

**Principais polinizadores de *Gossypium hirsutum latifolium* cv. Delta Opal (Malvaceae), em uma localidade do Distrito Federal, Brasil.**

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

# **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 212**

**Principais polinizadores de *Gossypium  
hirsutum latifolium* cv. Delta Opal (Malvaceae),  
em uma localidade do Distrito Federal, Brasil.**

Carolina F. Cardoso  
Fernando A. Silveira  
Gisele M. Oliveira (UCB)  
Laura A. Cavéchia (UnB)  
João Paulo S. Almeida  
Erich Y. T. Nakasu  
Edison R. Sujii  
Eliana M. G. Fontes  
Carmen S. S. Pires

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia  
Serviço de Atendimento ao Cidadão  
Parque Estação Biológica, Av. W/5 Norte (Final) –  
Brasília, DF CEP 70770-900 – Caixa Postal 02372 PABX: (61) 448-4600 Fax: (61) 340-3624  
<http://www.cenargen.embrapa.br>  
e.mail:sac@cenargen.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *Sergio Mauro Folle*  
Secretário-Executivo: *Maria da Graça Simões Pires Negrão*  
Membros: *Arthur da Silva Marante*  
*Maria de Fátima Batista*  
*Maurício Machain Franco*  
*Regina Maria Dechechi Carneiro*  
*Sueli Correa Marques de Mello*  
*Vera Tavares de Campos Carneiro*  
Supervisor editorial: *Maria da Graça S. P. Negrão*  
Normalização Bibliográfica: *Maria Iara Pereira Machado*  
Editoração eletrônica:

1ª edição

1ª impressão (2007):

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**

- P 954 Principais polinizadores de *Gossypium hirsutum latifolium* cv. Delta Opal (Malvaceae), em uma localidade do Distrito Federal, Brasil. / Carolina F. Cardoso ... [et al.]. – Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007.  
43 p. : il. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, ISSN 1676-1340 ; 212)
1. Reprodução - polinizador. 2. Algodão. 3. *Gossypium hirsutum latifolium* cv. Delta Opal (Malvaceae). 4. Melhoramento vegetal. 5. Biossegurança. 6. Abelha. I. Cardoso, Carolina F. II. Série.

571.8642 – CDD 21.

# Principais polinizadores de *Gossypium hirsutum latifolium* cv. Delta Opal (Malvaceae), em uma localidade do Distrito Federal, Brasil.

Carolina F. Cardoso<sup>1</sup>  
Fernando A. Silveira<sup>2</sup>  
Gisele M. Oliveira (UCB)<sup>3</sup>  
Laura A. Cavéchia (UnB)<sup>4</sup>  
João Paulo S. Almeida<sup>5</sup>  
Erich Y. T. Nakasu<sup>6</sup>  
Edison R. Sujii<sup>7</sup>  
Eliana M. G. Fontes<sup>8</sup>  
Carmen S. S. Pires<sup>9</sup>

## RESUMO

A Embrapa em cooperação com outras instituições, dentre elas a UFMG, vem desde 2003 trabalhando em um projeto de biossegurança do algodoeiro geneticamente modificado (GM) resistente a insetos com o objetivo principal de desenvolver protocolos para a avaliação de risco ambiental deste transgênico no Brasil. Em outros países, as abelhas são os principais visitantes florais responsáveis pela transferência de pólen entre as plantas cultivadas do gênero *Gossypium*. Neste estudo foram identificadas as abelhas visitantes florais e seu papel como polinizadoras das flores de *Gossypium hirsutum* var. *latifolium* cv. Delta Opal, cultivar mais plantada no país e que foi utilizada para formar a cultivar transgênica NuOpal. O estudo foi realizado em um cultivo no campo experimental da Embrapa Hortaliças, Distrito Federal. Foram feitas observações do comportamento de forrageamento nas flores das espécies de abelhas mais abundantes e para cinco delas (*Apis mellifera*, *Melissodes nigroaenea* e *Melissoptila cnecomala*, *Paratrigona lineata* e *Schwarziana quadripunctata*) e uma família (Halictidae) foi avaliada, através de experimentos, sua eficiência como polinizadora após a primeira visita à flor. Foram coletadas 20 espécies de abelhas em 2005 (dentre elas uma nova espécie de *Exomalopsis*) e 19 espécies em 2006. *A. mellifera*, *M. nigroaenea* e *M. cnecomala* são polinizadoras efetivas do algodoeiro em questão. Pela grande frequência nas flores e ampla distribuição no país, *A. mellifera* pode ser considerada a principal polinizadora deste algodoeiro. Espécies de Halictidae, *Ptilothrix* cf. *plumata* e *S. quadripunctata* são polinizadoras adicionais. *Ceratina* spp., *Exomalopsis analis*, *P. lineata*, *Partamona* cfr. *cupira* e *Trigona spinipes* não polinizam as flores visitadas, apesar de carregarem pólen no corpo. Além disso, *T. spinipes* é pilhadora do néctar floral e, possivelmente, participa da ecologia de polinização deste algodoeiro ao contribuir, de forma indireta, para um aumento da atividade dos polinizadores efetivos e adicionais que têm que visitar um maior número de flores para obter o mesmo volume de néctar. As flores deste algodoeiro servem de local para a cópula de casais de *P. cfr. plumata* e provavelmente para *M. nigroaenea*. Abelhas de grande porte, como *Centris* spp. e *Eulaema nigrita*, a médio porte, como *Alepidosceles imitatrix*, podem polinizar as flores deste algodoeiro, mas devido à sua raridade, estas são polinizadoras

<sup>1</sup> Estudante de mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Universidade Federal de Minas Gerais

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, PhD, Universidade Federal de Minas Gerais

<sup>3</sup> Estudante de graduação em Biologia, Universidade Católica de Brasília

<sup>4</sup> Estudante de graduação em Biologia, Universidade de Brasília

<sup>5</sup> Estudante de graduação em Biologia, UNICEUB

<sup>6</sup> Estudante de mestrado em Biologia Molecular, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

<sup>7</sup> Engenheiro Agrônomo, PhD, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

<sup>8</sup> Bióloga, PhD, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

<sup>9</sup> Bióloga, PhD, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

pouco eficientes. Estas informações são fundamentais para os estudos sobre polinização cruzada e fluxo gênico em *Gossypium* spp. Adicionalmente esses conhecimentos serão úteis para a definição de espécies de plantas que poderiam ser utilizadas como barreiras físicas para evitar o trânsito de abelhas entre os campos de algodão.

**Palavras-chave:** abelha, visitante floral, polinizador, algodoeiro, *Gossypium hirsutum*.

## ABSTRACT

Embrapa together with other institutions, like UFMG, is working since 2003 on a biosafety project of GM cotton resistant to insects aiming at develop protocols to evaluate the environmental risks of this transgenic in Brazil. In other countries, bees are the principal flower visitors and responsible for pollen transportation among cultivated plants of *Gossypium*. On this work it was identified the bees flower visitors and their role as pollinators of flowers of *Gossypium hirsutum* var. *latifolium* cv. Delta Opal, which is regularly planted in most of productive regions of Brazil and is the one that was used to produce the GM cotton (NuOPal). This study was conducted at the experimental field of Embrapa Hortaliças, located in Distrito Federal. Some observations on foraging behavior at flowers were conducted for some bee species and for five of them (*Apis mellifera*, *Melissodes nigroaenea* e *Melissoptila cnecomala*, *Paratrigona lineata* and *Schwarziana quadripunctata*) and for one bee family (Halictidae) it was evaluated their effectiveness as pollinators after their first visit in a flower. Bees are the most frequent flower visitors of this cotton plants. In 2005, 20 bee's species were collected on flowers (among them a new species of *Exomalopsis*) and, in 2006, 19 species. *A. mellifera*, *M. nigroaenea* and *M. cnecomala* are the main pollinators of this cotton plants. *A. mellifera* is considered the principal pollinator of this cotton because these bees are very common on flowers and have a large distribution in Brazil. Halictidae' species, *Ptilothrix* crf. *plumata* and *S. quadripunctata* are additional pollinators. *Ceratina* spp., *Exomalopsis analis*, *P. lineata*, *Partamona* cfr. *cupira* and *Trigona spinipes* are not pollinators, although they carry pollen grains on their bodies. *T. spinipes* acts as a nectar robbing bee and may participate on pollination ecology of this cotton contributing, in an indirect way, to increase the activity of effective and additional pollinators which have to visit a greater number of flowers to obtain the same volume of nectar. These cotton flowers can be a place for mating and copulating for *P.* cfr. *plumata* and probably for *M. nigroaenea* too. Large bees, like *Centris* spp. and *Eulaema nigrita*, and bees of medium size, like *Alepidosceles imitatrix*, may act as pollinators of this cotton plants, but because they are rare, they are considered less effective pollinators. These informations are crucial to give support to the studies about pollination and gene flow in *Gossypium* spp.

**Key-words:** bee, flower visitor, pollinator, cotton, *Gossypium hirsutum*.

## INTRODUÇÃO

Este estudo faz parte de um projeto mais amplo que vem sendo conduzido pela Embrapa desde 2003, com a parceria de outras instituições como a UFMG, na área de biossegurança de plantas geneticamente modificadas (GM) e que tem como objetivo principal desenvolver protocolos para a avaliação de risco ambiental de plantas GM resistentes a insetos.

O algodoeiro GM para resistência a insetos foi escolhido como estudo de caso por apresentar inúmeros desafios em relação às avaliações de impacto ambiental. No Brasil, o algodoeiro é uma planta cultivada em pequenas e grandes propriedades e em regiões com condições ecológicas distintas (Fontes *et al.*, 2006). Essa planta possui uma grande diversidade de artrópodes associada (Pires *et al.*, 2006) e parentes silvestres no país (Small *et al.*, 1998; Barroso e Freire, 2003; Fontes *et al.*, 2006), o que aumenta a possibilidade de fluxo gênico e possível redução da diversidade genética do gênero *Gossypium* (Barroso e Freire, 2003; Silveira, 2003).

Em outros países, as abelhas são os principais visitantes florais responsáveis pela transferência de pólen entre flores das plantas cultivadas do gênero *Gossypium* (Free, 1970; McGregor, 1976 e referências citadas por ele; Batra, *apud* Crane e Walker, 1983; Erickson, 1983 e referências citadas por ele). Como Silveira (2003) já havia sugerido, no Brasil, diferentes grupos de abelhas visitam as flores do algodoeiro nas diferentes regiões e localidades (Malerbo-Souza *et al.*, 2002; Sanchez e Malerbo-Souza, 2004; Melo e Zanella, 2005; Pires *et al.*, 2004 e 2006) e o tamanho e o ambiente em volta das áreas cultivadas e, ainda, a intensidade da utilização de pesticidas na cultura e em suas vizinhanças são fatores determinantes de quais espécies de abelhas possivelmente serão encontradas nas flores do algodoeiro (Silveira, 2003; Pires *et al.*, 2006). Entretanto, algumas espécies de abelhas silvestres que sequer ocorrem na região neotropical foram erroneamente citadas na literatura nacional como polinizadoras do algodoeiro no Brasil (Silveira, 2003). Esta falta de informação sobre os visitantes florais e os polinizadores do algodoeiro no país poderá levar a conclusões incorretas a respeito dos possíveis impactos do algodoeiro GM.

Nenhum estudo de identificação dos polinizadores do algodoeiro havia sido realizado no Brasil até a publicação do estudo feito na Paraíba por Melo e Zanella (2005). Todavia, este estudo restringiu seus esforços de observações na espécie *Apis mellifera*, a abelha mais abundante nas flores.

Por conseguinte, tendo em vista a recente aprovação do plantio comercial do algodoeiro *Bt* no Brasil em 2005, este estudo realizado no Distrito Federal é um ponto de partida para avaliar quais, dentre as espécies de abelhas visitantes florais, são as polinizadoras das flores de *Gossypium hirsutum*. Com isso, pretende-se contribuir para a execução das análises dos riscos e para a tomada de medidas de contenção do fluxo gênico entre variedades transgênicas, as variedades já cultivadas e as espécies selvagens de *Gossypium* e outras Malvaceae.

## OBJETIVOS

Identificar, dentre as abelhas visitantes florais, quais são as principais polinizadoras das flores de *Gossypium hirsutum* var. *latifolium* cv. Delta Opal em uma localidade do Distrito Federal.

## MATERIAL E MÉTODOS

### ALGODOEIRO ESCOLHIDO

A escolha de *Gossypium hirsutum* variedade *latifolium* cultivar Delta Opal se deveu ao fato desta ser plantada regularmente no Distrito Federal e na maioria das regiões produtoras do Brasil. Além disso, a cultivar Delta Opal foi utilizada para formar a cultivar transgênica NuOpal (MDM, 2007), que apresenta o gene do *Bacillus thuringiensis*.

### ÁREA E PERÍODO DE ESTUDO

O estudo foi realizado em uma área plantada com *Gossypium hirsutum* var. *latifolium* cv. Delta Opal situada no campo experimental da Embrapa Hortaliças (15°56'25'' sul; 48°07'56'' oeste) pertencente ao município do Gama, Distrito Federal. A área de cultivo da Embrapa Hortaliças é plantada com várias espécies de hortaliças em rodízio contínuo. A Embrapa Hortaliças é delimitada, a norte, leste e sul por uma mata ciliar e a oeste por uma estrada asfaltada.

Os trabalhos de campo foram realizados durante o período de floração e colheita de frutos (fevereiro a agosto) nos anos de 2005 e 2006. A área total plantada com algodão na Embrapa Hortaliças, em 2005, foi de 4.500 m<sup>2</sup> e, em 2006, de 3.000 m<sup>2</sup>. Nos dois anos de plantio, a área foi dividida em parcelas de 375 m<sup>2</sup>, das quais quatro, num total de 1.500 m<sup>2</sup>, foram utilizadas neste estudo. A área foi manejada com calagem, adubação de solo, controle de invasoras e aplicação de reguladores de crescimento. Os estudos foram realizados em parcelas que não receberam nenhum tratamento químico contra pragas. Entretanto, essas parcelas podem ter recebido resíduos, por deriva, dos praguicidas aplicados em parcelas próximas. As parcelas tratadas para o controle de pragas receberam

três aplicações de pesticidas, em 2005, e 11 aplicações, em 2006. Neste último ano, nos dias 04, 07 e 20 de abril, todas as parcelas foram pulverizadas com *Bacillus thuringiensis*.

O clima da região é o Aw, tropical de savanas, segundo a classificação de Köppen, com duas estações bem definidas, uma fria e seca (entre maio e setembro) e outra quente e úmida (entre outubro e abril). A temperatura média máxima é de 28,5°C e a média mínima é de 12,0°C. A média de precipitação anual para a região fica entre 1.200 e 1.800 mm (IBGE, 2007).

#### *LEVANTAMENTO DAS ABELHAS VISITANTES FLORAIS*

As coletas ocorreram preferencialmente em dias ensolarados, no intervalo de 9:00 h às 11:30 h. As fileiras do plantio eram percorridas em caminhamento lento, em “zig-zag”, até o fim do horário de coleta e a presença de abelhas era verificada em cada flor. As abelhas eram coletadas com puçá ou diretamente com um frasco mortífero contendo acetato de etila. No Laboratório de Ecologia, Semioquímicos e Biossegurança da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, as abelhas foram montadas em alfinete entomológico e colocadas em estufa a 40°C por 48 h. Em seguida, elas foram enviadas para o Laboratório de Sistemática e Ecologia de Abelhas da Universidade Federal de Minas Gerais para identificação (utilização da chave de identificação de Silveira *et al.*, 2002) e foram depositadas na Coleção Entomológica das Coleções Taxonômicas da UFMG.

#### *IDENTIFICAÇÃO DAS ABELHAS POLINIZADORAS*

A identificação das principais abelhas polinizadores foi realizada na Embrapa Hortaliças seguindo um método sugerido por Dafni (1992). Este método, aplicado nas manhãs dos dias 28/03/2006 e 25 a 29/04/2006, consistiu na determinação da eficiência de polinização após a primeira visita de uma abelha. Para isso, botões florais em pré-antese em bom estado eram escolhidos e ensacados com vual no dia das observações. No início da antese, com as anteras ainda fechadas, forçava-se delicadamente a abertura da flor para remoção das anteras mais próximas aos estigmas, com uma tesoura pequena ou pinça. Em seguida, a flor era novamente ensacada. A partir de 9:30h, a proteção de vual era retirada de uma flor por vez, que era observada até que a flor recebesse a primeira visita de uma abelha. Caso a flor não fosse visitada em 15 minutos, ela era ensacada novamente e partia-se para a observação de outra flor. Após realizar as observações em todas as outras flores marcadas, voltava-se àquelas que não haviam sido visitadas anteriormente, até que todas as flores recebessem uma visita. Caso outros visitantes florais, diferente de abelhas, se aproximassem das flores, estes eram espantados antes que pousassem na flor. Se o pouso não pudesse ser evitado, esta flor era descartada e partia-se para a observação de outra flor.

Registrou-se o horário e duração da visita, por onde a abelha chegava e saía da flor, qual o recurso coletado, se a abelha tocava os estigmas e/ou as anteras, qual(is) parte(s) do corpo das abelhas tocavam os estigmas e/ou as anteras e a identidade da abelha visitante de cada flor. Caso a identificação da espécie de abelha não pudesse ser realizada em campo, ela era coletada na saída da flor para identificação em laboratório. Após a primeira visita, a flor era totalmente emasculada e novamente ensacada com vual para impedir novas visitas e danos à flor.

Além deste método, observações esporádicas das abelhas em flor foram feitas, sempre que possível, com anotação das variáveis acima. As observações da primeira visita foram somadas a estas esporádicas, aumentando, assim, o número de observações de cada espécie de visitante floral. Para efetuar essas observações, as fileiras do plantio eram percorridas em “zig-zag” e cada visita de abelhas às flores era observada e registrada. As visitas poderiam ser observadas desde o momento em que as abelhas chegavam ou depois que elas já se encontravam dentro da flor. Para os casos em que a visita já havia começado, registrava-se o tempo desde o início das observações até a abelha deixar a flor, obtendo-se um tempo incompleto de visita. Todas as observações foram conduzidas no intervalo de 9:00h às 11:30h, em dias ensolarados, em 2006. Algumas filmagens e fotografias foram feitas com câmara digital para o registro das observações.

#### *ANÁLISE DOS DADOS*

Os frutos secos derivados do tratamento da primeira visita foram armazenados individualmente em saquinhos de papel e guardados em caixas de papelão seladas até o momento da análise. A partir do número de frutos que se desenvolveram até a colheita, obteve-se a porcentagem de frutificação resultante da primeira visita de cada espécie ou grupo de abelhas. Para cada fruto resultante dos tratamentos foi obtido o número de sementes desenvolvidas.

As médias relativas ao número de sementes desenvolvidas por flor visitada e ao tempo completo de visita às flores entre as abelhas observadas foram comparadas pela análise de variância (ANOVA), seguida de teste de Tukey a 5%, caso os dados apresentassem distribuição normal (teste de Kolmogorov-Smirnov) e homogeneidade de variâncias (teste de Levene). Caso contrário, foram empregadas análises equivalentes não-paramétricas, como o teste de Kruskal-Wallis (Sokal e Rohlf, 1995) e se houve diferença significativa entre os tratamentos, estes foram comparadas pelo teste de Dunn a 5% de significância (Ayres *et al.*, 2005).

## RESULTADOS

### LEVANTAMENTO DAS ABELHAS VISITANTES FLORAIS

O levantamento das abelhas nas flores somou um esforço de 40 horas, em 2005, e de 33 horas, em 2006. Os esforços de coleta e observação das abelhas nas flores se concentrado no intervalo de horário de 9:00 h às 11:30 h por motivos de logística, porém nos dias em que foi possível permanecer em campo por mais tempo, notou-se que a maior atividade das abelhas nas flores ocorreu no intervalo 10:00 h às 14:00 h. A lista de espécies, suas respectivas famílias e o número de indivíduos de cada sexo coletados encontram-se na Tabela 1. Outros visitantes florais menos freqüentes nas flores são apresentados na Figura 1a-d. Estes visitantes, apesar de pouco freqüentes podem carregar grãos de pólen em seus corpos e realizar tanto a autopolinização quanto a polinização cruzada nesta cultivar de algodoeiro.

Capturou-se 351 abelhas no total, sendo 243 indivíduos em 2005 e 108 no ano de 2006 (Tabela 1). Em 2005, a riqueza de abelhas foi de 20 espécies e em 2006 de 19. Em ambos os anos as famílias Apidae e Halictidae foram representadas, porém somente em 2005 coletou-se uma espécie de Megachilidae e apenas em 2006 duas espécies de Andrenidae foram coletadas. A composição de espécies de um ano para o outro mudou em parte (Tabela 1). *Bombus atratus*, *Eulaema nigrita*, *Trigona hyalinata*, *Melissoptila* cfr. *pubescens*, uma espécie de *Exomalopsis* (possivelmente uma espécie nova, ainda não descrita na literatura), duas espécies de *Dialictus* e *Lithurgus huberi* foram espécies coletadas somente em 2005. Já *Acamptopoeum prinii*, uma espécie de *Rhopitulus*, *Partamona* cfr. *cupira*, *Schwarziana quadripunctata*, *Centris* cfr. *collaris*, *Centris* cfr. *scopipes*, *Alepidosceles imitatrix*, *Exomalopsis analis*, uma espécie de *Ceratalictus* e uma espécie de *Pseudoagapostemon* foram exclusivas de 2006.

Na maioria das espécies somente fêmeas visitaram as flores desta cultivar de algodoeiro, com exceção de *Acamptopoeum prinii*, *C.* cfr. *collaris*, *C.* cfr. *scopipes*, *E. nigrita*, *L. huberi* onde somente machos foram observados visitando as flores. Porém, para *P.* cfr. *plumata* e *M. nigroaenea* tanto fêmeas como machos foram encontrados nas flores (Tabela 1). *Apis mellifera* foi a espécie mais abundante por todo o período de floração em ambos os anos e em 2006 evitou-se a coleta de indivíduos desta espécie, após atingir um número considerável de indivíduos amostrados, para o aumento no esforço de coleta de outras espécies. Em seguida à *A. mellifera*, *Melissoptila cnecomala*, *Melissodes nigroaenea* e *Paratrigona lineata* foram as espécies mais abundantes nas flores em ambos os anos.

Tabela 1: Lista de espécies por família e número de indivíduos [machos (♂) e/ou fêmeas (♀)] coletados em flores de *Gossypium hirsutum* var. *latifolium* cv. Delta Opal na área experimental da Embrapa Hortaliças (DF) em 2005 e 2006.

Família/Espécie	Número de indivíduos coletados	
	2005	2006
<b>ANDRENIDAE</b>		
<i>Acamptopoeum prinii</i> (Holmberg, 1884)	-	1 (♂)
<i>Rhophitulus</i> sp.	-	1 (♀)
<b>APIDAE</b>		
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	139 (♀)	35* (♀)
<i>Bombus atratus</i> Franklin, 1913	1 (♀)	-
<i>Eulaema (Apeulaema) nigrita</i> Lepeletier, 1841	1 (♂)	-
<i>Paratrigona lineata</i> (Lepeletier, 1836)	4 (♀)**	9 (♀)
<i>Partamona</i> cfr. <i>cupira</i> (Smith, 1863)	-	7 (♀)
<i>Schwarziana quadripunctata</i> (Lepeletier, 1836)	-	1 (♀)
<i>Trigona hyalinata</i> (Lepeletier, 1836)	1 (♀)	-
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	1 (♀)***	7 (♀)
<i>Centris (Melacentris)</i> cfr. <i>collaris</i> Lepeletier, 1841	-	1 (♂)
<i>Centris (Ptilotopus)</i> cfr. <i>scopipes</i> Friese, 1899	-	1 (♂)
<i>Alepidosceles imitatrix</i> (Schrottky, 1909)	-	5 (♀)
<i>Ptilothrix</i> cfr. <i>plumata</i> Smith, 1853	1 (♂)	2 (♀, ♂)
<i>Melissodes nigroaenea</i> (Smith, 1854)	12 (10 ♀, 2 ♂)	16 (12 ♀, 4 ♂)
<i>Melissoptila cnecomala</i> (Moure, 1944)	63 (♀)	12 (♀)
<i>Melissoptila</i> cfr. <i>pubescens</i> (Smith, 1879)	1 (♀)	-
<i>Exomalopsis (Exomalopsis)</i> sp.	1 (♀)	-
<i>Exomalopsis (Exomalopsis) analis</i> Spinola, 1853	-	1 (♀)
<i>Ceratina (Crewella)</i> cfr. <i>asuncionis</i> Strand, 1910	1 (♀)	-
<i>Ceratina (Crewella)</i> sp.	-	2 (♀)
<b>HALICTIDAE</b>		
<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp.	-	4 (♀)
<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp. 2	1 (♀)	-
<i>Augochlora (Augochlora) dolichocephala</i> (Moure, 1941)	3 (♀)	-
<i>Augochlora (Oxystoglossella) morrae</i> Strand, 1910	2 (♀)	-
<i>Augochlora (Oxystoglossella) thalia</i> Smith, 1879	4 (♀)	-
<i>Augochloropsis patens</i> (Vachal, 1903)	2 (♀)	1 (♀)
<i>Ceratalictus</i> sp.	-	1 (♀)
<i>Dialictus</i> sp. 2	1 (♀)	-
<i>Dialictus</i> sp. 8	1 (♀)	-
<i>Pseudoagapostemon</i> sp.	-	1 (♀)
<b>MEGACHILIDAE</b>		
<i>Lithurgus (Lithurgus) huberi</i> Ducke, 1907	3 (♂)	-
<b>Total de espécies/indivíduos</b>	<b>20/243</b>	<b>19/108</b>

\* Não corresponde à abundância real da espécie na área, pois neste ano evitou-se a coleta desta espécie para aumentar o esforço de coleta de outras espécies. Estas abelhas são de populações asselvajadas, pois nenhuma colônia foi levada para esta área. \*\* Além desses quatro indivíduos coletados, 12 indivíduos foram observados nas flores, porém não foi possível coletá-los. \*\*\* Além desse indivíduo coletado, um indivíduo de *T. spinipes* foi observado e não coletado.

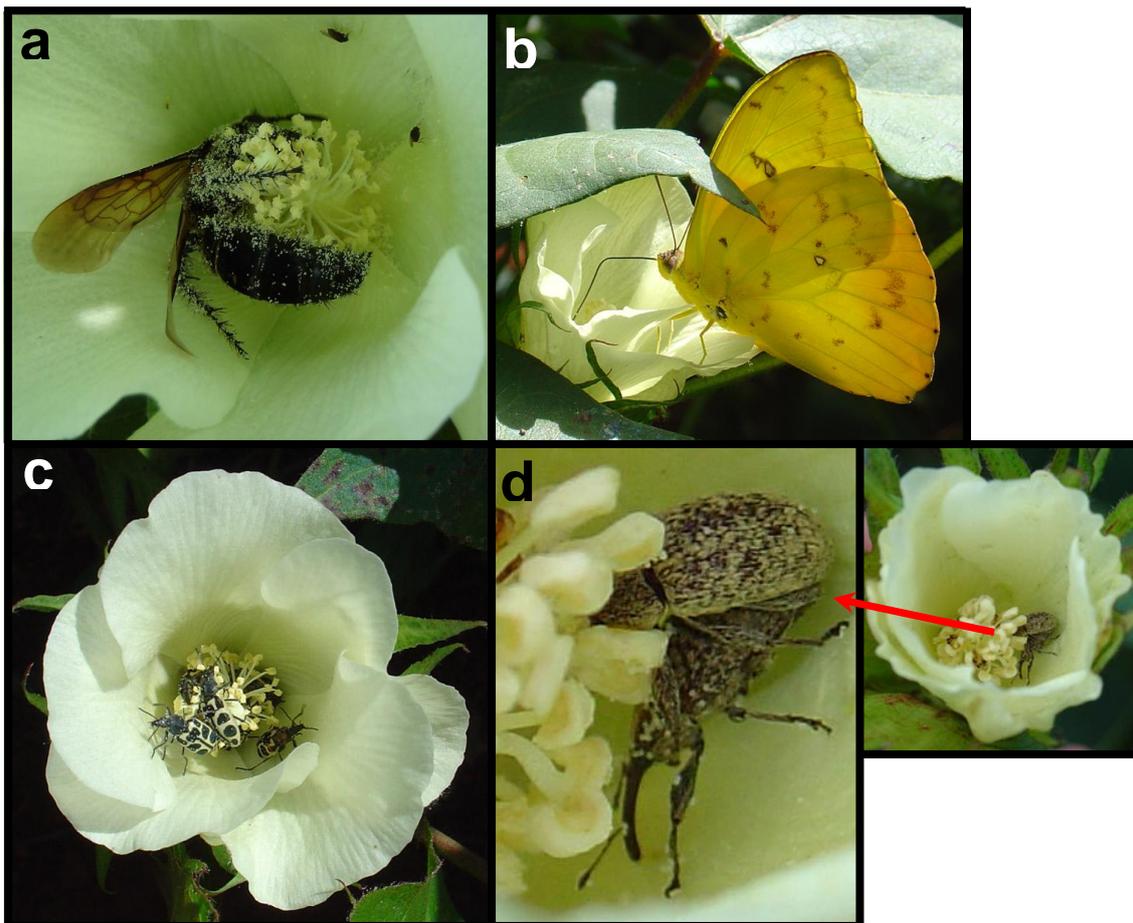


Figura 1: Outros visitantes florais de *Gossypium hirsutum* var. *latifolium* cv. Delta Opal na Embrapa Hortaliças em 2005 e 2006. (a) *Vespa* (Hymenoptera) coletando néctar; (b) borboleta (Lepidoptera) coletando néctar; (c) *Astylus variegatus* (Coleoptera: Melyridae) coletando pólen e em cópula; (d) casal de *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae) em cópula. Note grãos de pólen aderidos aos indivíduos em (a) e (d).

#### IDENTIFICAÇÃO DAS ABELHAS POLINIZADORAS

No mínimo seis espécies de abelhas visitaram as flores no experimento da primeira visita. São elas: *Apis mellifera* (Figura 2a), *Paratrigona lineata* (Figura 2b), *Schwarziana quadripunctata*, *Melissodes nigroaenea* (Figura 2c), *Melissoptila cnecomala* (Figura 2d) e uma ou mais espécies da família Halictidae (Figura 2e). Como não foi possível a identificação em campo das espécies de Halictidae e nenhum indivíduo foi coletado após a primeira visita, os frutos e sementes resultantes destas visitas foram agrupados. Em quatro situações, mais de uma abelha, da mesma espécie ou de espécies diferentes, chegou simultaneamente na flor que estava sendo observada e, nestes casos, estas flores foram desconsideradas nas análises.

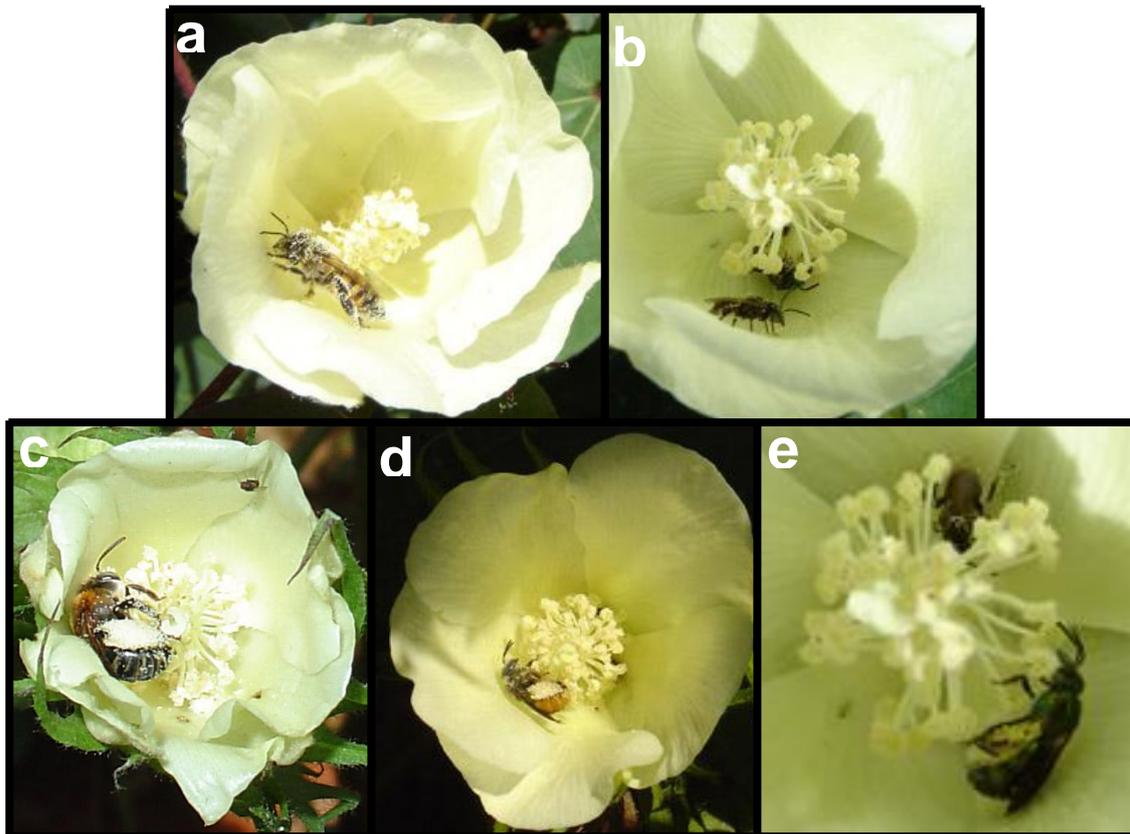


Figura 2: Cinco espécies de visitantes florais de *Gossypium hirsutum* var. *latifolium* cv. Delta Opal fotografados na Embrapa Hortaliças em 2006. (a) *Apis mellifera* pousada sobre as pétalas; (b) *Paratrigona lineata* pousada sobre a pétala; (c) *Melissodes nigroaenea* coletando pólen sobre as anteras; (d) *Melissoptila cnecomala* coletando pólen sobre as anteras; (e) espécie de Halictidae no canto direito inferior da figura coletando pólen sobre as anteras.

As quatro flores que receberam a primeira visita de indivíduos de *P. lineata* não desenvolveram frutos. Apesar de em três visitas os indivíduos de *P. lineata* terem tocado nas anteras, em nenhuma houve o contato com os estigmas das flores (Tabela 2), não ocorrendo assim a polinização das flores visitadas.

Os indivíduos de *S. quadripunctata*, *A. mellifera*, *M. nigroaenea*, *M. cnecomala* e Halictidae polinizaram parte das flores visitadas durante a primeira visita. As duas flores visitadas por *S. quadripunctata* resultaram em um único fruto, com seis sementes, sendo que nas duas visitas os indivíduos tocaram nas anteras, porém somente em uma flor houve o contato com os estigmas (Tabela 2).

A produção de frutos resultante da primeira visita de *A. mellifera* foi de 48% (n = 12), para *M. nigroaenea* 56% (n = 9), para *M. cnecomala* 73% (n = 16) e para Halictidae 50% (n = 2) (Tabela 2). Como houve a formação de dois frutos resultante da primeira visita de Halictidae, apresenta-se o número de sementes produzidas em ambos os frutos. Os

indivíduos desta família tocaram sempre nas anteras em suas visitas e, em três delas, tocaram nos estigmas (Tabela 2).

Na grande maioria das flores que receberam a primeira visita não houve a produção máxima de sementes nos frutos. Não há diferença significativa entre o número médio de sementes produzidas por flor visitada por *A. mellifera*, *M. nigroaenea* e *M. cnecomala* ( $F = 2,2907$ ;  $gl = 2$ ;  $p = 0,1080$ ) (Tabela 2). Portanto, estas abelhas são igualmente produtivas no que se refere à produção de sementes em *G. h. latifolium* cv. Delta Opal. As operárias de *A. mellifera* tocaram nos estigmas em 36% das visitas e, nas anteras, em 84% das visitas. Já *M. nigroaenea* e *M. cnecomala* tocaram nos estigmas e nas anteras em praticamente 100% das visitas (Tabela 2).

Tabela 2: Visitante floral observado na primeira visita, total de flores de *Gossypium hirsutum* var. *latifolium* cv. Delta Opal que receberam a primeira visita, total de frutos produzidos após a primeira visita, número de sementes produzido por flor visitada (média e desvio-padrão), porcentagem de visitas em que as abelhas tocaram os estigmas e as anteras durante a primeira visita à flor. Não houve diferença significativa entre o número de sementes produzido após a primeira visita à flor por *A. mellifera*, *M. nigroaenea* e *M. cnecomala* ( $F = 2,2907$ ;  $gl = 2$ ;  $p = 0,1080$ ).

Visitante floral	Total de flores visitadas	Total de frutos produzidos	Sementes produzidas [X ± S (X)]	Porcentagem de visitas em que tocou os estigmas	Porcentagem de visitas em que tocou as anteras
<i>Apis mellifera</i>	25	12	10,44 ± 14,64	36%	84%
<i>Paratrigona lineata</i>	4	0	-	0%	75%
<i>Schwarziana quadripunctata</i> *	2	1*	6*	50%	100%
<i>Melissodes nigroaenea</i>	16	9	14,31 ± 16,12	100%	100%
<i>Melissoptila cnecomala</i>	22	16	20,0 ± 15,46	95,4%	100%
Halictidae*	4	2*	12 e 14*	75%	100%

\* Como há somente um ou dois frutos resultantes das visitas destes grupos, apresentou-se o número de sementes de cada fruto.

Trezentos e vinte e uma visitas de abelhas às flores de *G. h. latifolium* cv. Delta Opal foram observadas na Embrapa Hortaliças em 2006. As espécies ou grupo observados e o número de observações para cada um deles foram: *Apis mellifera* (n = 142), *Paratrigona lineata* (n = 28), *Partamona* cfr. *cupira* (n = 4), *Schwarziana quadripunctata* (n = 3), *T. spinipes* (n = 14), *Melissodes nigroaenea* (n = 31), *Melissoptila cnecomala* (n = 74), *Ptilothrix* cfr. *plumata* (n = 5), *Exomalopsis analis* (n = 1), *Ceratina (Crewella)* sp. (n = 3) e Halictidae (n = 14). Ao todo foram 51 horas de observações, sendo 29 horas somente do experimento da primeira visita. Nem sempre foi possível registrar todas as variáveis

propostas na metodologia para cada visita e, por isso, em alguns casos o número de visitas com registro da variável analisada é inferior ao número total de visitas observado para dada espécie ou grupo de visitante floral.

Somente uma operária de *T. spinipes*, das 14 observadas, encontrava-se dentro da flor, coletando néctar. A única operária observada chegou na flor pela corola, saiu também pela corola com grãos de pólen aderidos ao seu dorso, não tocou nos estigmas, mas tocou nas anteras. Portanto, por esta única observação, esta abelha não realizou a polinização da flor visitada. As outras operárias desta espécie também não contribuíram para a polinização das flores, pois foram observadas entre as brácteas e o cálice, pilhando o néctar da flor por um orifício no cálice (Figura 3a) e/ou eventualmente sobre a superfície externa das brácteas realizando a trofalaxia com outra operária na mesma flor (Figura 3b).

Pela observação dos indivíduos de *Ptilothrix* cfr. *plumata* nas flores, estes realizaram a polinização das flores em que estavam. Em 22/03/2006 e 29/03/2006 três indivíduos de *P. cfr. plumata* foram observados, mas não coletados, dentro da flor e estes permaneciam parados sobre as anteras (Figura 4) totalizando um tempo médio de permanência em flor de 292 ( $\pm$  372) segundos. Estes indivíduos eventualmente coletavam o néctar floral e saíam das flores pelas anteras e estigmas, com grãos de pólen aderidos por todo o corpo (Figura 4). Em 30/03/2006, às 11:30h, observou-se por 251 segundos um indivíduo de *P. cfr. plumata* dentro da flor, com o mesmo comportamento dos indivíduos citados acima, quando chegou um outro indivíduo da mesma espécie e, então, iniciou-se um “confronto” entre eles dentro da flor. Antes que eles fugissem, tentou-se coletar ambos, porém somente um indivíduo (fêmea) foi coletado. Já em 02/05/2006, às 11:22h, um macho de *P. cfr. plumata* foi observado, filmado e coletado dentro da flor, onde permaneceu parado sobre as anteras por pelo menos 300 segundos. Portanto, aparentemente, os machos de *P. cfr. plumata* permanecem parados dentro das flores, na maior parte do tempo sobre as anteras e os estigmas, e aparentemente utilizam as flores para se alimentar, descansar e/ou aguardar a chegada de fêmeas.

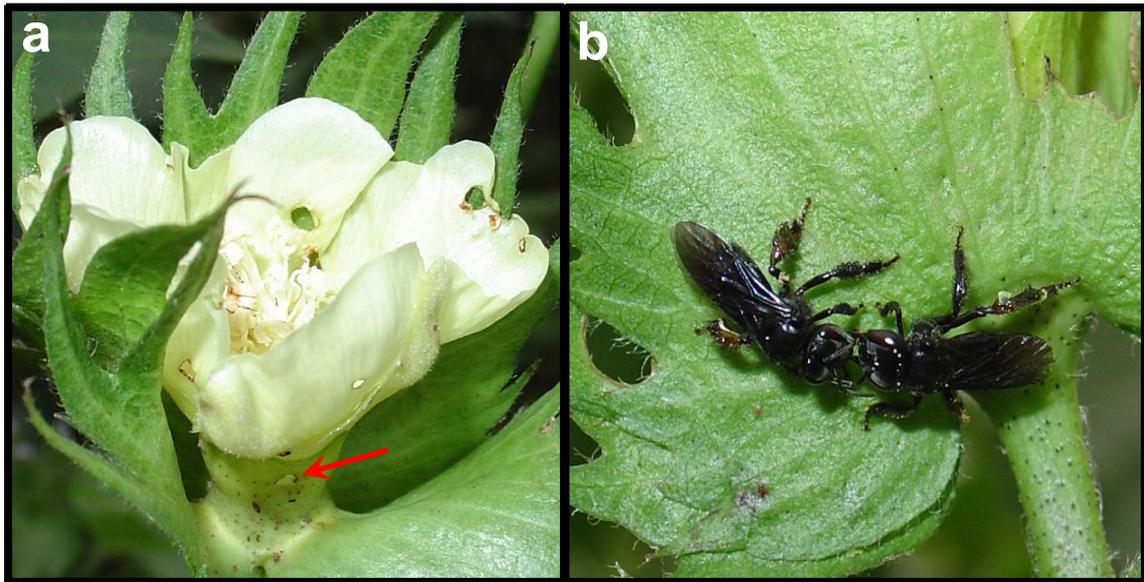


Figura 3: (a) Flor de *Gossypium hirsutum* var. *latifolium* cv. Delta Opal com um orifício no cálice (apontado pela seta vermelha) por onde operárias de *Trigona spinipes* pilhavam o néctar floral; (b) duas operárias de *T. spinipes* sobre superfície externa das brácteas de uma flor de *G. h. latifolium* cv. Delta Opal realizando a trofalaxia. As duas fotos foram tiradas na Embrapa Hortaliças, DF, em 22/03/2006.



Figura 4: Indivíduo de *Ptilothrix* cfr. *plumata*, possivelmente um macho, sobre as anteras de uma flor de *Gossypium hirsutum* var. *latifolium* cv. Delta Opal na Embrapa Hortaliças, DF, em 22/03/2006. Note a presença de grãos de pólen aderidos por todo o corpo da abelha.

Em 05/04/2006, às 10:11 h, uma fêmea de *Exomalopsis analis* foi observada dentro da flor e esta coletou néctar, tocou nas anteras, mas não nos estigmas e deixou a flor pela

corola, com pólen aderido ao seu ventre e pernas. Esta abelha já se encontrava dentro da flor no início das observações e o tempo mínimo desta visita foi de 22 segundos. A partir o momento em que esta abelha foi observada, esta não realizou a polinização da flor em que estava.

Os três indivíduos de *Ceratina (Crewella)* sp. observados coletavam néctar nas flores, saíam das flores pela corola, não tocavam nos estigmas, porém tocavam nas anteras e somente um deles saiu com pólen aderido ao dorso e às pernas. Nas três visitas os indivíduos já se encontravam dentro da flor e o tempo médio mínimo de permanência nas flores foi de 19,7 ( $\pm$  7,5) segundos. A partir do momento em que estes três indivíduos de *Ceratina (Crewella)* sp. foram observados, estes não realizaram a polinização das flores em que estavam.

Para as demais espécies, cujas visitas foram acompanhadas desde a chegada dos indivíduos às flores, comparou-se o tempo médio de visita a estas flores. Houve diferença significativa entre os tempos de visita de *A. mellifera*, *P. lineata*, *P. cfr. cupira*, *S. quadripunctata*, *M. nigroaenea*, *M. cnecomala* e Halictidae às flores ( $H = 61,3484$ ;  $gl = 6$ ;  $p = 0,0000$ ) (Tabela 3). Verificou-se que *A. mellifera* apresentou o menor tempo de visita às flores diferindo significativamente do tempo de visita observado para *M. nigroaenea* e *M. cnecomala*. Os indivíduos observados destas duas espécies de Eucerini não diferiram entre si no tempo de visita às flores como também das espécies *P. lineata*, *P. cfr. cupira*, *S. quadripunctata* e Halictidae

Tabela 3: Tempo de visita (média e desvio-padrão), em segundos, de alguns visitantes às flores de *Gossypium hirsutum* var. *latifolium* cv. Delta Opal na Embrapa Hortaliças, DF, em 2006.

<b>Espécie ou grupo de abelha visitante floral</b>	<b>Número de flores visitadas</b>	<b>Tempo de visita às flores em segundos [X <math>\pm</math> S (X)]</b>	<b>Resultado do teste de Dunn**</b>
<i>Apis mellifera</i>	89	23,6 $\pm$ 15,9	A
<i>Paratrigona lineata</i>	10	77,8 $\pm$ 91,1	AB
<i>Partamona cfr. cupira</i>	3	52,8 $\pm$ 12,44	AB
<i>Schwarziana quadripunctata</i>	3	48,2 $\pm$ 3,05	AB
<i>Melissodes nigroaenea</i>	21	75,4 $\pm$ 32,93	B
<i>Melissoptila cnecomala</i>	36	70,3 $\pm$ 43,94	B
Halictidae *	5	30,2 $\pm$ 16,31	AB

\*Como não foi possível saber se existe uma ou mais espécies dentro do grupo, os tempos de visita foram agrupados neste caso.

\*\* Letras diferentes representam diferença significativa entre os tempos médios de visita às flores dos visitantes florais em questão ( $H = 61,28743$ ;  $gl = 6$ ;  $p = 0,0000$ ).

As operárias de *Apis mellifera* coletam somente néctar nas flores (Figuras 5a e 6), chegam e saem das flores principalmente pela corola (Figura 7a,b). As operárias desta espécie tocam nas anteras na maioria das visitas (Figura 8a) e carregam pólen aderido ao corpo (Figura 9a), principalmente no dorso, mas também nas pernas e no ventre (Figura 9b), além de tocarem nos estigmas em aproximadamente 20% das visitas (Figura 8b). Por estas observações, os indivíduos de *A. mellifera* polinizam parte das flores que visitam.

Algumas operárias de *A. mellifera* foram observadas limpando-se dos grãos de pólen. Normalmente realizavam este comportamento de “auto-limpeza” sobre as folhas ou, como em uma situação, “dependuradas” para fora da corola, sustentadas pelas mandíbulas que permaneciam presas ao ápice de uma das pétalas das flores do algodoeiro. Além disso, em 17/03/2006, observou-se operárias de *A. mellifera* coletando grãos de pólen de uma espécie de *Brachiaria* (Poaceae) nos arredores do plantio de algodoeiro da Embrapa Hortaliças (Figura 5b).



Figura 5: Operárias de *Apis mellifera* (a) coletando néctar em flor de *Gossypium hirsutum* var. *latifolium* cv. Delta Opal e (b) coletando pólen em inflorescência de *Brachiaria* sp. (Poaceae) ao redor do plantio de algodoeiro na Embrapa Hortaliças, DF, em 2006.

*Paratrigona lineata* tocou nos estigmas somente em 3,8% ( $n = 26$ ) das visitas (Figura 8b) e em apenas 31% ( $n = 26$ ) das visitas tocou nas anteras (Figura 8a). Os indivíduos observados carregam pólen no corpo em cerca de 45% ( $n = 13$ ) das visitas (Figura 9a), principalmente nas pernas, mas também no dorso e no ventre (Figura 9b). Os indivíduos desta espécie coletam somente néctar nas flores (Figura 6), chegam e saem das flores pela corola (Figura 7a,b). Por estas observações, os indivíduos de *P. lineata* polinizam muito raramente as flores do algodoeiro em questão.

Nas quatro visitas das operárias de *Partamona* cfr. *cupira* observadas nas flores do algodoeiro, estas não entraram em contato com os estigmas, porém em todas as visitas as anteras foram tocadas e os indivíduos saíram com pólen aderido principalmente às pernas e ao dorso. Elas chegavam nas flores pela corola, coletavam somente o néctar floral e também saíam pela corola. Por estas observações, os indivíduos de *P.* cfr. *cupira* não polinizam as flores do algodoeiro em questão.

Nas três visitas de operárias de *S. quadripunctata* às flores do algodoeiro, estas coletavam somente néctar floral, em uma das visitas o indivíduo saiu com pólen aderido em seu dorso e elas chegavam e saíam pela corola. O toque nas anteras ocorreu em todas as visitas, porém somente uma vez houve o toque nos estigmas. Por estas observações, os indivíduos de *S. quadripunctata* polinizam parte das flores que visitam.

*Melissodes nigroaenea* e *Melissoptila cnecomala* sempre saem das flores com pólen no corpo (Figura 9a), principalmente nas pernas e no ventre (Figura 9b), tocam nos estigmas e nas anteras na maioria das visitas, durante as quais apresentam o comportamento de caminhar em movimentos circulares sobre estas estruturas florais (Figura 8a,b). Os indivíduos das duas espécies observadas eram fêmeas, pois buscavam principalmente pólen nas flores (Figura 6). Estas abelhas utilizam suas pernas anteriores e médias para a coleta dos grãos de pólen que em seguida são transferidos para as escopas situadas nas pernas posteriores. Elas chegam e saem das flores principalmente pelos estigmas e anteras (Figura 7a,b). Por estas observações, os indivíduos de *M. nigroaenea* e *M. cnecomala* polinizam praticamente todas as flores que visitam.

Os indivíduos da família Halictidae observados coletam principalmente néctar nas flores (Figura 6), normalmente saem das flores com grãos de pólen aderidos por todo o corpo (Figura 9a,b), chegam nas flores pela corola e saem normalmente também pela corola (Figura 7a,b), tocam nos estigmas em 33 % das visitas (Figura 8b) e muito freqüentemente tocam nas anteras (Figura 8a). Por estas observações, os indivíduos desta família polinizam parte das flores que visitam.

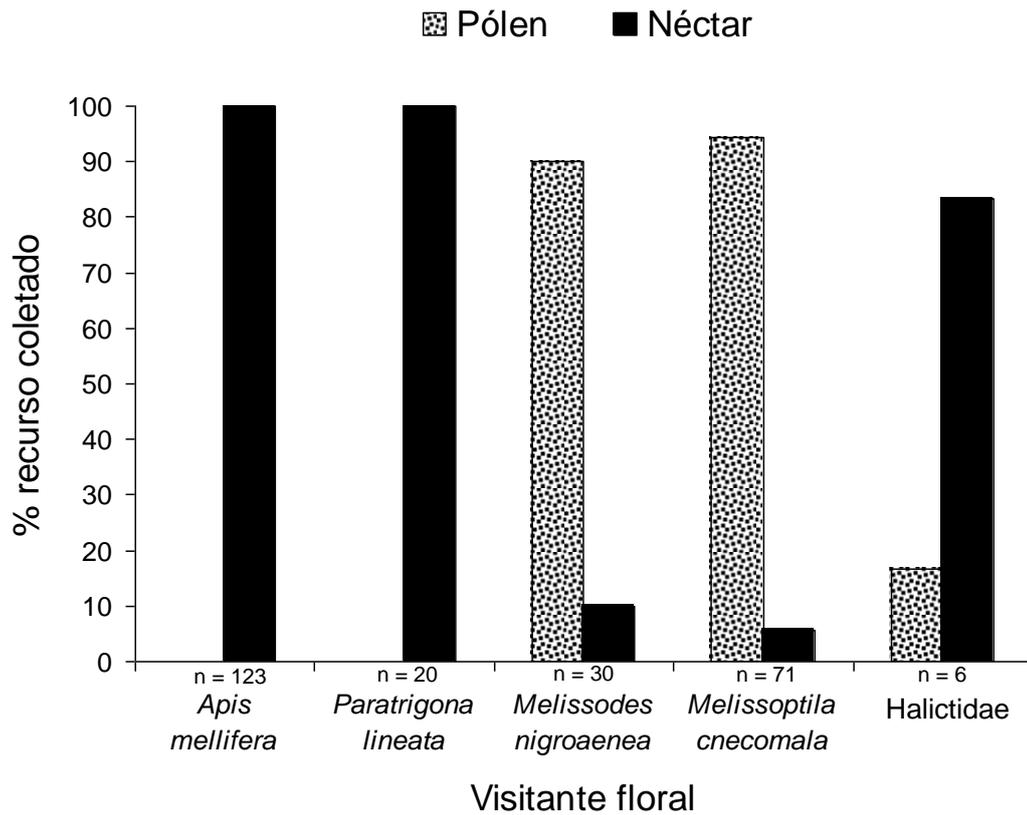
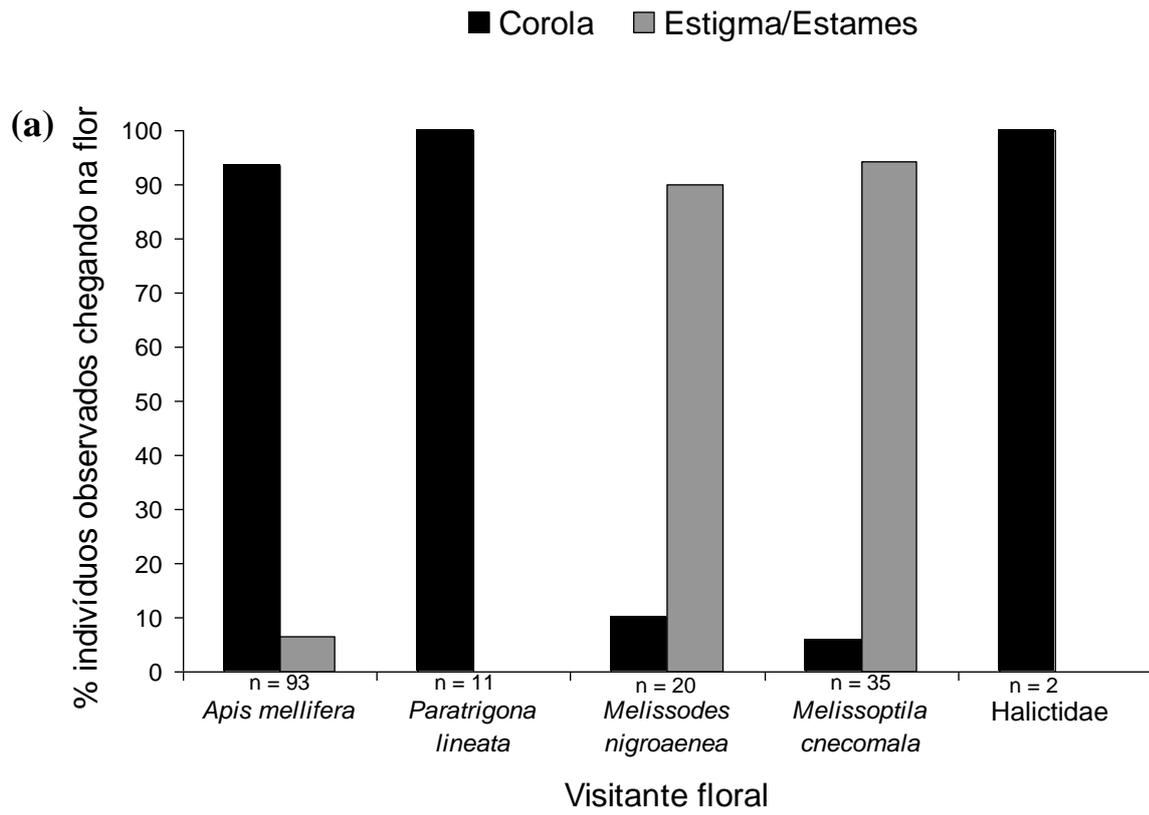


Figura 6: Recurso coletado (néctar e/ou pólen), em porcentagem, por algumas espécies ou grupo de abelhas visitantes florais de *Gossypium hirsutum* var. *latifolium* cv. Delta Opal na Embrapa Hortaliças, DF, em 2006. O número de observações encontra-se sob o eixo "x", acima do nome da espécie ou grupo de abelha visitante floral.



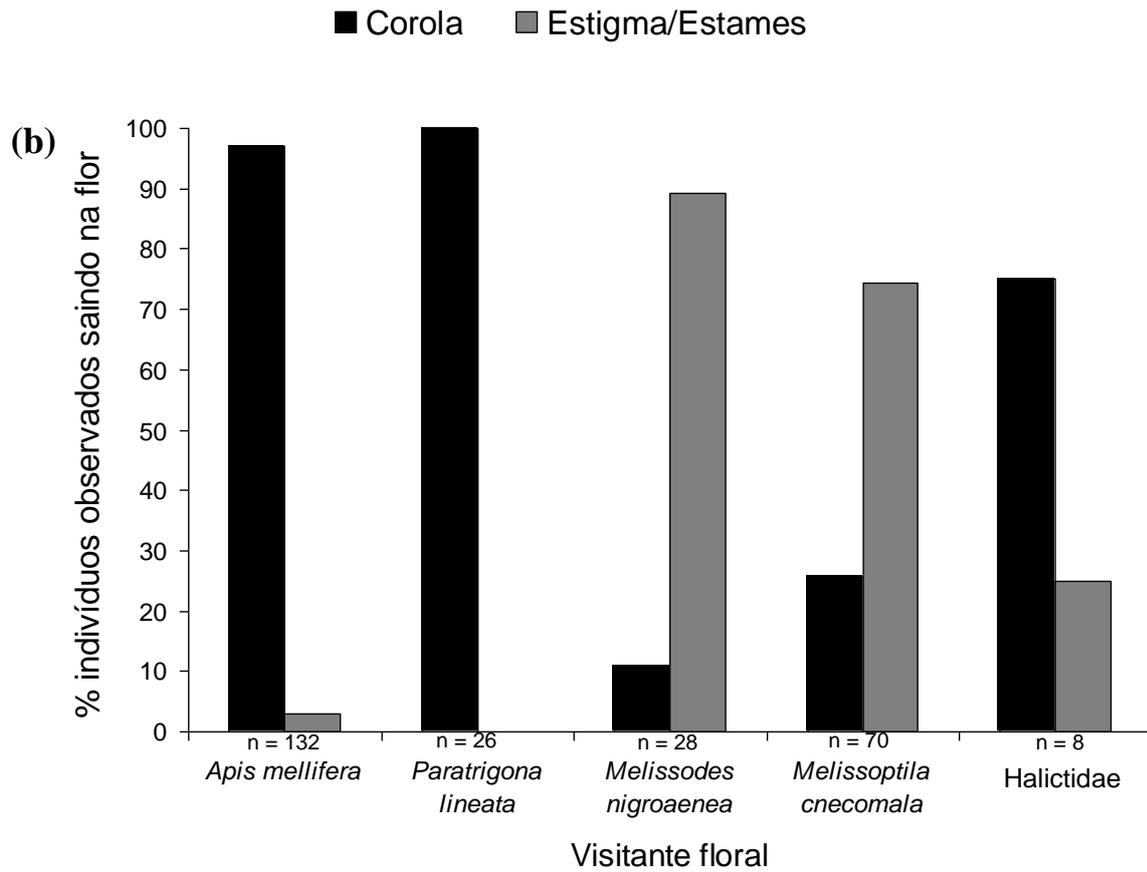
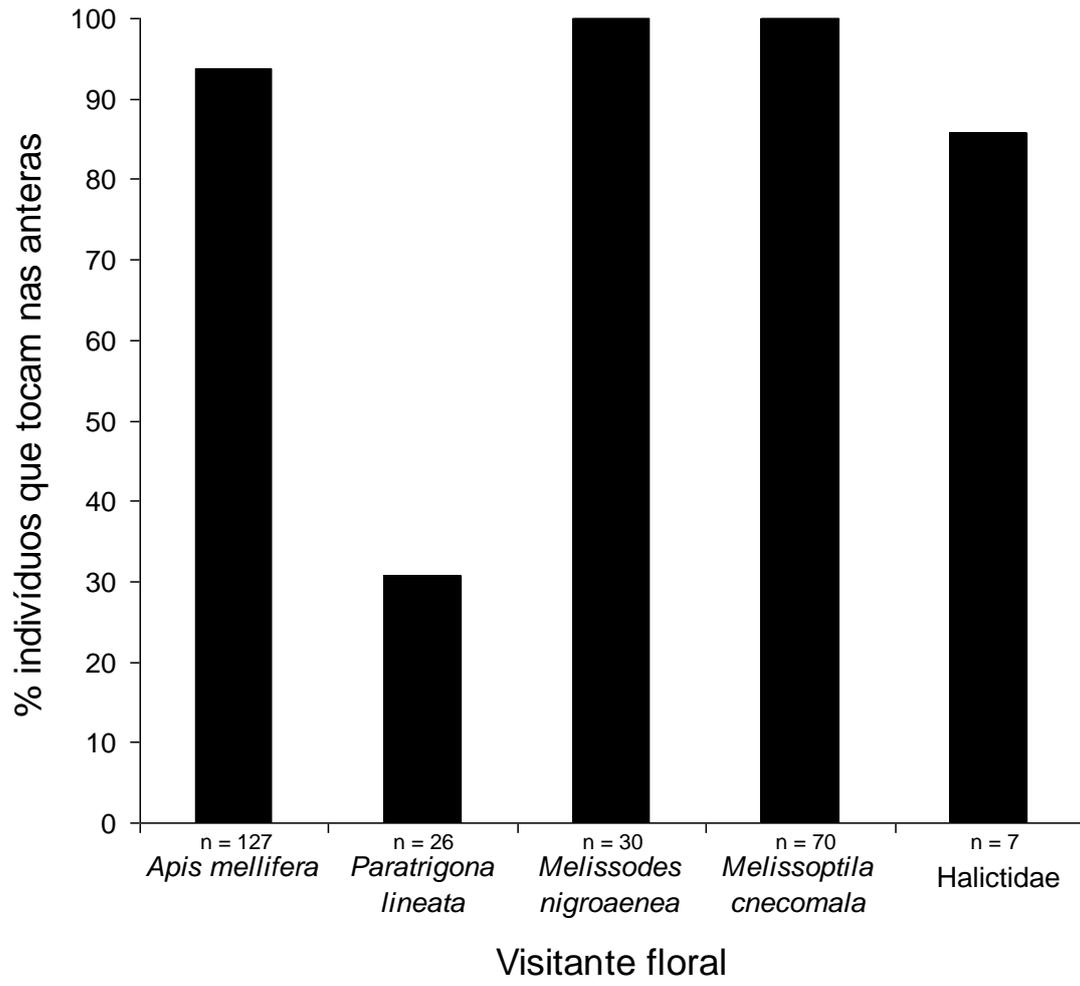


Figura 7: Porcentagem de indivíduos (abelhas) observados (a) chegando na flor de *G. hirsutum latifolium* cv. Delta Opal pela corola ou estigma/estames e (b) saindo da flor pela corola ou estigma/estames. As observações foram realizadas na Embrapa Hortaliças, DF, em 2006. O número de observações de cada variável analisada encontra-se sob o eixo "x", acima do nome da espécie ou grupo de abelha visitante floral.

(a)



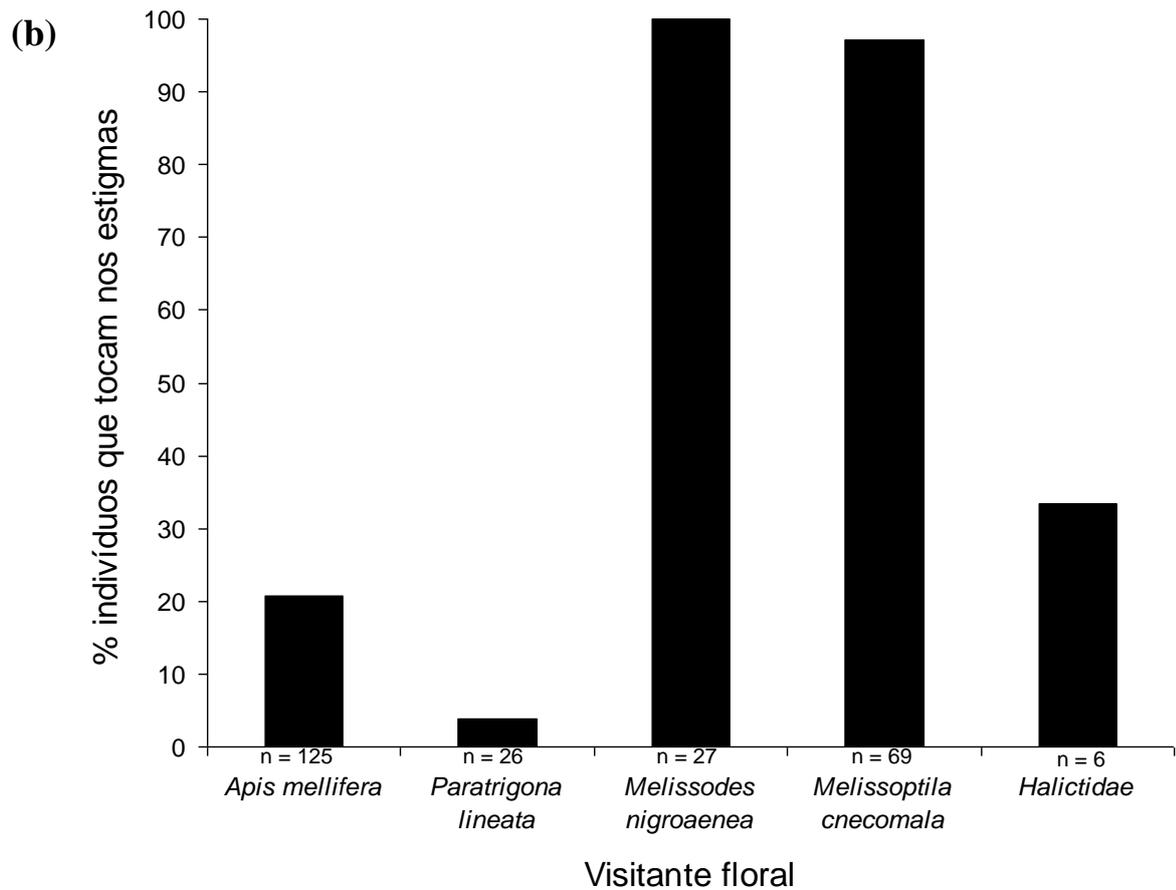
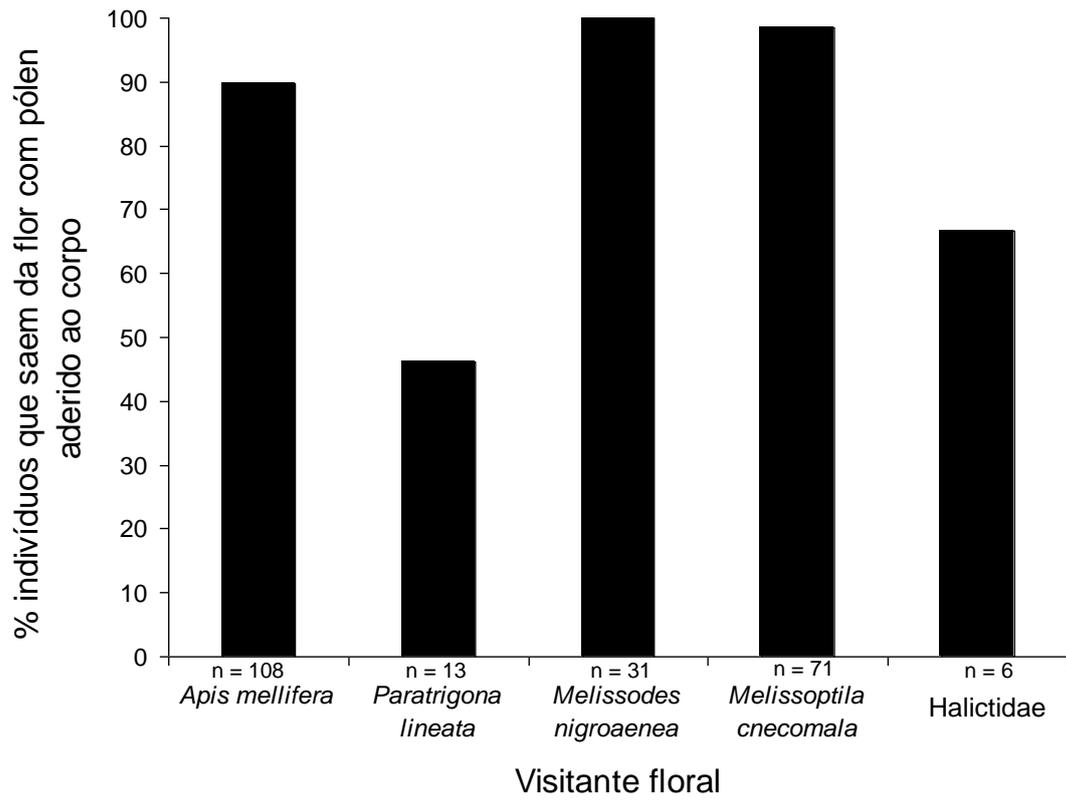


Figura 8: Porcentagem de indivíduos (abelhas) que (a) tocam as anteras das flores de *G. hirsutum latifolium* cv. Delta Opal durante a visita e (b) tocam os estigmas das flores durante a visita. As observações foram realizadas na Embrapa Hortaliças, DF, em 2006. O número de observações de cada variável analisada encontra-se sob o eixo "x", acima do nome da espécie ou grupo de visitante floral.

(a)



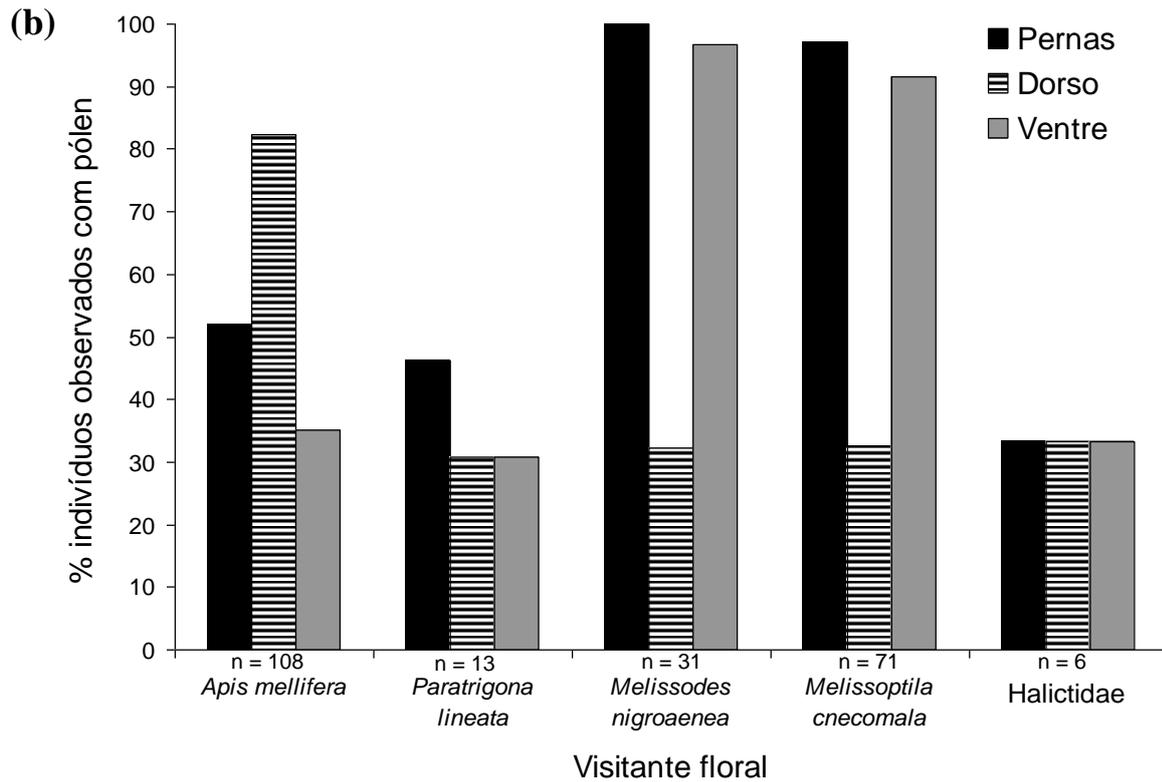


Figura 9: (a) Indivíduos de diferentes espécies de abelhas (em porcentagem) que saem da flor de *G. hirsutum latifolium* cv. Delta Opal com grãos de pólen aderidos ao corpo e (b) indivíduos de diferentes espécies de abelhas (em porcentagem) que saem da flor de *G. h. latifolium* cv. Delta Opal com grãos de pólen aderidos em diferentes partes do corpo (pernas, dorso e ventre). As observações foram realizadas na Embrapa Hortaliças, DF, em 2006. O número de observações de cada variável analisada encontra-se sob o eixo "x", acima do nome da espécie ou grupo de abelha visitante floral.

## DISCUSSÃO

Em ambos os anos deste estudo observou-se que as abelhas eram os visitantes mais freqüentes das flores de *Gossypium hirsutum* var. *latifolium* cv. Delta Opal na Embrapa Hortaliças, DF, apesar da coleta e registro dos visitantes florais ter se restringido ao táxon das abelhas. Esta observação corrobora com os estudos realizados tanto fora do Brasil (McGregor, 1976 e referências citadas por ele; Free, 1970) como neste país (Malerbo-Souza *et al.*, 2002; Sanchez e Malerbo-Souza, 2004; Melo e Zanella, 2005; Pires *et al.*, 2004 e 2006) com a mesma variedade e cultivar, outras variedades de *G. hirsutum* e outras espécies de *Gossypium*. Por exemplo, no estudo realizado por Pires *et al* (2006), de 153 espécies de insetos coletados nas flores de *Gossypium* spp. em diferentes localidades do Brasil, 47,40% (n = 72 espécies) pertencem a quatro famílias de abelhas e 49,78% (n = 1.630) do número total de indivíduos coletados (n = 3.274) são abelhas.

Isto se deve provavelmente pelo fato das flores desta espécie de algodoeiro, e das outras espécies de *Gossypium* de forma geral, apresentarem características que as tornam atraentes às abelhas como pétalas claras, o grande tamanho da flor, a forma de “sino” que facilita o acesso das abelhas ao centro da flor, a alta concentração de açúcares no néctar floral, além da presença de pólen em abundância e de fácil acesso (Gottsberger, 1986; Gaglianone, 2000; Corbet, 2003; Melo e Zanella, 2005).

Outros insetos visitantes florais além do grupo das abelhas, foram observados eventualmente, de forma não sistemática nas flores. Esses insetos, apesar de pouco freqüentes podem carregar grãos de pólen em seus corpos e, eventualmente, contribuir para um aumento da taxa de polinização cruzada nesta variedade.

Vespas do gênero *Myzium* (= *Elis*) foram citadas como importantes visitantes florais do algodoeiro no Paquistão (Erickson, 1983 e referências citadas por ele). Grandes vespas (Hymenoptera) (*e.g.* *Campsomeris* spp.) já haviam sido observadas em flores do algodoeiro em cultivos nos EUA e Egito. Além disso, estas vespas eram freqüentes nas flores e apresentavam seus corpos cobertos de pólen (Free, 1970 e referências citadas por ele). As vespas observadas na Embrapa Hortaliças eram de porte grande, raras nas flores, mas sempre tinham o corpo coberto de pólen. Todavia McGregor (1976 e referências citadas por ele) ressalta que a dispersão do pólen depende de um procedimento de “depositar e pegar”, e a não ser que o inseto visite um grande número de flores do algodoeiro, este não será considerado um polinizador eficiente.

Além de visitantes florais mais freqüentes em estudos realizados em outros países (EUA, Egito, Índia, Peru e Rússia), as abelhas também são tidas como os polinizadores mais eficientes do algodoeiro (McGregor, 1976). Espécies dos gêneros *Anthophora*, *Apis*, *Bombus*, *Halictus*, *Lithurgus*, *Megachile*, *Melissodes*, *Melitoma*, *Nomia* e *Xylocopa* são citadas como visitantes florais e, muitas delas, como polinizadoras do algodoeiro (Free, 1970; McGregor, 1976 e referências citadas por ele; Batra, *apud* Crane e Walker, 1983; Moffett, *apud* Sanchez e Malerbo-Souza, 2004). Nos levantamentos realizados no Brasil em flores do algodoeiro (Malerbo-Souza *et al.*, 2002; Sanchez e Malerbo-Souza, 2004; Melo e Zanella, 2005; Pires *et al.*, 2004 e 2006), incluindo o do presente estudo, *Apis mellifera*, espécies de *Bombus*, *Halictus*, *Lithurgus*, *Megachile*, *Melissodes*, *Melitoma* e *Xylocopa* também foram coletadas. Entretanto, muitas das espécies e até gêneros de abelhas citadas em outros países (*e.g.* *Nomia* spp.) sequer ocorrem no Brasil. Por isso a importância da coleta dos visitantes florais em diferentes locais e regiões, pois é notória a variação da fauna de abelhas visitantes florais de um local para o outro, mesmo entre locais próximos (Raw *et al.*, 2002; Silveira, 2003).

A riqueza de espécies de abelhas visitantes florais desta cultivar plantada na Embrapa Hortaliças muito provavelmente se deve ao entorno da plantação, que apresenta uma mata de galeria nas proximidades e ao modo de cultivo empregado nesta área (*e.g.* cultivo em pequena escala e aplicação dos praguicidas nas parcelas vizinhas ao da coleta no fim da tarde minimizando o contato das abelhas com os praguicidas). Este resultado corrobora com o já sugerido em outros estudos que apontam o tamanho e o ambiente em volta das áreas cultivadas e, ainda, a intensidade da utilização de praguicidas na cultura e em suas vizinhanças como fatores determinantes de quais espécies de abelhas possivelmente serão encontradas nas flores do algodoeiro e de outras plantas cultivadas (Crane e Walker, 1983; Erickson, 1983; Shepherd *et al.*, 2003; Silveira, 2003; Pires *et al.*, 2006).

Nota-se que a fauna de abelhas visitantes florais de outros gêneros e espécies de Malvaceae é bastante coincidente com a fauna coletada nas flores desta espécie cultivada de algodoeiro no DF. Portanto, este estudo vem a corroborar com Silveira (2003) que dentre estas espécies de abelhas possivelmente há muitas capazes de realizar o fluxo gênico, vai grãos de pólen, entre variedades transgênicas, as variedades já cultivadas de algodoeiro, aquelas asselvajadas e a espécie nativa de algodão, o que pode contribuir para uma redução da variabilidade genética de *Gossypium* (Barroso e Freire, 2003; Silveira, 2003). Outrossim, não se pode descartar a introdução indesejável de transgenes em outras Malvaceae não cultivadas no Brasil com a possibilidade do surgimento de plantas daninhas mais agressivas e perda de espécies raras dentro do grupo (Silveira, 2003; Ellstrand *et al.*, 1999).

Nenhum estudo de identificação dos polinizadores do algodoeiro havia sido realizado no Brasil como Silveira (2003) já havia ressaltado. O único estudo que tentou alcançar este objetivo através de observações do comportamento nas flores e acabou por restringir seus esforços na espécie de abelha mais abundante nas flores, *Apis mellifera*, foi aquele realizado por Melo e Zanella (2005). Logo, este estudo no Distrito Federal é pioneiro no que diz respeito a um refinamento na verificação de quais, dentre as espécies de abelhas visitantes florais, realizam a polinização das flores de *Gossypium hirsutum*.

Os polinizadores são agentes que promovem o transporte de grãos de pólen das anteras para o(s) estigma(s) da mesma flor ou de outra flor da mesma planta (autopolinização) ou ainda para o(s) estigma(s) de uma flor de planta diferente (polinização cruzada) (Shepherd *et al.*, 2003). A eficiência de um polinizador pode ser medida de várias formas e, claramente, a abundância é um dos aspectos de maior relevância. A velocidade de forrageamento, medida pelo número de visitas por unidade de tempo, a viabilidade e compatibilidade do pólen depositado sobre os estigmas e o balanço quantitativo entre o pólen removido das anteras e aquele depositado sobre os estigmas são outros aspectos muito importantes quando se trata de medir a eficiência dos polinizadores (Thomson e Goodell, 2001; Herrera, *apud* Richards *et al.*, 2005). Segundo Roubik (1989), grande parte da eficiência do polinizador reside, em última instância, no número de visitas que eles fazem e como, onde e quando eles distribuem o pólen, tanto em nível de indivíduo, quanto de populações. Roubik (1989) resalta ainda que abelhas maiores podem ser potencialmente melhores polinizadoras do que as abelhas pequenas.

O experimento de primeira visita realizado neste estudo foi eficiente para avaliar quais espécies são polinizadoras do algodão. Das seis espécies de abelha, cuja produtividade foi verificada após a primeira visita às flores de *G. h. var. latifolium* cv. Delta Opal, *A. mellifera*, *M. nigroaenea* e *M. cnecomala* polinizaram as flores de forma igualmente eficiente após a primeira visita. Halictidae e *S. quadripunctata* polinizaram metade das poucas flores que visitaram, porém o número de visitas foi muito baixo para se fazer qualquer comparação com as espécies citadas anteriormente. Já *P. lineata* não polinizou nenhuma das quatro flores visitadas, pois não depositou pólen sobre os estigmas, o que foi constatado visualmente no campo.

No mínimo 50 grãos de pólen viáveis devem contactar os estigmas das flores de *G. hirsutum* para que haja a produção máxima de sementes nos frutos e já foi constatado que uma única visita por um inseto à flor do algodoeiro não é suficiente para uma polinização completa (McGregor, 1976 e referências citadas por ele). Este fato foi constatado na

Embrapa Hortaliças através do experimento da primeira visita, pois parte das flores visitadas uma única vez não resultaram em frutos ou, quando houve a formação de frutos, na maioria dos casos não houve a formação máxima de sementes nestes frutos.

O fato de não ter havido frutificação após as visitas dos indivíduos de *P. lineata* às flores do algodoeiro em questão comprova a eficiência do método empregado neste estudo. Já foi verificado que a emasculação total das flores pode alterar o comportamento das abelhas e inclusive desencorajar visitas por aquelas coletoras de pólen, além de causar comportamentos anormais daquelas coletoras de néctar (Thomson e Goodell, 2001 e referência citada por eles). Portanto, a emasculação parcial das flores para evitar a autopolinização destas antes mesmo que recebessem a primeira visita não diminuiu sua atratividade em relação aos visitantes florais e, ao mesmo tempo, provou ser eficiente na constatação de que visitantes que não tocam nas estruturas reprodutivas, não promovem a polinização destas flores.

Espécies de *Apis* spp. principalmente *Apis mellifera*, *Bombus* spp. e *Melissodes* spp. são consideradas polinizadoras eficientes do algodoeiro em outros países (Free, 1970; McGregor, 1976; Erickson, 1983 e referências citadas por ele). No Brasil, *A. mellifera* pode ser considerada a polinizadora mais eficiente do algodoeiro, com base na sua grande abundância e comportamento nas flores (Malerbo-Souza *et al.*, 2002; Melo e Zanella, 2005). Este estudo no DF corrobora em parte com o encontrado em outros estudos quando aponta *A. mellifera* e uma espécie de *Melissodes* como polinizadora de *G. hirsutum*. *Melissoptila cnecomala*, pertencente à tribo Eucerini da qual *M. nigroaenea* também faz parte, já havia sido citada por Pires e colaboradores (2006) como visitante floral da cultivar Delta Opal no DF, porém pela primeira vez é citada como polinizadora do algodoeiro.

*Apis mellifera* é a espécie de abelha mais abundante nas flores de *G. hirsutum* no Brasil (Malerbo-Souza *et al.*, 2002; Sanchez e Malerbo-Souza, 2004; Melo e Zanella, 2005; Pires *et al.*, 2004 e 2006) e este fato também foi confirmado neste estudo no DF. Além disso, esta abelha não foi encontrada visitando os nectários extraflorais o que corrobora com alguns estudos (*e. g.* Malerbo-Souza *et al.*, 2002; Melo e Zanella, 2005; Pires *et al.*, 2004 e 2006) e contraria outros (McGregor, 1959; Free, 1970 e referência citada por ele; McGregor, 1976; Erickson, 1983) que detectaram uma preferência desta abelha pelo néctar mais concentrado contido nos nectários extraflorais do algodoeiro.

Além do quesito abundância nas flores, as operárias de *A. mellifera* são polinizadoras eficientes desta cultivar de *G. hirsutum* devido a outras características e comportamentos

em flor. Em razão de seu tamanho corporal, quase que obrigatoriamente estas abelhas tocam nas anteras quando buscam o néctar floral e, assim, grãos de pólen se aderem principalmente ao seu dorso, mas também a outras partes do corpo, corroborando com o verificado por Free (1970) e McGregor (1976).

Já a porcentagem de visitas em que estas abelhas tocam nos estigmas é relativamente baixa e, segundo Free (1970 e referências citadas por ele), provavelmente o toque nos estigmas por estas abelhas é maior quando as flores ainda estão sofrendo o processo de abertura da corola, o que faz com que elas se “espremam” para alcançar o nectário floral. As observações na Embrapa Hortaliças tiveram início quando a maioria das flores já estava aberta (9:00 h) e, logo, não foi possível constatar estas observações. Entretanto, Moffett e colaboradores (*apud* Danka, 2005) ressalta que grande parte das visitas realizadas pelas operárias de *A. mellifera* ocorrem entre 10:00 h e 14:00 h, quando as flores já estão bem abertas. Portanto, provavelmente um número muito reduzido de operárias iniciaram suas atividades antes que as flores estivessem bem abertas.

Eventualmente as operárias de *Apis mellifera* na chegada ou no levantar vôo para sair das flores tocavam “desastrosamente” nos estigmas florais. Este comportamento “desastroso”, também verificado por outros autores (Free, 1970; McGregor, 1976 e referências citadas por ele), faz com que as operárias de *A. mellifera* sejam consideradas boas polinizadoras, pois segundo Roubik (1989) um bom polinizador é freqüentemente aquele que comete “erros”.

Associado a estes comportamentos, o tempo médio de visita destas operárias às flores foi relativamente pequeno, permitindo a elas visitarem mais flores por unidade de tempo, o que contribui para aumentar a eficiência destas abelhas como polinizadoras (Thomson e Goodell, 2001). Segundo McGregor (1959) “10 operárias de *A. mellifera* por 100 flores do algodoeiro” seria o suficiente para cobrir os estigmas destas flores com pólen. Com isso, apesar da baixa porcentagem de toque nos estigmas, estas abelhas em abundância e realizando visitas rápidas podem promover a polinização de um grande número de flores.

McGregor (1976) sugere que *Apis mellifera* coleta pólen do algodoeiro somente quando não existe outra fonte de pólen nas redondezas do plantio. A presença de outras fontes de pólen na Embrapa Hortaliças como, por exemplo, o pólen de uma espécie de *Brachiaria* (Poacea) ao lado do plantio pode ter contribuído para a não coleta, por parte destas abelhas, do pólen do algodoeiro. Já Erickson (1983) argumenta que essa “rejeição” das operárias de *A. mellifera* pelo pólen do algodoeiro possa se dever a presença de altos níveis de *gossypol* (aldeído terpenóide), que podem agir como repelente às abelhas. Outros

argumentam que os grãos de pólen do algodoeiro são difíceis de serem empacotados e carregados nas corbículas por serem grandes e “espinhosos” (Vassiere e Vinson, *apud* Danka, 2005). Entretanto, recentemente Danka (2005) constatou uma inesperada alta taxa de coleta de pólen de *G. hirsutum* por *A. mellifera* após duas semanas da introdução de ninhos desta abelha em campos de cultivo de Louisiana, EUA. Porém, as causas para esta coleta massiva de pólen permanecem ainda obscuras.

Freqüentemente operárias de *A. mellifera*, apesar de não terem coletado efetivamente pólen, eram vistas com grãos de pólen aderidos por todo o corpo e, quando a situação chegava a tal ponto, elas apresentavam o comportamento de pouso sobre as folhas, e neste estudo no DF verificou-se também uma operária dependurada no ápice de uma das pétalas das flores, para a retirada dos grãos de pólen do corpo sem a coleta e armazenamento destes nas corbículas. Este comportamento de “auto-limpeza” destas abelhas, porém somente sobre as folhas, também foi constatado por McGregor (1976) em algodoads dos EUA. Este autor ressalta que estas abelhas mesmo depois deste comportamento de “auto-limpeza” ainda assim entram em seus ninhos com pólen aderido ao corpo. Portanto, este comportamento pode diminuir a quantidade de pólen carregado por estas abelhas, mas ainda assim elas possivelmente continuam a depositar pólen sobre os estigmas de outras flores.

O gênero *Bombus* foi pouco representativo no local amostrado, onde somente uma fêmea de *B. atratus* foi coletada. Estas abelhas sociais, quando presentes nos cultivos do algodoeiro, são polinizadoras eficientes por serem abelhas grandes com muitos pêlos no corpo, por coletarem néctar somente dentro das flores, além de coletarem também o pólen para provisionamento das células de cria nos ninhos (Free, 1970; McGregor, 1976 e referências citadas por ele; Erickson, 1983).

A ausência de *Bombus* spp. nas flores do algodoeiro já havia sido constatada em algumas áreas produtoras de algodão nos EUA, onde logicamente, estas abelhas não são polinizadoras do algodoeiro (McGregor, 1976; Erickson, 1983 e referências citadas por ele). No Brasil, espécies de *Bombus* não estiveram presentes nas flores dos campos de cultivo de *G. hirsutum* fora do DF (Pires *et al.*, 2006). Segundo Erickson (1983), o intenso uso de praguicidas pode ser uma explicação plausível para esta baixa abundância e até ausência de abelhas silvestres nos algodoads. No entanto, tanto *B. atratus* quanto *B. morio* foram coletados em flores da cultivar Delta Opal na fazenda Coperbrás-DF (Pires *et al.*, 2006), cujos algodoads são freqüentemente pulverizados com praguicidas. Curiosamente, a área do algodoad em que esta fêmea de *B. atratus* foi coletada na Embrapa Hortaliças não recebeu inseticidas, ou recebeu de forma indireta (por deriva) das áreas vizinhas. Portanto,

a pouca representatividade deste grupo nas flores da cultivar Delta Opal na Embrapa Hortaliças pode se dever a outros fatores, como por exemplo, à existência de outras fontes de alimento nos arredores do plantio que são mais atrativas a estas abelhas.

*Melissodes nigroaenea* e *Melissoptila cnecomala* foram espécies abundantes nas flores da cultivar Delta Opal na Embrapa Hortaliças, depois de *A. mellifera*. A grande abundância de *Melissodes* spp. nas flores do algodoeiro já havia sido detectada em alguns algodoais da América do Norte, onde estas abelhas também polinizaram as flores de forma eficiente (Free, 1970; McGregor, 1976; Erickson, 1983). Além disso, Butler e colaboradores (*apud* McGregor, 1976) verificaram que um único indivíduo de *Melissodes* sp. é capaz de visitar até 200 flores/dia sob condições naturais e se isso for verdade para as espécies de Eucerini observadas no DF, a menor abundância destas e o maior tempo de visita às flores em relação à *A. mellifera* não diminuem sua importância como polinizadoras.

Além da Embrapa Hortaliças, *M. nigroaenea* foi coletada em flores de *G. hirsutum* na fazenda Coperbrás-DF e em Primavera do Leste-MT, onde foi relativamente abundante, além de estar presente, porém em menor número, em Rondonópolis-MT. Em 2003, ano em que esta espécie esteve presente na fazenda Coperbrás, as coletas ocorreram em uma área sem aplicação de praguicidas e localizada ao lado de vegetação de cerrado perturbado, o que pode ter contribuído para sua presença e em tal abundância nesta área, como já foi ressaltado por Erickson (1983) e Pires e colaboradores (2006). Coincidentemente, a área em que esta espécie foi amostrada em Primavera do Leste-MT, apesar de ser tratada com praguicidas, era também próxima à vegetação natural confirmando a importância deste fator na presença e maior abundância destas abelhas nas flores do algodoeiro.

Diferente de *M. nigroaenea*, *M. cnecomala* foi coletada somente na fazenda Coperbrás-DF onde foi representada por poucos indivíduos (Pires *et al.*, 2006). Por esta ausência em outras áreas de cultivo ou presença em baixa abundância, *M. cnecomala* tem sua importância diminuída como polinizadora das flores de *G. hirsutum* em outras áreas de cultivo do Brasil. McGregor (1976) verificou que as abelhas do gênero *Melissodes* são sazonais e podem ser abundantes durante parte do período de floração do algodoeiro e raras em outros momentos. Diferentemente do encontrado nos algodoais dos EUA, as espécies de Eucerini coletadas no DF estavam presentes nas flores durante todo o período de floração em ambos os anos de estudo, um motivo a mais para estas abelhas serem consideradas polinizadoras eficientes da cultivar Delta Opal no local estudado.

O comportamento em flor de *M. nigroaenea* e *M. cnecomala* é muito semelhante àquele verificado por Silva-Pereira e colaboradores (2003) para *Melissoptila thoracica* em flores de

*Sida* sp. (Malvaceae). Por visitar freqüentemente as flores e com base em seu comportamento de forrageamento, *M. thoracica* foi considerada uma polinizadora efetiva das flores desta Malvaceae. Entretanto, diferente de *M. thoracica* que pousa sobre as pétalas e já contata as anteras e os estigmas com seu ventre, *M. nigroaenea* e *M. cnecomala* pousam, na grande maioria das vezes, diretamente sobre os estigmas e anteras das flores do algodoeiro, onde permanecem e caminham durante toda a visita. Esta diferença de comportamento provavelmente se deve ao fato das flores de *Sida* sp. do referido estudo serem menores se comparado às flores do algodoeiro estudado.

Como coletoras quase que exclusivamente de pólen nas flores e sendo esta uma característica de bom polinizador (Free, *apud* Faegri e van der Pijl, 1966) no caso do algodoeiro, *M. nigroaenea* e *M. cnecomala*, mais uma vez provam sua eficiência como polinizadoras das flores da cultivar Delta Opal na Embrapa Hortaliças. Entretanto, além do pólen, McGregor (1976) relatou que o néctar das flores do algodoeiro são levados pelas fêmeas de *Melissodes* spp. para o provisionamento de suas células de cria (McGregor, 1976). Raras foram as vezes em que indivíduos destas duas espécies de Eucerini coletaram o néctar floral. Provavelmente outras espécies de plantas presentes nos arredores do plantio da Embrapa Hortaliças eram mais atrativas, como fonte de néctar, para estas duas espécies de abelha.

As quatro espécies da sub-tribo Meliponina, *P. lineata*, *P. cfr. cupira*, *T. spinipes* e *S. quadripunctata*, comumente conhecidas como abelhas indígenas sem ferrão, ou não são polinizadoras ou são polinizadoras pouco eficientes das flores da cultivar Delta Opal na Embrapa Hortaliças. *Paratrigona lineata*, apesar de ser relativamente abundante nas flores de *G. hirsutum* var. *latifolium* na Embrapa Hortaliças e em outros campos de cultivo no DF, MT e BA (Pires *et al.*, 2006), não é uma polinizadora das flores da variedade *latifolium* cv. Delta Opal por não ter havido frutificação após a primeira visita às flores pelas operárias desta espécie, por elas poderem apresentar tempos de visita relativamente longos e chegarem e saírem das flores sempre pela corola. Além disso, estas são abelhas pequenas que coletam somente o néctar floral, o que dificulta o toque aos estigmas e às anteras das flores.

*Schwarziana quadripunctata* realizou a polinização com apenas uma visita a uma das duas flores que visitou além de ter tocado nos estigmas em uma das três visitas observadas. Apesar de pouco freqüente nas flores da cultivar Delta Opal no local amostrado, esta abelha é capaz de polinizar parte das flores que visita. Porém, o número de sementes produzidas após a primeira visita à flor foi baixo e esta espécie foi amostrada somente na Embrapa Hortaliças dentre todos os outros campos de cultivo de *G. hirsutum* amostrados

no DF e em outros estados (Pires, *et al.*, 2006) e, portanto, isso diminui a sua eficiência como polinizadora das flores do algodoeiro em questão.

Apesar de algumas operárias de *T. spinipes* terem sido coletadas dentro das flores na Embrapa Hortaliças, somente uma operária das 14 observadas em diferentes datas encontrava-se dentro da flor, mas nenhuma efetivamente polinizava as flores visitadas e todas estavam em busca do néctar floral. As 13 operárias observadas entre o cálice e as brácteas pilhavam o néctar floral por orifícios no cálice feitos por elas ou por outros insetos sem mesmo “entrar” na flor e, em seguida, apresentavam o comportamento de trofalaxia com outra operária. A trofalaxia, ou troca de líquidos boca-a-boca por regurgitação, é muito comum entre adultos de meliponíneos (Sakagami e Oniki, *apud* Wilson, 1995). Provavelmente estas operárias estavam trocando entre si o néctar das flores da cultivar Delta Opal, porém não se sabe o motivo deste comportamento.

Este comportamento de pilhagem do néctar floral, com conseqüente não polinização das flores, já havia sido detectada pela ação de espécies de *Oxaea* (Andrenidae) em flores de Bignoniaceae (Silberbauer-Gottsberger e Gottsberger, 1988). Porém, estes autores ressaltam que estas abelhas possivelmente participavam na ecologia de polinização das Bignoniaceae, pois com a redução do néctar floral disponível promovido pela remoção das pilhadoras de *Oxaeae*, os polinizadores efetivos eram forçados a mudar de flores mais vezes para obter a mesma quantidade de néctar. Portanto, as operárias de *T. spinipes* podem estar, de forma indireta, contribuindo para um aumento da polinização das flores do algodoeiro na Embrapa Hortaliças.

Operárias de *Trigona spinipes* foram coletadas somente dentro das flores de *G. hirsutum* na fazenda Coperbrás (DF) e em outros campos de cultivo nos estados do MT, BA e SP, além de estarem presentes nas flores de *G. barbadense* no DF e na PB e em flores de *G. hirsutum* var. *marie-galante* na PB (Pires *et al.*, 2006). Especialmente nos cultivos irrigados de *G. hirsutum* da BA, esta abelha foi relativamente freqüente nas flores (Pires *et al.*, 2006). Por ser uma espécie que ocorre em diferentes algodoais do Brasil, podendo ser abundante nas flores em determinados lugares, além de visitar as flores de mocó e de *G. barbadense*, talvez deva ser dado um crédito a esta espécie no sentido de que esta pode ser uma polinizadora do algodoeiro dependendo do local. Devido ao pequeno número de observações destas abelhas na Embrapa Hortaliças, sugere-se que nestes algodoais onde há uma maior freqüência destas abelhas nas flores, seja feito um estudo do comportamento destas durante suas visitas às flores.

Os indivíduos da família Halictidae observados nas flores da cultivar Delta Opal são de porte médio a pequeno, além de esguios, o que poderia indicar que estas abelhas não seriam polinizadoras das flores deste algodoeiro. Entretanto, parte dos indivíduos observados apresentou um comportamento de polinizadoras destas flores (*e.g.* toque nos estigmas e nas anteras, tempo de visita às flores ora foi curto, ora foi longo), além de ter sido constatada a produção de frutos, apesar da pouca produção de sementes por fruto, após a primeira visita de parte das flores visitadas. A importância de espécies de Halictidae (*e.g.* *Halictus* spp. e *Agapostemon angelicus*) como polinizadoras do algodoeiro já havia sido ressaltada em outros estudos realizados no Egito e nos EUA (Erickson, 1983 e referências citadas por ele), o que fortalece o encontrado neste estudo ocorrido no DF.

Halictidae é representada por 25 espécies coletadas em flores de *G. hirsutum* em diferentes áreas de cultivo do Brasil (Pires *et al.*, 2006), sendo que somente na Embrapa Hortaliças foram amostradas 10 espécies. Apesar desta grande representatividade no quesito riqueza, cada espécie é pouco abundante nas flores de todos os locais amostrados, o que diminui a eficiência de cada espécie como polinizadora, porém o grupo como um todo contribui para a polinização das flores.

Os poucos indivíduos, muito provavelmente machos, de *Ptilothrix* cfr. *plumata* observados nas flores desta cultivar de algodoeiro no DF contribuíam para a autopolinização das flores em que se encontravam, pois tocavam nos estigmas e nas anteras com seu ventre e pernas cheios de grãos de pólen. Entretanto, por serem pouco abundantes e por permanecerem parados na mesma flor sobre estas estruturas florais durante um tempo muito longo, estes indivíduos provavelmente realizavam, mas de forma pouco eficiente, a polinização cruzada das flores.

Alguns estudos já constataram que as flores podem servir de local para o acasalamento e repouso para algumas espécies de abelhas (Simpson e Neff, 1981; Morato e Campos, 2000). Este parece ser o caso dos machos de *Ptilothrix* cfr. *plumata* que se utilizavam das flores desta cultivar de algodoeiro para, eventualmente, se alimentar de néctar, descansar e/ou aguardar a chegada de fêmeas para se acasalarem. Um indício de que isso seja verdadeiro neste caso foi a constatação de uma abelha, provavelmente um macho, que já estava pousado sobre as anteras de uma flor por um tempo e uma outra (fêmea, coletada neste caso) que tentou visitar a flor e estas então iniciaram um “confronto” e/ou “cópula”. Este pode ser um caso de *rendevouz pollination* descrito por Faegri e Van Der Pijl (*apud* Morato e Campos, 2000), que ocorre quando abelhas de uma mesma espécie e de ambos os sexos ocorrem simultaneamente na mesma flor, com resultante acasalamento. Este comportamento já havia sido verificado em outros estudos, como por exemplo, para

*Cephalurgus anomalus* (Hymenoptera: Andrenidae) em flores de *Sida lonchitis* (Malvaceae) por Morato e Campos (2000).

Além da Embrapa Hortaliças, segundo Pires e colaboradores (2006), indivíduos de *P.* cfr. *plumata* foram coletados em flores de *G. hirsutum* em outra localidade (MT) e em flores de *G. barbadense* também no DF e em MG. Nestes casos, estas abelhas também eram pouco abundantes nas flores, machos e fêmeas foram coletados, porém não foram encontrados simultaneamente nas flores. Todavia, o comportamento de *rendevouz pollination* pode acontecer em outros campos de cultivo e nas flores da outra espécie de algodoeiro citada.

A raridade das abelhas do gênero *Exomalopsis* nas flores da cultivar Delta Opal na Embrapa Hortaliças torna complicada qualquer afirmação a respeito de sua eficiência como polinizadoras. Apesar disso, devido ao fato de serem abelhas peludas e de médio porte (Silveira *et al.*, 2002), e com base na única observação de uma fêmea de *E. analis* na flor, estas são abelhas com potencial de carrear grãos de pólen aderidos ao seu corpo, e logo, se estiverem em maior número nas flores, estas abelhas teriam um potencial de agirem como polinizadoras eventuais.

Além disso, *E. analis* foi coletada em outros campos de cultivo de *G. hirsutum* no DF, BA e MT e foi a única representante do gênero a ser coletada em flores de *G. barbadense* na PB, não tendo sido encontrada em flores de mocó e *G. mustelinum* (Pires *et al.*, 2006). Porém em todos os locais esta espécie esteve representada por poucos indivíduos. Duas espécies, *E. fulvofasciata* e *Exomalopsis* sp. 2, foram relativamente abundantes nas flores de *G. hirsutum* em cultivos de SP e da BA, respectivamente (Pires *et al.*, 2006). Sugere-se que mais estudos de comportamento em flor sejam realizados para estas espécies nos locais amostrados, pois devido às suas características morfológicas (porte médio e com muitos pêlos) estas têm a possibilidade de contribuir para a polinização das flores do algodoeiro.

As abelhas do gênero *Ceratina* são pequenas, esguias, com pouca pilosidade (Silveira *et al.*, 2002) e, por estas características, estas abelhas já têm uma menor chance de serem polinizadoras eficientes da cultivar Delta Opal. Os indivíduos observados não coletavam pólen, o que diminui ainda mais a probabilidade de tocarem nas estruturas reprodutivas das flores. Associado a isto, estas abelhas foram pouco abundantes nas flores do algodoeiro na Embrapa Hortaliças reforçando a idéia de que os indivíduos deste grupo não polinizam as flores que visitam.

Todavia, nem sempre as abelhas do gênero *Ceratina* são pouco representadas em relação ao restante dos visitantes florais do algodoeiro. Por exemplo, *Ceratina (Crewella)* cfr.

*gossypii* teve certa representatividade nas flores de *G. hirsutum* de Rondonópolis-MT e uma espécie não identificada deste gênero foi muito abundante nas flores de mocó, *G. barbadense* e *G. mustelinum* na PB (Pires *et al.*, 2006). Além disso, *C. (Crewella) cfr. asuncionis*, espécie coletada na Embrapa Hortaliças, esteve presente nas flores de *G. barbadense* em pequenas propriedades rurais do DF, sendo que em algumas propriedades estas eram relativamente freqüentes. Portanto, dependendo do local amostrado, diferentes espécies de *Ceratina* com diferentes comportamentos em flor podem estar presentes e em abundâncias bem superiores à encontrada na Embrapa Hortaliças, inclusive contribuindo para a polinização das flores do algodoeiro.

Somente machos de *Lithurgus huberi* foram coletados nas flores da cultivar Delta Opal na Embrapa Hortaliças. Entretanto, tanto machos (n = 3) quanto fêmeas (n = 4) desta espécie foram amostrados em flores de *G. barbadense* em pequenas propriedades rurais do DF. Em uma situação inclusive, uma fêmea e um macho desta espécie foram coletados em uma mesma planta na mesma data (Pires *et al.*, dados não publicados). Isto pode sugerir que os machos desta espécie possam procurar pelas fêmeas nas flores de *G. barbadense* e até de *G. hirsutum* para realizar a cópula com conseqüente polinização das flores (*rendevouz pollination*), como no caso verificado para *Ptilothrix cfr. plumata* e naquele relatado por Morato e Campos (2000).

Outras espécies de abelhas coletadas neste estudo na Embrapa Hortaliças cujo comportamento em flor não pôde ser observado, mas que devido ao seu grande porte e pilosidade no corpo podem polinizar as flores que visitam e carrear o pólen a longas distâncias são os machos das duas espécies de *Centris* e de *Eulaema nigrita*. *Centris scopipes* e outra espécie não identificada de *Centris (Ptilotopus)* foram coletadas também em flores de *G. hirsutum* var. *latifolium* em 2003 na fazenda Coperbrás (Pires *et al.*, 2006), porém, estas espécies foram relativamente raras nas flores e isso faz com que a eficiência destas como polinizadoras seja reduzida.

Além destas, as fêmeas de *Alepidosceles imitatrix* são abelhas com muita pilosidade no corpo e de porte médio e, por isso, também merecem ser destacadas como possíveis polinizadoras das flores de *G. hirsutum*. *Alepidosceles imitatrix* foram relativamente abundantes em campos de cultivo de Rondonópolis-MT, mas foram raras em Primavera do Leste-MT e em Barreiras-BA segundo o encontrado por Pires e colaboradores (2006). Portanto, em algodoais em que esta espécie é relativamente abundante nas flores, esta é uma potencial polinizadora do algodoeiro em questão.

## CONCLUSÕES

- As abelhas são os visitantes florais mais freqüentes de *Gossypium hirsutum* var. *latifolium* cv. Delta Opal na Embrapa Hortaliças, DF.
- É importante a coleta dos visitantes florais em diferentes locais e regiões, pois é notória a variação da fauna de abelhas visitantes florais de um local para o outro, mesmo entre locais próximos.
- É importante se realizar o levantamento dos visitantes florais ao longo da floração e em mais de um ano para aumentar a probabilidade de coleta de espécies menos abundantes.
- *Ceratina* spp., *E. analis*, *P. lineata*, *P. cfr. cupira* e *T. spinipes* não realizam a polinização das flores que visitam, apesar de carregarem grãos de pólen no corpo. Além disso, *T. spinipes* é pilhadora do néctar floral e, possivelmente, participa da ecologia de polinização deste algodoeiro ao contribuir, de forma indireta, para um aumento da atividade dos polinizadores efetivos e adicionais que têm que visitar um maior número de flores para obter o mesmo volume de néctar.
- Na Embrapa Hortaliças, *A. mellifera*, *M. nigroaenea* e *M. cnecomala* polinizam de forma eficiente as flores do algodoeiro em questão, e portanto, são considerados os principais polinizadores. Porém, devido a grande freqüência nas flores e a distribuição generalizada nas diferentes áreas de produção (Pires *et al.*, 2006), *Apis mellifera* pode ser considerada a polinizadora mais eficiente das flores de *Gossypium hirsutum* no Brasil.

## REFERÊNCIAS

- AYRES, M.; AYRES JR., M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. 2005. **BioEstat 4.0. Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Sociedade Civil Mamirauá – MCT – Imprensa Oficial do Estado do Pará. Belém – PA.
- BARROSO, P.A.V.; FREIRE, E.C. 2003. Fluxo Gênico em Algodão no Brasil. *In* **Impacto ecológico de plantas geneticamente modificadas: o algodão resistente a insetos como estudo de caso**. PIRES, C.S.S.; FONTES, E.M.G.; SUJII, E.R. (eds). Brasília, DF. 163 – 193 p.
- CORBET, S. A. 2003. Nectar sugar content: estimating standing crop and secretion rate in the field. **Apidologie** 34: 1 – 10.
- CRANE, E.; WALKER, P. 1983. **The impact of pest management on bees and pollination**. International Bee Research Association. Tropical Development and Research Institute. London, UK. 129 p. + Annex.
- DAFNI, A. 1992. **Pollination Ecology: a practical approach**. Oxford University Press, Oxford, England. 250 p.
- DANKA, R. G. 2005. High levels of cotton pollen collection observed for honey bees (Hymenoptera: Apidae) in South-Central Louisiana. **Journal of Entomological Science** 40(3): 316 – 326.
- ELLSTRAND, N. C.; PRENTICE, H. C.; HANCOCK, J. F. 1999. Gene flow and introgression from domesticated plants into their wild relatives. **Annual Review of Ecology and Systematics** 30: 539 – 563.
- ERICKSON, E. H. J. 1983. Pollination of entomophilous hybrid seed parents. *In* JONES, C. E.; LITTLE, R. J. **Handbook of Experimental Pollination Biology**. Scientific and Academic Editions. Division of Van Nostrand Reinhold Company inc. New York. 493 – 535 p.
- FÆGRI, K.; VAN DER PIJL, L. 1966. **The principles of pollination ecology**. Pergamon Press, Oxford. 248 p.
- FONTES, E. M. G.; RAMALHO, F. S.; UNDERWOOD, E.; BARROSO, P. A. V.; SIMON, M. F.; SUJII, E. R.; PIRES, C. S. S.; BELTRÃO, N.; LUCENA, W. A.; FREIRE, E. C. 2006. Chapter 2: The Cotton Agricultural Context in Brazil. *In* **Environmental Risk Assessment of Genetically Modified Organisms Volume 2: Methodologies for Assessing Bt Cotton in Brazil**. Hilbeck, A.; Andow, D; Fontes, E. M. G. (eds.). CABI Publishing, Wallingford, UK. 400 p.
- FREE, J. B. 1970. Malvaceae. *In* **Insect Pollination of Crops**. London: Academic Press. 151 – 168 p.
- GAGLIANONE, M. C. 2000. Biologia floral de espécies simpátricas de Malvaceae e suas abelhas visitantes. **Biociências** 8(1): 13 – 31.
- GOTTSBERGER, G. 1986. Some pollination strategies in neotropical savannas and forests. **Plant Systematics and Evolution** 152: 29 – 45.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2007. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/pesquisa/pesquisa.php?palavras=clima&pagina\\_atual=1&tema=0&Submit.x=0&Submit.y=0&Submit=Ok](http://www.ibge.gov.br/home/pesquisa/pesquisa.php?palavras=clima&pagina_atual=1&tema=0&Submit.x=0&Submit.y=0&Submit=Ok) Acesso em 27/11/2007.

MALERBO-SOUZA, D. T.; SANCHEZ JUNIOR, J. L. B.; ROSSI, M. M. 2002. Insetos associados às flores do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). In **Encontro sobre Abelhas**, 5. Anais. Ribeirão Preto: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP. 345 p.

McGREGOR, S. E. 1959. Cotton-flower visitation and pollen distribution by honey bees. **Science** 129: 97 – 98.

McGREGOR, S. E. 1976. **Insect Pollination of Cultivated Crop Plants**. Agriculture Handbook nº 496. Washington, ARS – USDA. 171 – 190 p.

MDM - Sementes de algodão. 2007. Cultivar transgênica NuOpal. Disponível em: <http://www.mdm-algodao.com.br/v2/nuopal.php> Acesso em 12/11/2007.

MELO, R. R.; ZANELLA, F. C. V. 2005. Avaliação do papel das abelhas na polinização do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) no semi-árido nordestino. **II Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande**. PIBIC/ CNPq/ UFCG. 8 p.

MORATO, E. F.; CAMPOS, L. A. O. 2000. Partição de recursos florais de espécies de *Sida* Linnaeus e *Malvastrum coromandelianum* (Linnaeus) Garcke (Malvaceae) entre *Cephalurgus anomalus* Moures & Oliveira (Hymenoptera, Andrenidae, Panurginae) e *Melissoptila cnecomala* (Moure) (Hymenoptera, Apidae, Eucerini). **Revista Brasileira de Zoologia** 17(3): 705 – 727.

PIRES, C. S. S.; PEREIRA, F. F. O.; PINHEIRO, E.M.L.; PORTILHO, T.; SUJII, E.R.; SCHMIDT, F.G.V.; FARIA, M.R.; FRIZZAS, M.R.; SILVEIRA, F.A.; FONTES, E.M.G. 2004. Inventário de abelhas visitantes das flores de *Gossypium hirsutum* no Distrito Federal. In **XXV Congresso Brasileiro de Zoologia, Brasília**. Anais. nº 568. Disponível em <http://www.unb.br/ib/zoo/CBZ/resumos/Insecta.pdf> Acesso em junho de 2007.

PIRES, C. S. S.; SILVEIRA, F. A.; CARDOSO, C. F.; OLIVEIRA, G. M.; PEREIRA, F. F. O.; SOUZA, V. V.; NAKASU, E. Y. T.; PAES, J. S. O.; TELES, E.; SILVIE, P.; RODRIGUES, S.; MIRANDA, J.; SCOMPARINI, A.; BASTOS, C.; OLIVEIRA, G. S.; OLIVEIRA, J. E.; SANTOS, J. B.; BARROSO, P. A. V.; SUJII, E.; FONTES, E. M. G. 2006. Visitantes florais em espécies cultivadas e não cultivadas de algodoeiro (*Gossypium* spp), em diferentes regiões do Brasil. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** nº 148, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 14 p.

RAW, A.; BOAVENTURA, M. C.; FREITAS, G.S. 2002. The diversity of a bee fauna: the species of the cerrados of central Brazil. In **Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature**. Kevan, P. G.; Imperatriz-Fonseca, V. L. (eds.) – Brasília: Ministry of Environment. 313 p.

RICHARDS, J. S. ; STANLEY, J. N.; GREGG, P. C. 2005. Viability of cotton and canola pollen on the proboscis of *Helicoverpa armigera*: implications for spread of transgenes and pollination ecology. **Ecological Entomology** 30: 327 – 333.

ROUBIK, D. W. 1989. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge Tropical Biology series. Cambridge University Press. 514 p.

SANCHEZ Jr, J. L. B.; MALERBO-SOUZA, D. T. 2004. Freqüência dos insetos na polinização e produção de algodão. **Acta Scientiarum Agronomy** 26(4): 461 – 465.

SHEPHERD, M.; BUCHMANN, S. L.; VAUGHAN, M.; BLACK, S. H. 2003. **Pollinator Conservation Handbook. A guide to understanding, protecting, and providing habitat for native pollinator insects**. The Xerces Society. Portland, Oregon, U.S. in Association with The Bee Works. 145 p.

- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I.; GOTTSBERGER, G. 1988. A polinização de plantas do cerrado. **Revista Brasileira de Biologia** 48(4): 651 – 663.
- SILVA-PEREIRA, V.; ALVES-DOS-SANTOS, I.; MALAGODI-BRAGA, K. S.; CONTRERA, F. A. L. 2003. Forrageamento de *Melissoptila thoracica* Smith (Hymenoptera, Eucerini, Apoidea) em flores de *Sida* (Malvaceae). **Revista Brasileira de Zoologia** 20(3): 427 – 432.
- SILVEIRA, F. A. 2003. As abelhas e o algodão *Bt* no Brasil - uma avaliação preliminar. *In* **Impacto Ecológico das Plantas Geneticamente Modificadas - O algodão resistente a insetos como estudo de caso**. PIRES, C. S. S.; FONTES, E. M. G.; SUJII, E. R. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 195 - 215 p.
- SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. 2002. **Abelhas Brasileiras. Sistemática e Identificação**. Belo Horizonte, F. A. Silveira. 253 p.
- SIMPSON, B. B.; NEFF, J. L. 1981. Floral rewards: alternatives to pollen and nectar **Annals of the Missouri Botanical Garden** 68(2): 301 – 322.
- SMALL, R. L.; RYBURN, J. A.; CRONN, R. C.; SEELANAN, T; WENDEL, J. F. 1998. The tortoise and the hare: choosing between noncoding plastome and nuclear *Adh* sequences for phylogeny reconstruction in a recently diverged plant group. **American Journal of Botany** 85(9): 1301 – 1315.
- SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. 1995. **Biometry: the principles and practice of statistics in biological research**. 3rd ed. W.H. Freeman, New York, 887p.
- THOMSON, J. D.; GOODELL, K. 2001. Pollen removal and deposition by honeybee and bumblebee visitors to apple and almond flowers. **Journal of Applied Ecology** 38: 1032 – 1044.
- WILSON, E. O. 1995. **Sociobiology**. The Belknap Press of Harvard University Press. 366 p.