

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS (UFGD)
Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade

**ENTOMOFAUNA DE ABELHAS VISITANTES DE *Crambe abyssinica* Hochst.
(BRASSICACEAE) ASSOCIADO ÀS VARIÁVEIS AMBIENTAIS**

Dourados - MS
Maio – 2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS (UFGD)
Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade

**ENTOMOFAUNA DE ABELHAS VISITANTES DE *Crambe abyssinica* Hochst.
(BRASSICACEAE) ASSOCIADO ÀS VARIÁVEIS AMBIENTAIS**

Lívia de Castro Simioni

Orientadora
Prof^ª Dr^ª Rosilda Mara Mussury

Dourados - MS
Maio – 2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS (UFGD)
Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade

**ENTOMOFAUNA DE ABELHAS VISITANTES DE *Crambe abyssinica* Hochst.
(BRASSICACEAE) ASSOCIADO ÀS VARIÁVEIS AMBIENTAIS**

Lívia de Castro Simioni

Orientadora
Prof^ª Dr^ª Rosilda Mara Mussury

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Entomologia e Conservação da Biodiversidade.

SUMÁRIO

1. Resumo.....	1
2. Introdução.....	3
3. Material e Métodos.....	4
4. Resultados e Discussão.....	9
5. Agradecimentos.....	18
6. Referencias Bibliográficas.....	18

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

- Figura 1** - Dados climáticos. A. Temperatura; B. Umidade relativa; C. Velocidade do vento obtidos durante as semanas de florescimento de *Crambe abyssinica*. UFGD – Dourados-MS, 2011. 8
- Figura 2** – Desenvolvimento floral de *Crambe abyssinica*. a e b.botão; c. antese; d.pós-antese. 10
- Figura 3** – Flutuação populacional de *Apis mellifera* em *Crambe abyssinica* em diferentes horários e semanas de florescimento. 11
- Figura 4** – Flutuação populacional de *Geotrigona mombuca* em *Crambe abyssinica* em diferentes horários e semanas de florescimento. 14
- Figura 5** – Flutuação populacional de *Plebeia* sp. em *Crambe abyssinica* em diferentes horários e semanas de florescimento. 16
- Figura 6** – Flutuação populacional de *Exomalopsis fulvofsciata* em *Crambe abyssinica* em diferentes horários e semanas de florescimento. 16
- Figura 7** – Flutuação populacional de *Dialictus* sp. em *Crambe abyssinica* em diferentes horários e semanas de florescimento. 17
- Tabela 1** – Valor da Correlação de Pearson entre os horários de amostragem e o número de insetos coletados nas flores de crambe, em função da temperatura, umidade relativa e velocidade do vento. Dourados, MS, 2011. 12
- Tabela 2** – Valor da Correlação de Pearson entre as semanas de florescimento e o número de insetos coletados nas flores de crambe, em função da temperatura, umidade relativa e velocidade do vento. Dourados, MS, 2011. 14

ENTOMOFAUNA DE ABELHAS VISITANTES DE *Crambe abyssinica* Hochst. (BRASSICACEAE) ASSOCIADO ÀS VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Livia de Castro Simioni & Rosilda Mara Mussury

Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados/UFGD. Rodovia Dourados-Itahum, km 12 79804-970. liviasimioni@ufgd.edu.br; maramussury@ufgd.edu.br

RESUMO

Crambe abyssinica Hochst, ou simplesmente “crambe”, como é popularmente conhecida, é uma planta oleaginosa da família Brassicaceae, importante alternativa como cultura de inverno e para produção de biodiesel. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a flutuação populacional das abelhas durante o florescimento de *C. abyssinica*, correlacionando com os fatores abióticos. O trabalho foi realizado na Fazenda Experimental da UFGD em Dourados, MS, Brasil. Os insetos foram amostrados semanalmente através de coletas com rede entomológica do tipo varredura de 30 cm de diâmetro, em 10 diferentes pontos na área, aleatoriamente, durante cinco semanas de florescimento. No período de 8 às 16 horas foram realizadas coletas em cada ponto e a cada duas horas, totalizando cinco amostragens diárias. Os resultados foram analisados por correlação de Pearson para as variáveis temperatura, umidade relativa e velocidade do vento. Foram determinadas 5 semanas de florescimento. Da ordem Hymenoptera, dentro da família Apidae, foram encontradas *Apis mellifera* Linnaeus, 1758, *Geotrigona mombuca* Smith, 1863, *Exomalopsis (Exomalopsis) fulvofasciata* Smith, 1879 e *Plebeia* sp. Schwarz, 1938, enquanto que em Halictidae foi encontrada *Dialictus* sp. Robertson, 1902. Um dos fatores que contribuiu para a presença desses insetos na cultura foi a abundância de recursos oferecidos; entre eles o pólen e o néctar. Foram observadas abelhas durante todo o florescimento da cultura, sendo que as variáveis ambientais interferem de forma diferente na flutuação dos insetos. A IV semana de florescimento foi o período em que houve maior número de abelhas nas flores, coincidindo com o pico da floração, período em que há maior número de flores em antese. O presente estudo é o primeiro relato das abelhas ocorrentes em *Crambe abyssinica* no Brasil. Observou-se que o polinizador potencial é *Apis mellifera* e que as variáveis ambientais influenciam de forma diferenciada entre as abelhas.

PALAVRAS-CHAVE: crambe, insetos associados, correlação

ENTOMOFAUNA OF BEE VISITORS IN *Crambe abyssinica* (HOCHST) (BRASSICACEAE)
ASSOCIATED WITH ENVIRONMENTAL VARIABLES

ABSTRACT

Crambe abyssinica, or simply “crambe” as it is popularly known, is an oleaginous plant in the Brassicaceae family, important as an alternative winter crop and for biodiesel. Bees (Apidae) in general, and particularly social bees are important pollinators of crops; they depend almost exclusively on pollen and nectar from flowers. The aim of this study was to evaluate the fluctuation of bees during the flowering of *C. abyssinica*, correlating with abiotic factors. The study was conducted at the experimental farm of UFGD in Dourados, MS, Brazil. The insects were sampled weekly with a 30-cm wide entomologic sweep net every 2 hours from 8h00 to 16h00 during the blooming weeks, totalizing 5 daily samples. Data were analyzed with Pearson correlation for the variables temperature, relative humidity and wind speed. In Hymenoptera order, in the Apidae family, *Apis mellifera* Linnaeus, 1758, *Geotrigona mombuca* Smith, 1863, *Exomalopsis (Exomalopsis) fulvofasciata* Smith, 1879 e *Plebeia* sp. Schwarz, 1938,. In Halictidae family *Dialictus* sp. Robertson, 1902 was gathered. One of the factors that contributed to the presence of these insects in the culture was plenty of resources available, the pollen contained in large quantities because each plant has many flowers. Bees were observed throughout the flowering of the culture, and environmental variables affected differently the fluctuation of insects. The fourth week of bloom was the period when there was a greater number of bees in flowers, coinciding with the flowering peak, period in which there are more flowers in anthesis. The present study is the first report of bees occurring in *Crambe abyssinica* in Brazil. We observed that the potential pollinator is *Apis mellifera* and the environmental variables influence differently among the bees.

KEY-WORDS: crambe, associated insects, correlation

INTRODUÇÃO

Uma análise das tendências globais na produção de culturas dependentes e independentes de polinizadores ao longo dos últimos 50 anos feita por Aizen *et al.* (2009) revelou não haver suporte para a hipótese de que o declínio dos polinizadores tenha afetado a produção agrícola em escala global. No entanto, ressalta que um aumento desproporcional na área dedicada a culturas dependentes de polinizadores, aumentará a necessidade do serviço prestado por estes.

O conhecimento da biologia floral junto com a ecologia da polinização mostram-se de extrema importância, tanto para o meio natural quanto para a produção em escala comercial. Outro ponto importante é o conhecimento dos polinizadores das espécies de plantas como aliados na produção por realizarem a polinização, resultando em maior produção de frutos e sementes de melhor qualidade (VAKNIN, 2011; KEARNS, *et al.*, 1998; Barros *et al.* 2006).

As abelhas sociais dentro da família Apidae são os polinizadores mais importantes de plantas cultivadas; elas dependem quase que exclusivamente do pólen e do néctar das flores. *Apis mellifera* Linnaeus (1758) são os polinizadores de monoculturas economicamente viáveis no mundo (WATANABE, 1994): estão disponíveis durante todo o ano, polinizam uma grande variedade de culturas, e podem se concentrar em grande número quando e onde for necessário. Na indústria alimentícia, países desenvolvidos como os EUA perceberam que conforme as fazendas crescem e práticas de manejo se tornam mais intensas, os produtores dependem menos de abelhas solitárias ou semi-sociais e mais da *A. mellifera* como alternativa de polinizador (MORSE & CALDERONE, 2000).

Crambe abyssinica Hochst é popularmente conhecida como crambe e é uma planta oleaginosa da família Brassicaceae originária da região do Mediterrâneo (WEISS, 1983). Economicamente, o óleo extraído de suas sementes contém alto teor de ácido erucico, tem várias utilidades, como lubrificante industrial, inibidor de corrosão, produção de borracha sintética (WANG *et al.* 2000, LI *et al.*, 2010), além de ser uma importante alternativa para produção de biodiesel, superando a soja em seu teor de óleo (MACHADO *et al.*, 2007). É uma cultura promissora devido a sua grande tolerância à seca e ao frio, grande produção, por seu ciclo curto e pelo amadurecimento uniforme dos frutos e sementes, que permite uma colheita mecanizada (FALASCA *et al.*, 2010).

Alguns estudos sobre levantamento de polinizadores foram realizados com plantas da família Brassicaceae, entre eles com canola (WILLIAMS, 1985; MUSSURY *et al.*, 2003) e nabo forrageiro (TEIXEIRA & ZAMPIEROM, 2007). Entretanto, com o crambe não foram encontrados relatos na literatura consultada.

São vários os fatores que influenciam na atividade das abelhas. Esses fatores podem ser internos, como tamanho da colônia e necessidades de recursos, ou externos, como temperatura e umidade relativa (TEIXEIRA & CAMPOS, 2005). Alguns estudos têm revelado a correlação entre fatores climáticos e a atividade das abelhas contando o número de abelhas que saem do ninho e correlacionando com os fatores ambientais (BALESTIERI & MACHADO, 1998; HILÁRIO *et al.*, 2000; HILÁRIO *et al.*, 2001; CONTRERA *et al.*, 2004; HILÁRIO *et al.*, 2007a; HILÁRIO *et al.*, 2007b). Em outros, a análise foi feita a partir do número de abelhas que visitam as flores (WILLIAMS, 1985; MUSSURY *et al.*, 2003).

Nesse contexto, pesquisas com plantas de interesse econômico aliadas ao conhecimento sobre a diversidade de insetos polinizadores no estado do Mato Grosso do Sul são relevantes, considerando que a exploração destas espécies, visando à produção econômica de óleos, pode afetar a biodiversidade de insetos nos locais onde forem introduzidas e/ou em culturas adjacentes, com a introdução de pragas exóticas e redução de espécies benéficas locais (polinizadores, polinívoros e espécies com interesse conservacionista) (VILELA *et al.*, 2001). O objetivo do presente trabalho foi analisar o desenvolvimento floral correlacionando com a flutuação populacional das abelhas e fatores abióticos.

MA TERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em 2011 na Fazenda Experimental da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD localizada próximo à BR 163 Dourados – Ponta Porã, Km 20, com uma área de cerca de 294 ha. entre as coordenadas 22° 48'53" S e 54°44'31", no município de Dourados, MS.

As sementes de crambe, variedade Brilhante FMS, foram fornecidas pela Fundação MS e o plantio foi feito conforme as recomendações de Pitol (2008) e o solo foi preparado conforme as recomendações técnicas da Fundação MS (2010). A cultura do crambe foi estabelecida entre outras culturas como cártamo, canola, girassol e nabo, numa extensão total de 490 m² divididos entre 4 subáreas (RI, RII, RIII, RIV) conforme croqui abaixo.

R IV

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Pousio	Milho	Milho +braq	pousio	Trigo	girassol	canola	Trigo	Nabo	Cartamo	Trigo	crambe	Níger

RIV

26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14
Cartamo	canola	girassol	Níger	crambe	Milho	Cartamo	Nabo	Milho	canola	girassol	Trigo	pousio

R III

13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Níger	crambe	Trigo	Cartamo	Nabo	Trigo	canola	girassol	Trigo	pousio	Milho +braq	Milho	Pousio

R III

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Pousio	Trigo	girassol	canola	Milho	Nabo	Cartamo	Milho	crambe	Níger	girassol	canola	Cartamo

R II

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Pousio	milho	Milho +braq	Pousio	Trigo	girassol	canola	Trigo	Nabo	Cartamo	trigo	crambe	Níger

R II

26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14
Cartamo	canola	girassol	Níger	crambe	Milho	Cartamo	Nabo	Milho	canola	girassol	Trigo	Pousio

ESTRADA - CERCA

R I

13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Níger	crambe	Trigo	Cártamo	Nabo	trigo	canola	girassol	Trigo	Pousio	Milho +braq	Milho	Pousio

R I

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Pousio	Trigo	girrasol	canola	Milho	Nabo	cartamo	Milho	crambe	Níger	girassol	canola	Cartamo

As amostragens dos insetos foram feitas semanalmente desde o aparecimento das primeiras flores até a ausência total de flores em 10 pontos aleatórios durante o período de floração do crambe, utilizando-se rede entomológica de 30 cm de diâmetro. Em cada ponto foram realizadas dez varreduras ao longo da linha de plantio por aproximadamente oito metros.

As coletas foram realizadas a cada duas horas, a partir das 8:00 e finalizada às 16:00 horas, totalizando cinco amostragens diárias. Em coletas prévias, foi constatado que nos horários antes das 8:00 e depois das 16:00 horas o número de abelhas foi muito reduzido.

Os indivíduos capturados foram acondicionados em sacos plásticos contendo algodão embebido com acetato de etila e posteriormente levados ao laboratório de Entomologia da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais da UFGD para triagem e encaminhamento para identificação. Foi quantificado o número de indivíduos amostrados durante os diferentes horários e semanas de florescimento que ocorreu entre os dias 31/05/2011 e 28/06/2011.

Após a triagem dos insetos, foi retirado o pólen das corbículas das abelhas para determinar se sua origem eram das flores de *C. abyssinica*. O pólen coletado de cada indivíduo foi colocado em uma lâmina com uma gota de água e coberto com uma lamínula para visualização ao microscópio óptico e comparação com pólen coletado nas anteras das flores. O comportamento dos insetos nas flores foi observado avaliando-se o tempo de visitação.

Para descrição dos estágios de florescimento, os botões florais foram analisados quanto a disposição e número das peças florais. No campo experimental, foi contado do número de flores abertas por indivíduo em 10 plantas, sendo posteriormente apurado através de contagem direta, o

número de plantas por metro quadrado e, assim, obtida a estimativa do número total de flores abertas em cada semana de florescimento.

O número de insetos e de flores abertas foram avaliados através do teste t de Student para determinar o período de pico da floração (SNEDECOR & COCHRAN, 1989).

Durante as semanas de florescimento, os dados climáticos de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento foram obtidos na Estação Agrometeorológica da Universidade Federal da Grande Dourados em Dourados, MS, na Rodovia Dourados-Itahum.

Os dados do número de insetos, horário de visitação nas semanas de florescimento, temperatura, umidade relativa e velocidade do vento foram avaliados pela análise de correlação de Pearson (SNEDECOR & COCHRAN, 1989).

Os dados climáticos temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento obtidos durante o estudo foram registrados em gráficos (Figura 1).

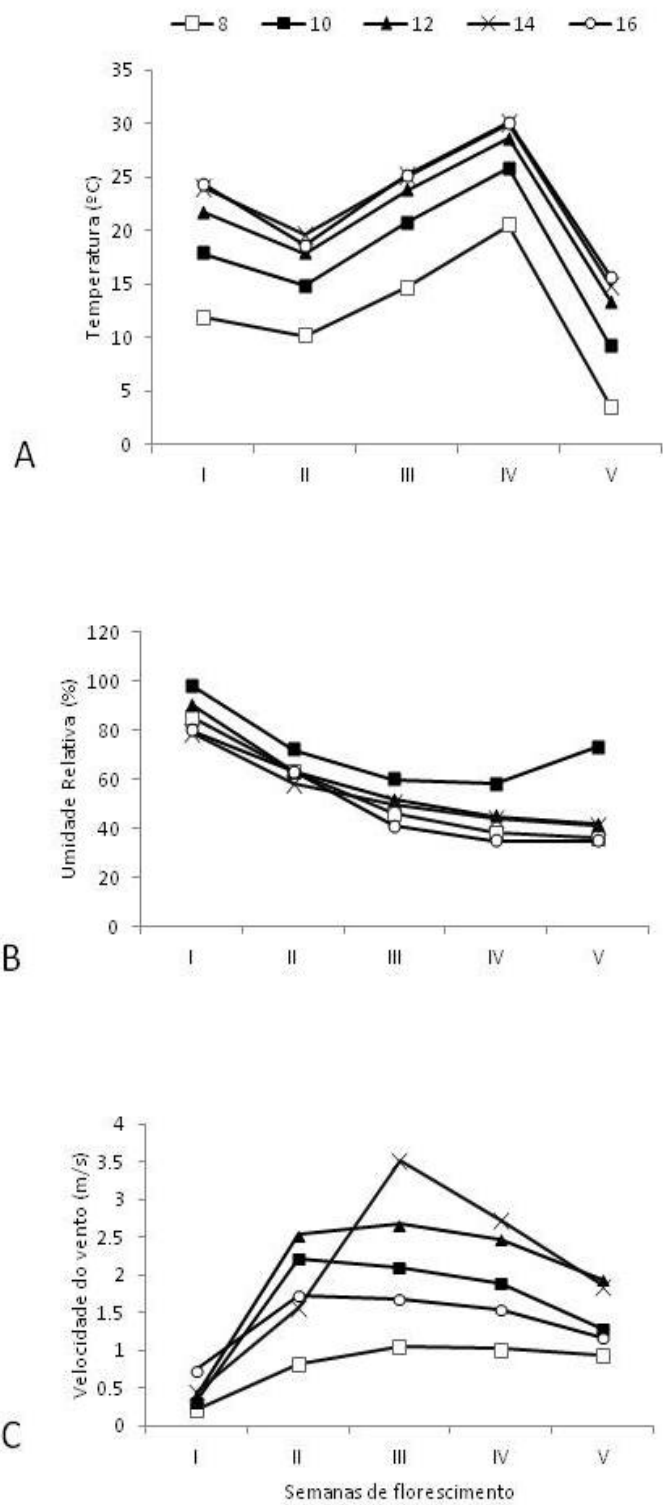


Figura 1: Dados climáticos. A. Temperatura; B. Umidade relativa; C. Velocidade do vento obtidos durante as semanas de florescimento de *Crambe abyssinica*. UFGD – Dourados-MS, 2011.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas abelhas durante todo o período de florescimento da cultura do crambe, sendo que as variáveis ambientais interferiram de forma diferente na flutuação dos insetos (Tabelas 1 e 2). Um fator relevante para o aparecimento de abelhas na cultura foi a temperatura, corroborando com os estudos de Burril & Dietz (1981) e Imperatriz-Fonseca (1985) e que relatam um aumento na atividade de vôo das abelhas em relação a elevação da temperatura. Nos horários de maior número de insetos a temperatura estava em torno de 18 a 24 °C.

Foram coletados nas flores de crambe os seguintes Apoidea: *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758), *Geotrigona mombuca* (Smith, 1863), *Plebeia* sp. (Schwarz, 1938), *Exomalopsis* (*Exomalopsis*) *fulvofasciata* (Smith, 1879) (Hymenoptera: Apidae) e *Dialictus* spp. (Robertson, 1902) (Hymenoptera: Halictidae). Foi constatado pólen de crambe em todos os insetos, o que indica que visitam as flores e, possivelmente, tocam todas as peças florais durante a coleta de néctar e pólen considerando o tamanho da flor.

Durante o desenvolvimento da cultura o florescimento durou cinco semanas desde o aparecimento das primeiras flores até sua total ausência. As flores encontram-se agrupadas em inflorescências do tipo cacho. São apicais, cruciformes, de corola branca e tetrâmera, hermafroditas, heteroclamídeas e actinomorfas. O cálice apresenta-se com 4 sépalas livres de cor esverdeada, tetrâmero, actinomorfo. Os estames em número de 6, tetradínamos, dialistêmones (livres entre si), com anteras rimosas de inserção dorsifixa e deiscência longitudinal e introsa. O gineceu verde, apresenta estilete curto, estigma papiloso, e ovário súpero unicarpelar, contendo apenas um óvulo, com placentação apical. O fruto é do tipo cápsula.

Os estágios florais foram estabelecidos em número de 4, determinando três fases distintas: botão (estágios 1 e 2) (Figura 2a e b), antese (estágio 3) (Figura 2c) e pós-antese (estágio 4) (Figura 2d).

No estágio 1, o cálice cobre integralmente o botão, o androceu é formado por 6 estames curtos, sem diferença de altura, e as anteras se encontram fechadas. O estágio 2 caracteriza-se pelas pétalas começarem a se sobressair em relação ao cálice. Observam-se estames com discreta diferença de altura e as anteras permanecem fechadas. O estágio 3 corresponde à fase de antese, na qual ocorre o desenrolar as pétalas. Neste estágio, as pétalas dispõem-se alternadas com as sépalas e os estames estão completamente diferenciados em tamanho (4 maiores e 2 menores). A deiscência da antera é longitudinal e introsa. No estágio 4 a coloração da flor fica escurecida e ocorre o murchamento das peças florais.

Apesar da deiscência da antera nas flores de crambe ser introsa, característica de plantas autopolinizadas, os órgãos reprodutores são bem expostos, característica que favorece a polinização cruzada. Assim, os polinizadores podem ser importantes para aumentar e melhorar a produção de frutos e sementes. Bawa (1983) e Castro (1994) indicam que são vários os fatores que influenciam na atratividade do polinizador a uma florada, como por exemplo: quantidade de pólen produzido, concentração e abundância de flores, número de insetos competidores, distância do ninho em relação ao local de forrageamento e preferência da espécie. Além disso, esses fatores estão sujeitos a variações no tamanho da flor e dos fatores abióticos.

Pelo fato da cultura apresentar muitas flores por indivíduo, atingindo mais de 800 no pico da floração, pôde-se perceber que a produção das mesmas durante o período de florescimento foi alta nas semanas II, III e IV (Figura 3). Através do teste t foi constatado que não houve diferença significativa ($t=0,043$, $p=0,96$) no número de insetos e flores abertas entre as semanas III e IV, provavelmente em função das condições ambientais (Tabela 1).

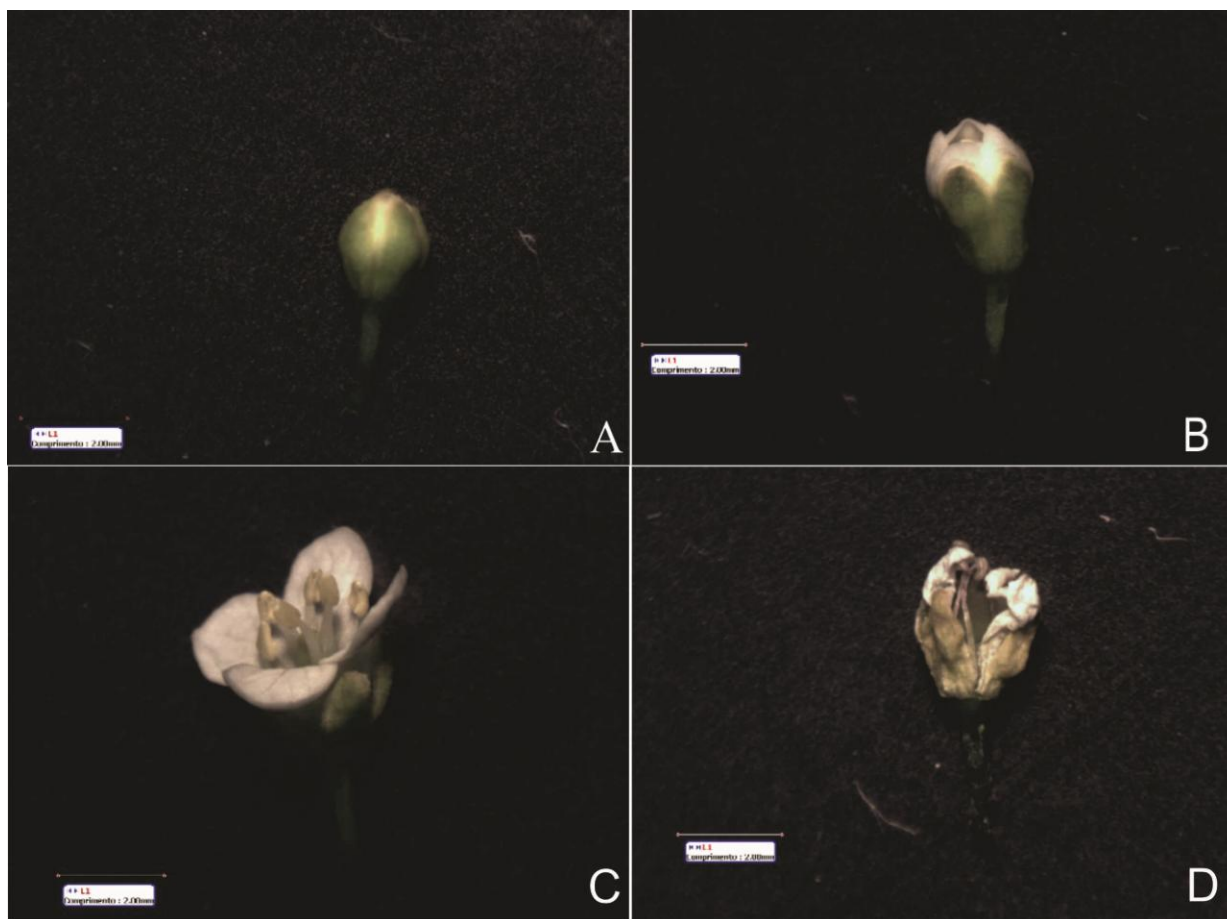


Figura 2. Desenvolvimento floral de *Crambe abyssinica*. A e B. botão; C. antese; D. pós-antese.

Os resultados mostram que um dos fatores que contribuiu para a presença desses insetos na cultura foi a recompensa oferecida, o pólen e néctar, sugerindo que pelo fato de existir muitas flores há a possibilidade de abundante recompensa.

Observou-se que *A. mellifera* ocorreu predominantemente no horário das 8:00 às 12:00 horas, com médias de temperatura entre 12 e 21°C (Figura 3). Isso sugere que *A. mellifera* apresenta um melhor aproveitamento do recurso durante esse período, uma vez que inicia as atividades de forrageamento mais cedo, visitando várias flores e permanecendo sobre elas por cerca de dois segundos, coletando pólen e tocando os estigmas. Rosa *et al.* (2010) observaram o comportamento de *A. mellifera* em *B. napus* informando que nas flores a abelha visita poucas flores por planta e permanece por pouco tempo sobre elas e entra em contato com as anteras e estigmas permitindo considerá-las como potenciais polinizadoras. Segundo Rosa *et al.* (2011), ainda trabalhando com *A. mellifera* em *B. napus*, concluíram que essa abelha é o polinizador mais freqüente em canola e aconselham a introdução de colônias dessas abelhas para aumento da produção de sementes na cultura. Mussury *et al.* (2003) observou em *Brassica napus* L. (Brassicaceae) que o pico populacional da maioria dos insetos polinizadores foi das 9:00 às 15:00 horas. Williams (1985) observou que em *B. napus*, a maior atividade das abelhas ocorre entre 6:30 e 15:00 horas, sendo que a maior parte do pólen é coletada entre 8:00 e 10:00 horas, provavelmente porque a temperatura e a umidade relativa sejam os fatores que favorecem o aumento. Dessa forma observa-se que para espécies diferentes da família Brassicaceae o intervalo maior de forrageamento é, em geral, das 8:00 as 10 horas.

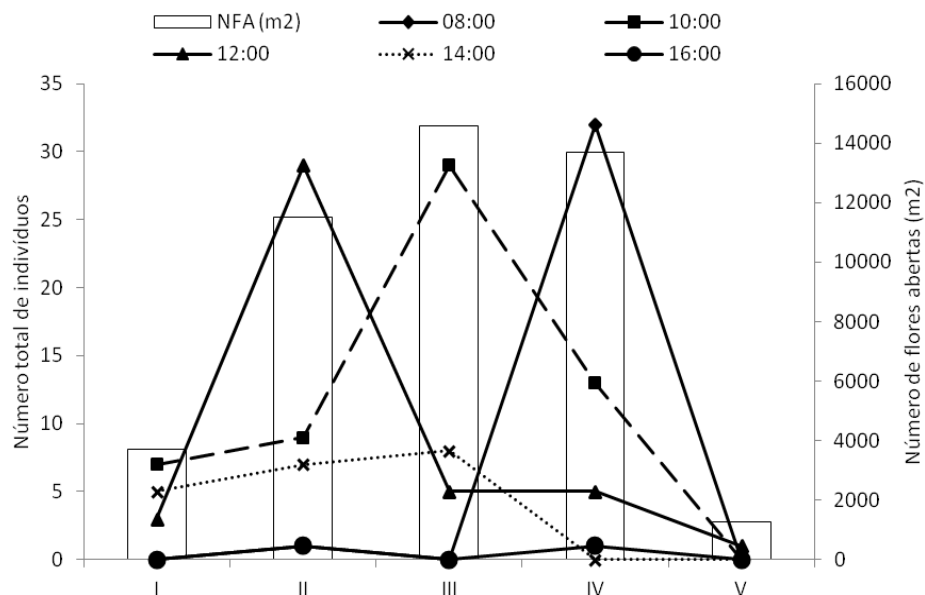


Figura 3. Flutuação populacional de *Apis mellifera* em *Crambe abyssinica* em diferentes horários e semanas de florescimento.

Da II para a III semana, houve uma diminuição no número de *A. mellifera* nas flores (Figura 3). Os resultados da análise de correlação mostram que a umidade relativa foi provavelmente o fator para essa redução, sendo em média 58% (Tabela 2).

Constatou-se que *A. mellifera* foi a espécie em maior número durante as V semanas de florescimento. O maior número desse inseto foi verificado das 8:00 às 12:00 horas (Figura 3).

Avila & Marchini (2008) em um estudo sobre visitantes florais em espécies de fragmento de cerradão encontraram *A. mellifera* representando 55,8% das abelhas coletadas.

De acordo com Teixeira & Zampierom (2007) em flores de *Raphanus sativus* L. (nabo) 95% dos visitantes florais foram da família Apidae. Destas, 75% polinizavam e o restante pilhava néctar. *Apis mellifera* sempre apareceu polinizando e nunca pilhando néctar, ao contrário das representantes do gênero *Trigona*, que polinizavam e/ou pilhavam.

A III e IV semanas de florescimento foram os períodos em que houve maior número de abelhas nas flores, coincidindo com o pico da floração, período em que há maior número de flores abertas (t=0,043, p=0,96) (Tabela 2).

TABELA 1 – Valor da Correlação de Pearson entre os horários de amostragem e o número de insetos coletados nas flores de crambe, em função da temperatura, umidade relativa e velocidade do vento. Dourados, MS, 2011.

Temperatura (°C) /Número de insetos					
Horário	<i>A. mellifera</i>	<i>G. mombuca</i>	<i>Plebeia</i> sp.	<i>E. fulvofasciata</i>	<i>Dialictus</i> spp.
08:00	0,74	0,75	0,00	0,74	0,74
10:00	0,63	0,94	0,00	0,84	0,75
12:00	-0,17 *	0,78	0,73	0,05 *	0,74
14:00	0,04 *	0,64	0,12 *	0,05 *	0,75
16:00	0,25 *	0,78	0,78	0,71	0,00
Umidade relativa (%) /Número de insetos					
Horário	<i>A. mellifera</i>	<i>G. mombuca</i>	<i>Plebeia</i> sp.	<i>E. fulvofasciata</i>	<i>Dialictus</i> spp.
08:00	-0,51	-0,52	0,00	-0,52	-0,52
10:00	-0,14 *	-0,74	0,00	-0,68	-0,52
12:00	0,88	0,23 *	0,01 *	0,94	0,17 *
14:00	0,56	0,22 *	0,12 *	0,88	0,25 *
16:00	0,67	-0,22 *	-0,22 *	-0,15 *	0,00
Velocidade do vento (m/s) /Número de insetos					
Horário	<i>A. mellifera</i>	<i>G. mombuca</i>	<i>Plebeia</i> sp.	<i>E. fulvofasciata</i>	<i>Dialictus</i> spp.
08:00	0,06 *	0,07 *	0,0	0,07 *	0,07 *
10:00	0,58	-0,09 *	0,0	0,03 *	0,47

12:00	0,04 *	0,85	0,78	0,07 *	0,78
14:00	0,04 *	0,66	-0,73	0,29 *	0,81
16:00	0,27 *	0,95	0,95	0,53	0,00

* Correlação significativa a 1%

A abelha *A. mellifera* ocorreu durante todo o florescimento com pico populacional nas II, III e IV semanas de florescimento, no horário das 12:00, 10:00 as 8:00 horas respectivamente (Figura 3). Teixeira & Zampierom (2007) observaram em nabo que *A. mellifera* teve pico de visitas registrado por volta 10:20 horas e a uma temperatura média de 25°C e *Trigona* às 9:30 horas a uma temperatura média de 22,5°C. Considerando o horário das 12:00 horas observou-se que a temperatura interferiu negativamente (-0,17), enquanto que nos demais horários influenciou de forma positiva. De acordo com Corbet *et al.* (1993) a temperatura parece ser o fator ambiental mais importante sobre a atividade externa das abelhas (fora do ninho). A variável umidade relativa interferiu negativamente às 10:00 horas (-0,14). A velocidade do vento foi positiva e significativa nos horários das 8:00 (0,06), 12:00 (0,04), 14:00 (0,04) e 16:00 (0,27) horas (Tabela 1). Durante a I, II, III e V semanas de florescimento observou-se uma correlação positiva e significativa para a variável temperatura (0,17, 0,31, 0,01, 0,23) (Tabela 2). Durante a I, III e V semanas de florescimento observou-se que a umidade relativa foi a variável que se correlacionou significativamente de forma negativa (-0,13, -0,01, -0,27) (Tabela 2). A velocidade do vento na I semana de florescimento foi positiva e significativa (0,01) (Tabela 2).

A *G. mombuca* também ocorreu durante todo o florescimento em maior número na III e IV semanas de florescimento (Figura 4). Observa-se pela tabela 1 que provavelmente a umidade relativa deva ter influenciado diretamente a flutuação do inseto considerando que foi o fator de maior significância nos diferentes horários.

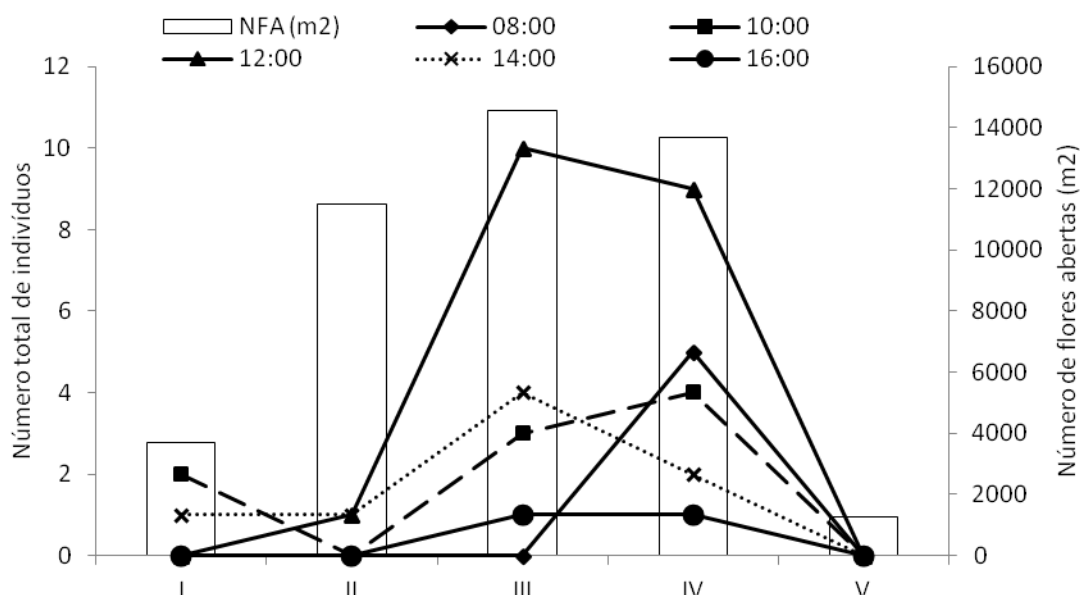


Figura 4. Flutuação populacional de *Geotrigona mombuca* em *Crambe abyssinica* em diferentes horários e semanas de florescimento.

Para a temperatura nos horários de coleta, observou-se correlação positiva. A umidade relativa foi positiva e significativa no horário das 12:00 (0,23) e 14:00 (0,22) horas e negativa às 16:00 (-0,22) horas. Para velocidade do vento a correlação foi positiva e significativa às 8:00 (0,07) e negativa e significativa às 10:00 (-0,09) horas (Tabela 1).

Durante as semanas de florescimento observou-se que a temperatura foi a variável que se correlacionou de forma positiva durante todas as semanas de florescimento, ou seja, quanto mais alta a temperatura, maior foi o número de *G. mombuca* presente nas flores (Tabela 2).

TABELA 2 – Valor da Correlação de Pearson entre as semanas de florescimento e o número de insetos coletados nas flores de crambe, em função da temperatura, umidade relativa e velocidade do vento. Dourados, MS, 2011.

Temperatura (°C) /Número de insetos					
Semanas de florescimento	<i>A. mellifera</i>	<i>G. mombuca</i>	<i>Plebeia sp.</i>	<i>E. fulvofasciata</i>	<i>Dialictus spp.</i>
I	0,17 *	-0,01 *	0,43	0,18 *	0,00
II	0,31 *	0,60	0,00	0,54	0,49
III	0,01 *	0,45	0,41	0,07 *	0,17 *
IV	-0,98	-0,27	0,53	-0,16 *	-0,48
V	0,23 *	0,00	0,00	0,00	0,00

Umidade relativa (%) /Número de insetos

Semanas de florescimento	<i>A. mellifera</i>	<i>G. mombuca</i>	<i>Plebeia</i> sp.	<i>E. fulvofasciata</i>	<i>Dialictus</i> spp.
I	-0,13 *	0,04 *	-0,42	0,20 *	0,00
II	-0,58	-0,75	0,00	-0,72	-0,49
III	-0,01 *	-0,39 *	-0,53	-0,04 *	-0,12 *
IV	0,98	0,33	-0,53	0,13 *	0,54
V	-0,27 *	0,00	0,00	0,00	0,00

Velocidade do vento (m/s) /Número de insetos

Semanas de florescimento	<i>A. mellifera</i>	<i>G. mombuca</i>	<i>Plebeia</i> sp.	<i>E. fulvofasciata</i>	<i>Dialictus</i> spp.
I	0,01 *	-0,37 *	-0,24 *	0,39 *	0,00
II	0,61	0,51	0,00	0,51	0,24
III	0,49	0,68	0,52	0,58	0,68
IV	-0,79	0,34 *	0,52	-0,22 *	-0,04 *
V	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00

* Correlação significativa a 1%

O melipínico *Plebeia* sp. ocorreu na I, III e IV semanas de florescimento, porém, em números muito reduzidos (Figura 5). Observou-se a presença da abelha quando a temperatura era de 24 a 30 °C, umidade relativa de 38 a 50% e velocidade do vento em torno de 1,02 a 3,53m/s. O estudo realizado por Hilario *et al.* (2001) informa que a temperatura mínima para início da atividade de vôo de *Plebeia pugnax* Moure (in litt.) foi de 14°C, voando em ampla faixa de umidade relativa de 30 a 100% diminuindo paulatinamente acima de 50%. De todas as espécies de *Plebeia*, essa é a espécie que voa na temperatura mais baixa registrada para esse gênero. Quanto à velocidade do vento, Hilário *et al.* (2007) observaram que a menor atividade de vôo de *Plebeia remota* (Holmberg, 1903) ocorreu quando não houve vento ou quando a velocidade média do vento esteve abaixo de 0,5m/s.

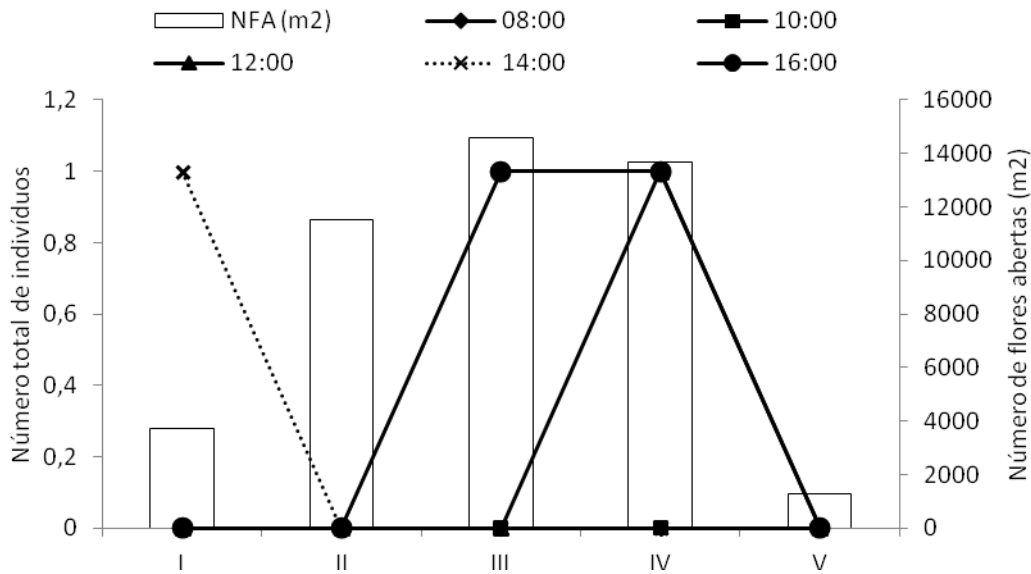


Figura 5. Flutuação populacional de *Plebeia* sp. em *Crambe abyssinica* em diferentes horários e semanas de florescimento.

A *E. fulvofasciata* ocorreu durante toda a floração de crambe, exceto na V semana, quando o número de flores abertas estava bastante reduzido (Figura 6). Às 8:00, 10:00 e 12:00 horas as variáveis temperatura e velocidade do vento interferiram positivamente enquanto que a umidade relativa desfavoreceu a ocorrência (Tabela 1).

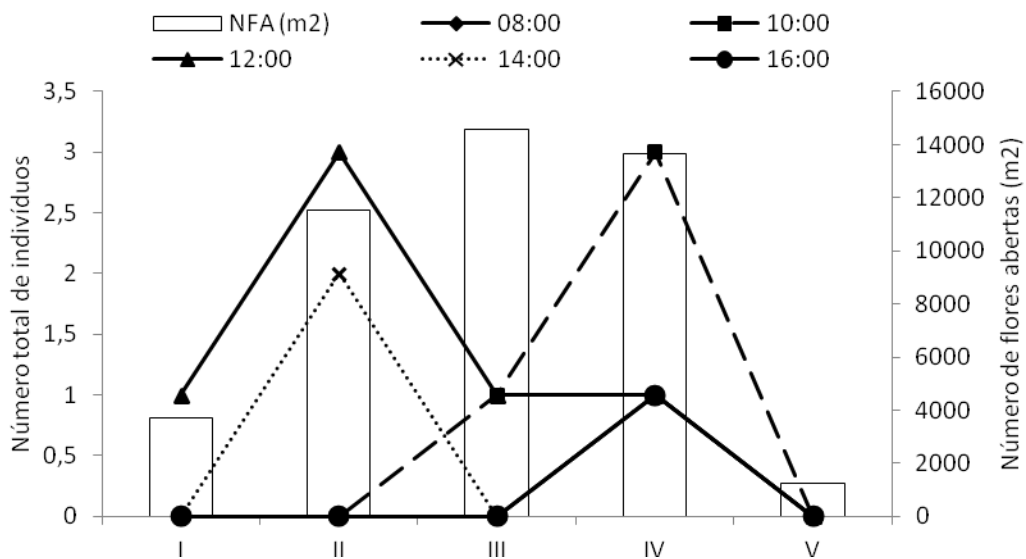


Figura 6. Flutuação populacional de *Exomalopsis fulvofasciata* em *Crambe abyssinica* em diferentes horários e semanas de florescimento.

Para *Dialictus* spp. que também esteve ausente na V semana de florescimento (Figura 7), em todos os horários a temperatura e a velocidade do vento correlacionaram positivamente, enquanto a umidade relativa teve influencia negativa em relação à presença deste inseto nos horários das 8:00 e 10:00 horas (Tabela 1).

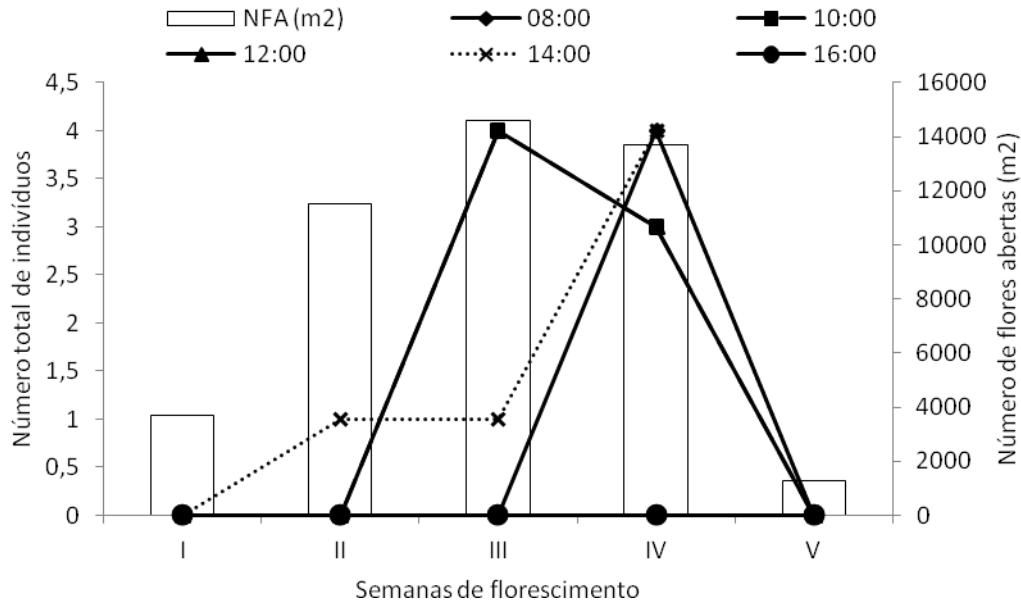


Figura 7. Flutuação populacional de *Dialictus* sp. em *Crambe abyssinica* em diferentes horários e semanas de florescimento.

Durante o intervalo da I para a II semana, *G. mombuca*. e *Plebeia* sp. apresentaram redução no número de insetos visitando as flores de crambe. A análise de correlação indicou que a temperatura (em média 16°C) e a velocidade do vento (em média 1,5 m/s) foram os fatores prováveis para esta redução (Tabela 2).

Após a IV semana de florescimento, houve uma queda brusca no número de flores abertas. Na V semana, durante a senescencia floral, observou-se o início da maturação dos frutos, acarretando uma diminuição das populações de insetos.

Williams (1985) e Mussury *et al.* (2003) observaram que a maior população de polinizadores em ocorreu quando havia um grande número de flores em antese e condições ambientais favoráveis, concordando com os resultados obtidos na pesquisa.

Observou se que o polinizador potencial é *Apis mellifera*, que inicia as atividades de forrageamento mais cedo que as demais espécies de abelhas e com isso há o aproveitamento maior do recurso floral. Observou-se que os fatores ambientais interagem de forma diferenciada entre as abelhas,

e assim, novos estudos devem ser realizados envolvendo outras variáveis ambientais, pois não são os fatores isolados que influenciam na flutuação dos insetos mas sim o conjunto deles. O presente estudo é o primeiro relato das abelhas ocorrentes em *Crambe abyssinica* no Brasil, representando contribuição para a Ciência, pois permite adequar métodos alternativos de controle para outros insetos daninhos com menor impacto aos polinizadores.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Luis Carlos Ferreira da UFGD pela cedência da área de estudo, ao Professor Dr. Fernando A. Silveira da UFMG pela identificação das abelhas e aos professores Valter Vieira Alves Junior e Fatima Cristina DeLazari Manente Balestieri da UFGD pelas sugestões durante a correção do manuscrito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aizen, M. A., L. A. Garibaldi, S. A. Cunningham & A. M. Klein 2009. How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production. *Annals of Botany*, 103:1579-1588.
- Avila, M. & L. C. Marchini 2008. Análise faunística de himenópteros visitantes florais em fragmento de cerrado em Itirapina, SP. *Ciência Florestal* 18: 271-279.
- Balestieri, F. C. M. DeL. & V. L. L. Machado 1998. Entomofauna visitante de sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth) durante o seu período de floração. *Revista Brasileira de Entomologia* 41 (2-4): 547-554.
- Barros, R., P. E Degrande, J. F. Ribeiro, A. L. L. Rodrigues, R. F. Nogueira & M. G. Fernandes 2006. Flutuação Populacional De Insetos Predadores Associados A Pragas Do Algodoeiro. *Arquivos Do Instituto Biologico* 73: 57-64.
- Bawa, K. S. 1983. Patterns of flowering in tropical plants. In: Jones, G. E. & R. J. Little. *Handbook of experimental and pollination biology*. New York: Van Nostrand Reinhold, 394-410.
- Burril, M. & A. Dietz 1981. The response of honeybees to variation in solar radiation and temperature. *Apidologie* 12: 319-328.
- Castro, M. S. 1994. Plantas apícolas-identificação e caracterização. In: Brandão, A. L. S. & M. A. C. Boaretto. *Apicultura atual: diversificação de produtos*. Vitória da Conquista: UEFS, DFZ, 21-31.

- Contrera, F. A. L., V. L. Imperatriz-Fonseca & J. C. Nieh 2004. Temporal and climatological influences on flight activity in the stingless bee *Trigona hyalinata* (Apidae, Meliponini). *Revista Tecnologia e Ambiente* 10 (2): 35-43.
- Corbet, S. A., M. Fussell, R. Ake, A. Fraser, C. Gunson, C. Savage & K. Smith 1993. Temperature and pollination activity of social bees. *Ecological Entomology* 18 (1): 17-30.
- Falasca, S. L., N. Flores, M. C. Lamas, S. M. Carballo & A. Anschau 2010. *Crambe abyssinica*: An almost unknown crop with a promissory future to produce biodiesel in Argentina. *International Journal of Hydrogen Energy* 35: 5808-5812.
- Hilário, S. D., V. L. Imperatriz-Fonseca & A. de M. P. Kleinert 2000. Flight activity and colony strength in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae). *Revista Brasileira de Biologia* 60 (2): 299-306.
- Hilário, S. D., V. L. Imperatriz-Fonseca & A. de M. P. Kleinert 2001. Responses to climatic factors by foragers of *Plebeia pugnax* Moure (*In litt.*) (Apidae, Meliponinae). *Revista Brasileira de Biologia* 61 (2): 191-196.
- Hilário, S. D., M. F. Ribeiro & V. L. Imperatriz-Fonseca 2007a. Impacto da precipitação pluviométrica sobre a atividade de vôo de *Plebeia remota* (Holmberg, 1903) (Apidae, Meliponini). *Biota Neotropica* 7(3): 135-143.
- Hilário, S. D., M. F. Ribeiro & V. L. Imperatriz-Fonseca 2007b. Impacto do vento sobre a atividade de vôo de *Plebeia remota* (Holmberg, 1903) (Apidae, Meliponini). *Biota Neotropica* 7(3): 225-232.
- Imperatriz-Fonseca, V. L., A. Kleinert-Giovanini & J. T. Pires 1985. Climate variations influence on flight activity of *Plebeia remota* Holmberg (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). *Revista Brasileira de Entomologia* 29: 427-434.
- Kearns, C. A., D. W. Inouye & N. M. Waser 1998. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annual reviews of Ecology and Systematics* 29:83-112.
- Li, X., A. Ahlman, X. Yan, H. Lindgren & L. H. Zhu 2010. Genetic transformation of the oilseed crop *Crambe abyssinica*. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 100: 149-156.
- Machado, M.F, A. N. Brasil, L. S. Oliveira & D. L. Nunes 2007. Estudo do crambe (*Crambe abyssinica*) como fonte de óleo para produção de biodiesel. *Anais do Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel*.
- Morse, R.A. & N. W. Calderone 2000. The value of honey bees as pollinators of U.S. crops in 2000. *Bee culture magazine* 128:1-15.
- Mussury, R. M., W. D. Fernandes & S. P. Q. Scalon 2003. Atividade de alguns insetos em flores de *Brassica napus* L. em Dourados-MS e a interação com fatores climáticos. *Ciência e Agrotecnologia* 27: 382-388.

- Pitol, C. 2008. Cultura do Crambe 11. Tecnologia e produção: milho safrinha e culturas de inverno. 85-88.
- Rosa, A. S., B. Blochtein, N. R. Ferreira & S. Witter 2010. *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) as a potential *Brassica napus* pollinator (cv. Hyola 432) (Brassicaceae), in Southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 70(4): 1075-1081.
- Rosa, A. S., B. Blochtein & D. K. Lima 2011. Honey bee contribution to canola pollination in Southern Brazil 2011. *Scientia Agricola* 68 (2): 255-259.
- Snedecor, G. W. & G. W. Cochran 1989. *Statistical methods*. Iowa: State University, 491p.
- Teixeira, L. V. & F. N. M Campos 2005. Início da atividade de vôo em abelhas sem ferrão (Hymenoptera: Apidae): influencia do tamanho da abelha e da temperatura ambiente. *Revista Brasileira de Zoociências* 7 (2): 195-202.
- Teixeira, L. M. R. & S. L. M. Zampierom 2007. Estudo da Biologia Floral e Entomofauna Associada ao Nabo Forrageiro (*Raphanus sativus*: Cruciferae): Resultados Prévios. *Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre*, 5(1): 135-137.
- Vaknin, Y. 2011. The significance of pollination services for biodiesel feedstocks, with special reference to *Jatropha curcas* L.: a review. *Bioenergy research*.
- Vilela, E.F., F.Cantor & R. Zucchi 2001. Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil. *Holos, Ribeirão Preto, Brasil*, 173p.
- Wang, Y. P., J. S. Tang, C. Q. Chu & J. Tian 2000. A preliminary study on the introduction and cultivation of *Crambe abyssinica* in China, an oil plant for industrial uses. *Industrial Crops and Products*, 12: 47-52.
- Watanabe, M. E. 1994. Pollination worries rise as honey bees decline. *Science*. 265:1170.
- Weiss, E. A. 1983. *Oilseed Crops*. Tropical agriculture series. Longman Group Ltd, London 660 p.
- Williams, I. H. 1985. The polinization of swede rape (*Brassica napus* L.). *Bee World, Bucks* 66: 16-20.