

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

EMERSON DECHECHI CHAMBÓ

POLINIZAÇÃO EM GENÓTIPOS DE GIRASSOL (*Helianthus annuus* L.)

Marechal Cândido Rondon - PR

2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – UNIOESTE
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

EMERSON DECHECHI CHAMBÓ

POLINIZAÇÃO EM GENÓTIPOS DE GIRASSOL (*Helianthus annuus* L.)

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição Animal, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador: Prof^ª. Dra. Regina Conceição Garcia
Co-orientador: Prof. Dr. Newton Tavares Escocard de Oliveira

Marechal Cândido Rondon - PR

2010

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR., Brasil)

C442p Chambó, Emerson Dechechi
Polinização em genótipos de girassol (*Helianthus annuus*
L.) / Emerson Dechechi Chambó . - Marechal Cândido Rondon,
2010
69 p.

Orientadora: Prof. Dr. Regina Conceição Garcia
Co-Orientador: Prof. Dr. Newton Tavares Escocard de
Oliveira

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade
Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido
Rondon, 2010

1. Abelhas - Polinização - Girassol. 2. Abelhas -
Comportamento de coleta. 3. Abelhas - Efeito do inseticida.
I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título.

CDD 21.ed. 638.1
635.93355
CIP-NBR 12899

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

EMERSON DECHECHI CHAMBÓ

POLINIZAÇÃO EM GENÓTIPOS DE
GIRASSOL (*Helianthus Annuus L.*)

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Zootecnia, Área de Concentração "Produção e Nutrição Animal", para a obtenção do título de "Mestre em Zootecnia".

Marechal Cândido Rondon, 02 de março de 2010.

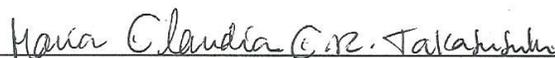
BANCA EXAMINADORA:



Prof.^a Dr.^a Regina Conceição Garcia
Universidade Estadual do Oeste do Paraná



Prof. Dr. Elcio Silvério Klosowski
Universidade Estadual do Oeste do Paraná



Prof.^a Dr.^a Maria Claudia Colla Ruvolo-Takasusuki
Universidade Estadual de Maringá

Aos meus pais

Walter Neto Chambó e Cleusa Dechechi Chambó,

*Que me proporcionaram momentos de
aprendizados indispensáveis à minha vida;*

À minha namorada

Aline Piaia,

*Pela compreensão, amor, amizade, ajuda e
paciência em todos os momentos da realização
deste estudo.*

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Reverencio a Professora Dra. Regina Conceição Garcia pela sua dedicação, amizade e pela orientação deste trabalho e, por meio dela, eu me reporto a toda a comunidade da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – (UNIOESTE) e Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pelo apoio incondicional.

Agradeço em especial aos professores Dr. Newton Tavares Escocard de Oliveira pelos momentos de aprendizado, orientações e sugestões, ao professor Dr. Vandeir Francisco Guimarães pela atenção e ajuda dada em muitas ocasiões durante o desenvolvimento do trabalho e ao professor José Barbosa Duarte-Júnior.

Agradeço a Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná, pela concessão da bolsa de mestrado que me possibilitou a realização do curso.

A todos os professores e funcionários do Curso de Zootecnia e Centro de Ciências Agrárias da UNIOESTE.

A todos os colegas de trabalho gostaria de externar minha satisfação de poder conviver com eles durante a realização deste estudo.

Agradeço a Claudia Piaia pelas correções e traduções dos resumos deste trabalho.

Agradeço aos professores da banca examinadora, Dr. Élcio Silvério Klosowski e Dr^a. Maria Cláudia Colla Ruvolo Takasusuki, pela atenção e contribuição dedicadas a este trabalho.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio. E por último, e nem por isso menos importante, agradeço a minha querida namorada Aline Piaia, pela extrema paciência e motivação que proporcionou todo o meu desejo de realizar esta pesquisa.

"Se as abelhas desaparecerem da face da Terra, o homem terá apenas mais quatro anos de existência. Sem abelhas não há polinização, não há reprodução da flora, sem flora não há animais, sem animais, não haverá raça humana" — "Albert Einstein".

RESUMO

A pesquisa constou de três experimentos, no município de Marechal Cândido Rondon, Paraná. No experimento I, objetivou-se verificar a influência da polinização realizada por *Apis mellifera* L. sobre características produtivas e fisiológicas em aquênios de girassol. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de oito genótipos de girassol (Multissol, M734, Catissol 01, Charrua, MG2, Aguará, Helio 360 e Embrapa 122), casualizados nas parcelas, e dois testes de polinização, um livre a ação de insetos e o outro restringindo os polinizadores com sacos de filó, que foram alocados nas subparcelas. Os parâmetros analisados foram produtividade total de grãos (PT), número de aquênios por inflorescência (NA), massa de aquênios por inflorescência (MA), massa de capítulo (MC), diâmetro de capítulo (DC), teor de extrato etéreo em aquênios (EE), germinação (GE) e massa de 1000 aquênios (M1000). Verificou-se que as plantas de girassol do híbrido M734 expostas à polinização entomófila apresentaram PT e NA de 91,07% e 42,03%, respectivamente maiores ($p < 0,05$) do que as plantas desse híbrido com inflorescências protegidas com filó. Os capítulos de girassol da variedade Catissol 01 expostos à polinização entomófila apresentaram MA, MC e DC de 150,52%, 130,28% e 35,06%, respectivamente maiores ($p < 0,05$) do que os capítulos dessa variedade protegidos com filó. Inflorescências de girassol da variedade Embrapa 122 que ficaram livres a ação de insetos apresentaram EE e GE de 52,63% e 134,29%, respectivamente maiores ($p < 0,05$) do que as inflorescências dessa variedade protegidas com filó. Plantas de girassol polinizadas por insetos apresentaram porcentagem média de M1000 de 22,32% maior ($p < 0,05$) do que as plantas restringidas aos polinizadores por filó, independentemente do híbrido estudado. De maneira geral, a polinização entomófila aumenta as características produtivas e qualidade fisiológica em aquênios de girassol. O ensaio II foi conduzido com o objetivo de observar o comportamento de coleta de alimentos (néctar e pólen) de *A. mellifera* em cinco genótipos de girassol, em diferentes horários do dia, durante o período de florescimento da cultura. O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados completos em esquema de parcelas subdivididas no tempo, com 100 tratamentos, quatro repetições e duas plantas por unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de cinco genótipos de girassol (Helio 360, Helio 251, Charrua, Aguará e Multissol), alocados nas parcelas e cinco dias de observação e quatro intervalos de tempo arranjados nas subparcelas. Verificou-se pico de visitas de *A. mellifera* para coleta de néctar entre o segundo e terceiro dia de florescimento na cultura do girassol. Observou-se que as abelhas realizam coletas de pólen e néctar ao longo de todo o dia, com pico de coleta no período das 7 às 8h30min. A densidade média de *A. mellifera* ao longo do dia foi de 2,27 a 2,94 abelhas por inflorescência, sendo as abelhas coletoras de néctar mais frequentes (2,28 abelhas/inflorescência) do que as coletoras de pólen (0,40 abelhas/inflorescência) no dia de florescimento 2,94 e 2,96, respectivamente e no horário de maior visitação na cultura (7h às 08h30min). No terceiro dia do florescimento, os híbridos Helio 360 e Aguará não diferiram entre si e apresentaram maiores ($p < 0,05$) números de visitas de abelhas por inflorescência em relação aos demais genótipos estudados. As abelhas africanizadas preferem realizar suas coletas de néctar e pólen entre o segundo e terceiro dia do florescimento do girassol, no horário das 7 às 8h30min. Os híbridos de girassol Helio 360 e Aguará são mais atrativos à *A. mellifera* e devem ser recomendados para manutenção e aumento de polinizadores em áreas cultivadas, bem como para pasto apícola na região Oeste do Paraná. No terceiro experimento objetivou-se verificar o efeito da aplicação do inseticida imidacloprido + beta-ciflutrina sobre a visitação de abelhas às inflorescências de quatro híbridos de girassol, durante o florescimento da cultura. Foram marcadas cinco plantas antes do período de florescimento dos híbridos M734, Charrua, Aguará e Helio 250, com quatro repetições. Dois observadores

permaneceram dois minutos em cada inflorescência, contando o número de abelhas visitantes em dois intervalos de tempo (8h30min às 10h e 15h30min às 17h). A contagem ocorreu antes da aplicação do inseticida e 12 horas após a utilização do produto na plantação. Houve efeito significativo de inseticida sobre a visitação de abelhas considerando os dados de todos os híbridos, do híbrido M734 e Aguará, sendo menor o número de visitas de abelhas africanizadas às inflorescências após a aplicação do produto. Não houve efeito de inseticida sobre a visitação nos híbridos Charrua e Helio 250. Constatou-se que o inseticida imidacloprido + beta-ciflutrina causa repelência a *A. mellifera* na cultura do girassol. Além disso, o inseticida imidacloprido + beta-ciflutrina foi inofensivo aos adultos de *A. mellifera*, durante o florescimento do girassol, quando aplicado no terço médio inferior das plantas e no período em que essas abelhas não estavam forrageando, sendo necessária a avaliação de seus possíveis efeitos em fases jovens para posterior utilização em programas de manejo integrado de pragas na cultura do girassol.

PALAVRAS-CHAVE: *Apis mellifera*, polinizadores, agrotóxicos, recursos florais

ABSTRACT

CHAMBÓ, E.D. **Pollination in sunflower genotypes (*Helianthus annuus* L.)**. Marechal Cândido Rondon, PR, 2010. 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE.

The Research consisted of three experiments in Marechal Cândido Rondon city - PR, Brazil. In the first experiment the objective was to verify the influence of *Apis Mellifera* L. pollination on productive and physiological traits in sunflower achenes. The treatments were constituted by the combination of eight sunflower genotypes (Multissol, M734, Catissol 01, Charrua, MG2, Aguará, Helio 360 and Embrapa 122) and two tests of pollination, i) the flowers were free to insect visitation and ii) pollinators were restricted to visiting only inflorescences protected with gauze. The parameters analyzed were total productivity of seeds (PS), number of achenes per inflorescence (NA), mass of achenes per inflorescence (MA), mass of chapters (MC), chapter diameter (CD), ether extract in the achenes (EE), germination (GE), and mass of 1000 achenes (M1000). It was verified that the sunflower plants of the hybrid M734, exposed to insect pollination, showed PS and NA equal to 91,07% and 42,03%, respectively higher ($p < 0,05$) than the plants of this hybrid with inflorescences protected with gauze. The chapters of the Catissol 01 cultivar exposed to insect pollination showed MA, MC and CD respectively, 150,52%, 130,28% e 35,06%, higher than the chapters of this cultivar protected with gauze. Inflorescences of the Embrapa 122 cultivar, free to insect visitation, presented EE and GE respectively, 52,63% e 134,29%, higher ($p < 0,05$), than the inflorescences of this cultivar protected with gauze. Sunflower plants pollinated by *Apis Mellifera* presented average percentage of M1000 of 22,32% higher ($p < 0,05$) than the plants protected with gauze, regardless of which genotype was being studied. In general, the pollination by insects enhances the productive traits and the quality of the seeds of sunflower genotypes. The second experiment was carried out with the objective of observing the type of food that africanized honey bees collect (pollen or nectar) at different times of day during the flowering period of five sunflower genotypes. The experimental design was arranged in randomized blocks split-plots scheme, with 100 treatments, four replications and two plants per experimental unit. The treatments were constituted by the combination of five genotypes of sunflower and (Helio 360, Helio 251, Charrua, Aguará e Multissol) allocated to plots and five days of observation and four time slots arranged in subplots. It could be seen that on the second and third days of sunflowers flowering there was a higher number of visits of *Apis mellifera* collecting nectar. It was observed that the honey bees collect pollen and nectar all they long, with peaks of collections from 7 to 8:30AM. The average density of honey bees throughout the day was 2.27 to 2.94 bees per inflorescence, and the honey bees collecting nectar were more frequent (2.28 bees / inflorescence) than honey bees collecting pollen (0.40 bees/inflorescence) on flowering days 2,94 and 2,96, respectively, and during the most visited time in the culture (7: 00 to 8:30 AM). On the third day of flowering, the hybrid Helio 360 and Aguará showed no differences amongst each other, and also showed higher ($p < 0,05$) number of visitations of honey bees per inflorescence as compared to the other genotypes analyzed in the present study. It can be concluded that the africanized honey bees prefer to do their work of collecting food between the second and third day of flowering, between 7:00 to 8:30AM. Moreover, the hybrids Helio 360 and Aguará are more attractive to honeybees and should be recommended for maintenance and increase of number of pollinators in cultivated areas and to expand programs of honeybees pasture in the western of Paraná state, Brazil. The third experiment was carried out to evaluate the effect of the use of insecticide imidacloprid + beta-cyfluthrin on the number of visits by *Apis mellifera* bees to four sunflowers during the flowering season. Five plants were marked before the period of flowering of hybrids M734,

Charrua, Helio 250 e Aguará, with four repetitions. Two observers remained two minutes on each plant, counting the number of honeybees in two intervals of time (from 8:30 AM to 10:00 AM and from 3:30 PM to 5:00 PM). The counting took place before the application of insecticide and twelve hours after the use of the product. It was verified that there was a significant negative effect of insecticide on the bees visitation considering the data of all hybrids, the hybrid of the M734 and Aguará. There was no effect of insecticide on the visit considering the data of the hybrid Charrua and Helio 250. It was also verified that the insecticide imidacloprid + beta-cyfluthrin causes repellence of *Apis mellifera* in sunflower crop. Moreover, the insecticide imidacloprid + beta-cyfluthrin was harmless to adults of *Apis mellifera* during blooming period for sunflowers, when applied to the lower middle third of the plants and the period in which these honeybees were not foraging. It would be necessary to assess their possible effects on young stages for further use in programs of integrated pest management in sunflower crop.

KEY-WORDS: *Apis mellifera*, pollinators, pesticides, floral resources.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Produtividade total de grãos por combinação entre teste de polinização e genótipo de girassol (<i>H. annuus</i>) no município de Marechal Cândido Rondon, PR, 2009.....	30
Tabela 2: Número de aquênios por inflorescência por combinação entre teste de polinização e genótipo de girassol (<i>H. annuus</i>) no município de Marechal Cândido Rondon, PR, 2009.....	32
Tabela 3: Massa de aquênios (g) por inflorescência por combinação entre teste de polinização e genótipo de girassol (<i>H. annuus</i>)no município de Marechal Cândido Rondon, PR, 2009.....	33
Tabela 4: Massa de capítulos (g) por combinação entre teste de polinização e genótipo de girassol (<i>H. annuus</i>) no município de Marechal Cândido Rondon, PR, 2009.	34
Tabela 5: Diâmetro de capítulo (cm) por combinação entre teste de polinização e genótipo de girassol (<i>H. annuus</i>) no município de Marechal Cândido Rondon, PR, 2009.	35
Tabela 6: Teores de extrato etéreo por combinação entre teste de polinização e genótipo de girassol (<i>H. annuus</i>) no município de Marechal Cândido Rondon, PR, 2009.	36
Tabela 7: Germinação primeira contagem por combinação entre teste de polinização e genótipo de girassol (<i>H. annuus</i>) no município de Marechal Cândido Rondon, PR, 2009.....	38
Tabela 8: Germinação última contagem por combinação entre teste de polinização e genótipo de girassol (<i>H. annuus</i>) no município de Marechal Cândido Rondon, PR, 2009.....	38
Tabela 9: Número médio de visitas de <i>A. mellifera</i> por inflorescência em genótipos de girassol (<i>H. annuus</i>), durante o período de florescimento. Marechal Cândido Rondon, PR, 2009.	52
Tabela 10: Valores médios da diferença (antes da aplicação e depois da aplicação de inseticida) e seus respectivos desvios - padrão.....	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Detalhe da colmeia de abelhas <i>Apis mellifera</i> na parte central de cada largura na área experimental.	26
Figura 2: Inflorescências (a) protegida e (b) sem proteção. M. C. Rondon, PR.	27
Figura 3: Curvas de regressão do número total de <i>A. mellifera</i> coletoras de néctar, em função do dia de florescimento do girassol (<i>H. annuus</i>), em cada genótipo estudado, no município de Marechal C. Rondon, PR, 2009.....	47
Figura 4: Curvas de regressão do número total de <i>A. mellifera</i> coletoras de néctar, em função do dia de florescimento do girassol (<i>H. annuus</i>), em cada intervalo de tempo em horas, no município de Marechal C. Rondon, PR, 2009.....	48
Figura 5: Curvas de regressão do número total de <i>A. mellifera</i> coletoras de pólen, em função do dia de florescimento do girassol (<i>H. annuus</i>), em cada intervalo de tempo em horas, no município de Marechal C. Rondon, PR, 2009.....	50

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	13
1.1 Polinização e Polinizadores.....	13
1.2 Interação Inseto-Planta.....	16
1.3 A Cultura do Girassol.....	18
1.4 Inseticidas	20
CAPÍTULO 2 - POLINIZAÇÃO POR ABELHAS AFRICANIZADAS EM GENÓTIPOS DE GIRASSOL (<i>Helianthus annuus</i> L.).....	22
2.1 Introdução	24
2.2 Material e Métodos	25
2.3 Resultados e Discussão.....	29
2.4 Conclusões	40
CAPÍTULO 3 - COMPORTAMENTO DE COLETA DE ABELHAS AFRICANIZADAS EM INFLORESCÊNCIAS DE GIRASSOL (<i>Helianthus annuus</i> L.).....	41
3.1 Introdução	43
3.2 Material e Métodos	44
3.3 Resultados e Discussão.....	46
3.4 Conclusões	52
CAPÍTULO 4 - APLICAÇÃO DE INSETICIDA E SEUS IMPACTOS SOBRE A VISITAÇÃO DE ABELHAS (<i>Apis mellifera</i> L.) NO GIRASSOL	53
4.1 Introdução	55
4.2 Materiais e Métodos	56
4.3 Resultados e Discussão.....	57
4.4 Conclusões	59
CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
REFERÊNCIAS.....	61

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 Polinização e Polinizadores

A polinização consiste no processo de transferência dos grãos de pólen, contidos nas anteras (órgãos masculinos) para o estigma (porção receptiva dos órgãos femininos) das flores dos vegetais superiores. A transferência do pólen para o estigma pode ocorrer numa mesma flor (autopolinização) ou pode ser realizada de uma flor para outra (polinização cruzada) (FREITAS, 1995). Para que a polinização tenha sucesso é imprescindível que haja a fecundação dos óvulos da flor e conseqüente formação de sementes e frutos (KERR et al., 1996; NOGUEIRA-NETO, 1997).

De acordo com a estrutura da planta (monóica ou dióica), com o tamanho e as características anatômicas e fisiológicas da flor e sua posição na planta, pode ocorrer a autopolinização ou a polinização cruzada. A polinização cruzada proporciona aumento no fluxo de genes entre as plantas, diversificando-as com resultados notavelmente favoráveis (MALERBO-SOUZA et al., 2004).

Os animais que realizam a transferência do pólen da antera para os estigmas das flores são conhecidos como agentes polinizadores. Estes animais podem ser insetos (abelhas, besouros, moscas, borboletas, vespas e mariposas), aves (beija-flores e periquitos) e mamíferos de pequeno porte (morcegos, roedores e marsupiais) (MALAGODI-BRAGA, 2005).

De acordo com Santana et al. (2002), dentre os animais, os da Classe Insecta são os mais importantes no processo de polinização, sendo na ordem Hymenoptera que se encontra o maior número deles. Desses insetos, as abelhas são as mais importantes polinizadoras disponíveis na natureza (ROBINSON; MORSE, 1989). Kevan e Phillips (2001) estimaram que aproximadamente 73% das espécies vegetais cultivadas no mundo sejam polinizadas por alguma espécie de abelha.

Segundo Schirmer (1985) uma polinização bem sucedida depende de numerosas visitas recebidas por esses agentes polinizadores. A polinização das flores junto com a dispersão dos diásporos é processo fundamental no sucesso reprodutivo de espécies vegetais. Os animais envolvidos neste processo cumprem um papel crucial (BUCKMANN; NABHAN, 1996) sendo que a eficiência no processo de polinização significa aumento na disponibilidade de alimentos ao homem e aos animais (MALERBO-SOUZA et al., 2004).

Atualmente a polinização tem sido fundamental na produção e condução de muitas culturas agrícolas em vários países do mundo. Além do aumento no número de vagens ou frutos vingados, a polinização bem conduzida pode aumentar o número de grãos por vagem, melhorar a qualidade dos frutos, diminuir os índices de malformação, aumentar o teor de óleo e outras substâncias extraídas dos frutos, encurtar o ciclo de certas culturas agrícolas e uniformizar o amadurecimento dos frutos, reduzindo as perdas na colheita (WILLIAMS et al., 1991).

A presença de Apoidea em culturas de valor comercial, no período de florescimento, é importante para o aumento da produção de frutos e sementes (FREE, 1993; MORETI et al., 1996; MORGADO et al., 2002; MALERBO-SOUZA et al., 2003). Estudos mostraram que dentre um grande número de espécies vegetais, as abelhas *Apis mellifera* são mais frequentes que as abelhas nativas, o que sugere, portanto, sua utilização como agente polinizador (NOGUEIRA-COUTO et al., 1998; MALERBO-SOUZA et al., 2000; RIBEIRO, 2000).

A eficiência polinizadora das abelhas e as exigências de polinização de diversas culturas agrícola vêm atraindo muitos pesquisadores a estudarem a introdução de colônias de abelhas em plantações (PAIVA et al., 2002; PAIVA et al., 2003; CHIARI et al., 2005; MARTINS et al., 2005; CHIARI et al., 2008). No entanto, Malagodi-Braga (2005) salientou que existem diferenças quanto à intensidade de polinizadores de uma mesma espécie de planta utilizada na agricultura.

Muitos são os fatores que agem direta ou indiretamente no processo de polinização por abelhas (SILVA et al., 2002), como, por exemplo, a atratividade e coloração das flores (MARTINS et al., 2005), a presença de outros agentes polinizadores (VIEIRA et al., 2002; ALVES; FREITAS, 2006), o número de colônias na área e o clima (ANTUNES et al., 2007; TEIXEIRA; ZAMPIERON, 2008).

Além disso, deve-se considerar ainda que uma planta, para se beneficiar da polinização realizada por insetos, necessita da associação de dois fatores: a alta concentração de açúcares do néctar, que serve como atrativo para os agentes polinizadores, e a disponibilidade desse néctar concentrado, ao longo do dia, para mantê-lo (MALERBO-SOUZA et al., 2003).

Nas últimas décadas, a agricultura vem passando por uma revolução tecnológica intensa, que visa o aumento na produtividade das culturas. Os avanços abrangem várias áreas, tais como: melhoramento genético para obtenção de novos híbridos, modernas técnicas de cultivo, irrigação, produção de máquinas e implementos de melhor desempenho. Um dos

fatores determinantes, porém, na produção agrícola é a polinização, principalmente a entomófila. Essa polinização é, muitas vezes, relegada a um plano secundário (LATTARO; MALERBO-SOUZA, 2006). Segundo Nogueira-Couto (2006) com o desenvolvimento da agricultura a polinização pode constituir em um fator limitante na produção de alimentos dos países tropicais.

Apesar da importância da polinização para o aumento da produtividade em diversas culturas agrícolas, no Brasil ainda prevalece a errônea idéia de que a simples introdução na área plantada de algumas colmeias de abelhas já é suficiente para obter-se os níveis ideais de polinização. Em consequência, têm-se culturas mal polinizadas, com baixos índices de produtividade, altas percentagens de perdas, pouca rentabilidade e que apenas contribuem para a desvalorização dos serviços de polinização no meio agrícola nacional (FREITAS, 1994).

Freitas e Imperatriz-Fonseca (2005) comentaram que existem poucas informações disponíveis no Brasil sobre a dependência de polinização de culturas agrícolas e plantas silvestres e que isso impede uma avaliação precisa do valor da polinização para as culturas agrícolas brasileiras, bem como do que se perde com os possíveis níveis de polinização inadequados. Contudo, esta mesma limitação de informações mostra que a agricultura brasileira pode se beneficiar grandemente da polinização biótica e que os níveis de produtividade provavelmente são baixos devido à subpolinização, como consequência da redução, inadequação e/ou ausência de polinizadores eficientes nas áreas agrícolas.

Os apicultores e agricultores necessitam de maiores conhecimentos acerca da importância comercial dos agentes polinizadores, principalmente das abelhas. O conhecimento sobre a biologia dos insetos polinizadores é imprescindível para a exploração da polinização em diferentes condições agro-climáticas. Além disso, existe a necessidade da conservação das abelhas, bem como o emprego de seus serviços de polinização em ecossistemas agrícolas e naturais (THAPA, 2006).

O estudo da ecologia da polinização é necessário para a preservação das espécies vegetais, para o aumento da produção agrícola, bem como para se evitar a formação de barreiras que possam prejudicar esse processo. Além disso, esse estudo é extremamente importante porque permanece em constante evolução e por isso contribui para a manutenção da harmonia na natureza (MALERBO-SOUZA et al., 2008).

1.2 Interação Inseto-Planta

As interações contemporâneas entre as plantas com flores (Angiospermas) e seus polinizadores são decorrentes de uma longa e íntima relação coevolucionária (BAKER; HURD, 1968; PRINCE, 1975).

Acredita-se que o surgimento e proliferação dos insetos na Terra tenha ocorrido anteriormente ao aparecimento das Angiospermas, há milhões de anos, e, a partir do surgimento destas plantas, suas relações com os animais se tornaram cada vez mais evidentes. Evidências indicam que os ancestrais das abelhas atuais seriam insetos que coletavam o néctar como fonte de energia e caçavam pequenos animais que serviam de fonte protéica e, quando estes insetos substituíram a proteína animal pela vegetal e começaram a consumir o pólen das flores, iniciaram uma história de vida própria (PROCTOR et al., 1996).

O processo de coevolução entre plantas e polinizadores baseia-se em um sistema de dependência recíproca. Em busca de néctar, pólen, fragrâncias e outros recursos utilizados, os polinizadores carregam pólen entre flores, ampliando o fluxo de germoplasma e diversificação das espécies, sendo por isto, reconhecidos como mutualistas chave (MORGADO et al., 2002).

Atualmente, a maioria das plantas com flores necessitam parcial ou completamente das interações com os animais para uma polinização efetiva (KIESTER et al., 1984). Essas relações entre animais e angiospermas ao longo do tempo geraram uma impressionante radiação adaptativa e processos de especiação ou “síndromes” características para cada tipo de polinizador (FENSTER et al., 2004) e, conseqüentemente, mudanças evolucionárias que levaram à divergência nas linhagens (DEL-CLARO et al., 2009).

Westerkamp (1997) comentou que a relação das plantas com seus visitantes é um aspecto determinante na estrutura das comunidades de ambos devido às disputas por recursos florais e competição pelos polinizadores. Neste sentido, Del-Claro et al. (2009) salientaram que a ampla diversificação vegetal, advinda de suas interações com os animais, é visível em suas distintas histórias de vida, estratégias de crescimento, defesas físicas e químicas e também na forma de utilização do habitat.

No que se refere às angiospermas, segundo Raven et al. (2001), esse é o clado mais diversificado e conta com cerca de 250.000 espécies, sendo que uma grande parcela destas depende de insetos para a polinização de suas flores e conseqüentemente para sua reprodução.

Segundo Raven et al. (2001), esse fato se dá em razão do processo de auto-incompatibilidade genética, que ocorre amplamente nas angiospermas e que torna a autopolinização praticamente impossível. Lewis (1979) salientou que existem cerca de 11 mecanismos diferentes que resultam na auto-incompatibilidade.

Por outro lado, embora, em certos casos a auto-compatibilidade seja vantajosa (KNIGHT et al., 2005), a maior parte dos táxons vegetais são incapazes de se auto fecundarem (TAKEBAYASHI; MORREL, 2001), o que favorece a polinização cruzada mediada por insetos e que se constitui em uma vantagem para as plantas, pois aumenta a variabilidade genética dentro das populações, tornando-as menos susceptíveis às mudanças ambientais (RICKLEFS, 2003).

Assim, as angiospermas desenvolveram um conjunto de características que atraem uma grande variedade de animais polinizadores, principalmente insetos, e que asseguram um alto grau de polinizações cruzadas e desenvolvimento evolutivo (RAVEN et al., 2001).

Em relação à polinização abiótica, como é o caso da anemofilia, há indicações que esse sistema de polinização tenha surgido secundariamente, derivado de flores entomófilas (FAEGRI; PIJL, 1979). A polinização pelo vento, por exemplo, pode ter surgido entre as angiospermas como uma solução alternativa para a polinização cruzada de plantas entomófilas em face da variabilidade na disposição dos polinizadores (GOODWILLIE, 1999).

No que se refere aos polinizadores, entre os visitantes florais as abelhas sem dúvida ocupam lugar de destaque no processo de polinização. Diferente de outros insetos que visitam flores apenas para obter seu próprio alimento, as abelhas visitam uma maior quantidade de flores, pois além daquele destinado a própria subsistência ainda há a coleta de pólen e néctar para alimentação de suas larvas e para armazenamento (MÜLLER et al., 2006).

Heinrich (1979) avaliou as interações de flores e mamangavas baseado na análise energética e concluiu que essas abelhas apresentam altas taxas metabólicas, precisando visitar flores em ritmo acelerado para suprir suas necessidades energéticas. Este autor relata que as plantas polinizadas por abelhas do gênero *Bombus* evoluíram a estratégia de florescer sincronicamente, a fim de atraírem estes polinizadores e de assegurarem a sua sobrevivência

Estudos sobre a diversidade e comportamento de espécies polinizadoras são fundamentais para futuros trabalhos que envolvam o melhoramento de culturas agrícolas, visando à variabilidade genética necessária para a obtenção do máximo potencial produtivo. A observação do comportamento de abelhas em plantações é requisito essencial para o êxito da

apicultura, como para o maior entendimento relacionado à biologia das plantas e consequentemente aumento da produção (THOMAZINI; THOMAZINI, 2002).

1.3 A Cultura do Girassol

O girassol (*Helianthus annuus* L.) pertence à ordem Asterales, família Asteraceae, subfamília Asteroideae e tribo Heliantheae (JOLY, 2002). É uma planta originária da América do Norte, provavelmente do sudoeste dos Estados Unidos e norte do México (ROSSI, 1998). Os primeiros cultivos comerciais foram realizados na Rússia, por volta de 1830, e no Brasil as primeiras referências sobre girassol datam de 1924 (RIBEIRO, 2000).

Trata-se de uma oleaginosa que apresenta características agrônômicas importantes, como maior tolerância à seca, ao frio e ao calor, quando comparado com a maioria das espécies cultivadas no Brasil (LEITE, 2005). Tradicionalmente, o girassol é considerado uma cultura de grande plasticidade, pois se desenvolve em regiões de clima temperado, subtropical e tropical.

Trata-se o girassol de uma dicotiledônea anual que possui um sistema radicular pivotante e bastante ramificado, com haste geralmente única e uma inflorescência no seu ápice (UNGARO, 2000).

A inflorescência do girassol, chamada de capítulo, é composta por flores sésseis, condensadas em receptáculo comum, discóide e rodeada por um involúcro de brácteas (MODESTO; SIQUEIRA, 1981).

Segundo Castro e Farias et al. (2005), inicialmente as folhas do girassol se desenvolvem em disposição oposta, até as fases fenológicas de V4 e V8. A partir desta fase, a disposição das folhas apresenta-se como um espiral em filotaxia alternada. Para Merrien (1992) este processo é importante, pois marca a passagem da fase vegetativa para a fase reprodutiva, momento em que ocorre a diferenciação do botão floral.

As flores do girassol são classificadas em dois tipos: tubulosas (flores férteis) que são compostas de cálice, corola, androceu e gineceu, e as linguladas (flores incompletas) que possuem um ovário e cálice rudimentar e corola transformada (ROSSI, 1998).

A floração é precedida pela abertura do involúcro das folhas do capítulo, depois da qual aparece a primeira fila de flores linguladas (VRÂNCEANU, 1977). Em seguida, ocorre o

aparecimento das flores tubulosas, cuja abertura ocorre em sequência de fora para dentro ao longo do capítulo durante vários dias (FREE, 1993).

Os aquênios são frutos secos, indeiscentes, compostos por pericarpo (casca) e semente propriamente dita (polpa). Os híbridos atualmente cultivados têm até 25% de casca e 75% de polpa (ROSSI, 1998).

As plantas de girassol apresentam larga variação dos caracteres fenotípicos. De acordo com Castiglioni et al. (1997), são observadas plantas com alturas que variam de 50 a 400cm, caules de 15 a 90mm de diâmetro, folhas de 8 a 50cm de comprimento e de 8 a 70 folhas por caule, capítulos com diâmetros de 6 a 50cm, que contêm de 100 a 8.000 flores. Conforme os mesmos autores, as características da planta, como altura, tamanho do capítulo e circunferência do caule, variam segundo o genótipo e condições edafoclimáticas.

No Brasil o cultivo do girassol vem se expandindo nos últimos anos, principalmente, pelo surgimento de indústrias interessadas em adquirir o produto e pela necessidade dos agricultores por novas opções de cultivo (VIEIRA, 2005). Por outro lado, o seu uso ainda é restrito a produção de grãos para extração de óleo (RIBEIRO, 2002).

Rossi (1998) reportou o girassol como uma oleaginosa de grande importância mundial, pela excelente qualidade de seu óleo comestível e aproveitamento dos subprodutos da extração do óleo para rações balanceadas.

Ainda a despeito dos usos do girassol, Ungaro (1986) comentou que suas raízes podem ser aproveitadas como matéria orgânica e reciclagem de nutrientes, visando à melhoria do solo, como também o caule pode ser utilizado na construção civil como isolante térmico e acústico, além de apresentar amplas possibilidades de participação em esquemas de consorciação e rotação de culturas. As suas flores podem ser cultivadas para a produção comercial de mel, paisagismo e decoração. Atualmente o girassol também é destinado para produção de biodiesel.

Em relação à polinização do girassol, este é uma planta alógama, devido à discordância morfofisiológica de maturação de estames e pistilos (protandria) e ao sistema genético de auto-incompatibilidade. A polinização é, em sua maior parte, entomófila e pouco anemófila, pois o pólen está pouco adaptado ao transporte pelo vento, devido principalmente ao seu peso e tamanho (34 a 45 micras). A uma velocidade do vento de 7-9 m.s⁻¹, o pólen pode viajar a uma distância de 200 a 250 metros. A polinização se faz na maioria dos casos por meio de abelhas, vespas e outros insetos (VRÂNCEANU, 1977).

Além disso, McGregor (1976) salientou que o arranjo floral do girassol permite que este seja beneficiado quando visitado por agentes polinizadores, principalmente as abelhas. Isso ocorre porque a sua inflorescência constitui-se em um capítulo cujas flores abrem em sequência de fora para dentro, ao longo de vários dias.

As flores do girassol passam primeiro por uma fase masculina, na qual o pólen é liberado, e logo em seguida por uma fase feminina, quando os estigmas tornam-se receptivos os estigmas. Dessa forma, as abelhas que coletam pólen limitam suas visitas às flores em fase masculina, enquanto que as abelhas coletoras de néctar visitam todas as flores da inflorescência, efetuando a polinização cruzada (FREE, 1993).

Dentre os insetos que realizam a polinização cruzada no girassol, destacam-se as abelhas *Apis mellifera* como sendo as de maior frequência na cultura (MORETI et al., 1996; MORGADO et al., 2002; PAIVA et al., 2002).

Segundo Paiva et al. (2002), as abelhas coletam mais néctar do que pólen, uniformemente ao longo do dia, e as coletoras de néctar têm maior influência na polinização do girassol do que as coletoras de pólen e néctar/pólen. Assim, o néctar produzido pelas flores do girassol pode ser um aspecto importante na estratégia de atração e manutenção de polinizadores em áreas cultivadas, assim como pode contribuir para o aumento da produção de mel explorado por apicultores e meliponicultores (MACHADO; CARVALHO, 2006).

1.4 Inseticidas

Os polinizadores e a polinização são cruciais para quase todos os ecossistemas terrestres, incluindo aqueles dominados pela agricultura (KEVAN, 1999). As abelhas são animais que vivem em íntimo contato com a natureza, por meio da coleta de pólen, néctar, água e resina para sua colônia. Assim, necessitam que todas as fontes desses recursos sejam puras e isentas de contaminantes, incluindo os agrotóxicos (WOLFF, 2008).

Já as diferentes espécies vegetais exploradas pelo homem sofrem reduções de produtividade pela ação de insetos pragas ao longo do seu ciclo de vida. A cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) não foge desta regra, sendo utilizada como recurso alimentar por diferentes espécies de insetos (FROTA; SANTOS, 2007).

Tradicionalmente, o controle de insetos que atacam a cultura do girassol tem sido pouco frequente no Brasil. No entanto, devido aos esforços significativos de otimização da

produtividade agrícola, com o intuito de suportar as crescentes necessidades alimentares, em decorrência do aumento populacional, muitas práticas agrícolas vêm sendo adotadas, como por exemplo, o uso intensivo de pesticidas de diversos grupos químicos (van der HOFF; van ZOONEN, 1999).

Em relação aos efeitos dos inseticidas sobre a fauna de polinizadores dos agroecossistemas, esses têm sido bem evidenciados, sendo diretamente responsáveis pela redução das populações de abelhas e indiretamente pelas perdas econômicas decorrentes do declínio das populações desses polinizadores (KEVAN, 1999; RICHARD; KEVAN, 2002).

No Brasil, pesquisas a despeito do impacto de produtos fitossanitários sobre abelhas africanizadas são escassas, assim é preciso que trabalhos sejam desenvolvidos a fim de se conhecer os possíveis mecanismos de interação polinizadores e produtos químicos (MACHADO et al., 2009).

Tendo em vista estes aspectos, o presente trabalho tem por objetivos apresentar dados sobre os efeitos da polinização por abelhas (*Apis mellifera* L.) sobre características produtivas e de qualidade fisiológicas em aquênios de genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.), o comportamento de coleta de alimentos (néctar e pólen) dessas abelhas durante o florescimento da cultura em diferentes horários do dia e os efeitos da aplicação do inseticida imidacloprido + beta - ciflutrina sobre a visitação desses insetos às inflorescências de girassol.

CAPÍTULO 2 - POLINIZAÇÃO POR ABELHAS AFRICANIZADAS EM GENÓTIPOS DE GIRASSOL (*Helianthus annuus* L.)

RESUMO

O estudo foi conduzido na Estação Experimental da Cooperativa Agroindustrial Copagril, localizada no município de Marechal Cândido Rondon, Paraná, durante o período de outubro de 2008 a março de 2009. Objetivou-se avaliar a influência da polinização por abelhas africanizadas sobre características produtivas e fisiológicas em aquênios de girassol. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados completos, em esquema de parcelas subdivididas, com 16 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de oito genótipos de girassol (Multissol, M734, Catissol 01, Charrua, MG2, Aguará, Helio 360 e Embrapa 122), casualizados nas parcelas, e dois testes de polinização, um livre a ação de insetos e o outro restringindo os polinizadores com sacos de filó, que foram alocados nas subparcelas. Os parâmetros analisados foram produtividade total de grãos (PT), número de aquênios por inflorescência (NA), massa de aquênios por inflorescência (MA), massa de capítulo (MC), diâmetro de capítulo (DC), teor de extrato etéreo em aquênios (EE), germinação (GE) e massa de 1000 aquênios (M1000). Plantas de girassol do híbrido M734 expostas à polinização entomófila apresentaram PT, NA de 91,07% e 42,03%, respectivamente maiores ($p < 0,05$) do que as plantas desse híbrido com inflorescências protegidas com filó. Inflorescências de girassol da variedade Catissol 01 expostas à polinização entomófila apresentaram MA, MC e DC de 150,52%, 130,28% e 35,06%, respectivamente maiores ($p < 0,05$) do que as inflorescências dessa variedade protegidas com filó. Capítulos de girassol da variedade Embrapa 122 livres à polinização entomófila apresentaram EE e GE de 52,63% e 134,29%, respectivamente maiores ($p < 0,05$) do que os capítulos dessa variedade protegidos com filó. Inflorescências de girassol polinizadas por abelhas *Apis mellifera* apresentaram porcentagem média de M1000 de 22,32% maior ($p < 0,05$) do que as inflorescências isoladas da polinização. Isso indica que a polinização por insetos aumenta as características produtivas e a qualidade fisiológica em sementes de genótipos de girassol.

PALAVRAS-CHAVE: polinizadores, entomófila, *Apis mellifera*.

ABSTRACT

This experiment was carried out at the Experimental Station of Copagrill, city of Marechal Cândido Rondon - PR, Brazil, from October 2008 to march 2009. The objective of the study was to analyze the influence of honey bees africanized pollination on yield traits and physiological quality of seeds in sunflower genotypes. The experimental design was arranged in randomized blocks split-plots scheme, with 16 treatments and four replications. The treatments were constituted by the combination of eight hybrids of sunflower and two types of pollination, one with free insect visitation and another with inflorescences protected with gauze. The following traits were analysed: total productivity of seeds (PT), number (NA) and mass (MA) of achenes per inflorescence, diameter (DC) and mass (MC) of chapter, ether extract in achenes (EE), germination (GE) and mass of 1000 achenes (M1000). It was verified that the sunflower plants of the hybrid M734, exposed to insect pollination, showed PS and NA equal to 91,07% and 42,03%, respectively higher ($p < 0,05$) than the plants of this hybrid with inflorescences protected with gauze. The chapters of the Catissol 01 hybrid exposed to insect pollination showed MA, MC and CD respectively, 150,52%, 130,28% e 35,06%, higher than the chapters of this hybrid protected with gauze. Inflorescences of the Embrapa 122 hybrid, free to insects visitation, presented EE and GE respectively, 52,63% e 134,29%, higher ($p < 0,05$), than the inflorescences of this hybrid protected with gauze. Sunflower plants pollinated by *Apis Mellifera* presented average percentage of M1000 of 22,32% higher ($p < 0,05$) than the plants protected with gauze, regardless of which hybrid was being studied. In general, the pollination by insects enhances the productive traits and the quality of the seeds of sunflower hybrids.

KEY WORDS: pollinators, insect pollination, *Apis mellifera*.

2.1 Introdução

O girassol é uma cultura que apresenta características agronômicas desejáveis e tem sido uma boa opção aos produtores brasileiros. O cultivo desta planta permite a obtenção de grãos para produção de óleo na entressafra, a diminuição da capacidade ociosa das indústrias e a otimização da utilização da terra, máquinas e mão-de-obra (SILVA et al., 2007).

O girassol (*Helianthus annuus* L.) está relacionado diretamente com seus agentes polinizadores, pois é uma planta de polinização cruzada, sendo realizada por insetos, em especial por abelhas (MORGADO et al., 2002).

As abelhas polinizam quase todas as culturas de interesse econômico, poucas espécies vegetais cultivadas são dependentes de outros insetos para as suas exigências de polinização. As culturas que possuem mecanismos de auto-incompatibilidade necessitam da polinização realizada por abelhas e outros insetos. Além disso, cabe ressaltar que mesmo em plantas autopolinizáveis, os benefícios da polinização entomófila são bem evidentes, com maiores rendimentos de grãos, sementes de melhor qualidade e, conseqüentemente frutos bem desenvolvidos (THAPA, 2006).

A polinização tem aumentado a produção de muitas culturas agrícolas em vários países do mundo (WILLIAMS et al., 1991). A presença de *Apoidea* em culturas de valor comercial, no período de florescimento, é importante para o aumento da produção de frutos e sementes (FREE, 1993; MORETI, 1989; MORETI et al., 1996; MORGADO et al., 2002; MALERBO-SOUZA et al., 2003).

A eficiência polinizadora das abelhas e as exigências de polinização de diversas culturas agrícolas vêm atraindo muitos pesquisadores a estudarem a introdução de colônias de abelhas africanizadas em plantações (PAIVA et al., 2002; PAIVA et al., 2003; CHIARI et al., 2005; MARTINS et al., 2005; CHIARI et al., 2008), bem como colônias de meliponídeos em ambientes protegidos (ANTUNES et al., 2007). No entanto, Malagodi-Braga (2005) salientou que existem diferenças quanto à intensidade de visitas de polinizadores de uma mesma espécie de planta utilizada na agricultura.

Apesar dos testes de polinização em diversas espécies vegetais serem frequentes, não há qualquer estimativa precisa do valor da polinização para as culturas agrícolas brasileiras, nem do que se perde com os possíveis níveis de polinização inadequados atuais (FREITAS; IMPERATRIZ-FONSECA, 2005).

Tendo em vista estes aspectos, foi realizado o presente estudo, com o objetivo de avaliar a influência da polinização entomófila sobre características produtivas e de qualidade fisiológica em aquênios de genótipos de girassol.

2.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Cooperativa Agroindustrial Copagrill, localizada no município de Marechal Cândido Rondon, PR, situado a 24° 33' 40" latitude sul e 54° 04' 00" longitude oeste de Greenwich, com altitude de 420 m acima do nível do mar, no período de outubro de 2008 a março de 2009. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico (EMBRAPA, 1999).

A área experimental, com dimensão de 48 m de comprimento, 26,6 m de largura e 1276,80 m² de área experimental efetiva semeada, estava limitada ao seu redor por um plantio de soja e, a aproximadamente uns dois quilômetros a leste, por um remanescente de mata ciliar. Os dados sobre as condições climáticas foram coletados no mês de dezembro, época em que ocorreu a floração da cultura. Os registros climáticos coletados diariamente foram fornecidos pela Estação Meteorológica de Marechal Cândido Rondon, PR. Durante a floração, a precipitação pluvial foi de 1,8 mm, a temperatura média de 26°C, a umidade relativa do ar de 65% e a velocidade média do vento de 2,0 ms⁻¹.

O experimento foi implantado em sistema de plantio direto e o milho cultivado na entressafra foi à cultura antecessora. Na adubação de base, foram utilizados 425 kg ha⁻¹ do formulado 10-20-20 (NPK). A semeadura das variedades de girassol Embrapa 122 (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), Catissol 01 e Multissol (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - Cati SP) e dos híbridos M734 e MG2 (Agroscience Comercial Agrícola LTDA), Aguará e Charrua (Atlântica Sementes LTDA) e Helio 360 (*Helianthus annuus* L. LTDA) foi realizada no dia 10 de outubro de 2008, em 32 parcelas de 33,6 m² cada.

A semeadura ocorreu em oito linhas espaçadas de 0,70 m, com o espaçamento entre plantas, na linha, de 0,30 m. A profundidade de semeadura foi de 0,03 m. Após 20 dias de emergência, que ocorreu no dia 30 de outubro de 2008, foi realizado desbaste deixando uma planta por cova para ajuste do número de plantas por parcela.

Antes do período de florescimento, no estágio R₄ (CASTIGLIONI et al., 1997), foram introduzidas duas colmeias modelo Langstroth com abelhas *Apis mellifera* africanizadas, com

população estabilizada e desprovidas de melgueira. As duas colônias foram instaladas na parte central de cada largura, mas em locais opostos na área experimental (Figura 1).



FIGURA 1 – Detalhe da colmeia de abelhas *A. mellifera* na parte central de cada largura na área experimental.

Fonte: CHAMBÓ (2008)

Vinte inflorescências de cada genótipo, com diâmetros de capítulo aproximadamente iguais, foram escolhidas ao acaso na área útil de cada parcela. Dez inflorescências foram protegidas com sacos de filó (polinização restringida) e as outras dez foram marcadas, mas sem isolamento (Figura 2).

Após a maturação, que ocorreu 90 dias após o desbaste das plantas, os capítulos foram colhidos e secos à sombra por 30 dias, pesados em balança eletrônica e seus diâmetros medidos com paquímetro digital. Posteriormente, todos os aquênios presentes nos capítulos foram retirados e processados no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual do Oeste do Paraná.



FIGURA 2 – Inflorescências (a) protegida e (b) sem proteção. M. C. Rondon, PR.
Fonte: CHAMBÓ (2008).

a - Massa de aquênios por inflorescência

A média da massa de aquênios por inflorescência foi determinada por meio da pesagem em balança eletrônica dos aquênios presentes em cada unidade experimental (subparcela).

b - Massa de 1000 aquênios

A média da massa de 1000 aquênios de cada unidade experimental (subparcela) foi determinada a partir de oito subamostras de 100 sementes, de acordo com Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 1992).

c - Número de aquênios por inflorescência

O número de aquênios por inflorescência (NAI) foi calculado pela equação: massa total de aquênios por inflorescência X 1000 aquênios/massa de 1000 aquênios.

d - Produtividade total de grãos

A produtividade total de grãos por tratamento foi estimada para um “stand” de colheita composto por 45.000 plantas.ha⁻¹. O teor de umidade dos aquênios foi determinado pelo método da estufa a 105°C ± 30°C durante 24 horas, com duas réplicas de cada unidade experimental (BRASIL, 1992), para posterior transformação dos dados de produtividade em umidade padrão de 11%, segundo Campos e Sader (1987):

$$Pcc = Pc * (100 - U\%)/100 - Ud\%$$

em que:

Pcc = produção de aquênios em $kg\ ha^{-1}$, com o teor de umidade padrão 11%;

pc = produção de aquênios em $kg\ ha^{-1}$;

U% = umidade determinada no laboratório;

Ud% = umidade desejada para correção.

e - Teste de germinação

O teste de germinação foi realizado com quatro subamostras de 25 sementes para cada tratamento, semeadas em rolos de papel toalha, umedecidos com um volume de água igual a 2,5 vezes o peso do substrato, mantidos a uma temperatura constante de 25°C. A contagem das plântulas normais ocorreu no 4º e 11º dias após a semeadura, segundo as Regras de Análises e Sementes do Ministério da Agricultura (BRASIL, 1992).

f - Teor de extrato etéreo em aquênios

O teor de extrato etéreo em aquênios foi quantificado pelo método de extração “a quente” em éter, com extrator tipo “Goldfish”, com duas réplicas por tratamento (SILVA, 2002).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados completos, em esquema de parcelas subdivididas, com 16 tratamentos, quatro repetições, 20 plantas por parcela e dez plantas por subparcela. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de oito genótipos de girassol (Multissol, M734, Catissol 01, Charrua, MG2, Aguará, Helio 360 e Embrapa 122), casualizados nas parcelas, e dois testes de polinização (entomófila e anemófila), alocados nas subparcelas.

O efeito de interação polinização (sem e com proteção dos capítulos) *versus* genótipo sobre as características analisadas foi verificado por meio de análise de variância. O efeito de polinização, em cada genótipo, foi comparado utilizando-se o teste F e o efeito de genótipo, em cada teste de polinização, foi comparado por meio do teste de Scott-Knott. Em todas as análises efetuadas adotou-se o nível de significância de 5%.

Para as características em que houve efeito significativo de interação entre genótipos *versus* testes de polinização foram realizados os desdobramentos dos graus de liberdade (GL) e das somas de quadrado, respectivos. O estudo do efeito das classes de híbrido (parcela) em cada classe do fator polinização (subparcela) foi feito utilizando os valores de GL resíduo e quadrado médio do resíduo, compostos pelas equações de Satterthwaite (RIBEIRO JÚNIOR; MELO, 2009), dadas a seguir:

$$QM_{\text{RESSAT}} = \frac{QM_{\text{RES(a)}} + (b - 1) * QM_{\text{RES(b)}}}{b}$$

$$GL_{\text{RESSAT}} = \frac{\left[\frac{QM_{\text{RES(a)}} + (b - 1) * QM_{\text{RES(b)}}}{b} \right]^2}{\frac{(QM_{\text{RES(a)}})^2}{GL_{\text{RES(a)}}} + \frac{[(b - 1) * QM_{\text{RES(b)}}]^2}{GL_{\text{RES(b)}}}}$$

em que:

$QM_{\text{RES SAT}}$ = Quadrado médio do resíduo de Satterthwaite;

$GL_{\text{RES SAT}}$ = Grau de liberdade do resíduo de Satterthwaite;

a = número de classe do fator da parcela;

b = número de classes do fator da subparcela;

$QM_{\text{RES(a)}}$ = Quadrado médio do resíduo da parcela;

$QM_{\text{RES(b)}}$ = Quadrado médio do resíduo da subparcela;

$GL_{\text{RES(a)}}$ = Grau de liberdade do resíduo da parcela;

$GL_{\text{RES(b)}}$ = Grau de liberdade do resíduo da subparcela.

As análises estatísticas efetuadas neste experimento foram realizadas utilizando-se o programa Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (UFV, 2003).

2.3 Resultados e Discussão

Houve efeito significativo ($p < 0,05$) de interação entre genótipos de girassol e testes de polinização na produtividade total de aquênios (Tabela 1), no número de aquênios por inflorescência (Tabela 2), na massa de aquênios por inflorescência (Tabela 3), na massa de capítulo (Tabela 4), no diâmetro de capítulo (Tabela 5), nos teores de extrato etéreo em aquênios (Tabela 6) e na primeira e última contagem da germinação (Tabelas 7 e 8).

As plantas de girassol do híbrido M734 que tiveram os capítulos livres à ação de agentes polinizadores apresentaram produtividade de grãos 91,07% maior ($p < 0,05$) do que as plantas desse híbrido com capítulos protegidos com filó. Em relação às variedades Multissol, Embrapa 122, Catissol 01 e híbrido Aguará, o percentual a favor dos capítulos não protegidos foram de 77,39, 57,9, 51,01 e 24,71%, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1: Produtividade total de grãos por combinação entre teste de polinização e genótipo de girassol (*H. annuus*) no município de Marechal Cândido Rondon, PR, 2009.

Genótipos	Produtividade (kg ha ⁻¹)	
	Sem Proteção	Com Proteção
Charrua	4383,35 ± 781,25 A a	3760,47 ± 411,31 A a
Multissol	4321,20 ± 376,00 A a	2436,01 ± 247,64 B b
M734	4247,13 ± 380,66 A a	2222,85 ± 585,21 B b
MG2	4083,98 ± 529,88 A a	3574,10 ± 332,58 A a
Helio 360	3942,17 ± 863,48 A a	3457,87 ± 869,69 A a
Aguará	3732,78 ± 424,14 A a	2993,10 ± 820,21 B a
Catissol 01	3356,62 ± 246,86 A b	1337,25 ± 624,39 B c
Embrapa 122	2660,55 ± 278,06 A b	1684,91 ± 657,54 B c

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre si, pelo teste F a 5% ao nível de significância; Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de nível de significância; CV = 15,51%; Médias e desvios-padrão estimados a partir de quatro observações por combinação de teste de polinização x genótipo.

Esses resultados corroboram com os estudos de Du Toit (1990), Nderitu et al. (2008) e Oz et al. (2009), que encontraram aumento na produção de sementes de girassol em área com introdução de abelhas de 38%, 53% e 206%, respectivamente, em relação à área sem abelhas. O aumento na produtividade pode estar relacionado ao comportamento de coleta da *Apis mellifera*. Essas abelhas, ao contrário de outras espécies, realizam visitas demoradas, tocam nos estigmas e anteras das flores, promovem vôos rasantes na flor que permitem a queda de muitos grãos de pólen no estigma e realizam suas visitas nos horários em que as flores estão abundantemente repletas de pólen (ALVES; FREITAS, 2006).

Não houve diferença ($p \geq 0,05$) na produtividade total de grãos entre plantas protegidas e não protegidas com sacos de filó para os híbridos Charrua, MG2 e Helio 360 (Tabela 1).

Foi detectado que esses híbridos responderam na ausência de polinizadores com uma produtividade comparada às plantas cujas inflorescências receberam visitas de insetos. Esse fato pode ter ocorrido em decorrência do número reduzido de repetições utilizadas no experimento, que resultou em um coeficiente de variação (CV) de 15,51%.

Apesar de o percentual encontrar-se dentro de valores aceitáveis, o que sugere uma precisão experimental satisfatória, segundo a classificação de Pimentel-Gomes (1985), o teste F, a 5% de probabilidade, somente detectou diferenças significativas entre os testes de polinização quando houve grande diferença entre suas médias. Alves e Seraphin (2004)

salientaram que o aumento no número de repetições parece ser eficiente na detecção de uma porcentagem menor de diferenças entre médias.

Em capítulos cujas inflorescências não foram protegidas, verificou-se que a média de produtividade total de grãos não diferiu estatisticamente entre os genótipos Charrua, Multissol, M734, MG2, Helio 360 e Aguará. Esses genótipos apresentaram produtividade média maior ($p < 0,05$) do que a das variedades Catissol 01 e Embrapa 122, os quais apresentaram médias equivalentes (Tabela 1).

Nos capítulos isolados com filó, observou-se que os híbridos Charrua, MG2, Helio 360 e Aguará apresentaram valores médios de produtividade maiores ($p < 0,05$) do que os demais (Tabela 1).

As plantas de girassol do híbrido M734 que tiveram capítulos livres à ação de agentes polinizadores apresentaram número de aquênios por inflorescência 42,03% maior ($p < 0,05$) do que as plantas desse híbrido com capítulos protegidos com filó. Em relação ao híbrido Charrua e variedades Multissol e Catissol 01, o percentual a favor dos capítulos não-protegidos foram de 31,11, 29,79 e 17,91%, respectivamente (Tabela 2). Esses resultados corroboram com os de Malerbo-Souza et al. (2003), que encontraram efeito positivo de polinização na cultura da laranja e Moreti et al. (1996), que verificaram aumentos de 75,5 a 86% no número de aquênios formados por inflorescência no híbrido de girassol Anhandy.

Não houve diferença significativa no número de aquênios por inflorescência entre capítulos protegidos e desprotegidos, para os híbridos Helio 360, Aguará, MG2 e variedade Embrapa 122 (Tabela 2). Esses resultados foram concordantes com os resultados encontrados por Alves (2006), que não verificou diferença significativa no número de aquênios por inflorescência entre os capítulos que receberam visitas de insetos e os isolados por filó para os híbridos Helio 250, Helio 251 e Helio 360.

Em capítulos cujas inflorescências não foram protegidas, observou-se que o número de aquênios do híbrido Charrua foi 108,28% maior ($p < 0,05$) do que o valor médio da variedade Embrapa 122, que apresentou o menor número de aquênios por inflorescência entre os genótipos estudados. Não houve diferença ($p \geq 0,05$) no número de aquênios dos capítulos sem proteção para os híbridos Helio 360, Aguará, M734, MG2 e variedades Multissol e Catissol 01. Esses genótipos apresentaram valores médios de número de aquênios menores ($p < 0,05$) do que a média do híbrido Charrua (Tabela 2).

Tabela 2: Número de aquênios por inflorescência por combinação entre teste de polinização e genótipo de girassol (*H. annuus*) no município de Marechal Cândido Rondon, PR, 2009.

Genótipos	Número médio de aquênios por inflorescência	
	Sem Proteção	Com Proteção
Charrua	1452,23 ± 155,57 A a	1107,65 ± 123,26 B a
Helio 360	1101,86 ± 201,13 A b	1075,40 ± 250,62 A a
Aguará	1068,89 ± 155,44 A b	1091,90 ± 215,75 A a
M734	1039,00 ± 45,82 A b	731,55 ± 164,84 B b
MG2	1022,50 ± 93,76 A b	1026,99 ± 34,22 A a
Multissol	979,83 ± 105,35 A b	754,91 ± 188,04 B b
Catissol 01	909,71 ± 67,55 A b	417,47 ± 194,40 B c
Embrapa 122	697,24 ± 72,05 A c	537,31 ± 189,80 A c

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre si, pelo teste F a 5% ao nível de significância; Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de nível de significância; CV = 15,26%; Médias e desvios-padrão estimados a partir de quatro observações por combinação de teste de polinização x genótipo.

Nas plantas cujos capítulos foram isolados com filó, observou-se que os híbridos Charrua, Helio 360, Aguará e MG2 apresentaram valores médios de número de aquênios por inflorescência maiores ($p < 0,05$) do que os demais (Tabela 2).

Rossi (1998) relatou que cada capítulo pode conter de 1000 a 1800 flores férteis, que podem vingar e produzir de 1000 a 1800 aquênios por inflorescência.

No presente trabalho, foram obtidas médias de número de aquênios por inflorescência que oscilaram entre 697,24 (Embrapa 122) a 1452,23 (Charrua) nos capítulos livres à polinização, e de 537,31 (Embrapa 122) a 1107,65 (Charrua), nos capítulos restringidos dos insetos por filó. Esses resultados evidenciaram um aumento de 22,66% no número de aquênios por inflorescência nas plantas sem proteção, independentemente do genótipo estudado, sugerindo índices produtivos excelentes advindos da polinização por insetos.

As plantas de girassol da variedade Catissol 01 que tiveram os capítulos livres à ação dos agentes polinizadores apresentaram massa de aquênios por inflorescência 150,52% maior ($p < 0,05$) do que as plantas dessa variedade com capítulos protegidos com filó. Em relação aos genótipos M734, Multissol, Embrapa 122 e Aguará, o percentual a favor dos capítulos não protegidos foram de 91,83, 76,48, 55,84 e 25,39%, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3: Massa de aquênios (g) por inflorescência por combinação entre teste de polinização e genótipo de girassol (*H. annuus*) no município de Marechal Cândido Rondon, PR, 2009.

Genótipos	Massa de aquênios (g)	
	Sem Proteção	Com Proteção
Charrua	86,42 ± 15,59 A a	74,79 ± 8,16 A a
Multissol	86,21 ± 7,49 A a	48,85 ± 4,45 B b
M734	84,58 ± 7,63 A a	44,09 ± 11,69 B b
MG2	81,53 ± 10,64 A a	71,12 ± 6,64 A a
Helio 360	78,23 ± 17,30 A a	68,62 ± 17,23 A a
Aguará	74,23 ± 8,34 A a	59,20 ± 16,09 B a
Catissol 01	67,09 ± 4,98 A b	26,78 ± 12,4 B c
Embrapa 122	53,08 ± 5,60 A b	34,06 ± 13,17 B c

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre si, pelo teste F a 5% ao nível de significância; Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de nível de significância; CV = 15,26%; Médias e desvios-padrão estimados a partir de 4 observações por combinação de teste de polinização x genótipo.

Não houve diferença significativa na massa de aquênios entre plantas protegidas e não protegidas com sacos de filó para os híbridos Charrua, MG2 e Helio 360 (Tabela 3), sendo esses resultados condizentes com os de Alves (2006), que não encontrou diferença na massa de aquênios por inflorescência em capítulos protegidos e desprotegidos nos híbridos Helio 250, Helio 251 e Helio 360

Em capítulos cujas inflorescências não foram protegidas, pode-se verificar que a massa de aquênios não diferiu entre os genótipos Multissol, M734, Charrua, MG2, Helio 360 e Aguará. Esses genótipos apresentaram massas médias de aquênios por inflorescência maiores ($p < 0,05$) do que os valores médios das variedades Catissol 01 e Embrapa 122, os quais não diferiram entre si (Tabela 3).

Nos capítulos protegidos com filó, observou-se que os híbridos Charrua, MG2, Aguará e Helio 360 apresentaram valores médios de massa de aquênios por inflorescência maiores ($p < 0,05$) do que os demais. Não houve diferença ($p \geq 0,05$) na massa de aquênios por inflorescência entre o híbrido M734 e variedade Multissol, genótipos que apresentaram médias intermediárias nos capítulos protegidos. A massa de aquênios por inflorescência não diferiu entre as variedades Catissol 01 e Embrapa 122, mas suas médias foram menores ($p \geq 0,05$) em relação às médias apresentadas pela variedade Multissol e híbrido M734 (Tabela 3).

As plantas de girassol da variedade Catissol 01 que tiveram os capítulos livres à ação dos agentes polinizadores apresentaram massa de capítulo 130,28% maior ($p < 0,05$) do que as plantas dessa variedade com capítulos protegidos com filó. Em relação aos genótipos M734, Multissol, Embrapa 122, Aguará e MG2, o percentual a favor dos capítulos não protegidos foram de 110,81, 68,29, 41,31, 32,74 e 24,99%, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4: Massa de capítulos (g) por combinação entre teste de polinização e genótipo de girassol (*H. annuus*) no município de Marechal Cândido Rondon, PR, 2009.

Genótipos	Massa de Capítulo (g)	
	Sem Proteção	Com Proteção
M734	138,61 ± 14,18 A a	65,75 ± 17,07 B b
Multissol	135,49 ± 12,20 A a	80,51 ± 5,67 B b
MG2	130,34 ± 19,02 A a	104,28 ± 11,90 B a
Charrua	123,63 ± 6,81 A a	118,23 ± 22,35 A a
Catissol 01	117,46 ± 5,07 A a	50,99 ± 17,43 B b
Helio 360	116,51 ± 17,66 A a	105,90 ± 21,29 A a
Aguará	115,70 ± 9,10 A a	87,16 ± 17,81 B a
Embrapa 122	88,90 ± 5,17 A b	62,91 ± 17,41 B b

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre si, pelo teste F a 5% ao nível de significância; Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de nível de significância; CV = 12,94%; Médias e desvios-padrão estimados a partir de 4 observações por combinação de teste de polinização x genótipo.

Não houve diferença ($p \geq 0,05$) na massa média de capítulo entre plantas protegidas e não protegidas com sacos de filó para os híbridos Charrua e Helio 360 (Tabela 4), sendo esses resultados concordantes com os de Alves (2006), que não encontrou diferença na massa de capítulos protegidos e desprotegidos nos híbridos Helio 251 e Helio 360. Esses resultados indicam que o acesso das abelhas às inflorescências não afetou a produção dos híbridos Charrua e Helio 360.

Em inflorescências protegidas, pode-se verificar que os híbridos MG2, Charrua, Helio 360 e Aguará não diferiram em relação à massa de capítulo. Esses híbridos apresentaram valores médios maiores de massa de capítulo ($p < 0,05$) em relação aos genótipos M734, Multissol, Catissol 01 e Embrapa 122, os quais apresentaram massas equivalentes. Nas inflorescências sem proteção, a variedade Embrapa 122 diferiu ($p < 0,05$) dos demais e apresentou menor valor médio de massa de capítulo. Não houve diferença significativa na

massa de capítulo entre os genótipos M734, Multissol, MG2, Charrua, Catissol 01, Helio 360 e Aguará, para as inflorescências sem proteção (Tabela 4).

As plantas de girassol da variedade Catissol 01 que tiveram os capítulos livres à ação dos agentes polinizadores apresentaram diâmetro de capítulo 35,06% maior ($p < 0,05$) do que as plantas dessa variedade com capítulos protegidos com filó. Em relação aos genótipos M734, Multissol, Aguará, Embrapa 122 e Charrua, o percentual a favor dos capítulos não protegidos foram de 29,22, 16,92, 15,75, 15,10 e 11,64%, respectivamente (Tabela 5). Esses resultados são condizentes com os de Ribeiro (2000), que verificou aumento significativo no diâmetro dos capítulos livres a ação dos insetos polinizadores em relação aos cobertos com sacos de papel e tela de sombrite.

Em capítulos cujas inflorescências foram protegidas, pode-se verificar que os diâmetros de capítulos da variedade Multissol e híbridos Charrua, MG2 e Helio 360 não diferiram entre si. Esses genótipos apresentaram média de diâmetro de capítulo maior ($p < 0,05$) do que os genótipos M734, Catissol 01, Aguará e Embrapa 122, os quais apresentaram médias equivalentes. Não houve diferença ($p \geq 0,05$) entre as médias de diâmetros de capítulos dos genótipos cujas inflorescências não foram protegidas (Tabela 5).

Tabela 5: Diâmetro de capítulo (cm) por combinação entre teste de polinização e genótipo de girassol (*H. annuus*) no município de Marechal Cândido Rondon, PR, 2009.

Genótipos	Diâmetro de Capítulo (cm)	
	Sem Proteção	Com Proteção
Multissol	166,55 ± 6,44 A a	142,45 ± 21,95 B a
M734	163,75 ± 9,33 A a	126,72 ± 24,10 B b
Catissol 01	160,92 ± 5,43 A a	119,15 ± 13,12 B b
Charrua	157,20 ± 7,35 A a	140,81 ± 18,97 B a
MG2	157,15 ± 13,93 A a	146,16 ± 8,02 A a
Aguará	153,34 ± 8,74 A a	132,47 ± 9,15 B b
Helio 360	151,04 ± 12,48 A a	146,51 ± 14,05 A a
Embrapa 122	148,51 ± 5,62 A a	129,03 ± 10,46 B b

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre si, pelo teste F a 5% ao nível de significância; Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de nível de significância; CV = 7,56%; Médias e desvios-padrão estimados a partir de 4 observações por combinação de teste de polinização x genótipo.

As plantas de girassol da variedade Embrapa 122 que tiveram capítulos livres à ação de agentes polinizadores apresentaram percentual médio de extrato etéreo em aquênios

52,63% maior ($p < 0,05$) do que as plantas dessa variedade com capítulos protegidos com filó. Em relação aos genótipos Multissol, Catissol 01, Charrua, MG2 e Helio 360, o percentual a favor dos capítulos não-protegidos foram de 48,91, 20,16, 9,77, 7,41 e 6,17%, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6: Teores de extrato etéreo por combinação entre teste de polinização e genótipo de girassol (*H. annuus*) no município de Marechal Cândido Rondon, PR, 2009.

Genótipos	Extrato Etéreo (%)	
	Sem Proteção	Com Proteção
Charrua	47,75 ± 1,89 A a	43,50 ± 0,58 B a
Helio 360	43,00 ± 1,63 A b	40,50 ± 2,38 B b
Aguará	42,50 ± 1,91 A b	42,50 ± 1,91 A a
Catissol 01	37,25 ± 1,26 A c	31,00 ± 1,83 B e
MG2	36,25 ± 0,96 A c	33,75 ± 0,96 B d
Embrapa 122	36,25 ± 1,50 A c	23,75 ± 0,96 B f
M734	36,00 ± 0,82 A c	37,25 ± 0,96 A c
Multissol	34,25 ± 0,50 A c	23,00 ± 1,41 B f

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre si, pelo teste F a 5% ao nível de significância; Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de nível de significância; CV = 3,14%; Médias e desvios-padrão estimados a partir de quatro observações por combinação entre teste de polinização x genótipo.

Esses resultados foram concordantes com o resultado encontrado por Rizzardo (2007), que observou aumento de 9,1% no percentual médio de extrato etéreo em sementes de mamoneira em relação ao tratamento cujas flores não receberam visitas de abelhas e outros polinizadores.

Lorenzatti (1979) e Aytakin e Çagatay (2008) encontraram aumento significativo no teor de óleo em sementes de girassol polinizadas com abelhas *A. mellifera* em relação às oriundas de capítulos não polinizadas por insetos. Os resultados têm evidenciado que a polinização é um fator importante para o aumento no teor de extrato etéreo em aquênios.

Os resultados obtidos no presente trabalho permitiram sugerir que o menor percentual médio de extrato etéreo encontrado em aquênios oriundos de inflorescências que não receberam visitas de abelhas, em razão do ensacamento dos capítulos com sacos de filó, pode estar relacionado, segundo Wallace e Lee (1999), à autopolinização ou com a pequena quantidade de pólen depositada naturalmente sobre o estigma da flor, sem ajuda de um agente polinizador.

Em decorrência do isolamento dos capítulos, a polinização entomófila não ocorreu. Isso pode ter favorecido a ocorrência da autopolinização e, em consequência, a redução da qualidade fisiológica das sementes (ZANI FILHO; KAGEYAMA, 1984). Vrânceanu (1977) reportou que o girassol apresenta um sistema de auto-incompatibilidade, necessitando da polinização cruzada para transferência do grão de pólen. No entanto, em algumas situações a autopolinização pode ocorrer, com produção de sementes e frutos de menor qualidade (FREE, 1993).

Embora os fatores ambientais e fisiológicos da planta interfiram diretamente na melhoria da qualidade fisiológica das sementes, os insetos podem, em muitas situações, influenciar indiretamente nesses fatores e proporcionar sementes de melhor qualidade, com maior vigor e óleo (CAMACHO e FRANKE, 2008).

Estudos sobre a interação planta x polinizador podem permitir a melhor compreensão do mecanismo de transporte de pólen e possibilitar manejos mais adequados nas áreas cultivadas, com intuito de aumentar a produção e a qualidade de sementes de girassol.

Não houve diferença ($p \geq 0,05$) no percentual de extrato etéreo entre inflorescências desprotegidas e protegidas com sacos de filó para os híbridos M734 e Aguará (Tabela 6). Em aquênios produzidos a partir de inflorescências que receberam visitação de insetos, verificou-se que o percentual médio de extrato etéreo do híbrido Charrua foi 39,42% maior ($p < 0,05$) do que o valor médio da variedade Multissol, que apresentou o menor teor de extrato etéreo entre os genótipos estudados.

Nos capítulos protegidos com filó, observou-se que os híbridos Charrua e Aguará apresentaram valores médios de extrato etéreo maiores ($p < 0,05$) do que os demais híbridos. O híbrido Charrua apresentou média de extrato etéreo 89,16% e 83,16% maior em relação às variedades Multissol e Embrapa 122, respectivamente. O híbrido Aguará apresentou extrato etéreo médio 84,78% e 78,95% maior em relação às variedades Multissol e Embrapa 122, respectivamente (Tabela 6).

Sementes provenientes de inflorescências de girassol da variedade Embrapa 122 que tiveram capítulos livres à ação de agentes polinizadores apresentaram percentual médio de germinação na primeira contagem (4º dia) e última contagem da germinação (11º dia) de 131,25% e 134,29%, respectivamente, maior ($p < 0,05$) do que as sementes dessa variedade oriundas de capítulos protegidos com filó. Em relação as variedade Catissol 01 e Multissol, o percentual a favor dos capítulos não-protegidos para primeira contagem e última contagem da

germinação foram de 96,74% e 75,22% (Tabela 7) e 57,78% e 140,57% (Tabela 8), respectivamente.

Tabela 7: Germinação primeira contagem por combinação entre teste de polinização e genótipo de girassol (*H. annuus*) no município de Marechal Cândido Rondon, PR, 2009.

Genótipos	Primeira contagem da germinação (4º dia) (%)	
	Sem Proteção	Com Proteção
MG2	67,25 ± 8,02 A a	66,25 ± 16,86 A a
M734	63,75 ± 13,91 A a	78,75 ± 10,40 B a
Charrua	60,75 ± 6,24 A a	75,00 ± 8,76 B a
Multissol	58,00 ± 6,68 A a	22,50 ± 5,20 B c
Helio 360	52,75 ± 22,28 A b	41,25 ± 14,97 A b
Aguará	50,00 ± 2,16 A b	62,00 ± 6,98 A a
Catissol 01	45,25 ± 15,52 A b	23,00 ± 9,90 B c
Embrapa 122	37,00 ± 15,12 A b	16,00 ± 14,70 B c

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre si, pelo teste F a 5% ao nível de significância; Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de nível de significância; CV = 17,64%; Médias e desvios-padrão estimados a partir de quatro observações por combinação de tipo de polinização x híbrido.

Tabela 8: Germinação última contagem por combinação entre teste de polinização e genótipo de girassol (*H. annuus*) no município de Marechal Cândido Rondon, PR, 2009.

Genótipos	Germinação (11º dia) (%)	
	Sem Proteção	Com Proteção
MG2	72,25 ± 8,22 A a	70,00 ± 11,40 A a
M734	66,75 ± 13,23 A a	83,00 ± 6,48 B a
Charrua	64,50 ± 6,03 A a	78,75 ± 8,85 B a
Multissol	63,75 ± 7,14 A a	26,50 ± 10,47 B c
Helio 360	55,50 ± 22,59 A b	46,25 ± 17,48 A b
Aguará	54,25 ± 3,30 A b	67,50 ± 9,98 B a
Catissol 01	49,50 ± 15,55 A b	28,25 ± 12,42 B c
Embrapa 122	41,00 ± 14,54 A b	17,50 ± 15,07 B c

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre si, pelo teste F a 5% ao nível de significância; Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de nível de significância; CV = 14,83; Médias e desvios-padrão estimados a partir de quatro observações por combinação entre teste de polinização x genótipo.

Esses resultados são condizentes com os de Singh et al. (2001), que encontraram melhores resultados de qualidade em sementes de girassol, indicada por meio do vigor e germinação, em testes de polinização aberta com abelhas *A. mellifera*. Paiva et al. (2003) encontraram aumento na germinação de sementes de girassol de 22% em uma área livre à visitação de abelhas em relação à área isolada aos polinizadores. As diferenças nos percentuais de germinação encontrados podem ser atribuídas ao fato de que os pesquisadores utilizaram diferentes genótipos de girassol do que os utilizados no presente estudo.

Camacho et al. (1999) mencionaram que à medida que o tempo passa para as flores não polinizadas, elas tendem a ter uma menor capacidade reprodutiva. Assim, os resultados encontrados no presente ensaio evidenciaram que a presença de abelhas é importante para o aumento da germinação de sementes das variedades de girassol Embrapa 122, Catissol 01 e Multissol.

As sementes oriundas de plantas de girassol dos híbridos Charrua e M734, os quais tiveram os capítulos restringidos aos polinizadores com filó, apresentaram, na primeira contagem da germinação (4º dia), percentuais médios de 23,46% e 23,53%, respectivamente e na última contagem (11º dia) percentuais de 23,53% e 24,34%, respectivamente maiores ($p < 0,05$) do que as sementes desses híbridos oriundas de capítulos livres à ação de insetos polinizadores (Tabela 7 e 8).

Não houve diferença estatística significativa no percentual médio de germinação primeira contagem (4º dia) e última contagem da germinação (11º dia) entre inflorescências desprotegidas e protegidas com filó nos híbridos MG2, Helio 360 e Aguará (Tabela 7 e 8). Camacho e Franke (2008) não encontraram influência de insetos na germinação e vigor de sementes de *Adesmia latifolia*.

Aquênios de girassol dos genótipos MG2, M734, Charrua, Multissol provenientes de inflorescência que tiveram os capítulos livres à ação de insetos polinizadores não diferiram entre si e apresentaram maior ($p < 0,05$) percentual médio de germinação (4º e 11º dia de contagem) do que os demais (Tabela 7 e 8).

Nos capítulos protegidos com filó, os aquênios dos híbridos MG2, M734, Charrua e Aguará não diferiram entre si e apresentaram maior ($p < 0,05$) percentual médio de germinação (4º e 11º dia de contagem) em relação ao híbrido Helio 360 que apresentou percentual médio de germinação (4º e 11º dia de contagem) intermediário. As variedades Multissol, Catissol 01 e Embrapa 122 não diferiram entre si e apresentaram percentual médio de germinação na

primeira contagem (4º dia) e última contagem da germinação (11º dia) menor do que os demais genótipos de girassol (Tabela 7 e 8).

Inflorescências de girassol polinizadas por abelhas *Apis mellifera* apresentaram porcentagem média de massa de 1000 aquênios 22,32% maior ($p < 0,05$) do que as inflorescências isoladas da polinização por sacos de filó, independentemente do híbrido estudado. O valor médio encontrado para a massa de 1000 aquênios de inflorescências livres à ação de agentes polinizadores foi ($76,45 \pm 7,40$) e, em inflorescências protegidas com filó, o valor médio da massa de 1000 aquênios, encontrado, foi de ($62,50 \pm 7,67$).

Esses resultados corroboram com os de Moreti e Silva (1994), em feijoeiro (*Phaseolus* sp.), que observaram um acréscimo de 2,07% no peso de 100 sementes nas flores que foram livremente visitadas pelas abelhas. Singh et al. (2001) e Paiva et al. (2003), encontraram no híbrido de girassol LSH-3 e variedade Embrapa 122 de girassol, respectivamente, aumentos na massa de 1000 aquênios de sementes oriundas de testes de polinização aberta com abelhas *Apis mellifera*, em relação a outros testes de polinização. Todavia, Chiari et al. (2008) não encontraram diferenças na massa de 1000 sementes em estudos relacionados a testes de polinização na soja.

2.4 Conclusões

A polinização por *Apis mellifera* aumenta as características produtivas e a qualidade fisiológica de sementes de genótipos de girassol.

O híbrido Charrua apresenta características produtivas desejáveis e elevado teor de extrato etéreo em aquênios e deve ter a preferência dos produtores da região Oeste do Paraná.

CAPÍTULO 3 - COMPORTAMENTO DE COLETA DE ABELHAS AFRICANIZADAS EM INFLORESCÊNCIAS DE GIRASSOL (*Helianthus annuus* L.)

RESUMO

O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Cooperativa Agroindustrial Copagrill entre os dias 22 a 26 de dezembro de 2008 e teve por objetivo observar em abelhas africanizadas o comportamento de coleta de alimentos (néctar e pólen), em diferentes horários do dia, durante o período de florescimento de cinco genótipos de girassol. O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados completos em esquema de parcelas subdivididas no tempo, com 100 tratamentos, quatro repetições e duas plantas por unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de cinco genótipos de girassol (Helio 360, Helio 251, Charrua, Aguará e Multissol), alocados nas parcelas e cinco dias de observação e quatro intervalos de tempo arranjados nas subparcelas. Verificou-se picos de visitas de *Apis mellifera* para coleta de néctar entre o segundo e terceiro dia de florescimento na cultura do girassol. Observou-se que as abelhas realizam coletas de pólen e néctar ao longo de todo o dia, com picos de coletas no horário das 7 às 8h30min. Observou-se uma densidade média de abelhas ao longo do dia de 2,27 a 2,94 abelhas por inflorescência, sendo as abelhas coletoras de néctar mais frequentes (2,28 abelhas/inflorescência) do que as coletoras de pólen (0,40 abelhas/inflorescência) no dia do florescimento e horário de maior visitação (7 às 8h30min) na cultura do girassol. No terceiro dia do florescimento, os híbridos Helio 360 e Aguará apresentaram maiores ($p < 0,05$) números de abelhas por inflorescência em relação aos demais genótipos estudados. Pode-se concluir que as abelhas africanizadas preferem realizar suas atividades de coleta de alimentos no girassol entre o segundo e terceiro dia do florescimento, no horário das 7 às 8h30min. Além disso, os híbridos de girassol Helio 360 e Aguará são mais atrativos para as abelhas africanizadas e devem ser recomendados para manutenção de polinizadores em áreas cultivadas, bem como para programas de ampliação de pasto apícola na região Oeste do Paraná.

PALAVRAS-CHAVE: *Apis mellifera*, polinizadores, recursos florais.

ABSTRACT

This experiment was carried at the Experimental Station of Copagril, city of Marechal Cândido Rondon, PR, Brazil, between December 22 to December 26 2008. The objective was to observe the type of food that africanized bees collect (pollen or nectar) at different times of day during the flowering period of five sunflower hybrids. The experimental design was arranged in randomized blocks split-plots scheme, with 100 treatments, four repetition and two plants per experimental unit. The treatments were constituted by the combination of five hybrids of sunflower and (Helio 360, Helio 251, Charrua, Aguará e Multissol) allocated to plots and five days of observation and four time slots arranges in subplots. It could be seen that on the second and third days of sunflowers flowering there was a higher number of visits of *Apis mellifera* collecting nectar. It was observed that the bees collect pollen and nectar during all they long, with peaks of collections from 7:00 to 8:30AM. There was an average density of bees throughout the day 2.27 to 2.94 bees per inflorescence, and the bees collecting nectar frequently (2.28 bees / inflorescence) than collecting pollen (0.40 bees/inflorescence) on flowering time and the most visited culture. On the third day of flowering, the hybrid Helio 360 and Aguará showed higher ($p<0.05$) numbers of bees per inflorescence compared to other genotypes. It can be concluded that the Africanized bees prefer to do their work of collecting food between the second and third day of flowering, the time from 7:00 to 8:30AM. Moreover, the hybrids Helio 360 and Aguará are more attractive to honeybees and should be recommended for maintenance of pollinators in cultivated areas and to expand programs of bee pasture in western Paraná.

KEY WORDS: *Apis mellifera*, pollination, floral resources.

3.1 Introdução

O girassol (*Helianthus annuus* L.) apresenta características agronômicas importantes, como maior resistência à seca, ao frio e ao calor (ROSSI, 1998). Além disso, suas sementes podem ser utilizadas para fabricação de ração animal e extração de óleo de alta qualidade para consumo humano ou como matéria-prima para produção de biodiesel. Devido a essas particularidades e a crescente demanda do setor industrial e comercial, a cultura do girassol é uma importante alternativa econômica em sistemas de rotação, consórcio e sucessão de cultivos em regiões produtoras de grãos (PORTO et al., 2007).

As flores do girassol, que são sésséis, estão inseridas em um ápice dilatado, reunidas em inflorescência do tipo indefinida, denominada capítulo (FREE, 1993). Segundo MacGregor (1976) esse arranjo floral no capítulo permite que as flores se abram em sequência de fora para dentro, ao longo de vários dias e, conseqüentemente, que seja beneficiado quando visitado por insetos polinizadores.

Cabe ressaltar ainda que o girassol é uma planta de polinização cruzada, sendo realizada por insetos, em especial por abelhas (MORGADO et al. 2002). De acordo com Vrânceanu (1977) à discordância morfofisiológica de estames e pistilos, o sistema genético de auto-incompatibilidade e o fato do pólen ser pouco adaptado ao transporte pelo vento fazem com que, no girassol, o processo de polinização por anemofilia seja prejudicado.

Santana et al. (2002) salientaram que o padrão de forrageamento das abelhas às flores do girassol é importante para estudos de polinização, uma vez que o polinizador efetivo deverá estar presente quando houver disponibilidade de recursos alimentares e os estigmas estiverem receptivos aos grãos de pólen. Além disso, o mecanismo pelo qual o pólen é transferido das anteras para o estigma da flor é questão fundamental nos estudos de polinização, principalmente em plantas auto-incompatíveis como o girassol (DEGRANDI-HOFFMAN; MARTIN, 1995).

Assim, estudos sobre a diversidade e comportamento de espécies polinizadoras são fundamentais para futuros trabalhos que envolvam o melhoramento de culturas agrícolas, visando à variabilidade genética necessária para a obtenção do máximo potencial produtivo. A observação do comportamento de abelhas em plantações é requisito essencial para o êxito da apicultura, como para o maior entendimento relacionado à biologia das plantas e conseqüentemente aumento da produção (THOMAZINI; THOMAZINI, 2002).

Tendo em vista estes aspectos, o presente trabalho teve por objetivo observar em cinco genótipos de girassol, durante o seu período de floração, os horários do dia, o tipo de coleta de alimentos (néctar ou pólen) e os dias de maiores visitação de *Apis mellifera* L. em suas flores.

3.2 Material e Métodos

O experimento foi realizado na Estação Experimental da Cooperativa Agroindustrial Copagrill, localizada no município de Marechal Cândido Rondon, PR, situado a 24° 33' 40" latitude sul e 54° 04' 00" longitude oeste de Greenwich, com altitude de 400 m acima do nível do mar, no período de 22 a 26 de dezembro de 2008. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico (EMBRAPA, 1999).

A área experimental, com dimensão de 30m de comprimento, 27m de largura e 672m² de área experimental efetiva semeada, estava limitada ao seu redor por um plantio de soja e, a aproximadamente uns dois quilômetros a leste, por um remanescente de mata ciliar. Os dados sobre as condições climáticas foram coletados no mês de dezembro, época em que ocorreu a floração da cultura. Os registros climatológicos diários foram fornecidos pela Estação Meteorológica de Marechal Cândido Rondon, PR. Durante a floração, a precipitação pluvial foi de 1,8 mm, a temperatura média de 26°C, a umidade relativa do ar de 65% e a velocidade média do vento de 2 m.s⁻¹.

O experimento foi implantado em sistema de plantio direto e o milho cultivado na entressafra foi a cultura antecessora. Na adubação de base, foram utilizados 425 kg ha⁻¹ do formulado 10-20-20 (NPK). A semeadura da variedade de girassol Multissol (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - Cati SP) e dos híbridos Aguará e Charrua (Atlântica Sementes LTDA) e Helio 360 e Helio 251 (*Helianthus annuus* L. LTDA) foi realizada no dia 10 de outubro de 2008, em 20 parcelas de 33,6 m² cada.

A semeadura foi realizada em oito linhas espaçadas de 0,70m, com o espaçamento entre plantas, na linha, de 0,30m. A profundidade de semeadura foi de 0,03m. Após 20 dias de emergência, que ocorreu no dia 30 de outubro de 2008, foi realizado desbaste deixando uma planta por cova para ajuste do número de plantas por parcela.

Antes do período de florescimento, no estágio R₄ (CASTIGLIONI et al., 1997), foram introduzidas duas colmeias modelo Langstroth com abelhas *Apis mellifera* africanizadas, com população estabilizada e desprovidas de melgueira. As duas colônias foram situadas na parte central de cada largura, mas em locais opostos na área experimental. Neste período foram

marcadas duas plantas de cada genótipo (Helio 360, Helio 251, Charrua, Aguará e Multissol) em cada unidade experimental, com quatro repetições, totalizando 40 observações. Na escolha das plantas tomou-se o cuidado de escolher aquelas com diâmetros de capítulos aproximadamente iguais e que se encontravam na área útil de cada parcela.

Determinou-se para as observações quatro intervalos de tempo 7h às 08h30min, 9h30min às 11h, 13h às 14h30min e 15h30min às 17h. Quando os capítulos já se encontravam no estágio R_{5,1}, com a abertura das primeiras flores no capítulo (CASTIGLIONI et al., 1997), iniciou-se o período de cinco dias seguidos de coleta de dados.

Os registros do número total de abelhas em cada inflorescência (independentemente de ter havido coleta de alimento ou da duração da visita) e o tipo de recompensa coletada por essas abelhas (néctar ou pólen) foram realizados visualmente por um observador que permaneceu dois minutos em cada planta. Neste estudo foram anotados somente dados de *Apis mellifera*, desprezando-se outros visitantes florais.

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados completos em esquema de parcelas subdivididas no tempo, com 100 tratamentos, quatro repetições e duas plantas por unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de cinco genótipos de girassol (Helio 360, Helio 251, Charrua, Aguará e Multissol), alocados nas parcelas e cinco dias de observação *versus* quatro intervalos de tempo arranjados nas subparcelas.

No trabalho utilizou-se blocos ao acaso para diminuir as condições heterogêneas do local, como a proximidade das colônias que poderiam favorecer determinados genótipos. Os dados do número de visitas totais de *Apis mellifera*, número de abelhas coletoras de néctar e coletoras de pólen foram submetidos à análise de normalidade dos resíduos por meio do teste de Shapiro-Wilk a 5% de probabilidade.

Os dados das variáveis número total de visitas de *A. mellifera* (VT), de coletoras de néctar (CN) e de coletoras de pólen (CP) apresentaram resíduos normalizados quando transformados pela expressão $(VT+0,5)^{1/2}$, $(CN+0,5)^{1/2}$ e $(CP+0,5)^{1/2}$, respectivamente. A transformação dos dados ocorreu em razão do alto número de capítulos sem nenhuma abelha.

Os efeitos de híbrido, dias de florescimento e horários de visita foram verificados pela análise de variância (modelos lineares). O efeito de dias de florescimento e horários de visita foi analisado por meio de equações de regressão, respeitadas as interações significativas apresentadas no modelo estatístico. O efeito de genótipo foi comparado pelo

teste de Tukey-Kramer ajustado. Em todas as análises admitiu-se 5% de nível de significância.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (UFV, 2003).

3.3 Resultados e Discussão

Houve efeito significativo ($p < 0,05$) da interação genótipos de girassol *versus* dia de florescimento sobre o número de *A. mellifera* coletoras de néctar (Figura 3). Não houve efeito significativo da interação genótipos de girassol *versus* dia de florescimento sobre o número de *A. mellifera* coletoras de pólen.

As equações de regressão estimadas do número de *A. mellifera* coletoras de néctar em função do dia de florescimento, em cada híbrido, com seus respectivos coeficientes de determinação ajustados foram $\hat{Y}_1 = 1,70X - 0,29X^2$ ($R^2_{aj.} = 96\%$), $\hat{Y}_2 = 1,20X - 0,20X^2$ ($R^2_{aj.} = 91\%$), $\hat{Y}_3 = 1,42X - 0,24X^2$ ($R^2_{aj.} = 94\%$), $\hat{Y}_4 = 1,46X - 0,24 X^2$ ($R^2_{aj.} = 93\%$) e $\hat{Y}_5 = 1,66X - 0,30 X^2$ ($R^2_{aj.} = 92\%$), respectivamente para os genótipos de girassol Helio 360, Multissol, Helio 251, Charrua e Aguará (Figura 3).

Pode-se observar que o maior número de *A. mellifera* coletoras de néctar ocorreu nos dias 2,93 (Helio 360), 3,00 (Aguará), 2,96 (Charrua), 3,04 (Helio 251) e 2,77 (Multissol) (Figura 3). Esse comportamento foi observado por Moreti (1989), que encontrou pico de visitas de abelhas africanizadas no segundo dia, para a cultivar de girassol Anhandy, e no terceiro dia do florescimento para as cultivares de girassol Contissol e Uruguai. A maior visitação de abelhas às flores ocorreu entre o segundo e o terceiro dia do florescimento possivelmente porque as flores da região mediana do capítulo floral entraram em antese. Pinzauti e Frediani (1985) consideraram essa zona do capítulo a maior produtora de néctar.

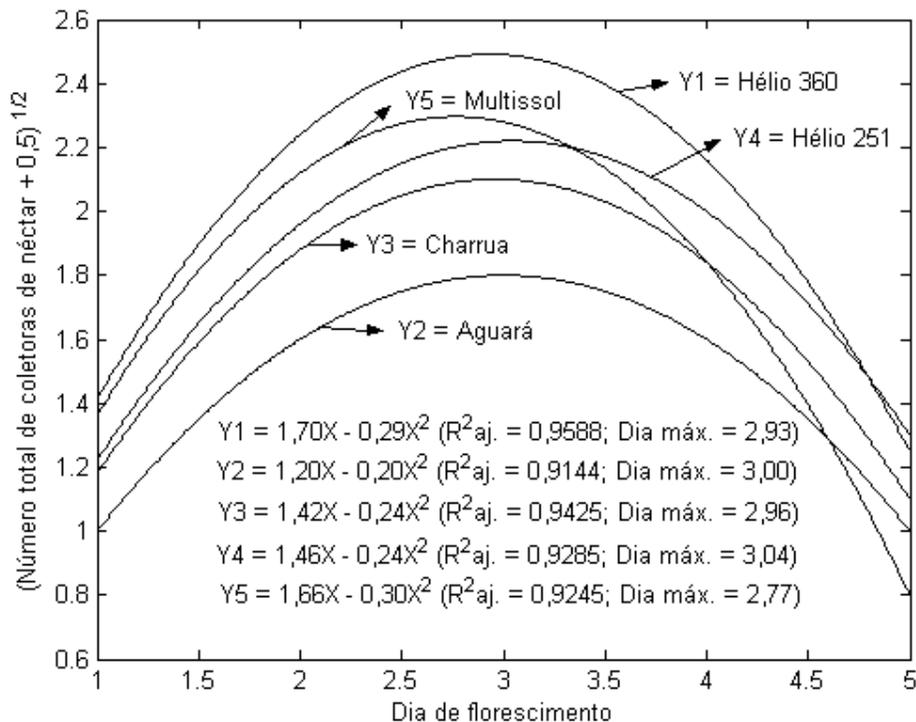


FIGURA 3: Curvas de regressão do número total de *A. mellifera* coleadoras de néctar em função do dia de florescimento do girassol (*H. annuus*), em cada genótipo estudado, no município de Marechal C. Rondon, PR, 2009.

Houve efeito significativo ($p < 0,05$) da interação intervalo de tempo *versus* dia de florescimento sobre o número de *A. mellifera* coleadoras de néctar (Figura 4) e de pólen (Figura 5).

As equações de regressão estimadas do número de coleadoras de néctar, em função do dia de florescimento, em cada intervalo de tempo, com seus respectivos coeficientes de determinação ajustados foram $\hat{Y}_1 = 1,53X - 0,26X^2$ ($R^2_{aj.} = 95\%$), $\hat{Y}_2 = 1,45X - 0,24X^2$ ($R^2_{aj.} = 92\%$), $\hat{Y}_3 = 1,41X - 0,24X^2$ ($R^2_{aj.} = 91\%$) e $\hat{Y}_4 = 1,56X - 0,28 X^2$ ($R^2_{aj.} = 93\%$), respectivamente para os intervalos das 7h às 8h30min, 9h30min às 11h, 13h às 14h30min e 15h30min às 17h (Figura 4).

As equações de regressão estimadas do número de coleadoras de pólen, em função do dia de florescimento, em cada intervalo de tempo, com seus respectivos coeficientes de determinação ajustados foram $\hat{Y}_1 = 0,77X - 0,13X^2$ ($R^2_{aj.} = 87\%$), $\hat{Y}_2 = 0,64X - 0,10X^2$ ($R^2_{aj.} = 91\%$), $\hat{Y}_3 = 0,64X - 0,11X^2$ ($R^2_{aj.} = 85\%$) e $\hat{Y}_4 = 0,64X - 0,10X^2$ ($R^2_{aj.} = 88\%$), respectivamente para os intervalos das 7h às 8h30min, 9h30min às 11h, 13h às 14h30min e 15h30min às 17h (Figura 5).

Pode-se observar nas figuras 4 e 5 que o maior número de abelhas coletoras de néctar e de pólen às flores de girassol ocorreu no período da manhã, no intervalo das 7h às 8h30min, reduzindo no período das 9h30min às 11h. No horário das 13h às 14h30min teve-se uma diminuição ainda maior no número de visitas em relação ao intervalo das 9h30min às 11h, aumentando novamente às 15h30min até 17h.

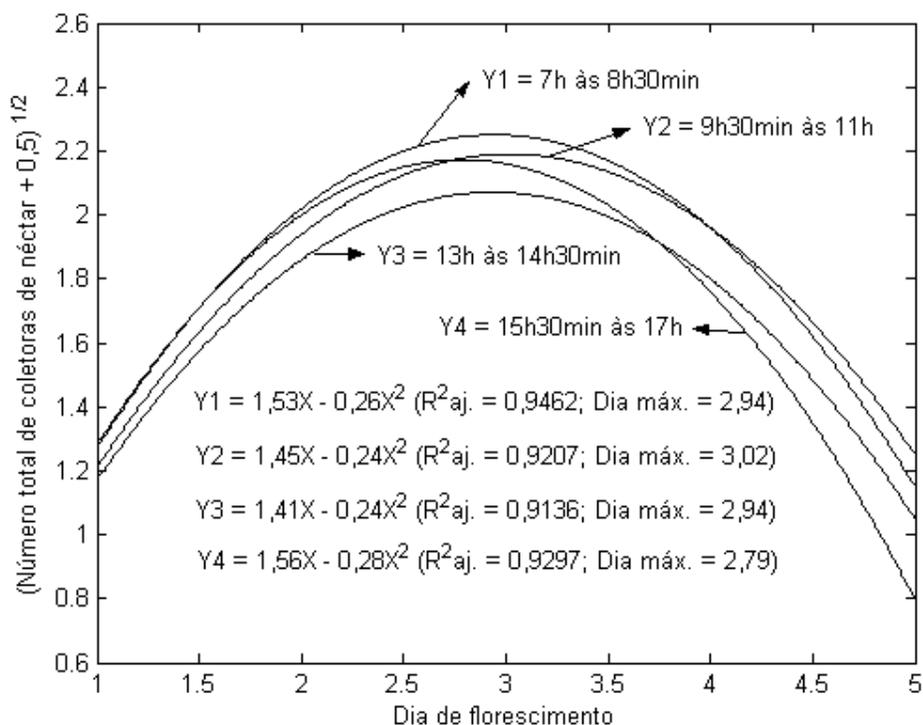


FIGURA 4: Curvas de regressão do número total de *A. mellifera* coletoras de néctar, em função do dia de florescimento do girassol (*H. annuus*), em cada intervalo de tempo em horas, no município de Marechal C. Rondon, PR, 2009.

Segundo Moreti (1989), para *A. mellifera*, ocorrem dois picos de visitação na cultura do girassol, um entre 8 e 9 horas e o outro entre 16 e 17 horas. Ribeiro (2000) observou em *A. mellifera* maior número de visitas nos horários das 11 às 12 horas, com diminuição até as 16 horas e aumento a partir das 17 horas na cultura do girassol. Paiva et al. (2002) observaram atividade de coleta de alimentos por *A. mellifera* no girassol durante todo o dia, e picos de visitas para coleta de pólen e néctar às 9 e 14 horas, respectivamente. Morgado et al. (2002) detectaram redução na atividade de forrageamento de abelhas africanizadas na cultura do girassol após às 10 horas e aumento a partir das 16 horas. Já Santana et al. (2002) observaram para *A. mellifera* maior ocorrência às 8 horas, apresentando pequenas oscilações no restante do dia. Machado (2006) verificou na cultura do girassol que o número de *A. mellifera*

distribuídos nos intervalos de hora foi maior das 7h01min às 8 horas, reduzindo gradativamente nos horários seguintes. Esses resultados sugerem que as coletoras de néctar preferem realizar suas atividades nos horários mais amenos da manhã e da tarde, ou seja, de maior conforto térmico, haja vista que no município de Marechal Cândido Rondon, durante o período experimental foram registradas temperaturas que oscilaram de 27°C às 7 horas a 40°C às 14 horas.

Garcia (1992) estudando o comportamento de coleta de *A. mellifera* durante o dia, por meio da observação dessas abelhas no alvado, da pesagem das operarias e, da análise da concentração de néctar, constatou que as abelhas tendem a ser mais pesadas no período da manhã que nos outros horários. Segundo a mesma autora, isso ocorre, provavelmente, em razão de que nos horários mais quentes do dia as abelhas coletem mais água (mais leve) e pela manhã néctar (mais denso).

Cabe ressaltar ainda que em virtude das condições climáticas, especialmente altas temperaturas, a água contida no néctar evapora-se mais rapidamente (COBERT et al., 1979). ZajácZ et al. (2008) mencionaram que a disponibilidade de néctar no girassol é influenciada além da temperatura, pela umidade relativa do ar e precipitação pluvial durante o período de florescimento. Assim, o menor número de visitas de *A. mellifera* para coleta de néctar no período vespertino, provavelmente, seja em razão de que esse recurso esteja disponível em menor quantidade nas plantas.

Em relação às coletoras de pólen Free (1993) reportou que o girassol é uma espécie que possui deiscência das anteras pela manhã e por isso as abelhas coletoras de pólen realizam suas atividades nesse período. Esse fato explica o maior número de coleta de pólen pela manhã encontrado neste trabalho. Todavia, contradizem as observações de Alves (2006), que encontrou maior número de *A. mellifera* coletando pólen no final da tarde na cultura do girassol.

Observou-se que as abelhas coletoras de néctar foram mais frequentes (em média 2,28 abelhas/inflorescência) do que as coletoras de pólen (em média 0,40 abelhas/inflorescência) nos dias e horários de maior visitação na cultura do girassol (Figura 4 e 5). Esses resultados corroboram aqueles observados por Paiva et al. (2002), que salientaram o fato das abelhas coletoras de néctar exercerem maior influência na polinização do girassol do que as coletoras de pólen e néctar/pólen. Dessa forma, o néctar produzido pelas flores do girassol pode ser um aspecto importante na estratégia de atração e manutenção de *A. mellifera* em áreas cultivadas, assim como pode contribuir para o aumento da produção de mel explorado por apicultores

(MACHADO; CARVALHO, 2006).

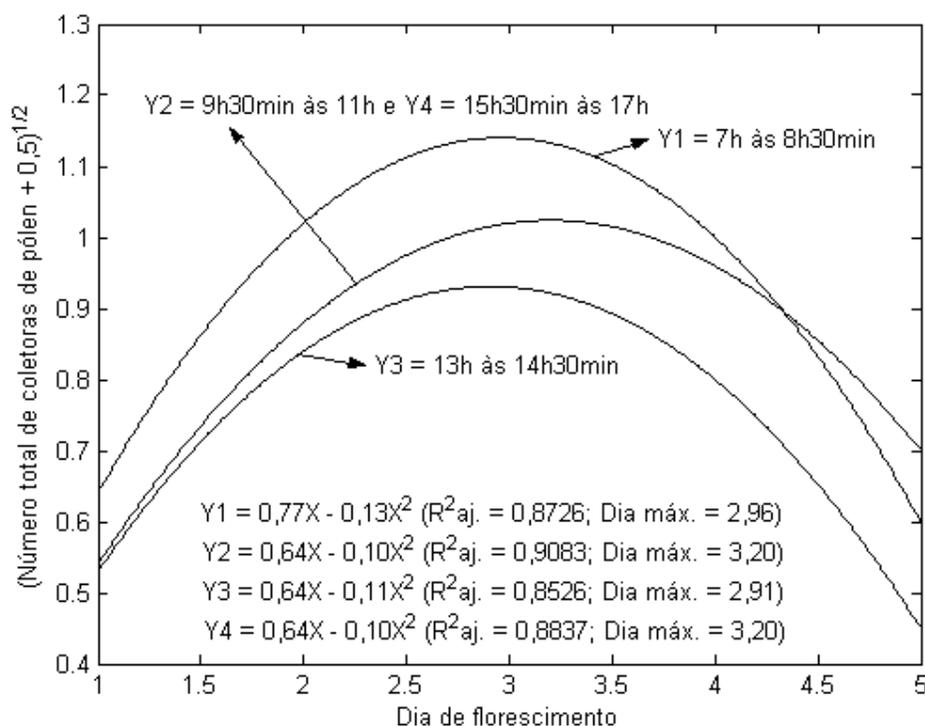


FIGURA 5: Curvas de regressão do número total de *A. mellifera* coletoras de pólen, em função do dia de florescimento do girassol (*H. annuus*), em cada intervalo de tempo em horas, no município de Marechal C. Rondon, PR, 2009.

As equações de regressão estimadas, com base em 40 observações do número de visitas totais de *A. mellifera*, independentemente do tipo de coleta de alimentos realizado por essas abelhas e do genótipo estudado, em cada intervalo de tempo, em seus respectivos dias com maior número de visitas foram $\hat{Y}_1 = -50,89 + 114,18X - 19,36X^2$ (Dia máx. = 2,95), $\hat{Y}_2 = -68,42 + 114,18X - 19,36X^2$ (Dia máx. = 2,95), $\hat{Y}_3 = -77,62 + 114,18X - 19,36X^2$ (Dia máx. = 2,95) e $\hat{Y}_4 = -50,89 + 106,63X - 19,36X^2$ (Dia máx. = 2,75), respectivamente para os intervalos das 7h às 8h30min, 9h30min às 11h, 13h às 14h30min e 15h30min às 17h.

Os coeficientes de determinação obtidos mostraram que as equações de regressões estimadas explicaram 91% da variação dos dados do número de visitas totais de abelhas *A. mellifera* na cultura do girassol, sugerindo elevada confiabilidade nas estimativas.

Por meio das equações de regressão estimadas pode-se verificar que o valor médio de abelhas por inflorescência foi de 2,94 (7h às 08h30min), 2,50 (9h30min às 11h), 2,27 (13h às 14h30min) e 2,40 visitas (15h30min às 17h). Moreti et al. (1996) encontraram em pleno

período de florescimento do híbrido de girassol Anhandy, no horário de maior visitação de abelhas, o valor médio de 5,30 visitas de *A. mellifera* por inflorescência e aumento no número de sementes granadas de 75,5 a 86% em plantas livremente visitadas por esses insetos em comparação as plantas desse híbrido cobertas por gaiolas. Chambó et al. (2009) realizaram um estudo sobre testes de polinização em oito genótipos de girassol na mesma área experimental do presente ensaio e encontraram em plantas de girassol que tiveram livre acesso à visitas de insetos aumento na produtividade total de grãos de 43,14% em relação as plantas isoladas dos polinizadores com filó, independentemente do genótipo estudado.

Antunes et al. (2007) relataram que não há uma recomendação geral quanto à densidade de abelhas a serem utilizadas em programas de polinização, em razão de variações entre cultivares e condições locais, porém, as colônias devem estar próximas à plantação. Por outro lado, a densidade de *A. mellifera* observado neste estudo, por meio da introdução de duas colônias dessas abelhas na cultura, indica ser satisfatório para o incremento da produção de grãos no girassol.

Pelos dados que estão apresentados na Tabela 9, pode-se observar que no terceiro dia do florescimento, os valores médios de visitas de *A. mellifera* por inflorescência, nos híbridos Helio 360 e Aguará não diferiram. Esses híbridos apresentaram valores médios de abelhas por inflorescência maiores ($p < 0,05$) do que a dos híbridos Helio 251 e Charrua, os quais apresentaram médias equivalentes. O híbrido Multissol diferiu estatisticamente dos demais e apresentou menor número de visitas de *A. mellifera* por inflorescência. Esses resultados corroboram aqueles observados por Alves (2006), que verificou maior ($p < 0,05$) número de visitas de *A. mellifera* no híbrido de girassol Helio 360 em relação aos demais genótipos estudados.

Esses resultados evidenciam que existem diferenças na atratividade para as abelhas dos híbridos de girassol testados no presente estudo. De acordo com Pham-Delegue et al. (1990), as diferenças de concentrações de açúcar no néctar de plantas podem ser usadas pelas abelhas forrageiras como padrão discriminativo para a seleção da melhor fonte de alimento.

Martins et al. (2005) estudaram a atratividade de plantas de girassol e verificaram que a aplicação de soluções de sacarose apresentou atratividade significativamente diferente, com um número de visitas de abelhas quatro vezes maior que o controle.

A identificação de diferenças na atratividade para polinizadores em híbridos pode ser decisiva no aumento da produtividade de espécies vegetais dependentes desses agentes bióticos para a reprodução, além de servir de subsídio para os melhoristas genéticos na

seleção de linhagens mais produtivas, pois segundo DeGrandi-Hoffman e Watkins (2000), o aumento no número de visitas de polinizadores poderia aumentar a produção agrícola.

Tabela 9: Número médio de visitas de *Apis mellifera* por inflorescência em híbridos de girassol (*Helianthus annuus* L.), durante o período de florescimento. Marechal Cândido Rondon, PR, 2009.

Híbrido	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5
Helio 360	1,19 (1,30)a	2,29 (1,67)a	3,40 (1,97)a	2,16 (1,63)a	0,46 (0,98)ab
Multissol	0,36 (0,93)c	1,46 (1,40)b	1,61 (1,45)c	0,98 (1,22)c	0,36 (0,93)ab
Helio 251	0,46 (0,98)bc	1,98 (1,57)ab	2,26 (1,66)b	1,63 (1,46)ab	0,26 (0,87)bc
Charrua	0,56 (1,03)bc	2,03 (1,59)ab	2,85 (1,83)b	1,39 (1,37)bc	0,73 (1,11)a
Aguará	0,82 (1,15)ab	2,16 (1,63)a	3,40 (1,97)a	1,03 (1,24)c	0,26 (0,87)bc

- Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer ajustado a 5% de nível de significância.

- Os valores médios entre parênteses representam os dados transformados em $(X+0,5)^{1/2}$.

3.4 Conclusões

Colônias de *A. mellifera* devem ser introduzidas na cultura do girassol entre o segundo e terceiro dia de florescimento da planta.

O horário de maior visitação de *Apis mellifera* às inflorescências de girassol para a coleta de néctar e pólen ocorre no intervalo das 7h às 8h30min.

A densidade de 2,27 a 2,94 *A. mellifera* por inflorescência ao longo do dia é satisfatório para o incremento da produção de grãos e pode ser recomendada para programas de polinização na cultura do girassol na região Oeste do Paraná.

Os híbridos de girassol Helio 360 e Aguará apresentam maior atratividade às abelhas e devem ser recomendados em programas de ampliação de pasto apícola e para manutenção e aumento de polinizadores em áreas agrícolas na região Oeste do Paraná.

CAPÍTULO 4 - APLICAÇÃO DE INSETICIDA E SEUS IMPACTOS SOBRE A VISITAÇÃO DE ABELHAS (*Apis mellifera* L.) NO GIRASSOL¹

RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar a ação do uso do inseticida Imidacloprido + Beta-ciflutrina em relação ao número de visitas de abelhas *Apis mellifera* nas inflorescências do girassol. O trabalho foi conduzido no mês dezembro de 2008 na Estação Experimental da Copagril, no município de Marechal Cândido Rondon, PR. Antes do período de florescimento foram marcadas cinco plantas dos híbridos de girassol M734, Charrua, Aguará e Helio 250, com quatro repetições cada. Dois observadores permaneceram dois minutos em cada inflorescência, contando o número de abelhas visitantes em dois intervalos de tempo (8h30min às 10h e 15h30min às 17h). A contagem ocorreu antes da aplicação do inseticida e 12 horas após a utilização do produto. Verificou-se que houve efeito significativo de inseticida sobre a visitação de abelhas nos híbridos M734, Aguará e considerando todos os genótipos de girassol. Não houve efeito de inseticida sobre a visitação nos híbridos Charrua e Helio 250.

PALAVRAS-CHAVE: apicultura; comportamento; defensivo agrícola.

¹ Artigo publicado na Revista Brasileira de Agroecologia, v. 5, n. 1, p. 37-42, 2010.

ABSTRACT

This research was carried out to evaluate the use of insecticide Imidacloprido + Beta-ciflutrina on the number of visits by *Apis mellifera* bees in the sunflower flowers. The study was conducted in the month of December 2008 at the Experimental Station of Copagril, municipality of Marechal Cândido Rondon, PR. Five plants were marked before the period of flowering of hybrids M734, Charrua, Helio 250 e Aguará, with four replications. Two observers were two minutes on each plant, counting the number of bees in two intervals of time (from 8:30 to 10:30 AM and from 3:30 to 5:00 PM). The counting took place before the application of insecticide and 12h after using the product. It was found that there was significant effect of insecticide on the visitation of bees considering the data of all hybrids, the hybrid of the M734 and Aguará. There was no effect of insecticide on the visit considering the data of the hybrid Charrua and Helio 250.

KEY WORDS: beekeeping; behaviour; pesticide

4.1 Introdução

Os polinizadores e o processo de polinização são fundamentais para o funcionamento de quase todos os ecossistemas terrestres, incluindo os agrícolas. Isso, por que, os polinizadores são imprescindíveis para a reprodução das plantas e conseqüentemente para uma produção sustentável (KEVAN, 1999).

As abelhas são animais que vivem em íntimo contato com a natureza, por meio da coleta de pólen, néctar, água e resina para sua colônia. Assim, necessitam que todas as fontes desses recursos sejam puras e isentas de contaminantes, incluindo os agrotóxicos. O comportamento de coleta dessas abelhas é fundamental para a manutenção da colônia, porém, propicia sua exposição à contaminação e risco de morte em áreas onde tenham sido aplicados produtos fitossanitários (WOLFF, 2008).

O envenenamento das abelhas pode se dar por contato, ingestão durante a visita as flores e durante eventual fumigação. A ação do pesticida que ocorre com maior freqüência nas abelhas se dá pela absorção desses produtos por meio dos espiráculos, principalmente na época de florescimento das culturas. Os pesticidas agem diretamente no sistema nervoso, com paralisia das pernas, asas e trato digestivo. Com isso, elas deixam de beber água e se alimentar e, conseqüentemente, morrem de fome ou por dessecação (MALASPINA; STORT, 1985).

Vários trabalhos vêm sendo realizados no sentido de avaliar os efeitos tóxicos de pesticidas a insetos benéficos, sejam eles inseticidas, acaricidas, herbicidas etc. (HASHIMOTO et al., 2003; CARVALHO et al., 2009). Estudos de seletividade/toxicidade de produtos fitossanitários com abelhas, especificamente, ocorrem na maioria das vezes com indivíduos adultos, em função de seu comportamento social e a dificuldade em reproduzir e manter vivas as fases jovens dessa espécie (STEPHAN, 2006).

Sendo assim, pesquisadores vêm tentando desenvolver técnicas que permitam avaliar e determinar o efeito de produtos químicos sobre abelhas em condições de laboratório e campo. Exposições via contato, pulverização, fumigação e ingestão, obtendo resultados rápidos e confiáveis, são as técnicas preferidas. Porém, quando a pesquisa é realizada em condições de campo, diversos fatores externos estão associados e os resultados podem ser diferentes daqueles obtidos em laboratório (STEPHAN, 2006).

Tendo em vista estes aspectos, foi realizado o presente trabalho, com o objetivo de verificar o efeito do inseticida Imidacloprido + Beta-ciflutrina sobre a visitação de *Apis mellifera* em híbridos de girassol.

4.2 Materiais e Métodos

O experimento foi realizado na Estação Experimental da Cooperativa Agroindustrial Copagrill, localizada no município de Marechal Cândido Rondon, PR, situado a 24° 33' 40" latitude sul e 54° 04' 00" longitude oeste de Greenwich, com altitude de 400 m acima do nível do mar, de 19 a 20 de dezembro de 2008. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico (EMBRAPA, 1999).

A área experimental, com dimensão de 56m de comprimento, 27m de largura e 1344m² de área do experimento semeado, estava limitada ao seu redor por um plantio de soja e, a aproximadamente uns dois quilômetros a leste, por um remanescente de mata ciliar. Os registros climáticos coletados diariamente durante o período do ensaio foram fornecidos pela Estação Meteorológica de Marechal Cândido Rondon, PR. Durante a floração, a precipitação foi de 1,8mm, a temperatura média de 26°C, a umidade relativa do ar de 65% e a velocidade média do vento de 2m.s⁻¹.

O experimento foi implantado em sistema de plantio direto e o milho cultivado na entressafra foi a cultura antecessora. Na adubação de base, foram utilizados 425 kg ha⁻¹ do formulado 10-20-20 (NPK). A semeadura dos híbridos M734 (Agroscience Comercial Agrícola LTDA), Aguará e Charrua (Atlântica Sementes LTDA) e Helio 250 (*Helianthus annuus* L. LTDA) foi realizada no dia 10 de outubro de 2008.

As sementes foram semeadas em oito linhas espaçadas de 0,70 m, com o espaçamento entre plantas, na linha, de 0,30 m. A profundidade de semeadura foi de 0,03 m. Após 20 dias de emergência, que ocorreu no dia 30 de outubro de 2008, foi realizado desbaste deixando uma planta por cova para ajuste do número de plantas por parcela.

Antes do período de florescimento, no estágio R₄ (CASTIGLIONI et al., 1997), foram introduzidas duas colmeias modelo Langstroth com abelhas *Apis mellifera* africanizadas, com população estabilizada e desprovidas de melgueira. As duas colônias foram situadas na parte central de cada largura, mas em locais opostos na área experimental. Neste período foram marcadas 20 plantas de cada híbrido (M734, Aguará, Charrua e Helio 250), totalizando 80 plantas. Na escolha das plantas tomou-se o cuidado de escolher aquelas com diâmetros de capítulos aproximadamente iguais e que se encontravam na área útil de cada parcela.

Após dois dias da abertura das primeiras flores no capítulo, foram coletadas 32 observações referentes ao número de visitas de abelhas *Apis mellifera* nas inflorescências do girassol (antes e após 12 horas da aplicação do inseticida Imidacloprido + Beta-ciflutrina),

sendo 16 observações coletadas no período matutino (8h30min às 10 horas) e 16 observações no período vespertino (15h30min às 17 horas).

No final da tarde, quando as abelhas não se encontravam mais na cultura, aplicou-se 500 ml.ha⁻¹ p.c. do inseticida imidacloprido + beta-ciflutrina, no terço médio inferior das plantas, utilizando-se de equipamento de pulverização manual. O produto cujo grupo químico corresponde a um Neonicotinóide + piretróide não possui registro para a cultura do girassol, no entanto, é recomendado para controle de percevejo na soja.

A contagem do número de abelhas nas inflorescências foi realizada por dois observadores que permaneceram dois minutos na frente de cada planta marcada, registrando o número de visitas de abelhas às inflorescências marcadas. Os sentidos entre os dois observadores foram invertidos em cada intervalo de tempo, durante os dois dias de observação (antes e após a aplicação do inseticida), a fim de diminuir o efeito de observador.

Foi procedido o teste de Shapiro-Wilk, a 5 % de probabilidade, para verificação da normalidade para as variáveis: diferença (antes e depois da aplicação do inseticida) na visitação considerando todos os híbridos (n = 32); diferença na visitação considerando o híbrido M734 (n= 8); diferença na visitação considerando o híbrido Aguará (n = 8); diferença na visitação considerando o híbrido Charrua (n = 8) e diferença na visitação considerando o híbrido Helio 250 (n = 8).

Foi constatada distribuição normal para todas as variáveis, sendo aplicado então o teste t pareado, a 5 % de nível de significância, com hipótese alternativa unilateral à direita (Ho: a média da diferença antes da aplicação de inseticida é igual à média da diferença depois ou Ha: a média da diferença antes da aplicação é maior que a média da diferença depois da aplicação do produto).

Todas as análises estatísticas foram feitas utilizando-se o programa Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) (UFV, 2003).

4.3 Resultados e Discussão

Verificou-se que houve efeito significativo ($p < 0,05$) do inseticida imidacloprido + beta-ciflutrina sobre a visitação de abelhas considerando os dados de todos os híbridos, do híbrido M734 e do híbrido Aguará (Tabela 1). Inacio et al. (2003) observaram efeito negativo do inseticida carbaryl sobre a visitação de abelhas na cultura do girassol, além de uma

produção de grãos de 36% menor em relação à testemunha. Isso sugere que o menor número de abelhas visitantes às flores do girassol pode ter ocorrido em razão da repelência causada pelo inseticida do grupo químico neonicotinóide + piretróide às abelhas.

Não houve efeito de inseticida sobre a visitação considerando os dados do híbrido Charrua e Helio 250 (Tabela 10). Moreti (1989) observou que os inseticidas piretróides permetrina, cipermetrina e esfenvalerate não eliminaram as visitas de abelhas às flores do girassol quando aplicados no período noturno.

Tabela 10: Valores médios da diferença (antes da aplicação e depois da aplicação de inseticida) e seus respectivos desvios.

Diferença ⁽¹⁾	N	Média ± Desvio Padrão	p-value	t-value
Vis1 – Vis2	32	2,16 ± 4,11	0,0029	2,97
Vis1H1 – Vis2H1	8	3,75 ± 3,01	0,0049	3,52
Vis1H2 – Vis2H2	8	3,38 ± 4,98	0,0485	1,92
Vis1H3 - Vis2H3	8	1,13 ± 4,58	0,2549	0,69
Vis1H4 - Vis2H4	8	0,38 ± 3,25	0,3768	0,33

(1) - Vis1 - Visitação antes da aplicação do inseticida;
 Vis2 - Visitação após a aplicação do inseticida;
 Vis1H1 - Visitação antes da aplicação do inseticida no híbrido M734;
 Vis2H1 - Visitação após a aplicação do inseticida no híbrido M734;
 Vis1H2 - Visitação antes da aplicação do inseticida no híbrido Aguará;
 Vis2H2 - Visitação após a aplicação do inseticida no híbrido Aguará;
 Vis1H3 - Visitação antes da aplicação do inseticida no híbrido Charrua;
 Vis2H3 - Visitação após a aplicação do inseticida no híbrido Charrua;
 Vis1H4 - Visitação antes da aplicação do inseticida no híbrido Helio 250;
 Vis2H4 - Visitação após a aplicação do inseticida no híbrido Helio 250.

Durante o período de florescimento do girassol, que constou de sete dias de observações não foram observadas mortes de adultos de *A. mellifera* no alvado das duas colmeias empregadas no presente experimento. Machado et al. (2009) verificaram em laboratório que o inseticida organofosforado acefato foi altamente tóxico às abelhas *A. mellifera*, uma vez que, nas primeiras 20 horas de sua aplicação, causou mortalidade superior a 90%. Todavia, Carmo et al. (2009) observaram ausência de mortes nas larvas e pupas do parasitóide *Telenomus remus* após a aplicação dos inseticidas acefato 525 e imidacloprido + beta-ciflutrina. Carvalho et al. (2009) verificaram que o inseticida piretróide deltametrina foi pouco tóxico quando pulverizado sobre a *A. mellifera*, mas demonstrou-se bastante tóxico quando ingerido por essas abelhas. Segundo os mesmos autores, os inseticidas cihexatina

(classe organoestânico), tebufenozide (classe diacilhidrazina) e lufenuron (classe benzoilureia) foram considerados como inócuos às abelhas africanizadas adultas.

Segundo Malaspina (1979), realizando um estudo genético de resistência ao DDT em *A. mellifera*, a idade das abelhas é importante em relação à ação do inseticida, demonstrando que as abelhas africanizadas mais velhas são mais resistentes do que as abelhas recém nascidas.

Os resultados encontrados no presente ensaio sugerem que a ausência de mortes de adultos de *A. mellifera* pode estar relacionada à maneira em que a pulverização do inseticida imidacloprido+beta-ciflutrina foi realizada, ou seja, no terço médio inferior das plantas e no horário em que as abelhas não se encontravam na plantação. Cabe ressaltar ainda, que se faz necessário avaliar as possíveis consequências do referido inseticida em fases jovens de abelhas africanizadas, bem como seus efeitos em outros polinizadores efetivos para posterior utilização em programas de manejo integrado de pragas na cultura do girassol.

Riedl et al. (2006) recomendaram que produtos fitossanitários não sejam aplicados no período de florescimento e, quando seu uso for necessário, que se aguarde um período de segurança de três dias, evitando-se assim o contato das abelhas com os resíduos tóxicos desses compostos.

4.4 Conclusões

O inseticida imidacloprido + beta-ciflutrina provoca diminuição na visitação de *A. mellifera* às inflorescências de girassol nos híbridos M734 e Aguará e considerando as observações de todos os híbridos.

Os híbridos Charrua e Helio 250 não foram prejudicados em relação ao acesso das abelhas às suas inflorescências após a utilização do inseticida imidacloprido + beta-ciflutrina.

O inseticida imidacloprido + beta-ciflutrina não provocou mortalidade aos adultos de *A. mellifera*, durante o florescimento do girassol, quando aplicado no terço médio inferior das plantas e no período em que essas abelhas não estavam forrageando.

CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A introdução de colônias de *A. mellifera* na cultura do girassol (*H. annuus*), com uma densidade média de 2,27 a 2,94 abelhas por inflorescência ao longo do dia, gerou incrementos na produção e na melhoria da qualidade fisiológica em aquênios. Assim, considerando-se os benefícios da polinização realizada por *A. mellifera* na cultura do girassol, recomenda-se tal densidade em programas de polinização, bem como o cultivo do híbrido Charrua para produção de grãos e extração de óleo na região Oeste do Paraná.

De uma maneira geral, para os híbridos de girassol estudados, a maior atividade de coleta de néctar por *A. mellifera* ocorreu entre o segundo e terceiro dia do florescimento, no horário das 7h às 8h30min. Percebeu-se que as coletoras de néctar exercem maior influência na polinização do girassol do que as coletoras de pólen e que os híbridos de girassol estudados apresentam diferenças na atratividade às abelhas, sendo que os híbridos Helio 360 e Aguará apresentaram maior número de *A. mellifera* por inflorescência.

Além disso, verificou-se que o uso do inseticida imidacloprido + beta-ciflutrina, aplicado durante o período de florescimento do girassol, resultou na diminuição do número de visitas de *A. mellifera* às flores.

Esses resultados possibilitam a realização de algumas técnicas de manejo na cultura do girassol, como a introdução de colônias entre o segundo e terceiro dia do florescimento e, caso haja necessidade de implementação de medidas fitossanitárias relacionadas a pragas na cultura, recomenda-se que não seja realizada a aplicação desses produtos durante o dia, evitando-se o contato direto do agrotóxico com as abelhas nos capítulos.

Por fim, considerando os híbridos Helio 360 e Aguará serem mais atrativo às abelhas africanizadas, recomenda-se os seus usos em programa de ampliação de pasto apícola, bem como para manutenção de polinizadores em áreas agrícolas na região Oeste do Paraná.

REFERÊNCIAS

ALVES, S.M.F.; SERAPHIN, J.C. Coeficiente de heterogeneidade do solo e tamanho de parcela. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 39, n. 2, p.105-111, 2004.

ALVES, T.T.L. **Biologia floral e produtividade de grãos de três híbridos de girassol (*Helianthus annuus* L.) em função do comportamento de pastejo e eficiência polinizadora da abelha *Apis mellifera***. Fortaleza, 2006. 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará.

ALVES, J.E.; FREITAS, B.M. Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 2, p. 216-220, 2006.

ANTUNES, O.T.; CALVETE, E.O.; ROCHA, H.C.; NIENOW, A.A.; CECCHETTI, D.; RIVA, E.; MARAN, R.E. Produção de cultivares de morangueiro polinizadas pela abelha jataí em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 1, p. 94-99, 2007.

AYTEKIN, A.M.; ÇAGATAY, N. Observations on the pollination of sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Mellifera**, v. 8, n. 14, p. 2-7, 2008.

BAKER, H.G.; HURD, Jr., P.D. Intrafloral ecology. **Annual Review of Entomology**, v. 13, n. 1, p. 385-414, 1968.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

BUCKMANN, S.L.; NABHAN, G.P. **The forgotten pollinators**. Washington (DC): Island Press, 1996. 292p.

CAMACHO, J.C.B.; MONKS, P.L.; SILVA, J.B. A polinização entomófila na produção e qualidade germinativa de sementes de trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum* Savi) cv. Embrapa-28 “Santa Tecla”. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 5, n. 2, p. 114-119, 1999.

CAMACHO, J.C.B; FRANKE, B.L. Efeito da polinização sobre a produção e qualidade de sementes de *Adesmia latifolia*. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 81-90, 2008.

CAMPOS, M.S.O.; SADER, R. Efeito do potássio na produção e qualidade das sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 9, n. 3, p. 19-27, 1987.

CARMO, E.L.; BUENO, A.F.; BUENO, R.C.O.F.; VIEIRA, S.S.; GOBBI, A.L.; VASCO, F. R. Seletividade de diferentes agrotóxicos usados na cultura da soja ao parasitoide de ovos *Telenomus remus*. **Revista Ciência Rural**, v. 39, n. 8, p. 2293-2300, 2009.

CARVALHO, S.M.; CARVALHO, G.A.; CARVALHO, C.F.; BUENO-FILHO, J.S.S.; BAPTISTA, A.P.M. Toxicidade de acaricidas/inseticidas empregados na citricultura para a

abelha africanizada *Apis mellifera* L., 1978 (Hymenoptera: Apidae). **Arquivo do Instituto de Biologia**, v. 76, n. 4, p. 597-606, 2009.

CASTIGLIONI, V.B.R.; BALLA, A.; CASTRO, C.; SILVEIRA, J.M. **Fases de desenvolvimento da planta de girassol**. Londrina: EMBRAPA CNPSo, 1997. (Documento, 58)

CASTRO, C.; FARIAS, J.R.B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 163-218.

CHAMBÓ, E.D.; GARCIA, R.C.; OLIVEIRA, N.T.E.; DUARTE-JÚNIOR, J.B.; GUIMARÃES, V.F.; RABBERS, D.; PIRES, B.G. Produção de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) em sistema de polinização por abelhas (*Apis mellifera*). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 32-35, 2009.

CHIARI, W.C.; TOLEDO, V. A. A.; RUVOLLO-TAKASUSUKI, M.C.C.; OLIVEIRA, J.B.; SAKAGUTI, E.S.; ATTENCIA, V.M.; COSTA, F.M.; MITSUI, M.H. Pollination of Soybean (*Glycine Max* L. Merrill) by honeybees (*Apis mellifera* L.). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 1, p. 31-36, 2005.

CHIARI, W.C.; TOLEDO, V.A.A.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; RÚVOLO-TAKASUSUKI, M.C.C.; TOLEDO, T.C.S.O.A.; LOPES, T.S. Polinização por *Apis mellifera* em soja transgênica [*Glycine Max* (L.) Merrill] Roundup Readytm cv. BRS 245 RR e convencional cv. BRS 133. **Revista Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 2, p. 267-271, 2008.

CORBET, S. A; WILLMER, P.G; BEAMENT, J.W.L.; UNWIN, D.M.; PREYS-JONES, O. E. Post - secretory determinants of sugar concentration in nectar. **Plant Cell and Environment**, v. 2, p. 293-308, 1979.

DE GRANDI-HOFFMAN, G.; MARTIN, J.H. Does a honey bee (*Apis mellifera*) colony foraging population on male-fertile sunflowers (*Helianthus annuus*) affect the amount of pollen on nest mates foraging on male-sterile?. **Journal of Apicultural Research**, v. 34, n. 3, p. 109-114, 1995.

DE GRANDI-HOFFMAN, G.; WATKINS, J.C. The foraging activity of honey bees *Apis mellifera* and non-*Apis* bees on hybrid sunflower (*Helianthus annuus*) and its influence on cross-pollination and seed set. **Journal of Apicultural Research**, v. 39, n. 1, p. 37-45, 2000.

DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H.M.; BELCHIOR, C.; ALVES-SILVA, E. Ecologia comportamental: uma ferramenta para a compreensão das relações animais-plantas. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 1, p. 16-26, 2009.

DU TOIT, A.P. The importance of certain insects as pollinators of sunflower (*Helianthus annuus* L.). **South African of Plant and Soil**, v. 7, n. 3, p. 159-162, 1990.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 1999. 412p.

FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **The Principles of Pollination Ecology**. Oxford: Pergamon Press, 1979. 244p.

FENSTER, C.B.; ARMBRUSTER, W.S.; WILSON, P.; DUDASH, M.R.; THOMSON, J.D. Pollination syndromes and floral specialization. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 35, n. 1, p. 375 - 403, 2004.

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

FREITAS, B.M. Beekeeping and cashew in north-eastern Brazil: the balance of honey and nut production. **Bee World**, v. 75, n. 4, p. 168-177, 1994.

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

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

FROTA, R.T.; SANTOS, R.S.S. Pentatomídeos associados a cultivos de girassol no noroeste do estado do Rio Grande do Sul e ação de *Euschistus heros* (Fabricius, 1791) (Hemiptera: Pentatomidae) em aquênios. **Biotemas**, v. 20, n. 4, p. 65-71, 2007.

GARCIA, R.C. **Produção de geléia real, desenvolvimento de colônias e de glândulas hipofaringeanas em abelhas *Apis mellifera* italianas e seus híbridos africanizados, em fecundação natural e instrumental**. Jaboticabal, SP, 1992. 238p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

GOODWILLIE, C. Wind pollination and reproductive assurance in *Linanthus parviflorus* (Polemoniaceae), a self-incompatible annual. **American Journal of Botany**, v. 86, n. 7, p. 948-954, 1999.

HASHIMOTO, J.H.; RUVOLO-TAKASUSUKI, M.C.C.; TOLEDO, V.A.A.T. Evaluation of the use of the inhibition estereases activity on *Apis mellifera* as bioindicators of insecticide thiamethoxam pesticide residues. **Sociobiology**, v. 42, n. 3, p. 693-699, 2003.

HEINRICH, B. **Bumblebee Economics**. Cambridge: Harvard University Press, 1979. 224p.

INACIO, F.R.; MARCHINI, L.C.; AMBROSANO, G.M.B.; MORETI, A.C.C.C. Efeito da aplicação de inseticida carbamato na visitação de insetos e sua relação com a produtividade na cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Magistra**, v. 15, n. 1, p. 87-91, 2003.

JOLY, A.B. **Botânica introdução à taxonomia vegetal**. 13. ed., São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2002. 777p.

KERR, W.E.; CARVALHO, G.A.; NASCIMENTO, V.A. **Abelha uruçú**: biologia, manejo e conservação. Belo Horizonte: Acangaú, 1996. 143p.

- KEVAN, P.G. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. **Ecosystems and Environment**, v. 74, n. 1, p. 373-393, 1999.
- KEVAN, P.G.; PHILLIPS, T.P. The economic impacts of pollinator declines: an approach to assessing the consequences. **Conservation Ecology**, v. 5, n. 1, 2001.
- KIESTER, A.R.; LANDE, R.; SCHEMSKE, D.W. Models of coevolution and speciation in plants and their pollinators. **American Naturalist**, v. 124, n. 1, p. 220-243, 1984.
- KNIGHT, T.M.; STEETS, J.A.; VAMOSI, J.C.; MAZER, S.J.; BURD, M.; CAMPBELL, D. R.; DUDASH, M.R.; JOHNSTON, M.O.; MITCHELL, R.J.; ASHMAN, T. Pollen limitation of plant reproduction: Pattern and process. **Annual Review of Ecology Evolution and Systematics**, v. 36, p. 467-497, 2005.
- LATTARO, L.H.; MALERBO-SOUZA, D.T. Polinização entomófila em abóbora caipira, *Cucurbita mixta* (Cucurbitaceae). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 563-568, 2006.
- LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 641p.
- LEWIS, D. Genetic versatility of incompatibility in plants. **New Zealand Journal of Botany**, v. 17, n. 1, p. 637-644, 1979.
- LORENZATTI, D.S. Estudios de polinización de girasol (*Helianthus annuus*) com abejas melíferas (*Apis mellifera*) comparando la aislación individual de capítulos frente a La de parcelas com jaula. **Oleico**, n. 7, p. 9-14, 1979.
- MACHADO, C.S. **Aspectos de interesse da polinização entomófila de *Helianthus annuus* L. no recôncavo baiano**. Cruz das Almas, Bahia, 2006. 44p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal da Bahia.
- MACHADO, C.S.; CARVALHO, C.A.L. Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes dos capítulos de girassol no recôncavo baiano. **Revista Ciência Rural**, v. 36, n. 5, p. 1404-1409, 2006.
- MACHADO, A.P.B.; CARVALHO, G.A.; CARVALHO, S.M.; CARVALHO, C.F.; BUENO-FILHO, J.S.S. Toxicidade de produtos fitossanitários utilizados em citros para *Apis mellifera*. **Revista Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 955-961, 2009.
- McGREGOR, S.E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Washington: USDA, 1976. 411p.
- MALAGODI-BRAGA, K.S. Abelhas: por quê manejá-las para a polinização? **Revista Mensagem Doce**, n. 80, 2005.
- MALASPINA, O. **Estudo genético da resistência ao DDT e relação com outros caracteres em *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae)**. Rio Claro, 1979. 81p. Dissertação - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

- MALASPINA, O.; STORT, A.C. As abelhas e os pesticidas. **Apicultura no Brasil**, v. 2, n. 10, p. 42-45, 1985.
- MALERBO-SOUZA, D.T.; TOLEDO, V.A.A.; SILVA, S.R.; SOUSA, F.F. Polinização em flores de abacateiro (*Persea americana* Mill.). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 22, n. 4, p.937-941, 2000.
- MALERBO-SOUZA, D.T.; NOGUEIRA-COUTO, R.H.; COUTO, L.A. Polinização em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-rio). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 40, n. 4, p. 237-242, 2003.
- MALERBO-SOUZA, D.T.; NOGUEIRA-COUTO, R.H.; TOLEDO, V.A.A. Abelhas visitantes nas flores da jabutivabeira (*Myrciaria cauliflora* Berg.) e produção de frutos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 1, p. 1-4, 2004.
- MALERBO-SOUZA, D.T.; TOLEDO, V.A.A.; PINTO, A.S. **Ecologia da polinização**. Piracicaba: CP 2, 2008. 32p.
- MARTINS, E.A.C.; MACHADO, R.J.P.; LOPES, J. Atrativo para abelhas em campos de produção de sementes de girassol colorido híbrido. **Revista Ciências Agrárias**, v. 26, n. 4, p. 489-494, 2005.
- MERRIEN, A. **Physiologie du tournesol**. Paris: CETIOM, 1992. 66p.
- MODESTO, Z.M.M.; SIQUEIRA, N.J.B. **Botânica**. São Paulo: EPU, 1981. 341p.
- MORETI, A.C.C.C. **Estudo sobre a polinização entomófila do girassol (*Helianthus annuus* L.) utilizando diferentes métodos de isolamento de flores**. Piracicaba, 1989. 126p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queirós".
- MORETTI, A.C.C.C.; SILVA, R.M.B. polinização do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) efetuada por *Apis mellifera* L. **Científica**, v. 51, n. 2, p. 119-124, 1994.
- MORETI, A.C.C.C.; SILVA, R.M.B.; SILVA, E.C.A.; ALVES, M.L.T.M.F.; OTSUK, I.P. Aumento na produção de sementes de girassol (*Helianthus annuus*) pela ação de insetos polinizadores. **Scientia Agricola**, v. 53, n. 1, p. 2-3, 1996.
- MORGADO, L.N.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B.; SANTANA, M.P. Fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) nas flores de girassol *Helianthus annuus* L., em Lavras - MG. **Revista Ciência Agrotecnologia**, v. 26, n. 6, p. 1167-1177, 2002.
- MÜLLER, A.; DIENER, S.; SCHNYDER, S.; STUTZ, K.; SEDIVY, C.; DORN, S. Quantitative pollen requirements of solitary bees: Implications for bee conservation and the evolution of bee-flower relationships. **Biological Conservation**, v. 130, n. 4, p. 604-615, 2006.
- NDERITU, J.; NYAMASYO, G.; KASINA, M.; ORONJE, M.L. Diversity of sunflower pollinators and their on seed yield in Makueni District, Eastern Kenya. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 6, n. 2, p. 271-278, 2008.

- NOGUEIRA-COUTO, R.H.; PEREIRA, J.M.S.; DE JONG, D. Pollination of *Glycine wightii*, a perennial soybean, by Africanized honey bees. **Journal of Apicultural Research**, v. 37, n. 4, p. 289 - 291, 1998.
- NOGUEIRA-COUTO, R.H. **Apicultura: Manejo e produtos por Regina Helena Nogueira Couto e Leomam Almeida Couto**. 3.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 193p.
- NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígena sem ferrão**. São Paulo: Editora Nogueirapis, 1997. 445p.
- OZ, M.; KARASU, A.; CAKMAK, I.; GOKSOY, A.T.; TURAN, Z.M. Effects of honeybee (*Apis mellifera*) pollination on seed set in hybrid sunflower (*Helianthus annuus* L.). **African Journal of Biotechnology**, v. 8, n. 6, p. 1037-1043, 2009.
- PAIVA, G.J.; TERADA, Y.; TOLEDO, V.A.A. Behavior of *Apis mellifera* L. Africanized honeybees in sunflower (*Helianthus annuus* L.) and evaluation of *Apis mellifera* L. colony inside covered area of sunflower. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 4, p. 851 - 855, 2002.
- PAIVA, J.G.; TERADA, Y.; TOLEDO, V.A.A. Seed production and germination of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in three pollination systems. **Acta Scientiarum**, v. 25, n. 2, p. 223-227, 2003.
- PHAM-DELEGUE, M.H.; ETIEVANT, P.; GHUICHARD, E.; MARILLEAU, R.; DOUALT, P.H.; CHAUFFAILLE, J.; MASSON, C. Chemicals involved in honeybee-sunflower relationship. **Journal of Chemical Ecology**, v. 16, n. 11, p. 3053-3065, 1990.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. São Paulo: Nobel, 1985. 467 p.
- PINZAUTI, M.; FREDIANI, D. Factors determining néctar secretion from *Helianthus annuus* L. and related observations about the behavior of foraging insects. **Apicultura**, v. 1, n. 1, p. 179-192, 1985.
- PORTO, W.S.; CARVALHO, C.G.P.; PINTO, R.J.B. Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 4, p. 491-499, 2007.
- PRINCE, P.W. **Insect Ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1975. 514p.
- PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. **The natural history of pollination**. London: Harper Collins Publishers, 1996. 479p.
- RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. 6.ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 906p.
- RIBEIRO, A.M.F. **Polinização e uso de atrativos e repelentes para *Apis mellifera* L. em acerola (*Malpighia emarginata* D.C.), girassol (*Helianthus annuus* L.), maracujá (*Passiflora edulis* Sims) e soja (*Glycine max* Merrill)**. Jaboticabal, 2000. 63p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - FCAV-UNESP.

RIBEIRO, E.L.A.; ROCHA, M.A.; MIZUBUTI, I.Y.; SILVA, L.D.F.S. Silagens de girassol (*Helianthus annuus* L.), milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para ovelhas em confinamento. **Revista Ciência Rural**, v. 32, n. 2, p. 299-302, 2002.

RIBEIRO JÚNIOR, J.I.; MELO, A.L.P. **Guia prático para utilização do SAEG**. Viçosa: editora independente, 2009. 287p.

RICHARDS, K.W.; KEVAN, P.G. Aspects of bee biodiversity, crop pollination, and conservation in Canada. 2002. In: KEVAN, P.; IMPERATRIZ FONSECA, V.L. **Pollinating bees - the conservation link between agriculture and nature**. Ministry of Environment, Brasília, 2002. p. 77-94.

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. 5.ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A, 2003. 503p.

RIEDL, H.; JOHANSEN, E.; BREWER, L.; BARBOUR, J. **How to reduce bee poisoning from pesticides**. Oregon: A Pacific Northwest Extension, 2006. 28p.

RIZZARDO, R.A.G. **O papel de *Apis mellifera* L. como polinizador da mamoneira (*Ricinus communis* L.): avaliação da eficiência de polinização das abelhas e incremento de produtividade da cultura**. Fortaleza, 2007. 78p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará.

ROBINSON, W.E., MORSE, R.A. The value of honeybees as pollinators of US crops. **American Bee Journal**, v. 129, n. 1, p. 477-487, 1989.

ROSSI, R. **O Girassol**. Curitiba: Tecnogro. 1998. 333p.

SANTANA, M.P.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B.; MORGADO, L.N. Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes das flores do feijoeiro, *Phaseolus vulgaris* L., em Lavras e Ijaci – MG. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 6, p. 1119-1127, 2002.

SHIRMER, L.R. **Abelhas ecológicas**. São Paulo: Nobel, 1985. 218p.

SILVA, J.D. **Análise de Alimentos: (Métodos Químicos e Biológicos)**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVA, S.R.; MALERBO-SOUZA, D.T.; TOLEDO, V.A.A. Métodos para atrair a abelha *Apis mellifera* L. em culturas de abacate (*Persea americana* Mill.). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 24, n. 4, p. 889-896, 2002.

SILVA, M.L.O.; FARIA, M.A.; PEREIRA, R.; SANTANA, M.J.; WESLEY, M. Viabilidade técnica e econômica do cultivo de safrinha do girassol irrigado na região de Lavras, MG. **Revista Ciência Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 200-205, 2007.

SINGH, G.; KASHYAP, K.; KHAN M.S.; SHARMA, S.K. Effect of pollination modes on yield and quality of hybrid seeds of sunflower, *Helianthus annuus* L. **Seed Science and Technology**, v. 29, n. 3, p. 567-574, 2001.

STEPHAN, M.C. **Toxicidade de produtos fitossanitários utilizados na cultura de citros a operárias de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758**. Lavras, 2006. 82p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Entomologia) – Universidade de Lavras.

TAKEBAYASHI, N.; MORRELL, P.L. Is self-fertilization an evolutionary dead end? Revisiting an old hypothesis with genetic theories and a macroevolutionary approach. **American Journal of Botany**, v. 88, n. 7, p. 1143-1150, 2001.

TEIXEIRA, L.M.R.; ZAMPIERON, S.L.M. Estudo da fenologia, biologia floral do girassol (*Helianthus annuus*, Compositae) e visitantes florais associados, em diferentes estações do ano. **Ciência et Praxis**, v. 1, n. 1, p. 5-14, 2008.

THAPA, R.B. Honeybees and other insect pollinators of cultivated plants: a review. **Journal Institute Agriculture Animal Science**, v. 27, p. 1-23, 2006.

THAPA, R.B. Impact assessment of beekeeping programme: A case study of selected VDCs of Kaski district, Nepal. ICIMOD, Lalitpur, Nepal, 2006.

THOMAZINI, M.J.; THOMAZINI, A.P.B.W. Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em inflorescências de *Piper hispidinervum* (C.DC). **Neotropical entomology**, v. 31, n. 1, p. 027-034, 2002.

UNGARO, M.R.G. **Instruções para a cultura do girassol**. Campinas: IAC, 1986. 26p.

UNGARO, M.R.G. **Cultura do girassol**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2000. 36p. (Boletim Técnico, 188).

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas – SAEG**. Versão 8.1. Viçosa, MG, 2003, 301p.

van der HOFF, G.R.; van ZONEN, P. Trace analysis of pesticides by gas chromatography. **Journal of Chromatography A**, v. 843, n. 1, p. 301-322, 1999.

VIEIRA, R.E.; KOTAKA, C.S.; MITSUI, M.H.; TANIGUCHI, A.P.; TOLEDO, V.A.A.; RUVOLLO-TAKASUSUKI, M.C.C.; TERADA, Y.; SOFIA, S.H.; COSTA, F.M. Biologia floral e polinização por abelhas em siratro (*Macropitium atropurpurem* Urb.). **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 4, p. 857-861, 2002.

VIEIRA, V.O. Características da cultura do girassol e sua inserção em sistemas de cultivos no Brasil. **Revista Plantio Direto**, n. 88, 2005.

VRÂNCEANU, A.V. **El Girassol**. Madrid: Mundi Prensa, 1977. 379p.

ZAJÁČZ, E.; SZALAI, T.; MÉSZÁROS, G. Evaluation of the apicultural value of sunflower hybrids. **Acta Agronomica Hungarica**, v. 56, n. 1, p. 91-97, 2008.

ZANI FILHO, J.; KAGEYAMA, P.Y. A produção de sementes melhoradas de espécies florestais, com ênfase em *Eucalyptus*. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, n. 27, p. 49-52, 1984.

WALLACE, H.M.; LEE, L.S. Pollen source, fruit set and xenia in mandarins. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 74, n. 1, p. 82-86, 1999.

WESTERKAMP, C. Flowers and bees are competitors – not partners. Towards a new understanding of complexity in specialized bee owes. **Acta Horticulture**, v. 437, n. 1, p. 71-74, 1997.

WILLIAMS, I.H.; CORBET, S.A.; OSBORNE, J.L. Beekeeping, wild bees and pollination in the European Community. **Bee World**, v. 72, n. 4, p. 170-180, 1991.

WOLFF, L.F. **Abelhas melíferas: bioindicadores e qualidade ambiental e de sustentabilidade da agricultura familiar de base ecológica**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 38p. (Documento 244).