Filho (2001), Oliveira e Schlindwein (2009), Pina (2010), Garófalo *et al.* (2012) e Magalhães e Freitas (2013).

Contudo, o uso de abelhas da tribo Centridini precisa de desenvolvimento racional de criação, multiplicação e manejo para o seu uso em programas de polinização agrícolas. A introdução de ninhos de abelhas solitárias em áreas agrícolas tem se mostrado eficiente, assim como, a proposta de Freitas e Oliveira-Filho (2001) que desenvolveram através de estudos, um ninho utilizando partes da colmeia “Langstroth” para atrair abelhas *Xylocopa* spp. e as introduzir em pomares de Maracujá (*Passiflora edulis*), como uma alternativa para aumentar a população de polinizadores dentro dos cultivos.

Rader *et al.* (2013) reportam que as abelhas nativas amenizam os efeitos do aquecimento global na polinização de melancia (*Citrulus lanatus*). Os autores mostram que enquanto o serviço de polinização prestado por abelhas *A. mellifera* tende a diminuir, o serviço realizado por abelhas nativas tem a tendências de aumentar.

Nos últimos anos o uso de abelhas sem ferrão (tribo Meliponini), na polinização de plantas cultivadas vem se tornando bastante evidenciado, por conta de características favoráveis apontados por Bego *et al.* (1989), Cruz (2003; 2009) e Venturieri *et al.*, (2012), e estas abelhas são capazes de forragear evidentemente em casas de vegetação (MALAGODI-BRAGA *et al.*, 2004; CRUZ *et al.*, 2005; SLAA *et al.*, 2006; BEZERRA, 2011; BOMFIM, 2013; NUNES-SILVA *et al.*, 2013).

Porém, existem algumas dificuldades como: a falta de informação com relação à biologia das abelhas quando usadas em ambientes fechados, necessidades de melhorar o nível tecnológico para usos nesses ambientes e a falta de uma produção comercial dessas abelhas para uso em largas escala na polinização de plantas cultivadas, assim, como, ocorre nas abelhas solitárias (GARÓFALO *et al.* 2012).

2. Uso de abelhas na polinização de culturas em ambiente protegido

O cultivo protegido surgiu na Europa, em regiões que possuíam longos períodos de frio intenso, essa necessidade fez com que a produção em ambientes protegidos fosse favorável para o desenvolvimento de plantas mesmo no inverno (FAO, 2002). A técnica do cultivo protegido é aplicada na agricultura, uma vez que possibilita o ajuste do ambiente à planta, dando condições que permitem maximizar a produção agrícola (ANDRIOLO, 1999).

Essa é uma técnica agregada à agricultura moderna, a qual tenta manipular o meio dentro dos cultivos. O uso de materiais que aumentam a luminosidade e nebulização dentro das casas de vegetação, equipamentos que controlam a temperatura e umidade, polinização manual, entre outros, são utilizados para simular um ambiente ideal para as culturas agrícolas, e isso possibilita a prática da agricultura (FAO, 2002; NOGUEIRA, 2008; CAMPAGNOL, 2009).

Porém, essa tecnologia apresenta algumas desvantagens para algumas culturas, uma delas, é o uso de mão de obra para a polinização das culturas, mas sabe-se que alguns polinizadores bióticos têm sucesso dentro de casas de vegetação (MALAGODI-BRAGA *et al.*, 2004; CRUZ, 2004; BUCHMANN, 2004; VELTHIUS; VAN DOORN, 2006).

Em alguns países esse tipo de tecnologia é altamente empregada devido às condições climatológicas. Algumas culturas de clima quente são prejudicadas em baixas temperaturas e podem ser beneficiadas com o uso de estufas (CAMPAGNOL, 2009). As práticas agrícolas nesses ambientes garantem um valor agregado e uniformidade na produção dos frutos, os quais podem ser livres de danos mecânicos (NOGUEIRA, 2008). Além disso, quanto maior o valor agregado que uma cultura possa receber em razão de ser cultivada em ambiente protegido, seja por sua qualidade superior, alta produtividade ou pela colheita diferenciada, um melhor retorno financeiro ela oferecerá ao produtor (SEABRA JÚNIOR *et al.*, 2003; BOMFIM, 2013).

Nesse sentido, enquanto agricultores em campo aberto se beneficiam dos serviços de polinização natural prestado pelos ecossistemas (IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2012), dentro das casas de vegetação, eles necessitam adquirir, e introduzir, os ninhos artificiais povoados para então se alcançar a produção esperada (CRUZ; CAMPOS, 2009). Essa técnica de introdução e manejo desses polinizadores bióticos nos cultivos protegidos já é comum em diversos países (FREITAS; IMPERATRIZ-FONSECA, 2005; VELTHUIS; VAN DOORN, 2006).

O uso de abelhas para a polinização em casa de vegetação é comum na Europa, Estados Unidos, Canadá, Nova Zelândia, Japão e outros países, usando espécies endêmicas ou exóticas dessas regiões. Existem empresas especializadas na venda de colônias de abelhas do gênero *Bombus*, que anualmente arrecadam milhões de dólares prestando serviço para a polinização de culturas agrícolas em ambiente protegido (VELTHUIS; VAN DOORN, 2004; VELTHUIS; VAN DOORN, 2006). Entretanto, o uso e o aluguel da mesma colônia de *Bombus* para serviços de polinização posteriores ficam impossibilitados pelo fato dessas colônias não serem perenes, e, portanto, perecerem após o período de oito a 12 semanas. Dessa forma, novos ninhos povoados necessitam ser utilizados a cada safra (SLAA *et al.*, 2006, BOMFIM, 2013).

Segundo Slaa *et al.* (2006), os autores reportam que existe um lado negativo com o sucesso das *Bombus* em fornecer o serviço de polinização devido aos riscos do estabelecimento de polinizadores exóticos, pois o serviço de polinização prestado por essas abelhas tem sido usado com muita frequência e elas são exportadas para diversas partes do mundo. Portanto, essa introdução pode gerar potenciais efeitos negativos para polinizadores nativos e plantas, apesar de ser um advento comercial de bastante retorno para produtores com pequenas fazendas agrícolas.

No Brasil a legislação não permite a importação da espécie de *Bombus* spp. já usadas comercialmente na polinização em casas de vegetação. No entanto, há presença de abelhas de espécies de *Bombus*, mas estas são agressivas, e ainda, não se tem conhecimento da utilização de colônias de abelhas *Bombus* manejadas com sucesso para o serviço de polinização em cultivos protegidos. Assim, deve-se preferir o uso de espécies de abelhas nativas já utilizadas para aplicação desses serviços nesses ambientes de cultivo (HOGENDOORN, 2004; CRUZ; CAMPOS, 2009; GARÓFALO *et al.*, 2012).

Dessa forma, as abelhas solitárias (*Xylocopa* e *Amegilla*) nativa da Austrália tiveram sucesso na polinização de culturas agrícolas em casa de vegetação, na qual seria uma alternativa para o uso destas em ambiente protegidos. (HOGENDOORN, 2004). Buchmann (2004) destacou o uso de *Xylocopa* spp., como polinizadores em estufas na cultura do tomate (*L. esculentum*), pois é esse gênero tem despertado atenção dos pesquisadores em polinização das culturas agrícolas, decorrente ao fato, que estas abelhas possuem tamanhos maiores, um período de vida bastante extenso, atividades sazonais de longa duração, especialmente em casas de vegetação.

Diversos estudos com abelhas solitárias usadas para a polinização de culturas agrícolas apontam o seu potencial e eficiente como polinizadora (FREITAS; PAXTON, 1998; FREITAS; OLIVEIRA FILHO, 2001; CAMILLO, 2003; FREITAS; PEREIRA, 2004; BUCHMANN, 2004; HOGENDOORN, 2004). Todavia, as abelhas nativas sociais sem ferrão possuem características que podem facilitar a manipulação dessas como polinizadoras dentro de estufas.

Por ser um grupo de abelhas eusociais com alta diversidade e abundancia e seu hábitat esta localizado nas regiões tropicais e subtropicais do globo terrestre, já se conhece um manejo racional das colônias, dóceis e de fácil trabalho, há ausência de um ferrão funcional, e possui menor amplitude de voo e estratégia de forrageamento semelhantes a das abelhas do gênero *Bombus*, e também são abelhas generalistas (CRUZ, 2003; SLAA *et al.*, 2006, FARIA *et al.*, 2012). Tais características as fazem ser adequadas para polinização de culturas agrícolas dentro em ambientes protegidos (MALOGODI-BRAGA *et al.*, 2004).

Malagodi-Braga (2002) testou a eficiência de cinco espécies de meliponíneos em estufas para a polinização do morangueiro (*Fragaria x ananassa*): *Schwarziana quadripunctata*, *Scaptotrigona bipunctata*, *Nannotrigona testaceicornis*, *Trigona spinipes* e *Tetragonisca angustula* e avaliou que a espécie adaptou-se melhor as condições do ambiente protegido foi a abelha *Tetragonistica angustula* na polinização da cultura do morango.

Cruz (2009) testou o uso da mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*) na polinização da pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*) em casa de vegetação e obteve sucesso na adaptação das abelhas dentro do ambiente protegido, e que a polinização realizada por esta abelha contribuiu para incrementar a produtividade da cultura.

Pode-se destacar também o uso de jandaíra (*Melipona subnitida*) na polinização da cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.), em ambiente protegido, na qual teve uma adaptação favorável (CRUZ *et al.*, 2005). Segundo Cruz *et al.* (2004) aumentou o número de frutos produzidos, aumentou o peso dos frutos e tiveram um maior número de sementes, reduziu a quantidade de frutos mal formados e por isso a presença de jandaíra em ambiente protegidos para o cultivo de culturas agrícolas, devem ser estimulada.

Por outro lado, Bomfim (2013) em seu trabalho mostrou que a abelha jandaíra não iniciou as atividades de forrageamento em flores da cultura de minimelancia (*Citrullus lanatus*) em ambiente protegido com um sistema de arrefecimento, acreditando que os efeitos das condições do ambiente e materiais usados na casa de vegetação para redução de temperatura afetaram diretamente no comportamento de forrageio dessas abelhas. Por outro lado, no mesmo experimento uma nova espécie de abelhas do gênero *Scaptotrigona* possuiu comportamento de forrageio dentro do mesmo ambiente protegido e era uma legítima polinizadora da cultura dentro das condições que estavam. Contudo, por se tratar de uma espécie nova pouco se sabe sobre essa abelha, mas acredita-se que possui um grande potencial de ser uma polinizadora de outras culturas.

Venturieri *et al.*, (2012), relatam que o principal produto correlacionada com a utilização de abelhas sem ferrão no Brasil é a produção de mel e quando comparado com o serviço de polinização no ambiente o seu valor é muito inferior com os serviços prestados ao meio ambiente por essas abelhas. Assim as abelhas sem ferrão surgem no Brasil, como um excelente substituto para o uso intenso de *A. mellifera* na polinização, principalmente culturas de grande interesse econômico (VENTURIERI *et al.*, 2012).

Porém, o principal problema do uso dessas abelhas é a formação de novas colônias, e nos meliponários a multiplicação de ninhos geralmente é baixa, mas estudos recentes desenvolveram com sucesso o método de criação de rainhas *in vitro* (PRATO, 2010; BAPTISTELLA *et al.*, 2012; MENEZES *et al.*, 2013; ALEIXO, 2013). Esses estudos se concentram na viabilização para a multiplicação de colônias de meliponíneos sejam obtidas em menor período e maior quantidade (VENTURIERI *et al.*, 2012).

Em culturas essencialmente depende de polinizadores, como exemplo: a cultura do meloeiro (KLEIN *et al.*, 2007). Essas quando cultivadas em ambiente protegido se faz necessário o uso de polinização manual para produção dos frutos. Esta prática tornam os custos de produção onerosos, e em muitas vezes, impossibilita os produtores de garantir um lucro mínimo sobre os frutos comercializados.

Deste modo, sendo as abelhas os principais polinizadores da maioria das culturas agrícolas. A utilização de espécies de abelhas que possam ser de rápida adaptação às condições impostas pelo cultivo protegido e eficientes em cultura dependentes de polinização quando cultivadas nestes ambientes, pode se tornar uma alternativa para a substituição da mão de obra empregada para a polinização da cultura.

Assim, se faz necessários estudos para a investigação da adaptação de abelhas sem ferrão e sua eficiência como polinizadores, para serem usados dentro de ambiente protegidos, adequados a cada cultura para garantir a produção e diminuição dos custos com o uso de polinização manual.

3. Aspectos e características gerais da cultura de melão (*Cucumis melo* L.)

3.1. Origem e importância econômica

As regiões tropicais e subtropicais do continente africano são apontadas como o centro de origem do melão, onde também são encontradas muitas espécies não cultivadas de *Cucumis* (AKASHI *et al.*, 2001; ARAGÃO, 2011). Segundo Mallick e Masui (1986) a localização do centro de origem sudoeste da África e na península Indiana.

A introdução da cultura no Oriente-Médio e na Ásia ocorreu por volta de 2000 A.C e 1500 A.C, e conseqüentemente, o cultivo resultou na formação de distintos centros secundários nas regiões que atualmente estão à Turquia, Irã, Índia, China e outros países asiáticos, entretanto, espécies silvestres de *Cucumis* podem ser encontradas na Austrália e ilhas do Pacífico Sul. (KIRKBRIDE, 1993; KARCHI, 2000; ARAGÃO, 2011).

Na Europa existem evidências que 300 anos d.c, o melão estava totalmente difundido pela Itália, e, no século XV, foi introduzido na França. Nas Américas a cultura foi introduzida por Colombo, sendo bastante apreciada pelos indígenas (ARAGÃO, 2011). Segundo Sousa (2003) o meloeiro foi introduzido no Brasil por imigrantes europeus que se

instalaram na Região Sul no início do século XX e após um desenvolvimento inicial no Estado do Rio Grande do Sul, o qual foi o principal produtor no Brasil até a década de 60, houve o surgimento de novos centros de produção em São Paulo, Pará e no Vale do Rio São Francisco na década de 70, onde sua exploração comercial obteve um grande salto.

Segundo dados da FAO (FAOSTAT, 2014) a área cultivada de melão no mundo no ano de 2011 é de 1.144.456,58 ha e a produção mundial no ano de 2011 foi de 27.295.906,9 toneladas, e os principais produtores são China, Iran, Turquia, Egito, Estados Unidos e Índia. No ano de 2012, a área mundial cultivada da cultura do melão aumentou para 1.339.006,0 ha, e a produção foi de 31.925.787,0 toneladas (FAOSTAT, 2014).

Em 2011 o Brasil produziu 499.330,0 toneladas, e a área cultivada foi de 19.701,0 ha (FAOSTAT, 2014). O Nordeste possui a maior área produzida com 85,1% da área cultivada e produzindo 93,81% de toda a produção brasileira de melão no ano de 2011. No ano de 2012 a produção foi de 575.386,0 toneladas, e uma área cultivada de 22789,0 ha (FAOSTAT, 2014).

Os Estados com maior produção são: Rio Grande do Norte e Ceará, com 258.938 toneladas (51,8% da produção nacional) e 143.466 toneladas (28,7% da produção nacional) respectivamente, isso corresponde a 80,50% da produção nacional (IBGE, 2013).

3. 2. Classificação Botânica e Grupos Botânicos de Interesse Comercial

Botanicamente, o meloeiro é uma olerícola, e, de modo geral, seus frutos são consumidos como frutas (ARAGÃO, 2011). O melão pertencente à família das Cucurbitaceae, subfamília Cucurbitoideae, gênero *Cucumis*, espécie *Cucumis melo*, o qual distinguem-se em duas subespécies: *Cucumis melo* ssp. *melo* e *Cucumis melo* ssp. *agrestis* (JEFFREY 1980; GUIZ *et al.*, 1998; ARAGÃO, 2011). As características morfológicas propostas pela chave de classificação botânica para a diferenciação em duas subespécies é a pilosidade no ovário com a presença de pelos longos para a subespécie *melo*, e ovário ceroso com a presença de pelos curtos para subespécie *agrestis* (JEFFREY, 1980; STEPANSKY *et al.*, 1999; ARAGÃO, 2011).

Mallick e Masui (1986) destacam em sua revisão 40 variedades botânicas pertencentes a essa espécie em todo o mundo. Das dezenas variedades Robinson e Dereck – Walters (1997) classificam a espécie *Cucumis melo* em seis importantes variedades: *cantaloupensis*, *inodorus*, *conomon*, *dudaim*, *flexuosus* e *momordica*, essa literatura possui

uma classificação mais atualizada e é a mais utilizada, mas de acordo com Guis *et al.* (1998) existem sete importantes grupos botânicos: *inodorus*, *cantaloupensis*, *reticulatus*, *saccharinus*, *flexuosus*, *conomon*, *dudaim*. No entanto, desde a classificação sugerida por Robinson e Dereck – Walters é a mais utilizada na literatura atual (ARAGÃO, 2011).

Sendo assim, as variedades comerciais de melão mais utilizados são as seguintes: *Cucumis melo* var. *inodorus* Naud e *Cucumis melo* var. *cantaloupensis* Naud. (SOUSA, 2003; ARAGÃO, 2011). Os frutos da variedade *inodorus* são não climatéricos, sem aroma, de casca lisa, com polpa espessa com espessura de 20 a 30 mm e com coloração que pode variar de branca a verde – clara, e estão inclusos nesse grupo, os melões do tipo Amarelo, Pele sapo, *Honey dew* (ROBINSON; DERECK-WALTERS, 1997; ARAGÃO, 2011).

Os frutos da variedade *cantaloupensis* são frutos aromáticos, sua casca possui uma textura rugosa com forma de rendilhados e possuem coloração amarela a verde, ou casca verde rugosa possuindo gomos ou suturas no sentido longitudinal, a polpa é espessa com 25 mm de espessura. A coloração pode variar de amarelo a salmão nos frutos rendilhados, e de laranja a salmão nos frutos com suturas longitudinais, e são chamados comumente de melão “Cantaloupe” (ROBINSON; DERECK-WALTERS, 1997; ARAGÃO, 2011).

3.3. Morfologia e biologia floral do meloeiro

O meloeiro (*C. melo* L.) são plantas de ciclo curto, herbáceas, de caule prostrado, com número de hastes variável em função do cultivar. As suas folhas são simples, palmadas, pentalobadas, angulosas quando jovens e subcordiformes quando completamente desenvolvidas, e apresentam gavinhas nas axilas para a sustentação. As raízes são ramificadas, vigorosa e uma zona radicular de 20 cm de profundidade. (KIRKBRIDE, 1993; SOUSA, 2003 ARAGÃO, 2011).

As flores possuem a corola com pétalas de cor amarela, unidas pela a base e desenvolvem-se em ramos curtos originados das axilas dos ramos primários e secundários. A planta emite flore durante a maior parte do seu ciclo. As flores apresentam três formas: Estaminada, quando apresenta apenas o androceu; pistilada, quando apresenta apenas o gineceu; e perfeitas, possuindo tanto o gineceu quanto o androceu (SOUSA, 2003; ARAGÃO, 2011).

As flores estaminadas consistem de uma corola, apresentando uma coluna de cinco estames, onde dois pares estão unidos com as anteras, na corola um estilete rudimentar.

Nas flores perfeitas ou hermafroditas, ao centro está localizado o estigma tri-lobado tendo na superfície lateral três grupos de anteras separadas e equidistantes voltadas para as pétalas, o ovário é ínfero e alongado. (SOUSA, 2003; ARAGÃO, 2011).

As flores secretam o néctar pelos nectários que estão localizados na base de sua estrutura reprodutiva, o grão de pólen é viscoso e necessita de agentes bióticos para transporta-lo ao estigma. O pólen possui maior viabilidade após a deiscência das anteras e após de sete horas se torna inviável (ABREU *et al.*, 2008). O período efetivo da receptividade do estigma ocorre duas horas antes da abertura da flor mantendo-se receptivo até 12 horas após a antese (ABREU *et al.*, 2008) e podendo ser encurtado caso ocorra mudanças climáticas. Antese das flores ocorre nas primeiras horas de luz e permanecem abertas durante todo o dia e fecham ao fim da tarde (MCGREGOR, 1976; FREE, 1993; SOUSA, 2003, ARAGÃO, 2011).

As flores do meloeiro podem apresenta três tipos de expressões sexuais: andromonoica, quando ocorrem flores estaminadas e perfeitas na mesma planta; ginomonoica, quando ocorre na mesma planta flores pistiladas e perfeitas; monoica, quando as plantas apresentam flores estaminadas e pistiladas; hermafrodita, quando as plantas apresentam todas as flores perfeitas, no geral as variedades comerciais mais utilizadas são andromonoicas e monoicas (MATHEW *et al.* 1986; SOUSA, 2003; PITRAT *et al.*, 2008; ARAGÃO, 2011).

O florescimento no Nordeste brasileiro pode ser dividido em duas fases: a primeira fase ocorre por volta de 18 dias após a germinação e há uma presença massiva de flores estaminadas, a segunda fase inicia quando ocorre o aparecimento das flores hermafroditas, aproximadamente aos 28 dias após a germinação (SOUSA, 2003).

3. 4. Melão, visitantes florais e seus potenciais polinizadores

Segundo Klein *et al.* (2007) o melão é considerado como uma cultura que para a sua produção possui uma dependência extrema de polinizadores e a presença de agentes bióticos para o transporte do pólen que estão nas anteras até o estigma é essencial. Decorrente a isso, Klein *et al.* (2007) destacam que caso os polinizadores efetivos da culturas não estejam presentes nas áreas de cultivo, pode ocorrer perdas superior a 90% da produção.

As abelhas são os principais agentes e 71% das culturas agrícolas são polinizadas por essas agentes bioticos (RICKETTS *et al.*, 2008; UNEP, 2010; FREITAS; NUNES-SILVA, 2012). Porém o homem somente utiliza de forma racional 0,1% de espécies polinizadoras manejadas (IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2012).

As abelhas que são reportadas na literatura como principais visitantes da cultura do melão são: *Apis mellifera*, *A. florea*, abelhas do gênero *Bombus*, e abelhas solitárias da família Halictidae e do gênero *Ceratina* sp. (FREE, 1993; VELTHIUS; VAN DOORN, 2004; KLEIN *et al.*, 2007; SOUSA *et al.*, 2009; KIILL *et al.*, 2011; SIQUEIRA *et al.*, 2011; SOUSA *et al.*, 2012).

Nos Estados unidos mais de 95 culturas diferentes se beneficiam do serviço de polinização prestado por colônias abelhas melíferas introduzidas nos cultivos agrícolas, uma das culturas que mais utilizam desse serviço é a cultura do meloeiro. (MORAIS *et al.*, 2012). Vethuis e van Doorn (2004) descrevem que as mamangavas do gênero *Bombus*, são usadas na polinização da cultura em condições onde a abelha melífera (*A. mellifera*) tem baixa eficiência, como os ambientes protegidos.

Diferentemente dos EUA, no Brasil, apenas duas culturas de expressão econômicas importantes se beneficiam do serviço de polinização prestados por colônias introduzidas nos cultivos. As colônias de *A. mellifera* são alugadas pelos produtores diretamente de apicultores, e estes fazem a introdução dessas abelhas nas áreas com a cultura, e como exemplo, os produtores de melão no Nordeste, principalmente, nos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte alugam essas colônias para produção dos frutos (FREITAS; IMPERATRIZ-FONSECA, 2005).

Segundo Sousa *et al.* (2009) a frequência visita de abelhas *A. mellifera* nas flores do meloeiro Amarelo ocorre logo nas primeiras horas do dia entre as 5:00h e 7:00h, e abelha melífera tanto coleta o pólen como o néctar das flores do meloeiro. Siqueira *et al.* (2011) comparam o padrão de floração e visitas no melão Amarelo em Juazeiro da Bahia, e observaram que os horários de maior frequência era às 8:00h e 12:00h e o números de visita variavam em relação ao período do ano, porém as flores hermafroditas eram sempre mais atrativas para as abelhas (*A. mellifera*).

Kiill *et al.* (2011) avaliaram a visitação em três cultivares de melão: melão Amarelo (BRS Araguaia), pele de sapo (PS-33), cantaloupe (CAN-4), e observaram um pico crescente na frequência de visitas de *A. mellifera*, das 5:00h às 11:00h nas cultivares de cantaloupe e pele de sapo, e das 5:00h às 12:00h no melão Amarelo e também foram observadas visitas de *Trigona spinipes* nas cultivares de cantaloupe.

Porém, não existe nenhuma referência nas literaturas que destacam as abelhas sem ferrão insetos como polinizadores eficientes da cultura do meloeiro (*C. melo*), e sendo, o

Estado do Ceará um dos maiores produtores no Brasil (IBGE, 2013). São necessário estudos para apontar polinizadores eficientes para a cultura do meloeiro em substituição a abelha melífera, o uso de programas de polinização com abelhas sem ferrão tende a ser uma solução para o incremento da produção e um crescente aumento nas informações sobre polinizadores do meloeiro, principalmente, quando a cultura é usada em ambiente protegidos.

Venturieri *et al.* (2012), destacam várias espécies de abelhas sem ferrão (Meliponíneos) estudadas como potenciais polinizadores, algumas dessas reportadas pelos autores foram usadas em casa de vegetação e tiveram tanto uma boa adaptação, bem como, o seu uso para culturas de interesses agrícolas usadas em ambientes protegidos foram satisfatório.

Assim, as abelhas sem ferrão, principalmente usadas para o extrativismo do mel, tem o serviço de polinização prestado por elas negligenciado, e um programa de polinização visando às abelhas sem ferrão (Meliponíneos) como eficientes polinizadores, e, principalmente, estimulando a criação de empresas especializadas na criação, multiplicação e entrega de colônias para os produtores poderia diminuir os problemas de déficit de polinização de culturas agrícolas a campo, bem como, atender a demanda de produtores que utilizam os ambientes protegidos, como substituição da mão de obra para a polinização da cultura do meloeiro (*C. melo*).

REFERÊNCIAS

- ABREU, T.B.; NUNES, G.H.D E S. DANTAS, M.S.M.; COSTA FILHO, J.H.; COSTA, G.G.; ARAGÃO, F.A.S. Fenologia floral, viabilidade do grão de pólen e receptividade do estigma do meloeiro. **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**. 52: 43-46, 2008.
- AKASHI, Y.; FUKUDA, N.; WAKO, T.; MASUDA, M.; KATO, K. Genetic variation and phylogenetic relationships in East and South Asian melons, *Cucumis melo* L., based analysis of five isozymes. **Euphytica**. 125(1): 385-396, 2001.
- ALEIXO K.P. Sazonalidade na disponibilidade de alimento e dinâmica de forrageamento em *Scaptotrigona aff. depilis* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). Dissertação (Mestrado). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP. 87 p. 2013.
- ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: UFSM, 142 p. 1999.
- ARAGÃO, F.A.S. **Divergências genética de acessos de interação genótipo x ambiente de famílias de meloeiro**. Tese (Doutorado) – Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2011.
- BAPTISTELLA, A.R.; SOUZA, C.M.; SANTANA, W.C.; SOARES, A.E.E. Techniques for the *In Vitro* Production of Queen in Stingless Bees (Apidae, Meliponini). **Sociobiology**, 59(1): 297-310, 2012.
- BEGO, L.R.; MAETA, Y.; TEZUKA, T.; ISHIDA, K. Floral Preference and Flower Constancy of Brazilian Stingless Bee *Nannotrigona testaceicornis* Kept in a Greenhouse (Hymenoptera, Apidae). **Bulletin of the Faculty of Agriculture Shimane University**, 23: 46-54, 1989.
- BEZERRA, A.D.M. **Uso das abelhas jandaíra (*Melipona subnitida*) e canudo (*Scaptotrigona* sp.) para polinização da minimelancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mats & Nakai) em cultivo protegido**. Monografia (Agronomia). Universidade Federal do Ceará, 62 f. 2011.
- BIANCHINI M.; PACINI E. Explosive anther dehiscence in *Ricinus communis* L. involves cell wall modifications and relative humidity. **International Journal of Plant Sciences** 157: 739-745. 1996.
- BIESMEIJER, J.C.; ROBERTS, S.P.M.; REEMER, M.; OHLEMULLER, R.; EDWARDS, M.; PEETERS, T.; SCHAFFERS, A.P.; POTTS, S.G.; KLEUKERS, R. THOMAS, C.D.; SETTELE, J.; KUNIN, W.E. Parallel Declines in Pollinators and Insect-pollinated Plants in Britain and the Netherlands. **Science**, 313, 351–354. 2006.
- BOMFIM, I.G.A. **Uso de abelhas sem ferrão (Meliponini: Apidae) em uma casa de vegetação para polinização e produção de frutos de minimelancia (*Citrullus lanatus***

(Thunb.) Matsum & Nakai) com e sem sementes, Tese (Doutorado) – Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, 2013.

BOSCH, J.; KEMP, W.P. Developing and Establishing Bee Species as Crop Pollinators: the Example of *Osmia* spp. (Hymenoptera: Megachilidae) and Fruit Trees. **Bulletin of Entomological Research**, 92(1): 3-16. 2002.

BUCHMANN, S.L. Aspects of Centridine Biology (*Centris* spp.) Importance for Pollination, and Use of *Xylocopa* spp. as Greenhouse Pollinators of Tomatoes and Other Crops. In: FREITAS, B.M.; PEREIRA J.O.P. **Solitary Bees**: conservation, rearing and management for pollination. Imprensa Universitária, Fortaleza, Brasil 2004.

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

CAMPAGNOL, R. **Sistema de condução de minimelancia cultivada em ambiente protegido**, Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz” Piracicaba, 2009.

CONSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEIL, R. V. O.; PARUELO, J.; RASKING, R. G.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v.387, n. 6230, p. 253-260. 1997.

CRUZ, D.O. **Uso e eficiência da abelha Jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke), na polinização do pimentão (*Capsicum annuum* L.) sob cultivo protegido**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

CRUZ, D.O **Biologia flora e eficiência polinizadora das abelhas *Apis mellifera* L. (CAMPO ABERTO) e *Melipona quadrifasciata* Lep. (AMBIENTE PROTEGIDO) na cultura da pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.) em Minas Gerais, Brasil**, Tese de doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

CRUZ, D.O.; CAMPOS, L.A.O. Polinização por abelhas em cultivos protegidos. **Revista Brasileira de Agrociência**, 15(1-4): 5-10, 2009.

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**. Animal Sciences, Maringá, v. 26, no. 3, p. 293-298, 2004.

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. **Pesquisa agropecuaria brasileira** 40(12): 1197-1201. 2005.

FARIA, L.B.; ALEIXO, K.P.; GARÓFALO, C.A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; SILVA, C.I. Foraging of *Scaptotrigona aff. depilis* (Hymenoptera, Apidae) in an urbanized area: seasonality in resource availability and visited plants. **Psyche**, Volume, 2012.
Doi:10.1155/2012/630628.

FAO. **El cultivo protegido en clima mediterráneo. Estudios FAO: Producción y protección vegetal.** Roma. Organización de las naciones unidas para la Agricultura e la Alimentación. 2002.

FAO. FAOSTAT – Base de Datos Agrícola cultivos primários (Food and Agriculture Organization of the United Nation). Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Acesso em: mar, 2014.

FREE, J.B. **Insect pollination of crops.** London: Academic Press. 1993.

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

FREITAS, B.M A importância relativa de *Apis mellifera* e outras espécies de abelhas na polinização de culturas agrícolas. **Anais do 3º Encontro Sobre Abelhas**, FFCL, 1998. Ribeirão Preto, Brasil. p. 10 - 20. 1998.

FREITAS, B.M. As abelhas como agentes polinizadores na produção de alimentos e conservação de recursos florais. **Anais de Simpósios da 43ª Reunião Anual da SBZ – João Pessoa – PB**, 2006.

FREITAS, B.M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. A importância econômica da polinização. **Mensagem Doce.** 80, p.44-46, 2005.

FREITAS, B.M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; MEDINA, L.M; KLEINERT, A.M.P.; GALLETTO, L. NATES-PARRA, G. QUEZADA-EUAN, J.J.G. Diversity, Threats and Conservation of Native Bees in the Neotropics. **Apidologie**, 40(3): 332-346, 2009.

FREITAS, B.M.; NUNES-SILVA, P. Polinização Agrícola e sua Importância no Brasil. in: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; CANHOS, D.A.L.; ALVES, D.A.; SARAIVA, A.M. **Polinizadores Do Brasil – Contribuição e Perspectivas para a Biodiversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2012.

FREITAS, B.M.; OLIVEIRA FILHO, J.H. **Criação racional de mamangavas para polinização em áreas agrícolas.** Fortaleza: BNB, 96p. 2001.

FREITAS, B.M.; PAXTON, R.J. A comparison of two pollinators: the introduced honey bee *Apis mellifera* and an indigenous bee *Centris tarsata* on cashew *Anacardium occidentale* in its native range of NE Brazil. **Journal of Applied Ecology**, 35: 109-121. 1998.

FREITAS, B.M; PEREIRA, J.O.P. Crop Consortium to Improve Pollination: Can West Indian Cherry (*Malpighia emarginata*) Attract *Centris* Bees to Pollinate Cashew (*Anacardium occidentale*)?. In: FREITAS B.M., PEREIRA J.O.P. **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**, Imprensa Universitária, Fortaleza, Brasil, 2004.

GALLAIN.; SALLES J.M.; SETTELE J.; VAISSIÈRE B.E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline, **Ecological Economics** 68, 810–821. 2009.

GARIBALDI, L.A.; STEFFAN-DEWENTER, I.; WINFREE, R.; AIZEN, M.A.; BOMMARCO, R.; CUNNINGHAM, S.A.; KREMEN, C.; CARVALHEIRO, L.G.; HARDER, L.D.; AFIK, O.; BARTOMEUS, I.; BENJAMIN, F.; BOREUX, V.; CARIVEAU, D.; CHACOFF, N.P.; DUDENHÖFFER, J.H.; FREITAS, B.M.; GHAZOUL, J.; GREENLEAF, S.; HIPÓLITO, J.; HOLZSCHUH, A.; HOWLETT, B.; ISAACS, R.; JAVOREK, S.K.; KENNEDY, C.M.; KREWENKA, K.; KRISHNAN, S.; MANDELIK, Y.; MAYFIELD, M.M.; MOTZKE, I.; MUNYULI, T.; NAULT, B.A.; OTIENO, M.; PETERSEN, J.; PISANTY, G.; POTTS, S.G.; RADER, R.; RICKETTS, T.H.; RUNDLOF, M.; SEYMOUR, C.L.; SCHÜEPP, C.; SZENTGYÖRGYI, H.; TAKI, H.; TSCHARNTKE, T.; VERGARA, C.H.; VIANA, B.F.; WANGER, T.C.; WESTPHAL, C.; WILLIAMS, N.; KLEIN, A.M. Wild Pollinators Enhance Fruit Set of Crops Regardless of Honey Bee Abundance. **Science**. 339, 1608-16011. 2013.

GARÓFALO, C.A.; MARTINS, C.F.; AGUIAR, C.M.L.; DEL LAMA, M.A.; ALVES-DOS-SANTOS, I. As Abelhas Solitárias e Perspectiva para seu Uso na Polinização no Brasil. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; CANHOS, D.A.L.; ALVES, D.A.; SARAIVA, A.M. **Polinizadores Do Brasil – Contribuição e Perspectivas para a Bioversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2012.

GUIS, M.; ROUSTAN, J.P.; DOGIMONT, C.; PITRAT, M.; PECHI, J.C. Melon Biotechnology. **Biotechnology and Genetic Engineering Review**. 15: 298-311. 1998.

HOGENDOORN K. On promoting solitary bee species for use as crop pollinators in greenhouses. In: FREITAS B.M., PEREIRA J.O.P. **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**, Imprensa Universitária, Fortaleza, Brasil, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de Dados Agregados. Disponível em: <http://www.sibra.ibge.gov.br>. Acesso em: jul. 2013.

IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; CANHOS, D.A.L.; ALVES, D.A.; SARAIVA, A.M. Polinizadores e Polinização – um Tema Global. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; CANHOS, D.A.L.; ALVES, D.A.; SARAIVA, A.M. **Polinizadores Do Brasil – Contribuição e Perspectivas para a Bioversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2012.

JEFFREY, C. A review of the curcubitaceae. **Botanic Journal Linneus Society**. 81(2): 233-247. 1980.

KARCHI, Z. Development of melon culture and breeding in Israel. Proceedings of 7th EUCARPIA Meeting on Cucurbit Genetics and Breeding. **Acta Horticulture**, 510: 13-17, 2010.

KIILL, L.H.P.; COELHO, M.S.; SIQUEIRA, K.M.M.; COSTA, N.D. Avaliação do Padrão de Visitação de *Apis mellifera* em Três Cultivares de Meloeiro, em Petrolina-Pe, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Vol. Esp.: 455-460, 2011.

- KIRKBRIDE, J.H. **Biosystematics monograph of the genus *Cucumis* (Cucurbitaceae):** botanical identification of cucumber and melons. North Carolina: Parkway Publishers, p.159. 1993.
- KLEIN, A.M.; VAISSIÈRE, B.; CANE, J.H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S.A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of Pollinators in Changing Landscapes for World Crops. **Proceeding of the. Royal Society of London, Series B, Biological Science.** 274: 303–313. 2007.
- LEBULN, G.; DROEGE, S.; CONNOR, E.F.; GEMMIL-HERREN, B.; POTTS, S.G.; MINCKLEY, R.L.; GRISWOLD, T.; JEAN, R.; KULA, E.; ROUBIK, D.W.; CANE, J. WRIGHT, K.W.; FRANKIE, G.; PARKER, F. Detecting Insect Pollinator Declines on Regional and Global Scales. **Conservation Biology**, 27(1): 113-120. 2013.
- MAGALHÃES, C.B.; FREITAS, B.M. Introducing nest of the oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini) for pollination of acerola (*Malpighia emarginata*) increases yield. **Apidologie**. Published online: October 31. 2012. doi: 10.1007/s13592-012-0175-4
- MATHEW, S.M.; GOPALAKRISHNAN, P.K.; PETER, K.V. Compatibility among *Cucumis melo* varieties inodorus, conomon, flexuosus, momordica and utilissimus. **Cucurbits Genetics Cooperative Report**, 9:78-80, 1986.
- MCGREGOR, S.E. **Insect pollination of cultivated crop plants.** Washington (DC): United States Department of Agricultural Research Service. (Agriculture Handbook, 496). 1976.
- MALAGODI-BRAGA, K.S. **Estudos de agentes polinizadores em cultura de morango (*Fragaria x ananassia* Duchesne – Rosaceae).** Tese (Doutorado). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, p.102. 2002.
- MALAGODI-BRAGA, K.S; KLEINERT, A.M.P; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. ABELHAS SEM FERRÃO E POLINIZAÇÃO. IN NATES-PARRA, G.; GOMEZ, M. I. Libro de Memorias **II Encuentro Colombiano de abejas silvestres.** Departamento de Biología, Universidade Nacional de Colombia, 2004.
- MALLICK, M.F.R.; MASSUI, M. Origin, Distribution and Taxonomy of Melons. **Scientia Horticulture**, 28(1): 251-261, 1986.
- MENEZES, C.A; VOLLET-NETO, A. IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. An advance in the in vitro rearing of stingless bee queens, **Apidologie**, 44: 491-500. 2013.
- MICHENER, D.C. **The Bees of the World**, Baltimore and London: Jonhs Hopkins University Press. 2 ed. 2007.
- MILFONT, M.O.; ROCHA, E.E.M.; LIMA, A.O.N. Freitas, B.M.; Higher soybean production using honeybee and wild pollinators, a sustainable alternative to pesticides and autopollination. **Environmental Chemistry Letters**, 11: 335-341, 2013.

MORAIS, M.M.; DE JONG, D.; MESSAGE, D.; GONÇALVES, L.S. Perspectiva e Desafios para o Uso das Abelhas *Apis mellifera* como Polinizadores no Brasil. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; CANHOS, D.A.L.; ALVES, D.A.; SARAIVA, A.M. **Polinizadores Do Brasil – Contribuição e Perspectivas para a Bioversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2012.

NOGUEIRA, C.C.P. **Fertirrigação em minimelancia (*Citrullus lanatus*) tutorada em ambiente protegido**, Tese de Doutorado, Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz” Piracicaba, 2008.

NUNES-SILVA, P.; HRNCIR, M.; SILVA, C.I.; ROLDÃO, Y.S.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Stingless bees, *Melipona fasciculata*, as eficiente pollinators of eggplant (*Solanum melongena*) in greenhouse. **Apidologie**, 44:537-546. 2013.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How Many Flowering Plants are Pollinated by Animals? **Oikos**, 120(3): 321-326, 2011.

OLIVEIRA, R.; SCHLINDWEIN, C. Searching for a Manageable Pollinator for Acerola Orchards: The Solitary Oil-Collecting Bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini). **Journal of Economic Entomology**, 102(1):265-273. 2009.

PINA, W.C. **Atividade de Nidificação de Abelhas Solitárias (Hymenoptera: Apidae) em Ninhos Artificiais, em Pomares de Acerola na Região do Semiárido Baiano**. Dissertação (Mestrado) – Zoologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2010.

PITRAT, M. MELON. IN: NUEZ, F.; PROHENS, J. **Vegetables I: asteraceae, brassicaceae, chenopodiaceae, and curcubitaceae** (Handbook of Plant Breeding). Springer, New York, p. 1-33, 2008.

POTTS, S.G.; BIESMEIJER, J.C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIN, W.E. Global Pollinator Declines: Trends, Impacts and Drivers. **Trends in Ecology & Evolution**, 25(6): 345-353, 2010.

PRATO, M. **Ocorrência Natural de Sexuados, Produção *in vitro* de Rainhas e Multiplicação de Colônias de *Tetragonistica angustula* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)**. Dissertação (Mestrado) – Entomologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. 2010.

RADER, R.; REILLY, J.; BARTOMEUS, I.; WINFREE, R. Native bees buffer the negative impact of climate warming on honey bee pollination of watermelon crops. **Global Change Biology**. Published online: July 14, 2013. doi: 10.1111/gcb.12264

RICKETTS, T.H.; REGETZ, J.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S.A.; KREMEN, C.; BOGDANSKI, A.; GEMMILL-HERREN, B.; GREENLEAF, S.S.; KLEIN, A.M.; MAYFIELD, M.M.; MORANDIN, L.A.; OCHIENG, A.; VIANA B.F. Landscape Effects on Crop Pollination Services: Are there general patterns?, **Ecology Letters**, 11(5): 499–515. 2008.

RIZZARDO, R.A.G.; MILFONT M.O.; SILVA, E.M.S.; FREITAS B.M. *Apis mellifera* pollination improves agronomic performance of anemophilous castor bean (*Ricinus communis*). **Anais Academia Brasileira de Ciências**, 84(4): 1137-1145. 2012.

ROBINSON, R.W.; DERECK-WALTERS, D.S. **Curcubits**. CAB International, Oxon (GB), 1997.

ROUBIK, D.W. **Pollination of Cultivated Plants in Tropics**. Rome, Food & Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 1995.

SEABRA JÚNIOR, S.; PANTANO, S.C.; HIDALGO, A.H.; RANGEL, M.G.; CARDOSO, A.I.I. Avaliação do número e posição de frutos de melancia produzidos em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, 21 (4): 708-711, 2003.

SIQUEIRA, K.M.M.; KIILL, L.H.P.; GAMA, D.R.S.; ARAÚJO, D.C.S.; COELHO, M.S. Comparação do Padrão de Floração e de Visitação do Meloeiro Do Tipo Amarelo em Juazeiro-Ba. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Vol. Esp. 473-478, 2011.

SLAA, E.J.; SANCHEZ-CHAVES, L.A.; MALAGODI-BRAGA, K.S.; HOFSTEDE, F.E. Stingless Bees in Applied Pollination; Practice and Perspectives. **Apidologie**, 37(2): 293-315, 2006.

SOUSA, R.M. **Polinização do Meloeiro (*Cucumis Melo* L.) por Abelhas Melíferas (*Apis Mellifera* L.): Requerimentos da Cultura e Manejo de Colônias**. Tese (Doutorado) – Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, 2003.

SOUSA, R.M.; AGUIAR, O.S.; FREITAS, B.M.; SILVEIRA NETO, A.A; PEREIRA, T.F.C. Requerimento de polinização do meloeiro (*Cucumis melo* L.) no município de Acaraú – Ce-Brasil. **Caatinga**, 22(1): 238-242, 2009.

SOUSA, R.M.; AGUIAR, O.S; FREITAS, B.M.; MARACAJÁ, P.B.; ANDRADE, C.B.C.M. Grazing Behavior Of Africanized Honey Bees (*Apis Mellifera* L.) In Flowers Of Yellow Melon (*Cucumis melo* L.). **Revista Verde**, 7(1): 233-238. 2012.

STEPANSKY, A.; KOVALSKI, I.; PERL-TREVES, R. Intraspecific classification of melons (*Cucumis melo* L.) in view of their phenotypic and molecular variation. **Plant Systematics & Evolution**. 217: 313-333. 1999.

UNEP. **UNEP Emerging Issues: Global Honey Bee Colony Disorder and Other Threats to Insect Pollinators**. United Nations Environment Programme. 2010.

VAISSIÈRE, B. E.; FREITAS, B. M.; GEMMIL-HERREN, B. **Protocol to Detect and Assess Pollination Deficit in Crops**. Rome, Food and Agriculture Organization, 2009.

VELTHUIS, H.H.W.; VAN DOORN, A. The Breeding, Commercialization and Economic Value of Bumblebees. In: Freitas, B.M.; Pereira J.O.P. **Solitary Bees: conservation, rearing and management for pollination**. Imprensa Universitária, Fortaleza, Brasil 2004.

VELTHUIS, H.H.W.; VAN DOORN, A. A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination, **Apidologie**, 37 p. 421-451, 2006.

VENTURIERI, G.C.; ALVES, D.A.; VILLAS-BOAS, J.K.; CARVALHO, C.A.L.; VOLLET-NETO, A.; CONTRERA, F.A.L.; Cortopassi-Laurino, M.; Nogueira-Neto, P.; Imperatriz-Fonseca, V.L. Meliponicultura no Brasil: Situação Atual e Perspectivas Futuras para o Uso na Polinização Agrícola. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; CANHOS, D.A.L.; ALVES, D.A.; SARAIVA, A.M. **Polinizadores Do Brasil – Contribuição e Perspectivas para a Bioversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2012.

VIANA, B.F.; FREITAS, B.M.; SILVA, F.O.; OLIVEIRA, F.F.; GALETTO, L.; KEVAN, P.G. Cursos de campo sobre polinização: Uma proposta pedagógica, **Oecologia Australis**. 14, (1): 299-306, Março 2010.

WEISS E.A. **Castor, sesame and sunflower**, London: Leonard Hill, 901 p. 1971.

CAPÍTULO II

Biologia floral e requerimento de polinização de melão amarelo cultivado em ambiente protegido

RESUMO

O objetivo deste trabalho é avaliar a biologia floral e requerimento de polinização da cultura do melão amarelo var. Natal em ambiente protegido, em Fortaleza, CE. Foram estudados: fenologia floral, morfometria floral, volume de néctar e os requerimentos de polinização. A variedade tem antese entre as 6:00 h e 6:30 h e fechamento por volta das 20h. O florescimento das flores masculinas (fm) inicia primeiro, e após sete dias iniciam o florescimento das flores hermafroditas (fh). A razão sexual foi de 18:1 (fm/fh). A morfometria mostrou que as flores hermafroditas são significativamente maiores no seu diâmetro do que as flores masculinas ($fh = 44,17 \pm 5,77$; $fm = 39,29 \pm 2,38$; $p < 0,05$). Também foi observado que as flores hermafroditas produziram maior volume médio de néctar do que as masculinas ($fh = 4,0 \mu L \pm 1,76$; $fm = 1,21 \mu L \pm 0,62$; $p < 0,05$). O requerimento de polinização do meloeiro apresentou maior vingamento de frutos através da polinização cruzada, diferindo da polinização restrita ($p < 0,05$). Os estudos de biologia da polinização direcionam o conhecimento sobre a dinâmica da interação planta-polinizador, e auxiliam na introdução de polinizadores para polinização do meloeiro, mas ainda são necessários estudos que possam elucidar a influência de fatores climáticos sobre a dinâmica de floração da cultura do meloeiro.

Palavras-chave: *Cucumis melo*, cultura agrícola, flores de meloeiro, polinização cruzada, vingamento.

ABSTRACT

The aim of this work was to assess the floral biology and pollination requirements of melon yellow variety Natal in greenhouse, in Fortaleza, CE-Brazil. We were assessed: floral phenology floral, floral morphometric, nectar volume and pollination requirements. The anthesis was about 6:00 h and 6:30 h and the flower's closing was about 20:00 h. The blossom of male flowers (mf) started first and after seven day the blossom of hermaphrodite flowers started (hf). The sexual rate was 18:1 (mf/hf). The floral morphometric showed that hermaphrodite flowers was significantly biggest in diameter than male flower ($hf = 44.17 \pm 5.77$; $mf = 39.29 \pm 2.38$; $p < 0,05$). We was observed also the hermaphrodite flowers have highest nectar volume than male flowers ($fh = 4,0 \mu\text{L} \pm 1,76$; $fm = 1,21 \mu\text{L} \pm 0,62$; $p < 0,05$). The melon pollination requirements showed high fruit-set in cross pollination differing of restrict pollination ($p < 0,05$).The studies in biology pollination directing knowledge of the dynamics of plant-pollinator interaction, and assist in the introduction of pollinators for pollination of melon, but further studies are needed are needed to clarify the influence of climatic factors on the dynamics of cultural flowering melon.

Keywords: agricultural crop, *Cucumis melo*, fruit-set, greenhouse, pollination.

1. INTRODUÇÃO

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) uma cultura pertencente à família botânica Cucurbitaceae, com provável origem no continente africano. Atualmente essa espécie é cultivada mais de 150 países do mundo (MALLICK; MATSUI, 1986; FAOSTAT, 2014), representando 27% da produção mundial de cucurbitáceas (BOMFIM et al. 2013).

O melão apresenta-se como uma cultura de grande importância econômica no Brasil. Somente no ano de 2012 a produção dessa cultura foi de 575.386,0 toneladas, colocando o Brasil entre os 10 maiores produtores de melão no mundo (FAOSTAT, 2014). Nesse mesmo ano, a região do Nordeste brasileiro produziu cerca de 95% do melão no Brasil (IBGE, 2014), tendo se destacado os Estados do Ceará e do Rio Grande do Norte, com aproximadamente 83% da produção nacional.

Atualmente, existe um crescente aumento nas áreas de produção de melão no Brasil. No Nordeste esse aumento ocorre em áreas de cultivo aberto, enquanto que no Sul e Sudeste, predominam o cultivo protegidos (LOURENÇO *et al.*, 2012).

As subespécies *Cucumis melo* sp. *inodorus* e *Cucumis melo* sp. *cantalupensis* destacam-se nos cultivos agrícolas comerciais (ARAGÃO, 2011). As flores dessas subespécies de meloeiro apresentam três tipos de expressão sexual, podendo ser: andromonoicas, ginomonoica ou somente monoicas (PITRAT, 2008; ARAGÃO, 2011). Algumas variedades europeias, em sua maioria, são monoicas, as quais possuem flores estaminadas e flores pistiladas separadamente no mesmo indivíduo (FREE, 1993; PITRAT, 2008; ARAGÃO, 2011). A maior parte das variedades americanas são andromonoicas, com flores estaminadas e flores hermafroditas (FREE, 1993).

Mc Gregor (1976) relata que as flores do meloeiro são incapazes de transferir o pólen das anteras para o estigma, e necessita de agentes polinizadores para realizar esse serviço de polinização. Porém, quando se cultiva o meloeiro em ambiente protegido, tradicionalmente se faz necessário o uso de polinização manual ou de abelhas exóticas para a polinização (STANGHELLINI *et al.*, 2002). O meloeiro possui uma alta dependência de polinizadores e a falta destes agentes pode resultar em até 90% de perdas na produção (KLEIN *et al.*, 2007).

As variedades híbridas de meloeiro cultivadas comercialmente podem ser bastante produtivas, estando à formação de seus frutos diretamente relacionada ao sucesso da polinização. De tal forma que na agricultura têm sido selecionados híbridos que são

extremamente desejáveis aos produtores (ABREU *et al.*, 2008), contudo a polinização é um fator essencial a ser considerada no processo de melhoramento e seleção de variedades e produção de híbridos.

Devido à existência de um grande número de híbridos de melão cultivados comercialmente, o sistema de reprodução pode ser diferente, e na maioria das vezes isso pode afetar diretamente a eficiência dos polinizadores dentro dos cultivos. Os fatores macro e microclimáticos podem influenciar a floração das variedades de melão, aumentando ou diminuindo a razão sexual das flores (SILVA; COSTA, 2002), e isso pode ser considerado como um fator importante na produção agrícola.

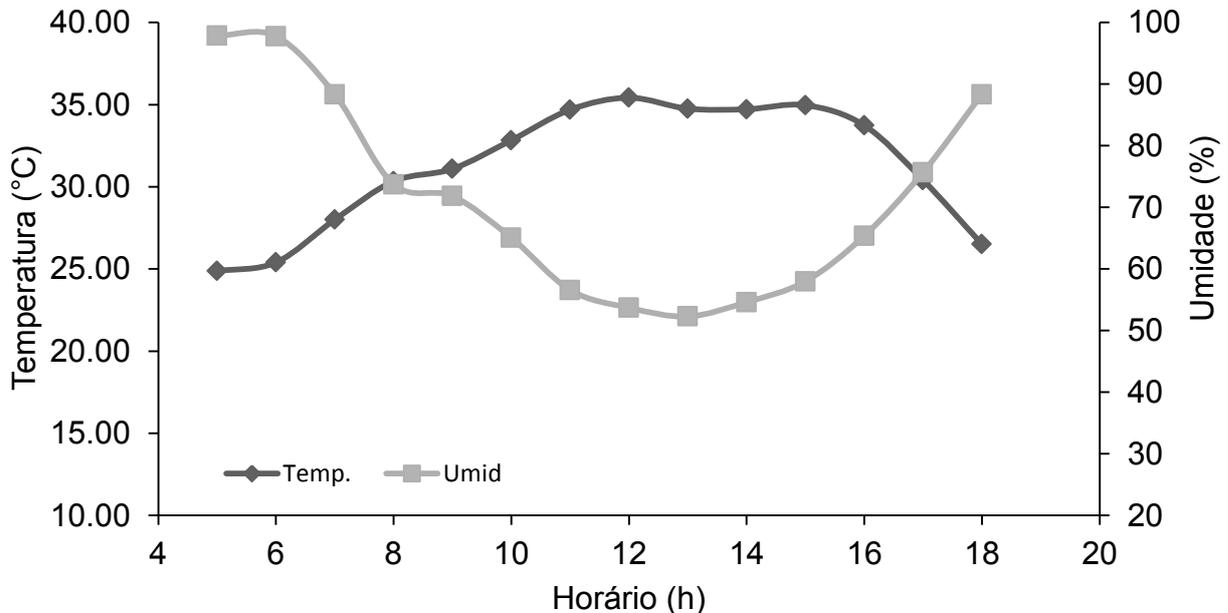
Portanto os estudos sobre biologia floral e sobre os requerimentos de polinização da cultura são fundamentais para direcionar o polinizador ideal e o melhor tipo de polinização, maximizando assim a produção (FREE, 1993). Contudo, fatores preponderantes da interação planta-polinizador precisam ser compreendidos por parte do produtor para atender as necessidades específicas das variedades cultivadas, de maneira a manejar polinizador legítimo no cultivo (DELAPLANE *et al.*, 2013). Dessa forma, no presente estudo nós avaliamos a biologia floral e os requerimentos de polinização do meloeiro amarelo var. Natal em ambientes protegidos de maneira a subsidiar o manejo dos polinizadores nesse tipo de cultivo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O estudo foi conduzido em ambiente protegido localizado na Embrapa Agroindústria Tropical (3°45'05" S e 38°34'35.07" O) em Fortaleza, Ceará. O clima do município é predominante tropical quente subúmido (Köppen, 1949). Fora do ambiente protegido a temperatura média foi de 28°C e umidade relativa do ar de 73% durante todo o experimento e a temperatura e umidade relativa do ar média no do ambiente protegido foi de 28,4°C e 82%, respectivamente (FIGURA 1).

Figura 1 – Variação da temperatura e umidade relativa do ar no ambiente protegido com cultivo de melão amarelo (*Cucumis melo*) var. Natal.



Os estudos foram conduzidos no período de dezembro de 2013 a janeiro de 2014. Foi estudado o melão amarelo variedade comercial “Natal”. As mudas de melão foram adquiridas na empresa Top Plant com aproximadamente 10 dias após a semeadura. Três dias após a aquisição das mudas, essas foram transplantadas para vasos com capacidade de 5L contendo areia.

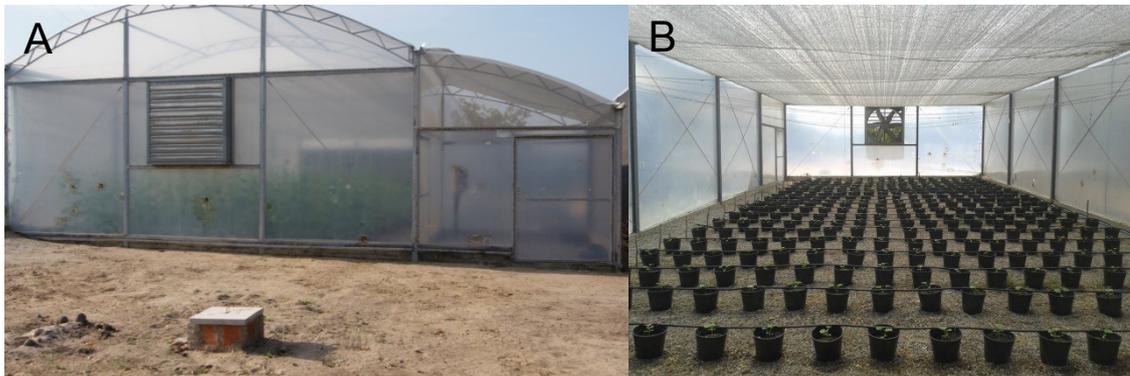
As plantas foram mantidas no cultivo protegido, revestido em filme transparente de 150 micras e abaixo da cobertura existia uma tela Aluminet® 50% que estava a uma altura de 3,0 m. Na lateral oeste do lado de fora do ambiente protegido foi instalado um sombrite 50%. A temperatura interna foi controlada por um sistema de arrefecimento de circulação

forçada, através de um componente com argila e água corrente associada a um exaustor. No total foram mantidas 408 plantas, distribuídas em 24 linhas, cada uma com 17 vasos. Os vasos foram dispostos em espaçamento de 0,4 m entre vasos e 0,8 entre linhas. A área do ambiente protegido correspondeu à 160m² (8m x 20m) (Figura 2 A,B).

Durante o experimento foi adotado o sistema de irrigação por gotejamento, com vazão 4 L h⁻¹ com três pulsos diários de dois minutos cada. Durante a semana de segunda à sexta-feira foram feitas as fertirrigações e nos finais de semana somente a irrigação para lavagem da areia e evitando a salinização. As quantidades necessárias de macronutrientes e micronutrientes foram calculadas para cada fase de desenvolvimento das plantas (implantação, florescimento e frutificação), conforme Souza (2004).

A manutenção do cultivo foi feita diariamente incluindo quando necessário o controle de pragas. O primeiro tutoramento foi realizado 14 dias após o transplântio das mudas para os vasos, com auxílio de fitilho plástico em sentido vertical. Isso faz com que a circulação dentro do ambiente, tanto para execuções dos experimentos quanto para realização de práticas cultural sejam favorecidas.

Figura 2 – Ambiente protegido cultivado com melão amarelo (*Cucumis melo*) var. Natal. A) Vista externa do ambiente protegido com área de 160 m²; B) Vista interna do ambiente protegido com as mudas de melão transplantadas em vasos de 5 L com areia.



2. 2. Biologia Floral

Para os estudos de biologia floral foram selecionadas 72 plantas e nessas observados o período de floração, número de flores abertas por dia e as características florais. Para analisar as características florais, foram selecionados e marcados botões em pré-antese (n=10/planta) e esses observados até senescência ou formação de frutos.

Nas flores foram determinados, os horários de abertura e a razão de flores hermafroditas/masculinas. Foi feita a morfometria floral (n=20) para verificar diferenças entre flores masculinas e hermafroditas e mensuração da quantidade de néctar nos horários de 7h as 17h por meio de microcapilares de 0,5 μ L (n=10, para cada tipo de flor e para cada horário).

2.3. Requerimento de Polinização

A investigação do requerimento de polinização foi baseada na proposta de Delaplane *et al.* (2013), Para determinar os requerimentos de polinização em ambiente protegido, foram isolados botões florais em pré-antese com um saco de filó, um dia antes da abertura das flores hermafroditas (n=32, para cada tratamento). Dessa forma, foram avaliados os seguintes tratamentos:

a. Polinização restrita:

A polinização restrita foi considerada como o tratamento controle, uma vez que todas as flores após ensacadas não tiveram nenhum contato com agentes bióticos até a sua senescência ou formação do fruto. Cada flor foi identificada com uma fita contendo a inscrição PR (polinização restrita) e a data de abertura.

b. Polinização manual geitonogâmica:

Nesse tratamento, as flores previamente ensacadas, foram polinizadas manualmente com pólen proveniente de flores estaminadas da mesma planta. Para tanto, anteras de três flores estaminada foram suavemente tocadas na superfície do estigma. Imediatamente após a polinização as flores foram identificadas com fitas contendo a inscrição PG (polinização geitonogâmica) e data de polinização. Posteriormente, as flores foram protegidas com filó, permanecendo assim até a senescência ou formação do fruto.

c. Polinização manual xenogâmica:

Flores previamente ensacadas flores polinizadas manualmente com pólen de uma flor estaminada proveniente de outra planta. Nesse tratamento também foram usadas três anteras de flores estaminadas para a retirada do pólen. Imediatamente após a polinização as flores foram identificadas com inscrição PX (polinização xenogâmica) e data de polinização e permaneceram protegidas até a senescência ou formação do fruto.

Todos os tratamentos de requerimento de polinização tiveram início durante o período da manhã, entre 6h e 10h. Para tanto, foram utilizados nos ensaios o delineamento

inteiramente casualizado, cujas flores e plantas foram aleatoriamente escolhidas para avaliação dos parâmetros citados acima.

2. 4. Análise de dados

Os dados de biologia floral referentes à fenologia da cultura (emissão de flores, proporção de flores hermafroditas e masculinas), quantidade do volume do néctar e morfometria das flores do meloeiro da variedade estudada foram analisados por meio de estatística descritiva.

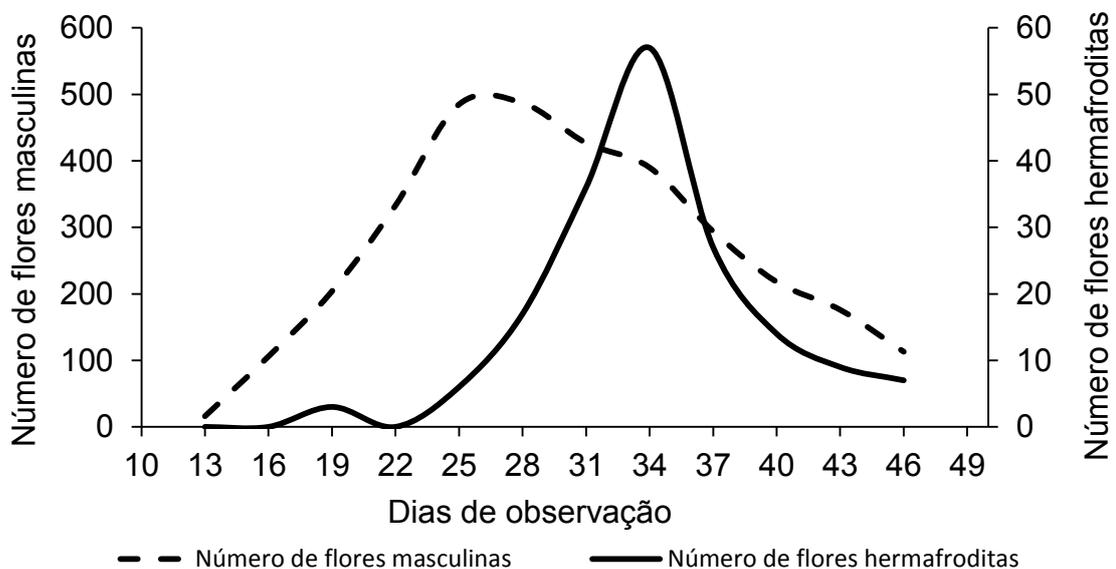
O vingamento de frutos foi avaliado após cinco dias da polinização e por possuir dados de caráter binomial (vingou = 1 e não vingou = 0) foram submetidos ao teste não paramétrico Kruskal-Wallis a nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Para a realização das análises foi utilizado o programa estatístico PAST (Paleontological statistic).

3. RESULTADOS

3.1. Biologia floral

O início do período de floração do meloeiro variedade Natal inicialmente ocorreu com a emissão das flores masculinas com 13 dias após o transplântio. O aparecimento das primeiras flores hermafroditas ocorreu com 19 dias após o transplântio das mudas. Foi observada uma sobreposição na abertura das flores hermafroditas e masculinas, mas com variações no número e pico de flores abertas. O período de floração de flores masculinas foi superior a das flores hermafroditas, durando 33 dias. O pico de abertura das flores masculinas durou quatro dias (25°, 26°, 27° e 28° dias após o transplântio) e a partir do 29° dia houve um decréscimo na abertura floral até o final da floração. O período de floração das flores hermafroditas foi de 27 dias e o pico de flores abertas foi observado no 34 dia após o transplântio das mudas (Figura 3).

Figura 3 – Período de emissão de flores masculinas (♂) e flores hermafroditas (♂♀) de melão amarelo (*Cucumis melo*) var. Natal, cultivado em ambiente protegido.

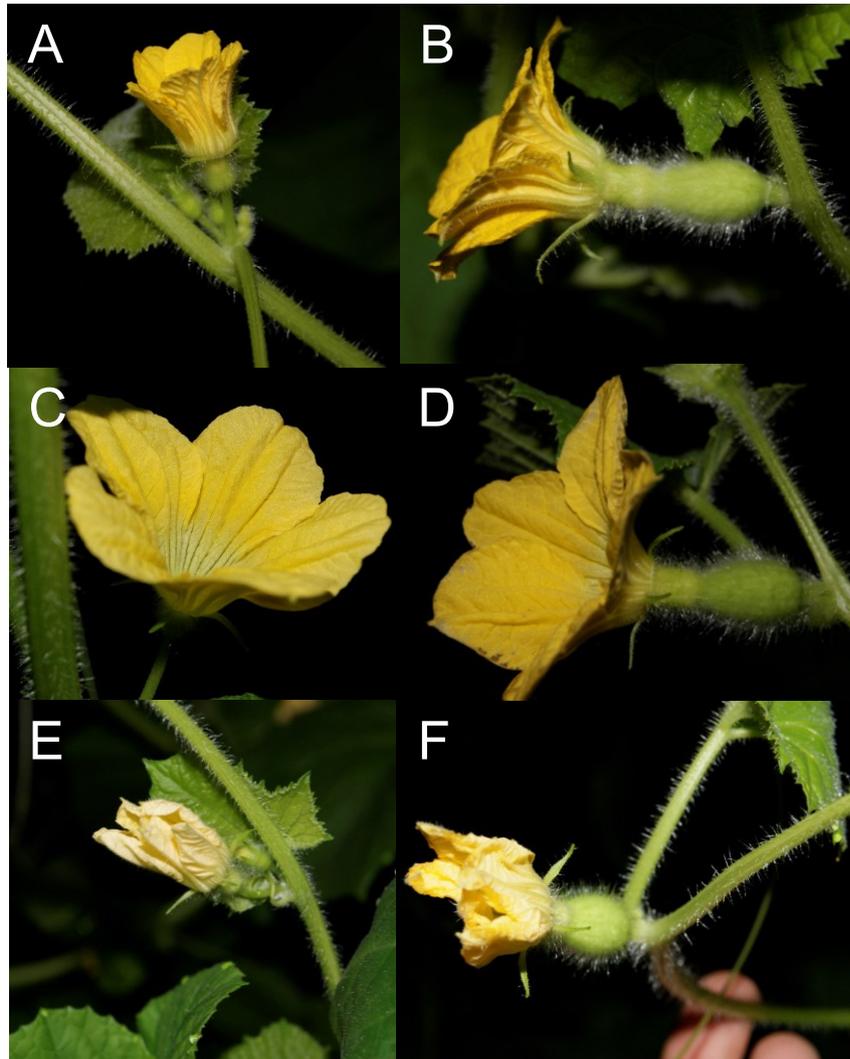


Durante todo o período de floração a razão sexual, flores masculinas e hermafroditas, foi de 18:1, respectivamente, com exceção do período entre os dias 31 a 37, onde o número de flores hermafroditas aumentou em relação às flores masculinas (Figura 3).

O início da abertura das flores do meloeiro ocorreu entre 4:20 h e 4:30 h (Temperatura = 25,2 °C; Umidade = 97 %), sendo a abertura total observada por volta das 6h00min – 6h30min (Temperatura = 25,9 °C; Umidade = 85%). O fechamento iniciou as 17:

45 h (Temperatura = 25, 5 °C; Umidade = 75%) estendendo-se até 20: 00 h (Temperatura = 24, 7 °C; Umidade = 98%) (Figura 4).

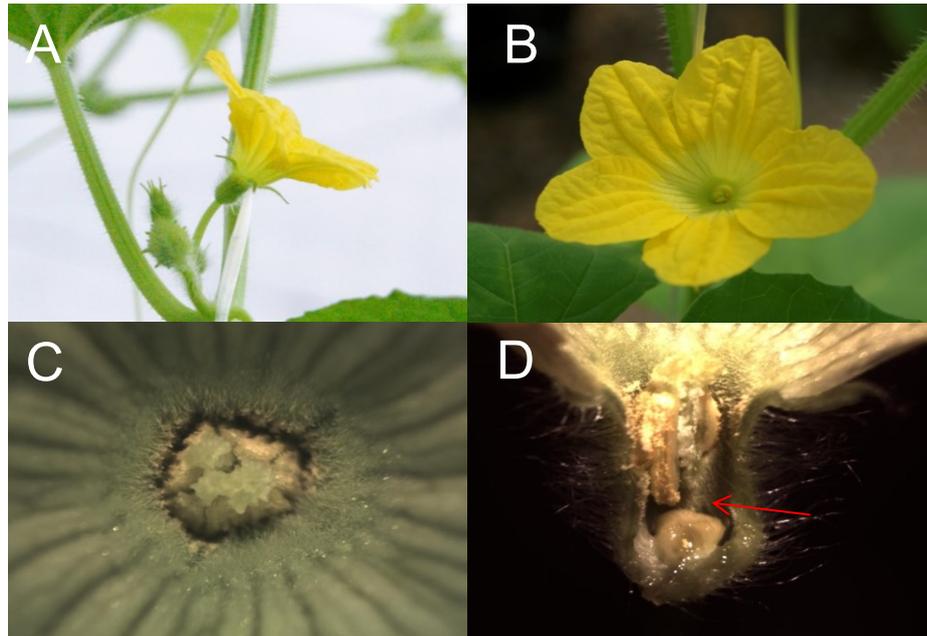
Figura 4 – Antese e fechamento das flores do meloeiro (*Cucumis melo*): A) Início da abertura da flor masculina (♂); B) Início da abertura da flor hermafrodita (♂♀); C) Início do fechamento da flor masculina (♂); D) Início do fechamento da flor hermafrodita (♂♀); E) Fechamento completa da flor masculina (♂); F) Fechamento completo da flor hermafrodita (♂♀).



As flores masculinas quando estavam com a corola totalmente distendida formavam um pequeno tubo na parte basal (Figura 5A), deixando as anteras parcialmente expostas (Figura 5B). As flores possuem três estames separados e localizados no centro da flor (Figura 5C), os quais encontram-se acima da câmara nectarífera (Figura 5D), esta medindo $2,12 \text{ mm} \pm 0,38 \text{ mm}$ de altura. O estame é formado por três filetes, sendo dois com duas de anteras fundidas e um com uma antera livre.

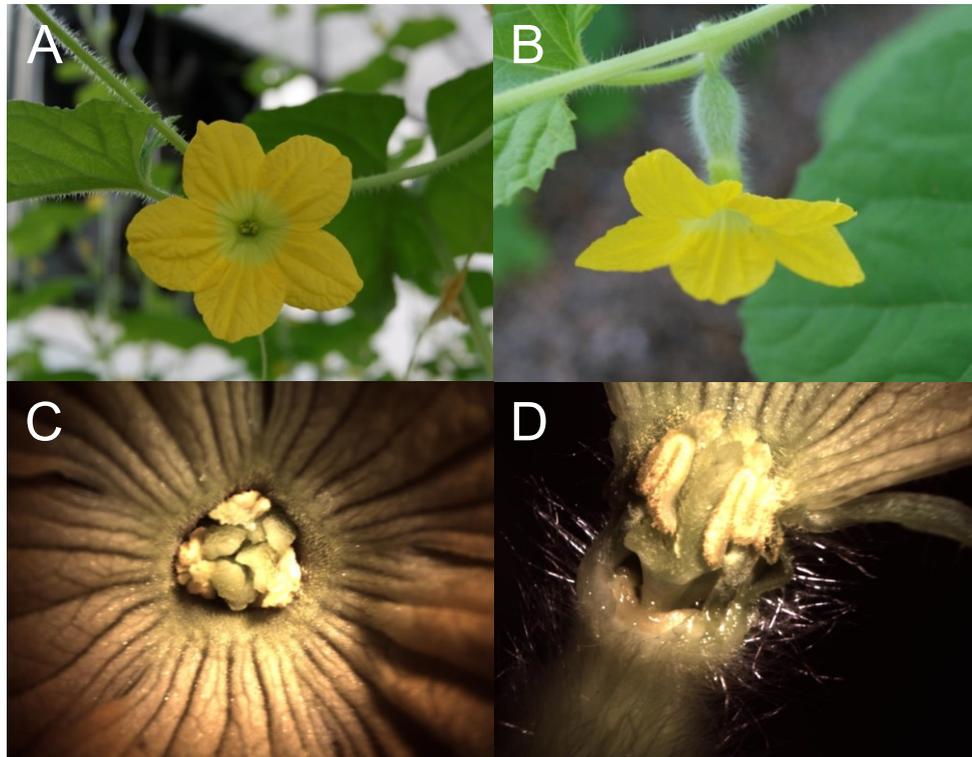
As anteras possuem deiscência longitudinal com exposição dos grãos de pólen. Nas primeiras horas do dia é possível observar a presença de uma massa de grãos de pólen na parte interna da base da corola.

Figura 5 – Flor masculina (♂) do meloeiro (*Cucumis melo*). A) Vista frontal da flor masculina na sua antese; B) Vista lateral da flor masculina na sua antese; C) Androceu da flor masculina; D) Corte transversal da flor masculina.



As flores hermafroditas possuem um ovário ínfero bastante visível, o que facilita a sua diferenciação das flores masculinas (Figuras 5A e 6A). Assim como na flor masculina, a corola nas flores hermafroditas também forma um pequeno tudo na porção basal após a distensão completa das pétalas, deixando o gineceu e o androceu parcialmente expostos (Figura 6B). O estigma e os estames estão localizados no centro da flor e é formado por três lóbulos grandes (Figura 6C), sustentado por um filete grosso e curto. Entre o estigma e a corola, estão os estames que são constituídos por dois filetes, sendo um deles com duas anteras fundidas e outro com uma antera livre, todas com deiscência longitudinal. Tanto o gineceu, como o androceu estão localizados acima da câmara nectarífera (Figura 6D), que é mais rasa que a das flores masculinas ($1,67 \text{ mm} \pm 0,39 \text{ mm}$). A deiscência das anteras e a exposição dos grãos de pólen ocorrem nas primeiras horas do dia, mas diferente das flores masculinas, a deposição dos grãos na base da corola é muito menor. Durante a antese e no momento em que a flor encontrava-se totalmente aberta, a superfície estigmática permaneceu mais úmida, brilhante e com fácil adesão dos grãos de pólen, modificando esse aspecto ao longo do dia.

Figura 6 – Flor hermafrodita (♂♀) do meloeiro (*Cucumis melo*). A) Vista frontal da flor hermafrodita; B) Vista lateral da flor hermafrodita; C) Gineceu e androceu da flor hermafrodita; D) Corte transversal da flor hermafrodita.



Quanto à morfometria das flores do meloeiro var. Natal, foi verificada uma diferença significativa apenas entre o diâmetro da corola, sendo as flores hermafroditas maiores do que as masculinas ($fm = 39,29 \pm 2,38$; $fh = 44,17 \pm 5,77$; $p < 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1 – Avaliação da morfometria de flores masculinas (♂) e hermafroditas (♂♀) de meloeiro (*Cucumis melo*) var. Natal, cultivadas ambiente protegido

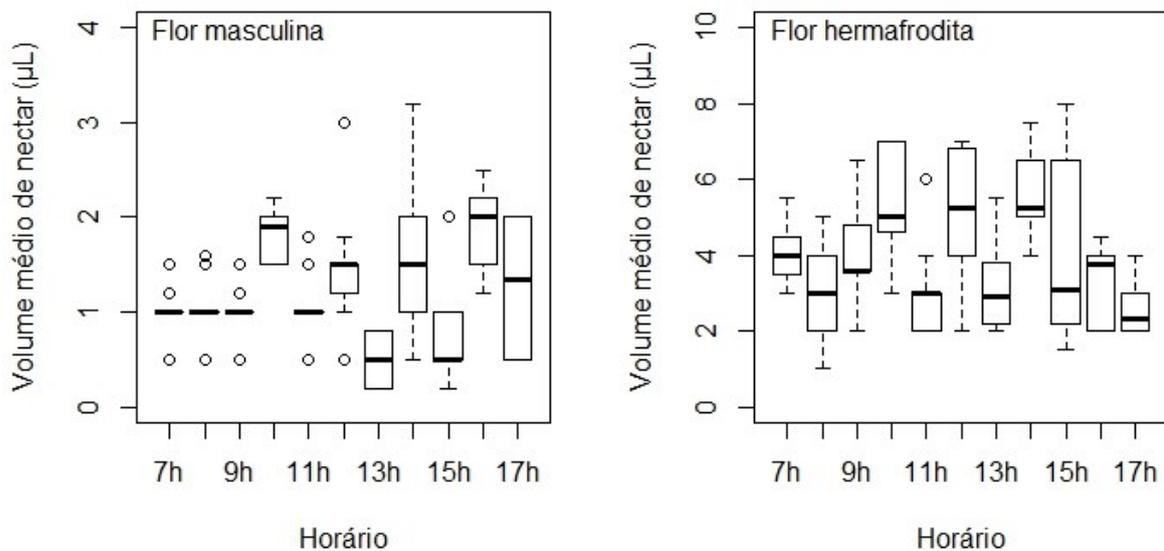
Características florais (mm)	Tamanho da amostra (n)	Flores masculinas (mm)			Flores hermafroditas (mm)		
		μ	\pm	σ	μ	\pm	σ
Diâmetro da corola	20	39.29b	\pm	2.38	44.17a	\pm	5.77
Comprimento da pétala	20	22.72	\pm	1.79	23.47	\pm	3.12
Altura da sépala	20	6.35	\pm	0.55	3.87	\pm	0.36
Altura do estigma	20	-		-	4.52	\pm	0.60
Altura da antera	20	4.00	\pm	0.50	3.10	\pm	0.50
Altura da câmara nectarífera	20	2.12	\pm	0.38	1.67	\pm	0.39
Altura do ovário	20	-		-	11.81	\pm	1.37

As médias seguidas de letras diferentes difeririam entre si pelo teste t de student ($P < 0,001$).

Quanto ao volume do néctar, as flores masculinas iniciaram a liberação desse recurso floral logo após a antese e o seu volume variou ao longo do dia (Figura 7). O volume médio de néctar produzido pela flor masculina foi de $1,21 \mu\text{L} \pm 0,62$, com uma variação de $0,2 \mu\text{L}$, observado logo após a antese, a $3,2 \mu\text{L}$ observado as 14:00 h (Figura 7). As flores masculinas apresentaram dois picos de liberação de néctar, o primeiro ocorrendo às 10:00 h ($1,83 \mu\text{L} \pm 0,28$) e o segundo às 16:00 h ($1,85 \mu\text{L} \pm 0,47$) (Figura 7).

As flores hermafroditas, assim como, as flores masculinas iniciaram a liberação do néctar também logo após a antese. Em média essas flores liberam $4,0 \mu\text{L} \pm 1,76$ de néctar por dia, variando de $1,0 \mu\text{L}$ logo após a antese a $12,0 \mu\text{L}$ as 15:00 h (Figura 7). Diferentemente das flores masculinas, nas flores hermafroditas foram observados três picos de volume médio de néctar, o primeiro ocorrendo às 10h ($5,3 \mu\text{L} \pm 1,37$), o segundo as 12h ($5,7 \mu\text{L} \pm 2,72$) e o terceiro às 14h ($5,6 \mu\text{L} \pm 1,07$) (Figura 7).

Figura 7 – Variação do volume de néctar em flores masculinas e hermafroditas de melão amarelo (*Cucumis melo*) var. Natal, ao longo do dia.



3.2. Requerimento de polinização

Os dados de requerimento de polinização mostram que houve diferença entre os tratamentos (Tabela 2). Os tratamentos de polinização manual xenogâmica e polinização manual geitonogâmica apresentaram maiores vingamentos e não diferiram entre si. No entanto, todos os tratamentos de polinização manual diferiram da polinização restrita onde o vingamento foi próximo de zero (Tabela 2).

Tabela 2 – Requerimento de polinização da cultura do melão (*Cucumis melo* L.) var. Natal, cultivada em ambiente protegido

Tipo de polinização	Flores usadas	Vingamento		
		Número de vingamento	Média de vingamento	
Polinização xenogâmica	32	25	0.78 a	($p < 0,05$)
Polinização geitonogâmica	32	24	0.75 a	($p < 0,05$)
Polinização restrita ou controle	32	1	0.03 b	($p > 0,05$)
				$\chi^2 = 34,21$

Médias seguidas de mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$).

4. DISCUSSÃO

4.1. Biologia floral

Os estudos de biologia floral e dos requerimentos de polinização de culturas agrícolas são fundamentais para direcionar o conhecimento sobre a dinâmica da interação planta-polinizador, de forma que garanta uma maximização na produção de frutos e sementes (FREE, 1993). Entretanto, à resposta da polinização ou da fração desta polinização, pode variar em espécies de plantas ou em variedades, e em casos particulares, um visitante floral deve atender às necessidades específicas da cultura para se qualificar como um legítimo polinizador (DELAPLANE *et al.*, 2013).

A variedade estudada, o meloeiro variedade Natal possui flores hermafroditas e masculinas no mesmo indivíduo, sendo está andromonóica. O meloeiro apresenta diversos tipos de expressões sexual, no geral, as cultivares americanas são andromonóicas e as europeias são monóicas (FREE, 1993; PITRAT *et al.*, 2008; CRISÓSTOMO; ARAGÃO, 2009; ARAGÃO, 2011).

O início da floração da variedade, se caracterizou pela a emissão de flores masculinas entre o 10° e 14° dia, e entre o 16° e 19° iniciou a emissão das flores hermafroditas, após o transplante das mudas. Este período de emissão de flores pode mudar de variedade para variedade, todavia, há uma similaridade durante o período entre todas as variedades da cultura do melão amarelo, assim como são reportados por Abreu *et al.* (2008).

O conhecimento do período de floração tem grande importância para a cultura, pois dessa forma pode-se planejar corretamente o momento de introdução das colônias de abelhas em cultivos protegidos, visando o aumento na produção de frutos com o serviço de polinização que é prestado por esses insetos. Estudo semelhante foi desenvolvido para a cultura da melancia, obtendo resultados satisfatórios na produção em cultivo protegido (BOMFIM, 2013).

A proporção de flores masculinas na cultura do melão amarelo var. Natal é alta (18:1, m/h) principalmente no início do período de floração. A reprodução sexual possui um custo até duas vezes maior em relação à reprodução assexuada, mas esses mecanismos evoluíram para forçar ou aumentar a probabilidade de cruzamentos (RICHARDS, 1997; KARASAWA, 2009).

Algumas espécies tendem a ser mais dicogâmicas, geralmente protândricas, resultando na maioria das vezes em uma polinização cruzada (xenogamia). Deste modo, plantas que possuem flores unissexuais devem gastar mais recursos para otimizar sua aptidão, ou seja, se a produção for limitada por uma polinização inadequada, a seleção irá favorecer as plantas que produzem mais flores masculinas (RICHARDS, 1997). O fenômeno de protândria favorece principalmente a polinização cruzada, enquanto a protogenia favorece a autopolinização (FAEGRI; VAN PIJL, 1979), em sistemas de reprodução mistos, como é o caso do meloeiro variedade Natal, que se mostra mais dependente dos agentes de polinização para a transferência do pólen presente, tanto em flores masculinas da própria planta quanto em plantas diferentes. Nesse caso, a protândria parece ser altamente vantajosa para essa variedade de meloeiro.

A razão sexual do meloeiro pode ser influenciada diretamente por dois principais fatores: a luminosidade e a temperatura. Os dias longos associado com altas temperaturas aumentam a proporção de flores masculinas (CRISÓSTOMO *et al.*, 2002). A emissão de flores hermafroditas pode ser influenciada por temperaturas diurnas e noturnas mais amenas, e dias mais curtos (SILVA; COSTA, 2002). Os cultivos protegidos tendem a adotar técnicas capazes de criar um microclima adequado para a cultura. Porém, nesse ambiente, onde o presente estudo foi realizado, apresentava uma abertura no filme de polietileno que revestia a parte superior da casa de vegetação, dificultando o controle de temperatura e umidade por parte do sistema de arrefecimento. Contudo, a razão sexual da cultura foi similar aos resultados de Siqueira *et al.* (2011), trabalhando com o meloeiro em campo, e diferentes dos

estudos de McGregor (1976) em clima temperado, o qual relata que a razão sexual do meloeiro foi 12:1 (m/h), mostrando uma relação menor com a encontrada no presente estudo.

Os fatores climáticos exercem influência direta no crescimento, desenvolvimento, qualidade do fruto e produtividade da cultura do melão, sendo assim, a faixa de conforto do meloeiro na fase de desenvolvimento pode variar de 25 °C a 30 °C e para a floração, a faixa ótima situa-se entre 20 °C a 23 °C. Temperaturas elevadas acima de 35 °C estimulam a floração de flores masculinas, e acima 38 °C ocasionam problemas na maturação (ANGELOTTI; COSTA, 2010).

Com relação às flores, quando abertas, possuem uma corola com cores atrativas indo do amarelo para o verde com presença de guias de néctar indicando uma plataforma de pouso formada pelas pétalas e ao fim forma uma estrutura tubular. As cucurbitáceas em geral possuem características fortes que indicam síndrome de polinização melitofila (BOMFIM *et al.*, 2013), sendo esta uma relação bem documentada por outros autores (KIILL *et al.*, 2011; SIQUEIRA *et al.*, 2011; SOUSA *et al.*, 2009). O horário de antese da variedade estudada foi diferente daqueles reportados por Kiill *et al.* (2011), onde as flores de híbridos de melão amarelo (BRS-ARAGUAIA) cultivados em campo têm o início de sua antese por volta das 5:00 h e se estendem até as 5:30 h. Dados esses que corroboram os encontrados por Abreu *et al.* (2008). Contudo, Free (1993), também relata que algumas variedades cultivadas em campo possuem anteses com padrões distintos e algumas possuem similaridade com os encontrados nesse estudo e com os relatados por Kiill *et al.* (2011) como a abertura completa entre 7:00 h e 8:00 h.

Os resultados de diâmetros das corolas das flores hermafroditas concordam com os relatos por Mann (1953) para flores hermafroditas do meloeiro cantaloupe e com os de Kiill *et al.* (2011) para híbridos de melão amarelo (BRS-ARAGUAIA). Os autores relatam que o tamanho do diâmetro é um fator que torna as flores hermafroditas mais atrativas aos visitantes florais do que as flores masculinas. Porém, não há relatos de outros aspectos morfométricos como, o tamanho de câmara nectarífera, tamanho das anteras e tamanho do estigma, nem de como as estrutura florais da cultura do melão podem facilitar ou dificultar a coleta de recursos florais pelos visitantes. Por outro lado, segundo Free (1993) a diferença entre o tamanho do tubo da corola das flores estaminadas podem facilitar mais a chegada de abelhas até os nectários do que das flores hermafroditas, e o tubo da corola mais profundo e apertado das flores hermafroditas faz com que os agentes polinizadores passem entre as anteras e o estigma para chegar ao nectário. O mesmo autor relata que esta entrada mais

estreita em um tubo mais profundo como os das flores monoclinas restringe o tipo de agente capaz de obter néctar, e provavelmente, ajuda a explicar por que as abelhas são os polinizadores mais abundantes registrados nas literaturas (MCGREGOR, 1976; SOUSA *et al.*, 2009; KIILL *et al.*, 2011; SIQUEIRA *et al.*, 2011).

O volume de néctar encontrado nas flores hermafroditas da variedade de meloeiro estudada variou ao longo do dia, sendo superior quando comparado às flores masculinas, sendo essas muito mais atrativas para visitantes florais que buscam esse recurso. Esses resultados corroboram os registros de Free (1993) e Siqueira *et al.* (2011), que encontraram um maior volume, assim como uma maior variação nesse recurso em flores hermafroditas de melão amarelo. Mann (1953) observou a preferência das abelhas por flores hermafroditas em variedades de cantaloupe. Free (1993) concluiu que a secreção de néctar nas flores hermafroditas pode ser vista como uma adaptação floral incentivando a visita de abelha nessas flores, após elas terem entrado em contato com as flores estaminadas.

Kiill *et al.* (2011), relatam que as abelhas *A. mellifera* tendem a coletar néctar e pólen das flores, e constataam que as flores hermafroditas de melão amarelo apresentam número de visitas igual ou superior das flores masculinas e que nos horários de 11h-12h apresentam o maior número de abelhas coletando néctar e pólen. Dessa forma, Siqueira *et al.* (2011), concluem que o recurso mais explorado pelas abelhas é o néctar, sendo que elas têm como preferências as flores hermafroditas para coletar esse recurso. Do mesmo modo, segundo Vaissière e Froissart (1996), as abelhas coletam ambos os recursos, mas com uma frequência maior nas visitas das abelhas em flores hermafroditas.

4.2. Requerimento de polinização

O melão var. “Natal” apresentou em seu requerimento de polinização a necessidade de agentes bióticos para transferir os grãos de pólen para o estigma. No tratamento de polinização restrita, o qual as flores hermafroditas estavam ensacadas, as deposições de pólen no estigma são das anteras presentes na mesma (autopolinização) e a maioria das flores não vingou, diferindo significativamente dos tratamentos de polinização manual. McGregor (1976) reporta que as flores hermafroditas do meloeiro são incapazes de realizar a transferência do pólen da antera para o estigma sozinha, de tal modo, seria necessário algum vetor para realizar a polinização. Os resultados obtidos com a variedade

estudada concordam com os requerimentos de polinização encontrados por Sousa *et al.* (2009) em campo.

O vingamento está associado à quantidade de pólen depositados na superfície estigmática. Em média, as flores do meloeiro necessitam de 400 a 600 grãos de pólen para a frutificação (FREE, 1993). Sousa *et al.* (2009) avaliando o melão amarelo em campo verificaram que flores polinizadas manualmente receberam uma grande carga polínica na superfície estigmática aumentando a frutificação e o peso dos frutos. Como os grãos de pólen do melão são relativamente densos e viscosos e apresentam uma boa aderência da massa polínica nas anteras, isso dificulta o transporte, caso não haja um agente polinizador biótico interferindo nesse transporte (SOUSA *et al.*, 2009). De todo modo sabe-se que é importante a introdução de abelhas nos cultivos de melão, porém, em estudos com cultivos de meloeiro, em ambientes protegidos no Japão, a polinização manual de flores alcançou aproximadamente 98% de vingamento (FREE, 1993).

Este estudo amplia o conhecimento sobre a biologia floral e conhecimento dos requerimentos de polinização do meloeiro amarelo var. Natal em cultivos protegidos, os quais podem mudar de variedade para variedade. E subsidiam estudos utilizando abelhas para aplicação do serviço de polinização do meloeiro em ambientes protegidos. De tal modo, que futuramente possam atender a demanda de produtores interessados no serviço de polinização das abelhas para aplicação no ambiente protegido.

5. CONCLUSÕES

Os estudos de biologia floral e dos requerimentos de polinização direcionam o conhecimento sobre a dinâmica da interação planta-polinizador da variedade estudada, e auxiliam na introdução de agentes polinizadores para polinização do meloeiro em cultivo protegido. Porém, ainda são necessários estudos que possam elucidar a influência de fatores climáticos sobre a dinâmica de floração da cultura do meloeiro.

REFERÊNCIAS

ABREU, T.B.; NUNES, G.H.D E S. DANTAS, M.S.M.; COSTA FILHO, J.H.; COSTA, G.G.; ARAGÃO, F.A.S. Fenologia floral, viabilidade do grão de pólen e receptividade do estigma do meloeiro. **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**. 52: 43-46, 2008.

ARAGÃO, F.A.S. **Divergências genética de acessos de interação genótipo x ambiente de famílias de meloeiro**. Tese (Doutorado) – Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2011.

BOMFIM, I.G.A. **Uso de abelhas sem ferrão (Meliponini: Apidae) em uma casa de vegetação para polinização e produção de frutos de minimelancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai) com e sem sementes**, Tese (Doutorado) – Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, 2013.

CRISÓSTOMO, L.A.; SANTOS, A.A.; RAIJ, B.; FARIA, C.M.B.; SILVA, D.J.; FERNANDES, F.A.M.; SANTOS, F.J.S.; CRISÓSTOMO, J.R.; FREITAS, J.A.D.; HOLANDA, J.S.; CARDOSO, J.W.; COSTA, N.D. **Adubação, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro no Nordeste**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 21 p.

CRISÓSTOMO, J.R.; ARAGÃO, F.A.S. Melhoramento genético do melão. IN: **O melhoramento genético no contexto atual: Anais do I Simpósio Nordestino de Genética e Melhoramento de Plantas**. Neto, F.C.V. [et al.] (Eds) – Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 210p. 2009.

DAFNI, A. **Pollination ecology: A practical approach**. Oxford Univeristy Press, Oxford, 250p. 1992.

DELAPLANE, K.S.; DAG, A.; DANKA, R.G.; FREITAS, B.M.; GARIBALDI, L.A.; GOODWIN, R.M.; HORMAZA, J.I. Standard methods for pollination research with *Apis mellifera*. In: DIETEMANN V.; J D ELLIS J.D; P NEUMANN (Eds) **The COLOSS BEEBOOK**, Volume I: standard methods for *Apis mellifera* research. Journal of Apicultural Research 52(4), 2013. : <http://dx.doi.org/10.3896/IBRA.1.52.4.12>

FAO. FAOSTAT – Base de Dados Agrícola cultivos primários (Food and Agriculture Organization of the United Nation). Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Acesso em: mar, 2014.

FAEGRI K; VAN DER PIJL L. **The principles of pollination ecology**. Sinauer Associates, London, 244 p. 1979.

FREE, J.B. **Insect pollination of crops**. London: Academic Press. 1993.

FREITAS, B.M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. A importância econômica da polinização. **Mensagem Doce**. 80, p.44-46, 2005.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de Dados Agregados. Disponível em: <http://www.sibra.ibge.gov.br>. Acesso em: jul. 2013.

KIILL, L.H.P.; COELHO, M.S.; SIQUEIRA, K.M.M.; COSTA, N.D. Avaliação do Padrão de Visitação de *Apis mellifera* em Três Cultivares de Meloeiro, em Petrolina-Pe, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Vol. Esp.: 455-460, 2011.

KÖPPEN, W. **Climatología: con un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Económica, 1949. 478p.

LOURENÇO, IP; NUNES, AC; GOMES FILHO, AAH; CORRÊA, MCM; ARAGÃO, FAS. Estudo da floração, polinização e vingamento de frutos em meloeiros cultivados em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira** 30: S612-S617. 2012.

MATHEW, S.M; GOPALAKRISHNAN, P.K.; PETER, K.V. Compatibility among *Cucumis melo* varieties *inodorus*, *conomon*, *flexuosus*, *momordica* and *utilissimus*. **Cucurbits Genetics Cooperative Report**, 9:78-80, 1986.

MCGREGOR, S.E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Washington (DC): United States Department of Agricultural Research Service. (Agriculture Handbook, 496). 1976.

PITRAT, M. MELON. IN: NUEZ, F.; PROHENS, J. Vegetables I: asteraceae, brassicaceae, chenopodiaceae, and curcubitaceae (Handbook of Plant Breeding). Springer, New York, p. 1-33, 2008.

SILVA, H.R.; COSTA, N.D. **Melão: produção e aspectos técnicos**. Embrapa, Brasília – DF. 2002.

SIQUEIRA, K.M.M.; KIILL, L.H.P.; GAMA, D.R.S.; ARAÚJO, D.C.S.; COELHO, M.S. Comparação do padrão de floração e de visitação do meloeiro do tipo amarelo em Juazeiro-Ba. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Vol. Esp. 473-478, 2011.

SOUSA, R.M. **Polinização do Meloeiro (*Cucumis Melo* L.) por Abelhas Melíferas (*Apis Mellifera* L.): Requerimentos da Cultura e Manejo de Colônias**. Tese (Doutorado) – Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, 2003.

SOUSA, R.M.; AGUIAR, O.S.; FREITAS, B.M.; SILVEIRA NETO, A.A; PEREIRA, T.F.C. Requerimento de polinização do meloeiro (*Cucumis melo* L.) no município de Acaraú – Ce-Brasil. **Caatinga**, 22(1): 238-242, 2009.

SOUZA, V. S. **Avaliação da concentração da solução nutritiva no cultivo de tomate, pepino, pimentão, berinjela em pó de coco**. Dissertação (Mestrado) em Solos Nutrição de plantas – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

VELTHUIS, H.H.W.; VAN DOORN, A. The Breeding, Commercialization and Economic Value of Bumblebees. In: Freitas, B.M.; Pereira J.O.P. **Solitary Bees: conservation, rearing and management for pollination**. Imprensa Universitária, Fortaleza, Brasil 2004.

VELTHUIS, H.H.W.; VAN DOORN, A. A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination, **Apidologie**, 37 p. 421-451, 2006.

CAPÍTULO III

Comportamento de forrageamento, adaptação e eficiência de polinização da abelha canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.) sob condições de cultivo protegido

RESUMO

O uso de polinização manual e uso de abelhas exóticas como *Apis* e espécies do gênero *Bombus* são as formas mais tradicionais para polinização de culturas cultivadas em ambiente protegido, mas o grupo de abelhas sem ferrão (Meliponini) têm demonstrado grande potencial na polinização de culturas nestes ambientes. Dessa forma, o objetivo deste estudo tem como avaliar a viabilidade do uso da abelha canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.) em cultivo protegido. O experimento foi realizado no município de Fortaleza – CE em ambiente protegido com área de 160 m². Para tanto, será avaliado o seu comportamento de forrageio e eficiência de polinização na cultura do melão amarelo. Os resultados revelaram que as operárias de *Scaptotrigona* sp. nov. após a introdução colidiam-se exaustivamente com as telas de revestimento após abertura das colônias no primeiro dia, mas algumas operárias rapidamente estavam visitando as flores da cultura após poucas horas e a visita constante nas flores do meloeiro ocorreu a partir do quarto dia. O fluxo de operárias saindo para forragear teve correlação positiva ($P < 0,05$) com o volume de néctar das flores hermafroditas. Quanto ao comportamento de forrageio das operárias forrageiras era observado que coletava tanto o pólen quanto néctar e o tempo de visita em flores hermafroditas eram superiores que nas flores masculinas garantindo uma boa deposição de pólen sobre a superfície do estigma das flores hermafroditas. As abelhas canudo foram eficientes na polinização da cultura, sendo que o vingamento de flores polinizadas por abelhas *Scaptotrigona* sp. nov. não diferiu estatisticamente da polinização manual cruzada ($P < 0.05$). Portanto, conclui-se que as abelhas canudo iniciaram as visitas nas flores do meloeiro de forma rápida e efetiva, o comportamento de forrageio das operárias de *Scaptotrigona* sp. nov. mostrou que há coleta dos recursos florais de forma hábil. E neste estudo estas abelhas foram eficientes na polinização da cultura e podem ser utilizadas como alternativas para substituição da mão de obra para polinização manual em ambiente protegido.

Palavras-chave: abelhas sem ferrão, abelha nativa, ambiente protegido, forrageamento, polinizadores.

ABSTRACT

The use of hand pollination and use of exotic bees as *Apis* and *Bombus* species of genus are more traditional forms for pollination of crops grown in a greenhouse, but the group of stingless bees (Meliponini) have demonstrated great potential in the pollination of crops in these environments. Thus, the aim of this study is to evaluate the feasibility of using canudo bee (*Scaptotrigona* sp. new) in greenhouse. The experiment was conducted in the city of Fortaleza - CE environment protected area of 160 m². Therefore, it will measure its foraging behavior and pollination efficiency in yellow melon culture. The results showed that the working of *Scaptotrigona* sp. new after the introduction if collided exhaustively with the coating screens after opening of the colony on the first day, but some workers quickly were visiting the culture of flowers after a few hours and the constant visitation in melon flowers occurred from the fourth day. The workers stream out to forage had positive correlation ($p < 0.05$) with the nectar of hermaphrodite flowers. The foraging behavior of forage workers was observed that collected both pollen and nectar as the visiting time in hermaphrodite flowers were higher than that in male flowers ensuring a good pollen deposition on the surface of the stigma of hermaphrodite flowers. The canudo bees pollination were efficient in the crop, and the flowers pollinated by bees ripening *Scaptotrigona* sp. new did not differ statistically from the cross-pollination manual ($p < 0.05$). Therefore, it is concluded that the straw bees began visits the flowers quickly and effectively melon, the foraging behavior of workers of *Scaptotrigona* sp. new showed there is collection of floral resources skillfully. And in this study these bees were efficient in the pollination of culture and can be used as alternatives to the labor replacement for manual pollination in greenhouse.

Key-words: environment protected, forager, pollinators, stingless bees, wild bees.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do melão (*Cucumis melo* L.) é de grande importância econômica para o Nordeste do Brasil e têm com os principais produtores concentrados nos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte (IBGE, 2011). Atualmente observa-se tanto um crescente aumento nas áreas de cultivos abertos de melão nessa região, quanto de cultivos protegidos nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (LOURENÇO *et al.*, 2012).

As flores do meloeiro dependem de polinizadores, e a necessidade de introdução de abelhas dentro dos cultivos protegidos torna-se essencial para que atividade seja economicamente viável. Segundo Klein *et al.* (2007), a cultura do melão (*Cucumis melo* L.) é a dependência dos polinizadores pode causar uma perda superior a 90% da produção, caso estes agentes não estejam presentes nas áreas de cultivo.

Assim como o meloeiro, grande parte das espécies agrícolas cultivadas pelo homem possuem as abelhas como os seus principais visitantes florais e polinizadores (UNEP, 2010; FREITAS; NUNES-SILVA, 2012). Porém, somente 0,1% dessas abelhas são manejadas racionalmente em programas de polinização pelo homem (IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2012).

Na Europa, EUA e Austrália as abelhas são bastante usadas para a polinização de culturas agrícola, principalmente, *Apis mellifera*. Existe todo um pacote tecnológico para transporte e mecanização apropriada para o uso em larga escala dessas abelhas nas áreas agrícolas (MORAIS *et al.*, 2012) e diversos autores apontam a abelha melífera como os principais visitantes da cultura do melão (FREE, 1993, VELTHIUS; VAN DOORN, 2004; SOUSA, 2009; 2012; KIILL *et al.* 2011; SIQUEIRA *et al.*, 2011).

No Brasil, o uso de *A. mellifera* em cultivos de melão é necessário, e produtores são obrigados a colocar colônias de abelhas em suas áreas para atingir a produção necessária para que a atividade se torne viável (FREITAS; IMPERATRIZ-FONSECA, 2005). Apesar de a abelha melífera ser a mais utilizada na polinização de culturas comerciais, cultivos em campos abertos beneficiarem-se dos serviços de polinização natural prestado por *A. mellifera* (IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2012). Os produtores de culturas em ambientes protegidos necessitam introduzir colônias de outras abelhas (ex. Bombini, Meliponini e Trigonini) ou fazer o uso da polinização nos cultivos protegidos para alcançar a produção esperada (CRUZ; CAMPOS, 2009).

O uso de abelhas em cultivos protegidos é importante para a diminuição dos custos de produção, principalmente, com o uso da mão-de-obra para a polinização manual. A técnica de introdução e manejo desses polinizadores bióticos em casas de vegetação já é comum e existem empresas especializadas na venda de colônias de abelhas do gênero *Bombus*, que anualmente arrecadam milhões de dólares prestando serviço para a polinização (VELTHUIS; VAN DOORN, 2004; 2006).

O aluguel das colônias de *Bombus* para serviços de polinização em casa de vegetação é muito comum na Europa, Estados Unidos, Canadá, Nova Zelândia, Japão e outros países, usando espécies endêmicas dessas regiões ou exóticas (FREITAS; IMPERATRIZ-FONSECA, 2005; VELTHUIS; VAN DOORN, 2006; SLAA *et al.*, 2006). Mas, essa comercialização em áreas agrícolas e ambientes protegidos brasileiros é vetada pelas legislações locais.

No Brasil a legislação não permite a importação da espécie de *Bombus terrestris* usadas comercialmente na polinização em casas de vegetação. As espécies de *Bombus* nativas são bastante agressivas e existem poucos estudos no Brasil usando espécies desse gênero na polinização em casas de vegetação, dificultando o trabalho de manejo racional destas em ambientes protegidos. Deve-se preferir o uso de espécies de abelhas nativas, localmente abundantes, como polinizadores à importação e introdução de espécies exóticas (HOGENDOORN, 2004; CRUZ; CAMPOS, 2009; GARÓFALO *et al.*, 2012).

As abelhas sem ferrão são apontadas como os potenciais polinizadores para o cultivo protegido, pois algumas características inatas das espécies fazem com que prestem o serviço de polinização dentro desses cultivos (BOMFIM, 2013). Venturieri *et al.*, (2012), relatam que o principal produto correlacionada com a utilização de abelhas sem ferrão no Brasil é a produção de mel e que, quando comparado com os serviços de polinização no ambiente, a comercialização do mel possui valor muito inferior que os serviços prestados ao meio ambiente por essas abelhas. Dessa forma, as abelhas sem ferrão surgem no Brasil como um excelente substituto para o uso intenso de *A. mellifera* na polinização, principalmente culturas de grande interesse econômico.

O principal problema do uso das abelhas sem ferrão é a formação de novas colônias, mas estudos recentes desenvolveram com sucesso o método de criação de rainhas *in vitro* (MENEZES, 2010; PRATO, 2010; BAPTISTELLA *et al.*, 2012; MENEZES *et al.* 2013). Esses estudos se concentram na multiplicação de colônias de Meliponíneos em menor período e em maior quantidade (MENEZES, 2010; VENTURIERI *et al.*, 2012).

A introdução dessas abelhas em ambientes protegidos é bem desenvolvida no velho mundo. Porém, para as espécies de abelhas sem ferrão são poucas as manejadas com sucesso na polinização de culturas agrícolas em ambiente protegidos e ainda não se conhece todo o processo adaptativo das espécies.

As abelhas sem ferrão já estudadas mostraram que ainda existem dúvidas quanto ao seu uso dentro desses ambientes, bem como, na necessidade de melhorar o nível do manejo destas abelhas para a utilização dentro de cultivos protegidos, e as grandes limitações estão na falta de uma produção comercial em larga escala na produção de colônias para a polinização de plantas cultivadas, principalmente, cultivadas em casas de vegetação. Este problema também é semelhante com o que acontece com as abelhas solitárias (GARÓFALO *et al.* 2012).

Assim, se faz necessários estudos para a investigação da adaptação de abelhas sem ferrão e sua eficiência como polinizadores, para serem usados dentro de ambiente protegidos, adequados a cada cultura para garantir a produção e diminuição dos custos com o uso de mão de obra para a polinização.

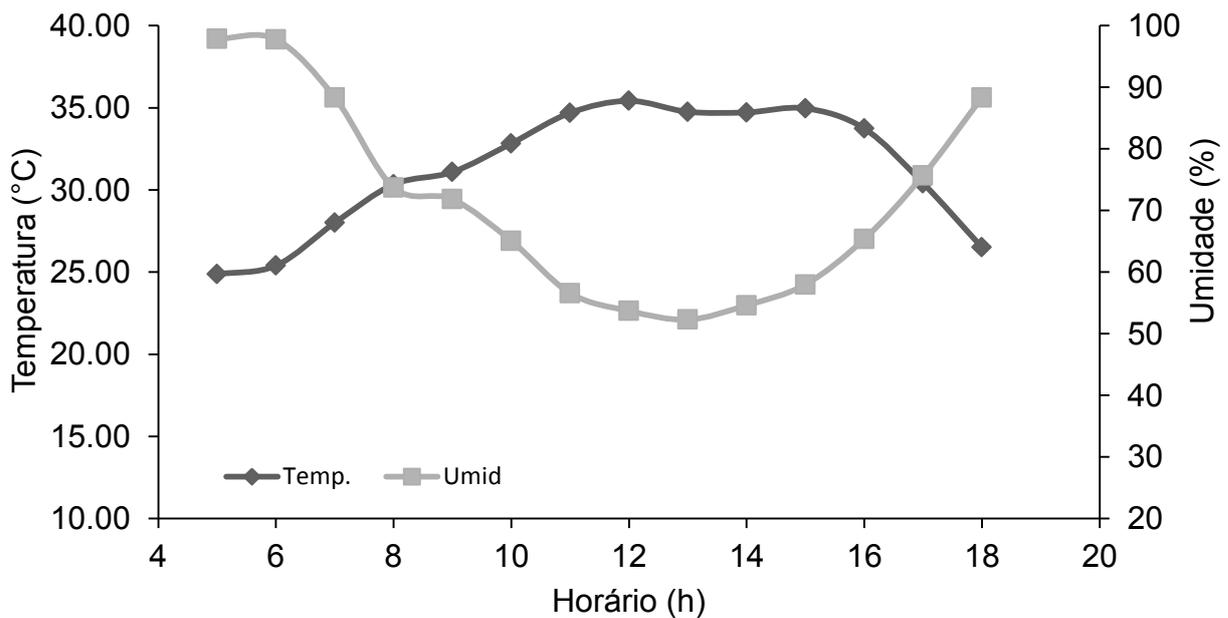
No presente capítulo foi avaliado o comportamento de uma espécie de abelha nativa sem ferrão *Scaptotrigona* sp. nov., sua atividade na casa de vegetação e sua eficiência na polinização das flores do meloeiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área do estudo

O estudo foi realizado em um ambiente protegido, localizado nas instalações da sede da Embrapa Agroindústria Tropical, em Fortaleza, Ceará, nas coordenadas geográficas (3°45'05" S e 38°34'35.07" O). O clima predominante do município é o tropical quente subúmido (Köppen, 1949). Fora do ambiente protegido a temperatura média foi de 28°C e umidade relativa do ar de 73% durante todo o experimento e a temperatura e umidade relativa do ar média dentro do ambiente protegido foi de 28,4°C e 82%, respectivamente, com temperatura mínima de 23,1°C e máxima de 39°C e umidade relativa do ar mínima de 40% e máxima de 100% (Figura 8).

Figura 8 – Variação da temperatura e umidade relativa do ar no ambiente protegido



2.2. Caracterização do ambiente protegido

No ambiente protegido estavam cultivadas 408 plantas da cultura do melão em vasos de cinco litros com área e estavam distribuídos em 24 linhas, com 17 vasos cada uma, com espaçamento de 0,4m entre vasos e 0,8 m entre linhas e tutoramento vertical através de fitilho plástico. A casa de vegetação era revestida em filme transparente de 150 micras, abaixo da cobertura, existia uma tela Aluminet® 50% a 3 m de altura e na lateral oeste por fora do ambiente protegido, estava um sombrente 50%. Um sistema de arrefecimento de circulação

forçada através de um componente com argila e água corrente associado a um exaustor que era responsável pelo controle da temperatura no interior da casa de vegetação, e a casa possuía uma área de 160 m² (8 m x 20 m) com altura de 3,5 m (Figura 2, Capítulo II). Todas as plantas receberam concentrações necessárias de macronutrientes e micronutrientes, e as concentrações foram calculadas conforme a proposta de Souza (2004).

2. 3. Preparo das colônias e introdução das colônias

As colônias de abelhas usadas foram da espécie *Scaptotrigona* sp. nov., popularmente conhecidas como canudo, e pertencentes ao meliponário do Setor de Abelhas, do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará (Figura 9A). Na escolha das colônias usadas para o experimento, optou-se por priorizar colônias fortes, com bom estágio de desenvolvimento e que estavam em caixas racionais. Antes da introdução foi realizada uma revisão das colônias e observada a presença das rainhas, de discos de crias novos e velhos, de potes de alimentos (mel e pólen). Após a revisão as colônias foram lacradas com tela metálica e colocadas dentro do Laboratório de Meliponíneos, do Setor de Abelhas. As colônias foram fechadas quatro dias antes das suas introduções na casa de vegetação para que as abelhas perdessem o sentido de orientação de voos para coleta de recursos que estavam dentro do seu antigo raio de ação (Figura 9B).

A introdução das colônias (n°1; n°8) ocorreu no fim da tarde do quinto dia após o aparecimento das primeiras flores na casa de vegetação, e foram colocadas em suportes. Os suportes possuíam uma altura aproximada de 20 cm e em cada apoio um pequeno pote de plástico contendo óleo queimado para evitar o ataque de formigas às colônias (Figura 9C).

Na manhã seguinte a introdução foi retirada as duas telas e iniciou as avaliações quanto ao comportamento da abelha no cultivo protegido. Uma das colônias (n° 8) foi substituída por outra colônia forte (n° 5) para que não comprometessem as análises de dados com relação a atividade de voo. A colônia (n° 5) foi fechada e introduzida no mesmo dia da troca, e no dia seguinte ela foi aberta nas primeiras horas da manhã (5h30min) (Figura 9 D).

Figura 9 – Preparo das colônias de abelha canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.) e introdução no cultivo. A) Meliponário do Setor de Abelhas, do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará; B) Caixa modelo INPA com colônia de abelha canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.) lacradas antes da introdução; C) Colmeias n° 1 e n° 8 de abelhas (*Scaptotrigona* sp. nov.) introduzidas no ambiente protegido; D) Colmeia n°5 introduzida no ambiente protegido.



2. 4. Avaliação do comportamento da abelha no ambiente protegido

O comportamento e o de forrageamento da espécie de abelha canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.) foi avaliado quanto aos seguintes parâmetros: Tempo até primeira visita as flores da cultura; Tempo de visita nas flores do meloeiro; Comportamento de forrageio nas flores do meloeiro; Fluxo de entrada e saída de operárias forrageiras (*Scaptotrigona* sp. nov.).

O tempo até a primeira visita foi contado em horas com auxílio de um relógio digital desde o início da introdução das colônias de canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.) dentro do ambiente protegido até a primeira visita em flores do meloeiro. Para isso três observadores andavam entre as linhas da cultura observando atentamente cada flor para constatar a visita das abelhas, e se essas estavam coletando algum recurso seja ele néctar e/ou pólen, também foram realizadas observações do tempo de visita que foi tomado em segundos, desde o momento do pouso em qualquer parte da flor que abelha entrou em contato até o seu voo (n = 30), e foi utilizado um cronômetro de bolso para facilitar a contagem e precisão.

Os estudos de comportamento de forrageio foram realizados por observação direta, onde o observador ficava atento em quais partes florais às abelhas entravam em contato, as quais eram anotadas, assim como, todas as formas de comportamento como: raspagem do pólen com auxílio da mandíbula, limpeza do corpo sobre as flores, caminhada sobre as flores e coleta direta do néctar.

O fluxo de entrada e saída foi medido por um observador posicionado cada um próximo à uma colônia, onde foram observadas durante 5 min de cada hora. As observações iniciaram às 06h:00 min da manhã e terminaram às 17h:00 min, e com auxílio de contadores manuais que facilitavam o controle da contagem.

2. 5. Eficiência de polinização das abelhas canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.)

Para determinar a eficiência de polinização das abelhas no ambiente protegido nas flores da cultura do melão amarelo var. Natal, foram isolados botões florais em pré-antese com um saco de filó, um dia antes da abertura das flores hermafroditas (n=32, para cada tratamento). Foram avaliados os seguintes tratamentos:

Polinização restrita (autopolinização): A polinização restrita foi considerada como o tratamento controle, uma vez que todas as flores depois de ensacadas não tiveram nenhum contato com agentes bióticos até a sua senescência ou formação do fruto. Cada flor foi identificada com uma fita contendo a inscrição PR (polinização restrita) e a data de abertura.

Polinização manual cruzada: As flores previamente ensacadas flores polinizadas manualmente com pólen de uma flor estaminada proveniente de outra planta. Nesse tratamento foram usadas três anteras de flores estaminadas para a retirada do pólen. Imediatamente após a polinização as flores foram identificadas com inscrição do referente tratamento e data de polinização e permaneceram protegidas até a senescência ou formação do fruto.

Polinização livre por abelhas canudo: As flores desde a sua abertura permaneceram desprotegidas e essas foram apenas identificadas e data de abertura. Tais flores puderam ser visitadas pela abelha canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.) introduzidas no cultivo protegido para esse fim.

2. 6. Análise dos dados

Os dados referentes ao tempo de visita, contagem dos grãos de pólen em flores e o fluxo de voo das abelhas no ambiente protegido foram analisados por meio de estatística descritiva. O fluxo de saída de abelhas foi usado para correlação com o volume de néctar de flores hermafroditas e masculinas por meio de da correlação de Pearson's.

A eficiência de polinização das abelhas foram submetidos ao teste não paramétrico Kruskal-Wallis a nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Para a realização das análises foi utilizado o programa estatístico PAST (Paleontological statistic).

Adicionalmente, dados de temperatura (°C) e umidade relativas do ar (%) das condições internas e externas do ambiente protegido foram coletados a cada cinco minutos por meio de dois datalogger da marca HOBO® modelo U 12.

3. RESULTADOS

3.1. Avaliação do comportamento da abelha no ambiente protegido

As primeiras observações no ambiente protegido mostraram um número crescente na saída das abelhas canudo no início da manhã. Estas iniciaram os primeiros voos de reconhecimento durante os primeiros minutos. Dessa forma, nesse primeiro dia, em particular, as abelhas após de fazerem esses pequenos voos de reconhecimento em frente as suas colônias, essas partiam em busca de fontes de alimento.

Porém, ao invés das abelhas partirem para as flores da cultura, elas foram de encontro com a tela de revestimento da casa de vegetação, tanto nas laterais quanto no teto, e acumulando em algumas dezenas de indivíduos (Figura 10). Aparentemente sem conseguirem orientar corretamente dentro da casa de vegetação, essas abelhas tentavam insistentemente escapar pela tela até a exaustão total e conseqüentemente a morte.

Figura 10 – Operárias de abelha canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.) colidindo exaustivamente contra a tela de revestimento do ambiente protegido, e outras já mortas por exaustão.



Dessa forma, esse comportamento apresentou-se de forma contínua e foi observado até os últimos dias, mas mostrando-se de forma ocasional com um número muito menor de abelhas nos locais já citados anteriormente. Também foi observado que em alguns dias, que algumas abelhas estavam imóveis em folhas e em algumas flores da cultura e no dia seguinte a essas observações estas abelhas estavam mortas no mesmo lugar.

Após a introdução, uma das colônias estabeleceu um fluxo contínuo de atividades externas, porém, outra colônia permaneceu com irregularidades no fluxo. Em momentos, essa

colônia abria um pequeno orifício de saída e uma única abelha fazia um voo de reconhecimento, e minutos depois essa colônia fechava novamente a entrada e abelha ao retornar não conseguia entrar na colônia (Figura 11A).

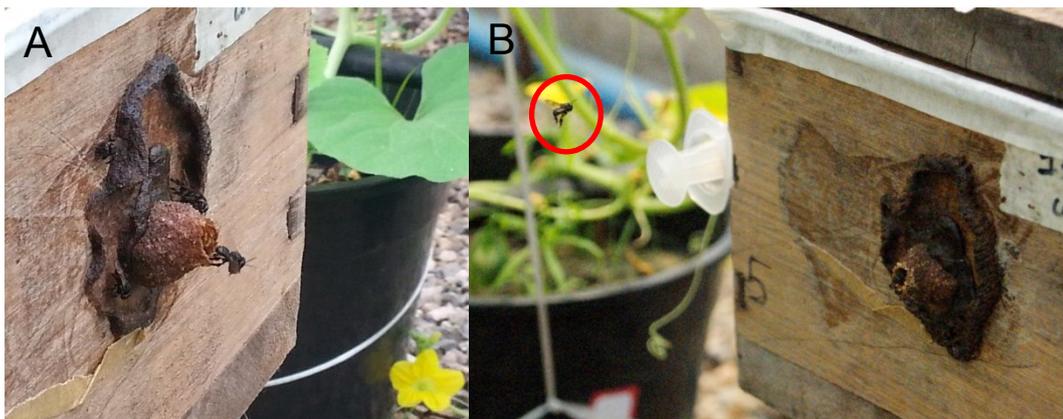
Também podia ser observado que algumas abelhas tentavam entrar na colônia e eram surpreendidas pela guarda e atacada, talvez essa abelha tenha se desorientado dentro do ambiente e errado a sua colônia (Figura 11B). Provavelmente o fechamento da colônia pode ter sido devido a várias tentativas das abelhas da outra colônia existente no ambiente protegido, pois a simetria na distribuição dos jarros de plantas, formato da casa de vegetação e semelhança entre as colmeias podem ter dificultado a orientação espacial das abelhas.

Figura 11 – Abelhas canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.) no ambiente protegido. A) Colônia de abelha canudo fechada; B) Abelha guarda lutando com outra operária.



No estudo, foi observado que o fluxo inicial de voo das abelhas durante o primeiro dia em grande parte foram de voos curtos e para a retirada de lixo (larvas, pupa e adultos mortos) (Figura 12A), devido os acúmulos dentro das colônias pelo tempo em que essas permaneceram lacradas antes de serem introduzidas no ambiente protegido. Por volta do quarto dia os voos de orientações (Figura 12B) foram mais frequentes, e isso ocorreu provavelmente pela estabilização da colônia ao novo ambiente.

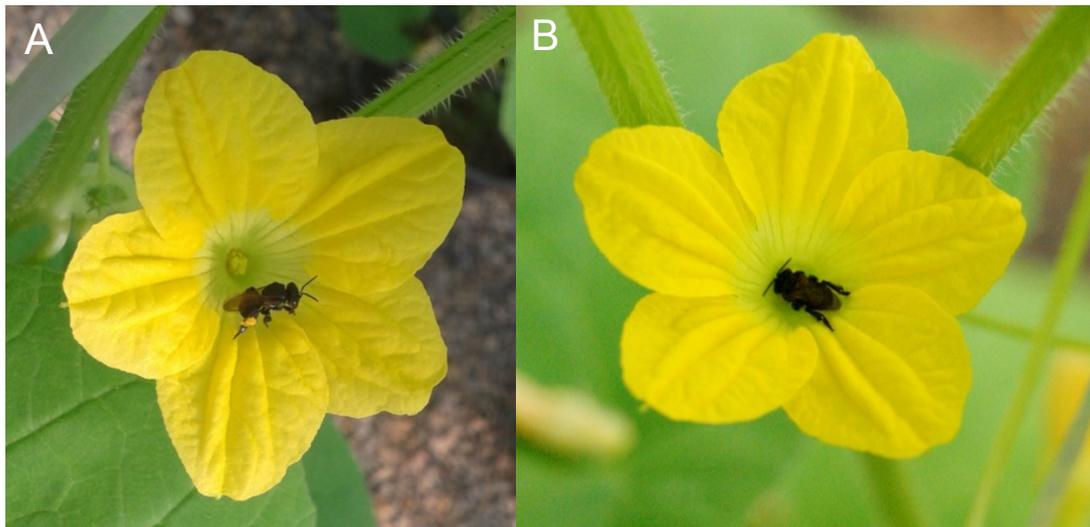
Figura 12 – Atividade externa das abelhas canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.). A) Voo para a retirada de lixo; B) Em destaque abelha fazendo voo de orientação para forrageamento.



Apesar de várias abelhas estarem desorientadas, foi possível verificar que apenas três horas depois da abertura das colônias já havia a presença de abelhas em flores da cultura procurando algum recurso existente e eventualmente foi observada uma visita às flores da cultura até o terceiro dia. Em todas as visitas foi possível notar as abelhas limpando a cabeça, principalmente, as antenas e mandíbulas que continham pólen.

Contudo, a partir do quarto dia as abelhas estavam com pólen nas corbículas (Figura 13A) e apresentava tentativas de buscar o néctar na câmara nectarífera (Figura 13B). Assim, as visitas passaram a ser mais frequentes durante os demais dias que as colônias estiveram na casa de vegetação. O comportamento das abelhas durante a visita foi sempre o mesmo observado nas primeiras visitas, forçando com as pernas para acessar o néctar e limpando o corpo para retirada do pólen.

Figura 13 – Visita da abelha *Scaptotrigona* sp. nov. em flores da cultura do melão amarelo. A) Abelha visitando flor masculina e com corbícula com pólen; B) Abelha buscando o néctar em uma flor masculina.

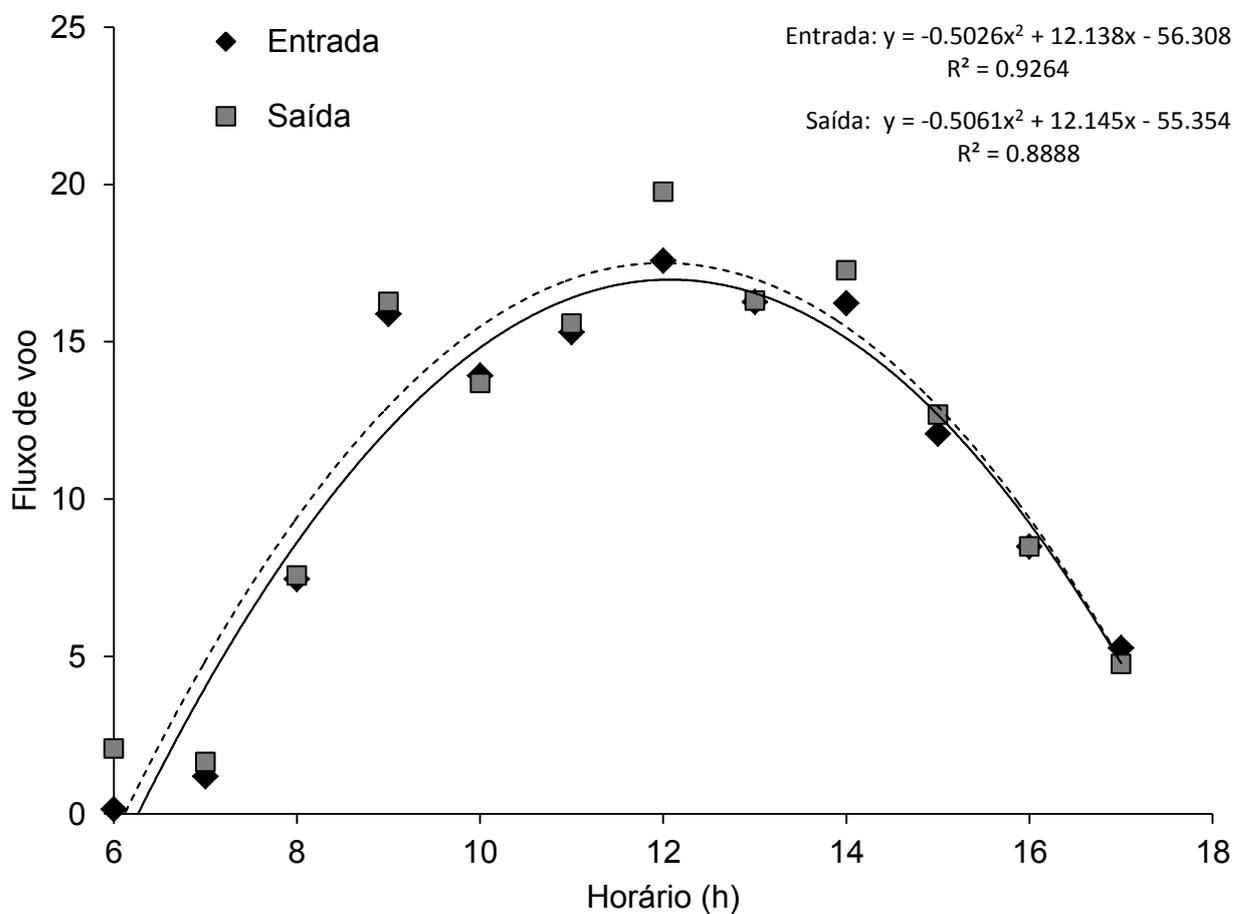


Dessa forma, as atividades de voo durante o período da antese das flores do meloeiro foram baixas nas primeiras horas da manhã, e as colônias na maioria das vezes mantinham-se sem nenhuma atividade de voo nos horários de 6h e 7h. O fluxo de atividade de voo aumentou com o passar das horas voltando a diminuindo no fim do dia (Figura 14). Inicialmente as primeiras flores visitadas estavam sempre próximas às colônias e com o passar dos dias, as operárias ampliavam o raio de forrageamento na casa de vegetação.

No início da manhã (6h; 7h) as atividades de voo foram baixa, sendo que a partir do horário de 8h o número médio de abelhas entrando e saindo aumentava ($7,46 \pm 10,74$; $7,58$

$\pm 10,18$, respectivamente), também foram observadas oscilações na atividade até às 15h (Entrada: $12,08 \pm 13,07$; Saída: $12,69 \pm 14,51$) e a partir desse horário as atividades começavam a diminuir até às 17h (Entrada: $5,27 \pm 6,14$; Saída: $4,77 \pm 5,81$). A atividade de voo das abelhas no período em que a flor do meloeiro estava aberta possui maior pico no horário de 12h tanto para entrada quanto para saída, cujo número médio de abelhas entrando na colônia foi de $17,58 \pm 12,40$ e o número médio de abelhas saindo da colônia foi de $19,77 \pm 15,77$.

Figura 14 – Fluxo da atividade externa de operárias número médio de operárias de abelhas canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.) realizando as atividades de voos.



O aumento do número médio de abelhas saindo das colônias esteve correlacionado positivamente ($R = 0,68$; $P = 0,029$) com o volume de néctar das flores hermafroditas (Figura 15, 16). Assim, à medida que as flores hermafroditas liberam o néctar ao longo do dia as abelhas consequentemente aumentam o número de abelhas recrutadas dentro da colônia, sendo esse, um fator determinante nas tarefas externas das operárias no ambiente protegido, pois não houve correlação do fluxo de saída com o volume de néctar liberado pelas flores masculinas ($R = -0,49$; $P = 0,15$) (Figura 17).

Figura 15 – Fluxo de saída de abelhas canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.) e volume de néctar em flores hermafroditas de melão amarelo (*Cucumis melo*) var. Natal.

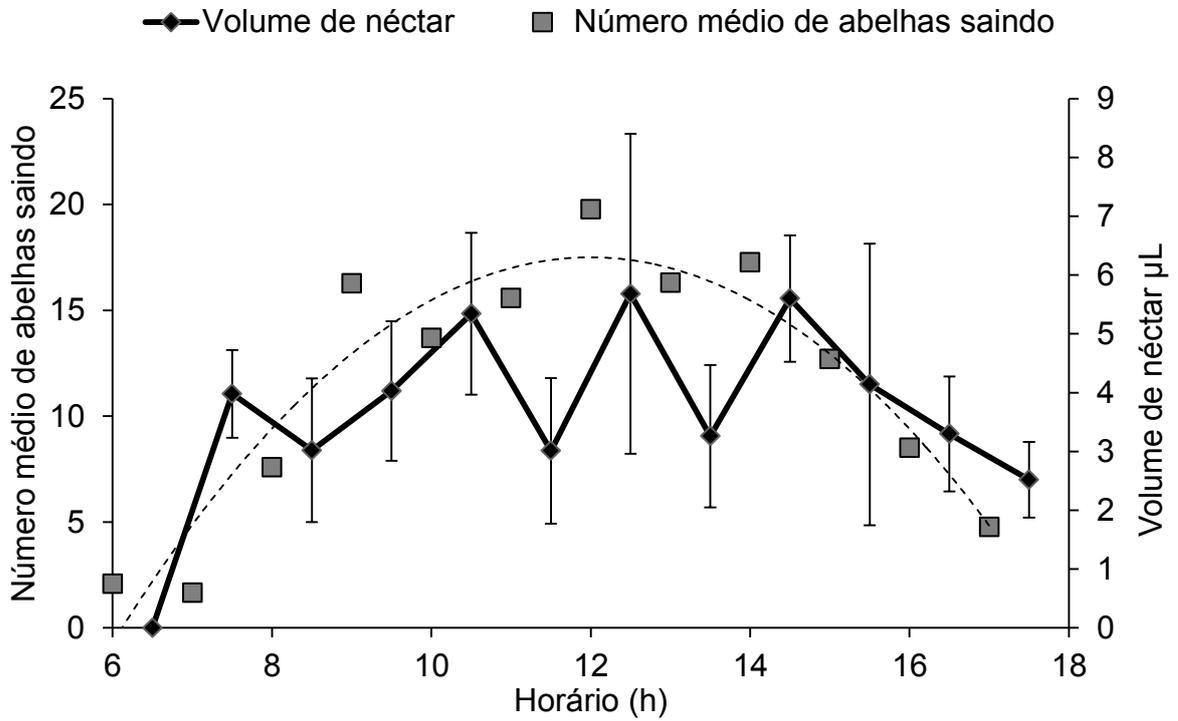


Figura 16 – Correlação entre o fluxo de saída de operárias de *Scaptotrigona* sp. nov. e o volume de néctar nas flores hermafroditas da cultura melão amarelo (*Cucumis melo*) var. Natal.

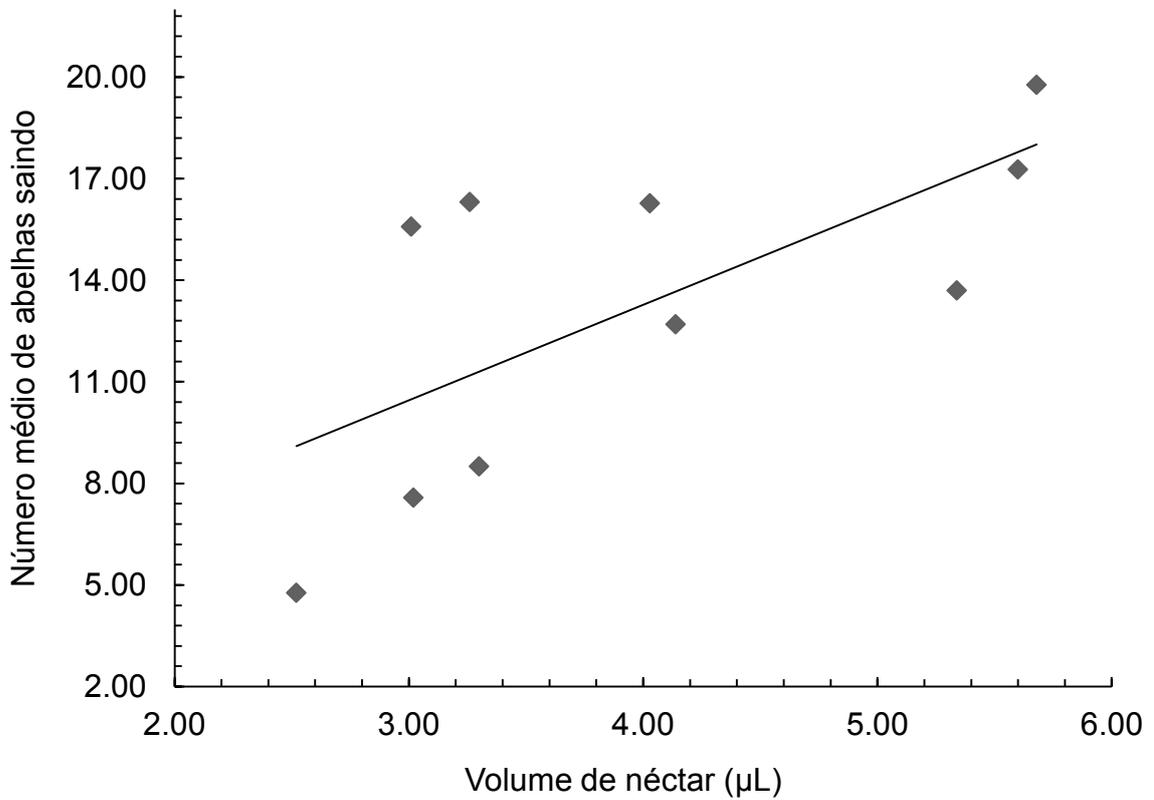
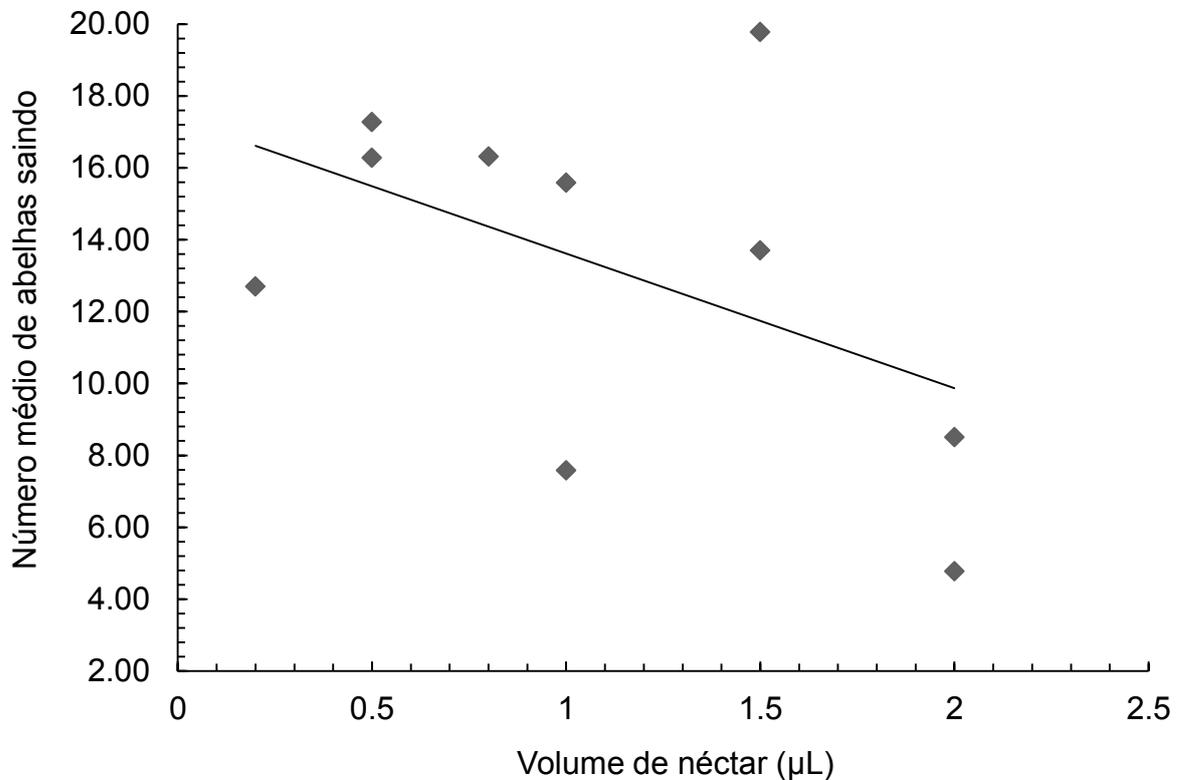


Figura 17 – Correlação entre o fluxo de saída de operárias de *Scaptotrigona* sp. nov. e o volume de néctar nas flores masculinas da cultura melão amarelo (*Cucumis melo*) var. Natal.



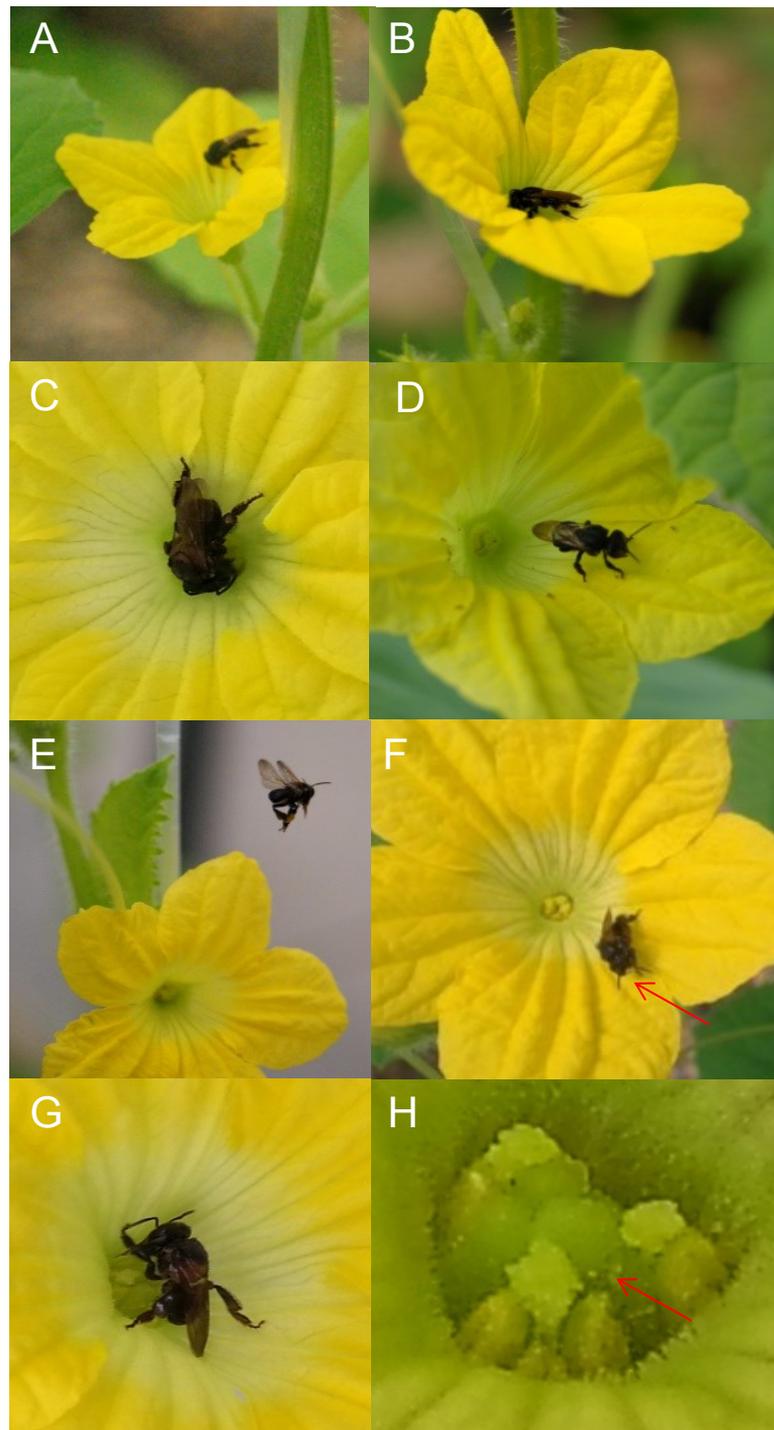
Quanto ao comportamento de forrageamento das abelhas canudo nas flores do meloeiro, essas iniciavam esse comportamento de forrageio com o pouso na corola e caminhavam até as anteras e estigma para acessar o nectário e coletar o pólen (Figura 18A). Ao chegar, as abelhas tomavam uma posição sobre essas estruturas e parte do seu ventre tocava tanto o estigma quanto as anteras. As operárias apoiavam o último par de pernas sobre a corola e forçavam com a cabeça para acessar o nectário das flores (Figura 18B, C).

Em algumas observações foi possível ver nas flores masculinas que as abelhas, após tentar acessar a câmara nectarífera, essas limpavam as suas antenas, mandíbulas e língua, que estava com pólen acumulado, e também usavam as mandíbulas junto com o primeiro par de pernas para raspar o pólen das anteras das flores colocando-o nas corbículas. Por fim, essas alçavam voo para outras flores (Figura 18D, E). Em algumas visitas também foi observado que algumas abelhas abriam os estames das flores masculinas na tentativa de coletar o néctar (Figura 18F).

As abelhas ao visitar as flores hermafroditas do melão não realizavam a raspagem do pólen que estavam nas anteras. Grande parte das visitas das abelhas nas flores hermafroditas eram para coletar o néctar da câmara nectarífera, sendo que, quando

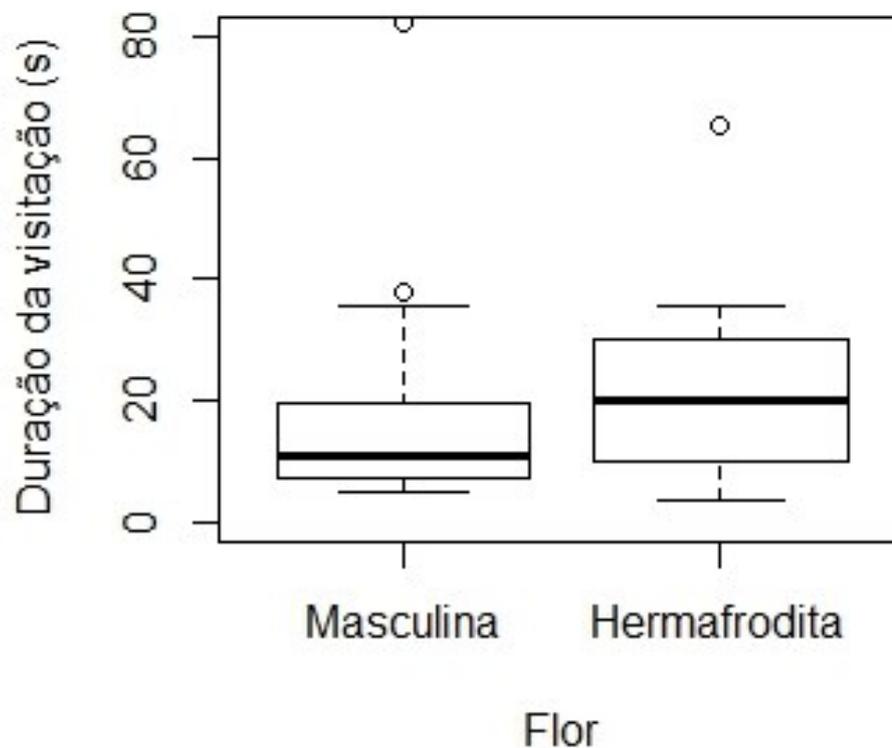
terminavam as coletas, elas retiravam o pólen que estavam acumulado no seu corpo e o estocavam nas pernas posteriores, e voltavam para coletar néctar repetidas vezes até levantar voo (Figura 18 G). Assim, após a visita das abelhas as flores foi possível notar os grãos de pólen depositados sobre a superfície estigmática (Figura 18 H).

Figura 18 – Comportamento de forrageio da *Scaptotrigona* sp. nov. em flores do meloeiro em ambiente protegido. A) Abelha canudo sobre a corola da cultura; B) Coleta de recursos em flor masculina; C) Coleta de recursos em flor hermafrodita; D) Estocagem do pólen em sua corbícula; E) Voo após visitar a flor do meloeiro; F) Massa polínica aderida na cabeça após a visita; G) Limpeza o corpo na flor hermafrodita do meloeiro; H) Pólen aderido no estigma após a visita da abelha.



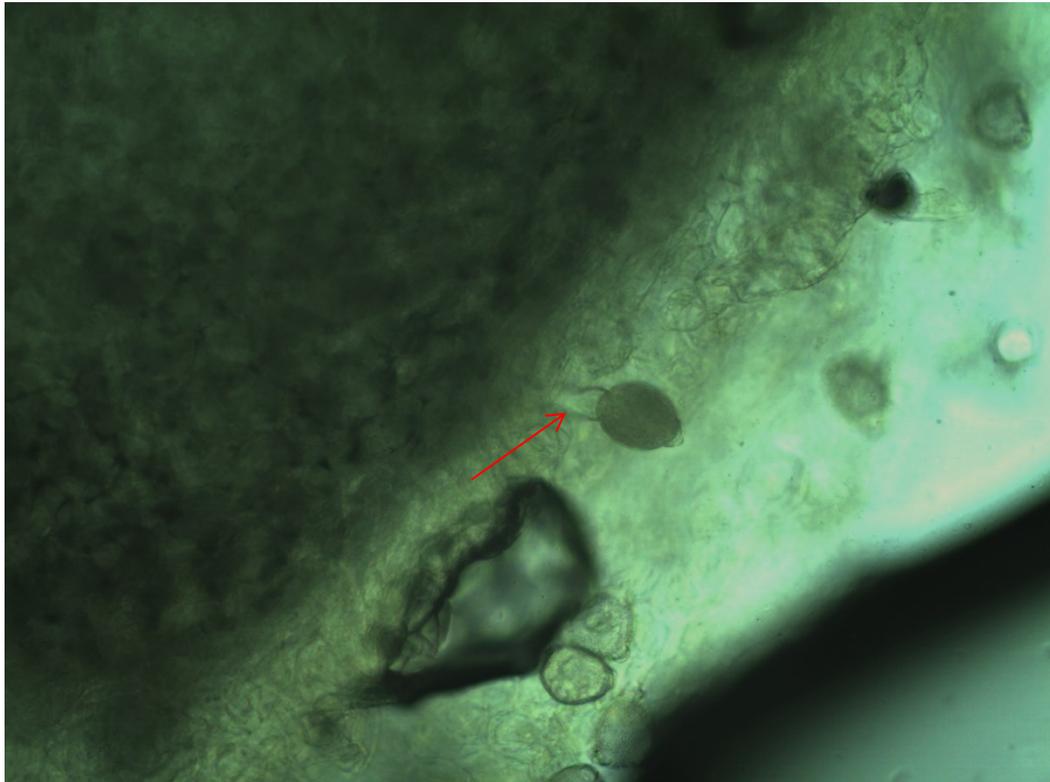
Os tempos de visita das abelhas nas flores da cultura do melão amarelo foram diferentes nos dois tipos de flores. A flor masculina recebeu em média $16,95 \pm 15,57$ segundos, com tempos mínimo e máximo de 4,72 e 82,47 segundos, respectivamente. A flor hermafrodita recebeu visitas com poucos segundos a mais que a flor masculina e o tempo médio foi de $20,79 \pm 13,43$ segundos, com tempo mínimo de visitas de 3,5 segundos e o tempo máximo de permanência na de 65,28 segundos (Figura 19).

Figura 19 – Tempo médio de visita nas flores masculinas e hermafrodita nas flores do meloeiro.



O tempo de permanência na flor hermafrodita é importante, pois dependendo do comportamento de forrageio a abelha pode depositar um número alto de pólen sobre a superfície estigmática. Avaliando lâminas preparadas com o estigma após visita das abelhas foi observado em média $2858 \pm 997,95$ grãos de pólen. A germinação do tubo polínico é rápida e possível observar nos estigmas, logo nas primeiras horas depois de ter ocorrido a polinização (Figura 20).

Figura 20 – Crescimento do tubo polínico do pólen do meloeiro na superfície estigmática após a sua deposição em flores visitadas por abelhas.



3.2. Eficiência de polinização da abelha canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.)

Quanto à eficiência de polinização das abelhas na cultura do melão var. Natal, as flores que estavam disponíveis para as visitas de abelhas mostrou que não diferiu estatisticamente da polinização manual cruzada. Porém, as flores ensacadas que não estiveram em contato com as abelhas diferiu estatisticamente dos tratamentos de eficiência de polinização manual e da abelha canudo ($P < 0,05$).

Tabela 3 – Eficiência de polinização da abelha na canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.) na cultura do melão (*Cucumis melo* L.) var. Natal, cultivada em ambiente protegido.

Tipo de polinização	Flores (n)	Vingamento		
		Número de vingamento	Eficiência de polinização	
Polinização manual cruzada	32	25	0.78 a	$P < 0,05$
Polinização por <i>Scaptotrigona</i> sp. nov.	32	20	0.63 a	$P < 0,05$
Polinização restrita	32	1	0.03 b	$P > 0,05$
				$\chi^2 = 29,75$

Médias seguidas de mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

4. DISCUSSÃO

4.1. Avaliação do comportamento da abelha no ambiente protegido

Os dias iniciais após a introdução são os mais críticos para as colônias introduzidas e o comportamento das abelhas de se colidirem contra as estruturas que limitam o espaço de voo é normal segundo alguns autores, principalmente, para alguns meliponíneos já estudados nesses ambientes (MALAGODI-BRAGA, 2002; CRUZ *et al.*, 2005; BOMFIM, 2013). O ambiente protegido possui tamanho limitado, o que oferece resistência física ao voo das operárias. Portanto, esse comportamento é compreensível já que as abelhas inicialmente buscam exaustivamente espaços para continuar sua atividade de forrageamento, principalmente as operárias forrageiras, que saem das colônias para se orientarem em relação às suas antigas linhas de voo (SLAA, 2003; BOMFIM, 2013).

Provavelmente, o maior número de abelhas encontradas mortas no ambiente protegido era de abelhas que faziam as tarefas de forrageamento. Os voos dessas abelhas que se chocavam na tela de revestimento provavelmente possuíam a orientação das antigas fontes de recursos, às quais estavam habituadas a explorar antes da introdução.

A abelha canudo foi observada, horas após a sua introdução no cultivo de melão em ambiente protegido, visitando e buscando recursos das flores e, eventualmente, era possível observar abelhas nas flores até o terceiro dia, porém a constância de visitas às mesmas ocorreu a partir do quarto dia onde, as abelhas eram vistas com carga de pólen em suas corbículas. Em dois outros estudos (BEZERRA, 2011; BOMFIM, 2013) usando a mesma espécie de abelha (*Scaptotrigona* sp. nov.) na cultura da melancia (*Citrullus lanatus*) demorou cerca de 72 horas para iniciar suas atividades de forrageamento e com um número grande de recrutamento durante as primeiras horas após haver a primeira visita legítima a cultura.

Outros meliponíneos já estudados apresentaram tempos diferentes para iniciar as atividades de forrageamento em ambiente protegidos. As abelhas *Nannotrigona perilampoides* iniciou as atividades de visita de forma constante em flores de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) cultivado em cultivo protegido, em um período que variou de cinco dias a oito semanas (MACIAS *et al.* 2001). Em estudos de polinização do morangueiro Malagodi-Braga (2002) observou que colônias de *Tetragonisca angustula*, no ambiente protegido, o período para iniciar as atividades externas de coleta dos recursos variava entre as colônias de um dia a três semanas, mas a colônias de *Trigona spinipes* que estavam em um

ninho natural levou poucas horas para iniciar a visita de forma constante às flores do morangueiro e foram eficientes na polinização da cultura. Embora, essas abelhas tivessem sido eficientes para a cultura, foram também prejudiciais, pois quando os frutos de morango estavam maduros apresentaram o comportamento de buscar o alimento diretamente no fruto e não mais nas flores.

Em outros dois estudos com melíponas, os autores observaram que a abelha jandaíra (*Melipona subnitida*), após passar sete dias em cultivo protegido de pimentão (*Capsicum annuum*) foi capaz de visitar a cultura e conseqüentemente foi eficiente na polinização e melhorando também a formação dos frutos. (CRUZ *et al.* 2004; CRUZ *et al.* 2005). Em outro estudo com melíponas, mostrou abelhas *Melipona quadrifasciata* usadas para a polinização da pimenta em ambiente protegido, iniciou as atividades de forrageamento após o segundo dia de introdução das colônias (CRUZ, 2009).

Os resultados mostram que a *Scaptotrigona* sp. nov. tem potencial para uso comercial em cultivos protegidos devido à rápida adaptação às condições da casa de vegetação e início das atividades de forrageamento nas flores do meloeiro, assim como reportados por Bomfim (2013) na cultura da melancia (*Citrullus lanatus*).

A habilidade de encontrar os recursos faz com que as espécies de meliponíneos desenvolvam diferentes formas de recrutamento de modo mais rápido e intenso, e isso é significativamente importante para as espécies, tanto para manutenção das atividades no ninho, quanto para as atividades das abelhas adultas (SLAA, 2003). Esse recrutamento de forrageiras em abelhas sem ferrão possui um mecanismo de comunicação usando trilhas de feromônios e as novas forrageiras tentam encontrar todas as flores disponíveis de recurso no espaço de forma intensiva e ampliando o seu raio de voo à medida que encontram os recursos (SLAA, 2003).

Os dados de fluxo de entrada e saída de abelhas apresentaram semelhança quando comparados, levando a crer que o número de abelhas que saíam era o mesmo que entravam e que poucas abelhas se desorientavam no cultivo. Bomfim (2013) relata que o confinamento afeta diretamente o comportamento das colônias e das abelhas dentro desses cultivos, uma vez que as condições do ambiente são adversas como: altas temperaturas, elevada umidade relativa do ar e ausência de luz ultravioleta (UV).

Em estudos com cultivo de melancia as abelhas canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.) iniciavam suas atividades nas primeiras horas de luz (5h30min) e aumentavam o fluxo de voo

com o passar das horas apresentando picos de visita às 8h00, como o período de antese das flores de melancia era curto, o número de abelhas tendia a diminuir até o fechamento das flores (BOMFIM, 2013).

Porém na cultura do melão as atividades de voo iniciavam apenas às 7h e o pico de abelhas saindo da colônia foi às 12h, sendo que após esse horário iniciava uma diminuição das atividades de voo. Esse aumento no fluxo pode ser explicado através da disponibilidade de néctar liberado pelas flores hermafroditas do meloeiro, o qual mostrou haver correlação positiva com o fluxo de saída de abelhas das colônias. Em observações de visitas de *Apis mellifera* na cultura de melão amarelo em campo, Kiill *et al* (2011) relatam um maior número de visitas de abelhas entre as 11h e 12h em flores hermafroditas e o néctar era o principal recurso buscado por essas abelhas.

A temperatura e umidade relativa do ar não interferiram nas atividades externas das abelhas, pois mesmo em dias mais quentes ou dias mais úmidos o fluxo de abelha era constante. Bomfim (2013) observou que abelha jandaíra não conseguiu se adaptar às condições impostas pela casa de vegetação como altas temperaturas e alta umidade do ar, uma vez que, essas abelhas não encontram essas condições climáticas em seu ambiente natural, a Caatinga. Cauch *et al.* (2004) relatam que condições assim expostas pela casa de vegetação podem atrapalhar diretamente tanto no desenvolvimento das colônias quanto nas atividades das campeiras. Dessa forma, os resultados mostram que a canudo é uma abelha com grande potencial, como uma alternativa para utilização em cultivos protegido e substituição da mão de obra utilizada para a polinização manual nos ambientes, pois as mesmas não tiveram problemas com os efeitos impostos pela casa de vegetação.

O comportamento de forragem das abelhas *Scaptotrigona* sp. nov. na cultura do melão não foi relatado na literatura, uma vez que, os poucos registros de abelhas sem ferrão visitando a cultura foram de abelhas *Trigona spinipes* coletando néctar de flores da cultura do melão cantaloupe reportados por Kiill *et al.* (2011). As abelhas que são reportadas na literatura como principais visitantes são *Apis mellifera*, *A. florea*, abelhas do gênero *Bombus*, e abelhas solitárias da família Halictidae e do gênero *Ceratina* sp. (FREE, 1993; VELTHIUS; VAN DOORN, 2004; KLEIN *et al.*, 2007; SOUSA *et al.*, 2009; KIILL *et al.*, 2011; SIQUEIRA *et al.*, 2011; SOUSA *et al.*, 2012).

O tempo de visita de abelhas *Apis mellifera* coletando pólen é reportado por Souza *et al.* (2012) e a abelha permanece na flor por volta de 21 segundos. A *Scaptotrigona* sp. nov. possui um tempo de visita bastante semelhante ao da abelha melífera, como reportado

por Souza *et al.* (2012). Durante as visitas dessa abelha em flores da cultura foi possível observar que a abelha buscava acessar o nectário das flores masculinas coletando também o pólen que estavam nas anteras. Nas flores hermafroditas o comportamento era o mesmo, mas os tempos foram diferentes entre os dois tipos de flores do meloeiro, principalmente, devido à disponibilidade de néctar nas flores hermafroditas ser maior, como relatado anteriormente.

O comportamento nas flores hermafroditas e o tempo de permanência dessas abelhas sobre as estruturas florais garantiam uma boa deposição de pólen sobre o estigma. O vingamento dos frutos ocorre quando há na superfície estigmática uma deposição de 400 a 600 grãos de pólen (MCGREGOR, 1976; FREE, 1993). Assim, foi observado que a deposição de pólen sobre os estigmas de flores que estavam disponíveis para a visita da abelha canudo era muito superior aos relatados por Mcgregor (1976) e Free (1993).

4.2. Eficiência de polinização da abelha canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.)

O presente estudo foi o primeiro a avaliar a eficiência de *Scaptotrigona* sp. nov. na polinização de meloeiro e mostrou o potencial do uso dessa abelha em cultivos protegidos com 160m². Bomfim (2013), também relatou que essa espécie de abelha foi eficiente na polinização de mini-melancia em ambiente protegido, destacando a possibilidade de se substituir perfeitamente os custos com mão de obra empregados no serviço de polinização manual.

Em cultivos protegido, tradicionalmente opta-se por usar a polinização manual ou a introdução de abelhas como *Apis mellifera* ou *Bombus* spp., que atualmente são produzidas para esse fim (STANGHELLINI *et al.*, 2002). Porém, as facilidades no manejo de abelhas sem ferrão parece ser uma boa alternativa para a substituição da polinização manual ou do uso de espécies de abelhas exóticas. Outros estudos apresentam que o efeito da polinização por essas abelhas são similares aos da polinização manual, como por exemplo, os atributos quantitativos (brix, número de sementes, peso, etc) e qualitativos (tamanho e forma) dos frutos (CRUZ *et al.*, 2005; DEL SARTO *et al.*, 2005; BOMFIM, 2013). Uma boa forma para avaliar a polinização das abelhas é analisar a quantidade de pólen que elas depositam nos estigmas das flores, os quais serão convertidos em sementes. Nesse estudo a análise polínica pode constatar que as abelhas possuíam em seu corpo os grãos de pólen e os mesmos foram serem encontrados sobre a superfície estigmática.

Em estudos com análise de pólen, Faria *et al.* (2012), identificaram em colônias de abelha canudo (*Scaptotrigona aff. depilis*) uma abundância de recursos, e que essas abelhas visitam diversos grupos de plantas, dentre eles, destacam-se sete grupos de plantas. Aleixo (2013), através das análises de pólen das colônias de *S. depilis*, encontrou pólenes de *Momordica charantia* (Curcubitaceae) e outros tipos polínicos. Essas observações apontadas anteriormente mostram que as abelhas do gênero *Scaptotrigona* são abelhas generalistas, e o comportamento de forrageio e diversidade da dieta de pólen dessas abelhas podem ser características importantes para seu estabelecimento como polinizadoras de outras culturas agrícolas.

Portanto, podemos esperar que a espécie de abelha canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.) torne-se mais uma das alternativas para a prestação do serviço de polinização, tanto na cultura do melão quanto em outras culturas. Porém, ainda são necessários estudos com essas abelhas em outras culturas e também a melhoraria das técnicas de multiplicação, manejo e produção de colônias em escala comercial.

5. CONCLUSÃO

As abelhas *Scaptotrigona* sp. nov. apresentaram uma rápida adaptação as condições do ambiente protegido, e, apesar de muitas operárias terem o comportamento de colidir-se com a tela do revestimento, algumas abelhas iniciaram as atividades de forrageamento poucas horas após a introdução. Esse comportamento de colidir com as estruturas da casa de vegetação em busca dos recursos é apontado como comportamento normal devido à limitação do raio de ação das abelhas imposto pelo cultivo protegido. Mas, em poucos dias esse comportamento foi diminuindo e sendo observado somente por um número menor de abelhas.

O fluxo de atividades de abelhas variou ao longo do dia e a saída de abelhas para as atividades de forrageamento possuía correlação com o volume de néctar liberado das flores hermafroditas da cultura do melão amarelo. As abelhas *Scaptotrigona* sp. nov. procurava em ambas as flores o néctar, mas o período de permanência nas flores hermafroditas eram superiores aos das flores masculinas, e quando o corpo possuía a presença de pólen, estas limpavam-se e o colocavam em suas corbiculas.

A *Scaptotrigona* sp. nov. foi eficiente na cultura e mostrou que pode ser usada como polinizadora da cultura de melão amarelo, nas condições de cultivos protegidos. Porém, ainda necessitam de estudos e desenvolvimento de técnicas para multiplicação destas abelhas, para atender as necessidades dos produtores de melão em ambiente protegido. Uma vez que, esta é uma cultura de interesse econômico e existe um aumento crescente de áreas cultivadas em ambiente protegidos da cultura.

REFERÊNCIAS

- ALEIXO K.P. Sazonalidade na disponibilidade de alimento e dinâmica de forrageamento em *Scaptotrigona aff. depilis* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). Dissertação (Mestrado). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP. 87p. 2013.
- BAPTISTELLA, A.R.; SOUZA, C.M.; SANTANA, W.C.; SOARES, A.E.E. Techniques for the *In Vitro* Production of Queen in Stingless Bees (Apidae, Meliponini). **Sociobiology**, 59(1): 297-310, 2012.
- BEZERRA, A.D.M. **Uso das abelhas jandaíra (*Melipona subnitida*) e canudo (*Scaptotrigona* sp.) para polinização da minimelancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mats & Nakai) em cultivo protegido**. Monografia (Agronomia). Universidade Federal do Ceará, p. 62, 2011.
- BOMFIM, I.G.A. **Uso de abelhas sem ferrão (Meliponini: Apidae) em uma casa de vegetação para polinização e produção de frutos de minimelancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai) com e sem sementes**, Tese (Doutorado) – Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, 2013.
- CAUICH, O.; QUEZADA-EUÁN, J.J.G.; MACIAS-MACIAS, J.O.; REYESOREGEL, V.; MEDINA-PERALTA, S.; PARRA-TABLA, V. Behavior and pollination efficiency of *Nannotrigona perilampoides* (Hymenoptera: Meliponini) on greenhouse tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) in Subtropical México. **Horticultural Entomology**. 97: 475-481. 2004.
- CRUZ, D.O **Biologia flora e eficiência polinizadora das abelhas *Apis mellifera* L. (CAMPO ABERTO) e *Melipona quadrifasciata* Lep. (AMBIENTE PROTEGIDO) na cultura da pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.) em Minas Gerais, Brasil**, Tese de doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
- CRUZ, D.O.; CAMPOS, L.A.O. Polinização por abelhas em cultivos protegidos. **Revista Brasileira de Agrociência**, 15(1-4): 5-10, 2009.
- 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. **Pesquisa agropecuária brasileira**. 40(12): 1197-1201. 2005.
- 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**. Animal Sciences, Maringá, v. 26, no. 3, p. 293-298, 2004.
- DEL SARTO, M.C.L.; PERUQUETTI, R.C.; CAMPOS, L.A.O. Evaluation of the Neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. **Journal of Economic Entomology**, 98: 260-266, 2005.
- FARIA, L.B.; ALEIXO, K.P.; GARÓFALO, C.A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; SILVA, C.I. Foraging of *Scaptotrigona aff. depilis* (Hymenoptera, Apidae) in an urbanized area:

seasonality in resource availability and visited plants. **Psyche**, Volume, 2012. Doi:10.1155/2012/630628.

FREITAS, B.M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. A importância econômica da polinização. **Mensagem Doce**. 80, p.44-46, 2005.

FREITAS, B.M.; NUNES-SILVA, P. Polinização Agrícola e sua Importância no Brasil. in: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; CANHOS, D.A.L.; ALVES, D.A.; SARAIVA, A.M. **Polinizadores Do Brasil – Contribuição e Perspectivas para a Biodiversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2012.

GARÓFALO, C.A.; MARTINS, C.F.; AGUIAR, C.M.L.; DEL LAMA, M.A.; ALVES-DOS-SANTOS, I. As Abelhas Solitárias e Perspectiva para seu Uso na Polinização no Brasil. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; CANHOS, D.A.L.; ALVES, D.A.; SARAIVA, A.M. **Polinizadores Do Brasil – Contribuição e Perspectivas para a Biodiversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2012.

HOGENDOORN K. On promoting solitary bee species for use as crop pollinators in greenhouses. In: FREITAS B.M., PEREIRA J.O.P. **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**, Imprensa Universitária, Fortaleza, Brasil, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de Dados Agregados. Disponível em: <http://www.sibra.ibge.gov.br>. Acesso em: jul. 2013.

IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; CANHOS, D.A.L.; ALVES, D.A.; SARAIVA, A.M. Polinizadores e Polinização – um Tema Global. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; CANHOS, D.A.L.; ALVES, D.A.; SARAIVA, A.M. **Polinizadores Do Brasil – Contribuição e Perspectivas para a Biodiversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2012.

KIILL, L.H.P.; COELHO, M.S.; SIQUEIRA, K.M.M.; COSTA, N.D. Avaliação do Padrão de Visitação de *Apis mellifera* em Três Cultivares de Meloeiro, em Petrolina-Pe, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Vol. Esp.: 455-460, 2011.

KLEIN, A.M.; VAISSIÈRE, B.; CANE, J.H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S.A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of Pollinators in Changing Landscapes for World Crops. **Proceeding of the. Royal Society of London, Series B, Biological Science**. 274: 303–313. 2007.

KÖPPEN, W. **Climatología: con un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Económica, 1949. 478p.

LOURENÇO, IP; NUNES, AC; GOMES FILHO, AAH; CORRÊA, MCM; ARAGÃO, FAS. Estudo da floração, polinização e vingamento de frutos em meloeiros cultivados em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira** 30: S612-S617. 2012.

MACIAS, M.J.O.; QUEZADA-EUAN, J.J.G; PARRA-TABLA, V. Comportamiento y eficiencia de polinización de las abejas sin aguijón (*Nannotrigona perilampoides*) en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) bajo condiciones de invernadero em Yucatán,

Mexico, In: **II Seminario Mexicano Sobre Abejas sin aguijón, Memorias**. QUEZADA-EUÁN, J. J.G.; MEDINA-MEDINA, L.; MOO-VALLE, H. (eds.), Mérida: Universidade Autónoma de Yucatán – Facultad de Medicina Veterinária y Zootecnia, p.119-124, 2001.

MALAGODI-BRAGA, K.S. **Estudos de agentes polinizadores em cultura de morango (*Fragaria x ananassia* Duchesne – Rosaceae)**. Tese (Doutorado). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, p.102. 2002.

MCGREGOR, S.E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Washington (DC): United States Department of Agricultural Research Service. (Agriculture Handbook, 496). 1976.

MENEZES, C.A. **Produção de Rainhas e a Multiplicação de colônias em *Scaptotrigona aff. Depilis* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)**. Tese (Doutorado) – Entomologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. 2010.

MENEZES, C.A.; VOLLET-NETO, A. IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. An advance in the in vitro rearing of stingless bee queens, **Apidologie**, 44: 491-500. 2013.

MORAIS, M.M.; DE JONG, D.; MESSAGE, D.; GONÇALVES, L.S. Perspectiva e Desafios para o Uso das Abelhas *Apis mellifera* como Polinizadores no Brasil. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; CANHOS, D.A.L.; ALVES, D.A.; SARAIVA, A.M. **Polinizadores Do Brasil – Contribuição e Perspectivas para a Bioiversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2012.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How Many Flowering Plants are Pollinated by Animals? **Oikos** 120(3), 321-326, 2011.

PRATO, M. **Ocorrência Natural de Sexuados, Produção *in vitro* de Rainhas e Multiplicação de Colônias de *Tetragonistica angustula* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)**. Dissertação (Mestrado) – Entomologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. 2010.

SIQUEIRA, K.M.M.; KIILL, L.H.P.; GAMA, D.R.S.; ARAÚJO, D.C.S.; COELHO, M.S. Comparação do Padrão de Floração e de Visitação do Meloeiro Do Tipo Amarelo em Juazeiro-Ba. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Vol. Esp. 473-478, 2011.

SLAA, E.J. Foraging ecology of stingless bees: from individual behaviour to community ecology. PhD **thesis**, Department of Behavioural Biology. Utrecht, Utrecht University: 181. 2003.

SLAA, E.J.; SANCHEZ-CHAVES, L.A.; MALAGODI-BRAGA, K.S.; HOFSTEDDE, F.E. Stingless Bees in Aplied Pollination; Practice and Perspectives. **Apidologie**, 37(2): 293-315, 2006.

SOUSA, R.M.; AGUIAR, O.S.; FREITAS, B.M.; SILVEIRA NETO, A.A; PEREIRA, T.F.C. Requerimento de polinização do meloeiro (*Cucumis melo* L.) no município de Acaraú – Ce-Brasil. **Caatinga**, 22(1): 238-242, 2009.

SOUSA, R.M.; AGUIAR, O.S.; FREITAS, B.M.; MARACAJÁ, P.B.; ANDRADE, C.B.C.M. Grazing Behavior Of Africanized Honey Bees (*Apis Mellifera* L.) In Flowers Of Yellow Melon (*Cucumis melo* L.). **Revista Verde**, 7(1): 233-238. 2012.

STANGHELLINI, M.S.; AMBROSE, J.T.; SCHULTHEIS, J.R. Diurnal activity, floral visitation and pollen deposition by honey bees and bumble bees on field-grown cucumber and watermelon. **Journal of Apicultural Research**, v. 41, n. 1-2, p. 27–34, 2002.

VELTHUIS, H.H.W.; VAN DOORN, A. The Breeding, Commercialization and Economic Value of Bumblebees. In: Freitas, B.M.; Pereira J.O.P. **Solitary Bees**: conservation, rearing and management for pollination. Imprensa Universitária, Fortaleza, Brasil 2004.

VELTHUIS, H.H.W.; VAN DOORN, A. A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination, **Apidologie**, 37 p. 421-451, 2006.

VENTURIERI, G.C.; ALVES, D.A.; VILLAS-BOAS, J.K.; CARVALHO, C.A.L.; VOLLET-NETO, A.; CONTRERA, F.A.L.; CORTOPASSI-LAURINO, M.; NOGUEIRA-NETO, P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Meliponicultura no Brasil: Situação Atual e Perspectivas Futuras para o Uso na Polinização Agrícola. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; CANHOS, D.A.L.; ALVES, D.A.; SARAIVA, A.M. **Polinizadores Do Brasil – Contribuição e Perspectivas para a Bioiversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2012.

UNEP. **UNEP Emerging Issues: Global Honey Bee Colony Disorder and Other Threats to Insect Pollinators**. United Nations Environment Programme. 2010.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de abelha em cultivos agrícolas é comum em culturas importantes e de grande interesse comercial e em condições de cultivos protegidos existe um grande mercado de compra de colônias para prestação do serviço de polinização em forma de insumo para os produtores, porém os órgãos reguladores brasileiros impedem essa comercialização.

O melão por se tratar de uma cultura de grande interesse econômico no Brasil, principalmente, em cultivos abertos da região Nordeste e também nos cultivos protegidos das regiões Sul e Sudeste. É uma cultura essencialmente dependente de polinizadores em cultivos agrícolas, e necessita da introdução dos mesmos em ambientes protegidos como uma substituição da mão de obra para a polinização manual, tarefa que pode tornar os custos onerosos para a produção. Contudo, os visitantes florais com maior abundância em cultivos são as abelhas, e, dessa forma, a escolha de abelha eficiente para a cultura nesse ambiente deve ser relacionada com a sua fácil adaptação ao ambiente protegido.

Nesse trabalho, podemos observar que as flores hermafroditas são bastante atrativas para as abelhas e as mesmas necessitam de polinizadores, pois as anteras são incapazes de sozinhas transferirem o pólen para as superfícies estigmática. A introdução de abelhas no cultivo de melão mostrou que as abelhas canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.) tem uma fácil adaptação as condições encontradas nos ambientes e rapidamente encontrou as flores iniciando o comportamento de forrageio.

Esse comportamento foi descrito pela primeira vez na cultura, uma vez que na literatura não existem relatos de abelhas desse gênero nos cultivos. Essas abelhas fazem a coleta dos recursos como pólen e néctar das flores, mas as flores hermafroditas oferecem néctar em maior volume o que estimula as operárias a iniciarem as tarefas externas na colônia.

As abelhas canudo mostraram-se tão eficientes quanto à polinização manual e a deposição de pólen em flores disponíveis para as suas visitas foi maior que as requeridas pela cultura, citadas nessa dissertação. Provavelmente, o tempo de visitas nessas flores pode ter sido preponderantes para essa eficiência.

Assim, a abelha canudo mostrou nesse estudo que pode atender as necessidades de polinização da cultura do melão em ambiente protegido. Mas ainda é necessária a melhoria nas técnicas de multiplicação, manejo e práticas para comercialização em escala comercial dessas abelhas e aplicação como mais um insumo para os produtores.