



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Instituto de Biologia
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de
Recursos Naturais



**EFEITO DO USO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS SOBRE A
DIVERSIDADE DE POLINIZADORES E PRODUTIVIDADE
DO GIRASSOL (*Helianthus annuus* L.)**

Arthur Carlos de Oliveira

2016

Arthur Carlos de Oliveira

**EFEITO DO USO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS SOBRE A
DIVERSIDADE DE POLINIZADORES E PRODUTIVIDADE
DO GIRASSOL (*Helianthus annuus* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Solange Cristina Augusto

UBERLÂNDIA - MG
Fevereiro – 2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

O48e
2016 Oliveira, Arthur Carlos de, 1991-
 Efeito do uso de defensivos agrícolas sobre a diversidade de
 polinizadores e produtividade do girassol (*Helianthus annuus* L.) / Arthur
 Carlos de Oliveira. - 2016.
 43 f. : il.

 Orientadora: Solange Cristina Augusto.
 Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
 Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos
 Naturais.
 Inclui bibliografia.

 1. Ecologia - Teses. 2. Polinização - Teses. 3. Girassol - Teses. 4.
 Defensivos vegetais - Teses. I. Augusto, Solange Cristina. II.
 Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em
 Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. III. Título.

CDU: 574

Arthur Carlos de Oliveira

**EFEITO DO USO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS SOBRE A
DIVERSIDADE DE POLINIZADORES E PRODUTIVIDADE
DO GIRASSOL (*Helianthus annuus* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Uberlândia como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestre em Ecologia e Conservação de
Recursos Naturais.

APROVADO em 18 de fevereiro de 2016

Prof. Dr. Carlos Alberto Garófalo

USP

Prof. Dr. Vinicius Lourenço Garcia de Brito

UFU

Prof^ª. Dr^ª. Solange Cristina Augusto
UFU
(Orientador)

UBERLÂNDIA - MG
Fevereiro – 2016

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado saúde e aberto as portas da Universidade para poder estar realizando o sonho de concluir o Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

Agradeço, principalmente meus pais, Juliene Cristine de Oliveira e William Carlos Júnior, meus irmãos, Júlia Gabriela de Oliveira, Guilherme Abiçair de Oliveira e Sarah Rúbia de Oliveira e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

Agradeço a minha orientadora, Prof^a Dr^a Solange Cristina Augusto, pela confiança, grande apoio e paciência sem os quais seria impossível a realização dessa dissertação.

Agradeço aos professores Prof. Dr. Douglas Queiroz Santos e Profa. Camila Nonato Junqueira, do Laboratório de Biocombustível e Tecnologia Ambiental, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia pelas orientações nas análises de óleo.

Agradeço a todos os meus amigos que estão sempre comigo, me dando força e fazendo com que a vida seja mais feliz e fácil de se viver e também a todos os meus colegas de laboratório (LECA) pela grande ajuda durante esses anos.

À Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais e à Universidade Federal de Uberlândia pelas oportunidades e aos funcionários da Fazenda Água Limpa, principalmente o Sr. Francisco Célio de Assis, que sempre esteve disposto a ajudar durante todo experimento, garantido dessa forma que fosse bem sucedido.

Aos professores professora Prof. Dr. Carlos Alberto Garófalo e Prof. Dr. Vinicius Lourenço Garcia de Brito por se disponibilizarem em participar da banca examinadora.

Agradeço a CAPES pelo apoio financeiro dado por meio de bolsa durante o período em que foi realizado o estudo apresentado nesta dissertação.

Agradeço ao CNPq e FAPEMIG pelo financiamento desta pesquisa.

ÍNDICE

RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
1.INTRODUÇÃO.....	01
2.MATERIAL E MÉTODOS.....	10
2.1. Área de estudo.....	10
2.2. Procedimento.....	13
2.2.1. Diversidade de visitantes florais nos tratamentos.....	13
2.2.2. Produção e quantidade de óleo extraído nos tratamentos.....	15
2.3. Análise dos dados.....	16
3.RESULTADOS.....	17
3.1. Diversidade de visitantes florais entre os tratamentos.....	17
3.2. Abundância de visitantes florais nos diferentes horários de observação.....	19
3.3. Produção e quantidade de óleo extraído entre os tratamentos.....	21
3.4. Presença de pragas entre os tratamentos.....	22
4.DISSCUSSÃO.....	23
5.CONCLUSÃO.....	28
6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

RESUMO

OLIVEIRA, A. C. Efeito do uso de defensivos agrícolas sobre a diversidade de polinizadores e produtividade do girassol (*Helianthus annuus* L.). Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU. Uberlândia-MG. p. 43, 2016.

O serviço de polinização é considerado como um dos principais serviços ecossistêmicos do planeta, sendo em sua maioria realizado por alguma espécie de inseto. A polinização é indispensável para a reprodução sexuada de angiospermas e contribui tanto para a manutenção da diversidade de espécies vegetais como para o incremento da produção agrícola. Contudo, nos últimos anos, estudos têm demonstrado um declínio nas populações de abelhas, sendo apontados entre causadores desse declínio, o uso indiscriminado de defensivos agrícolas. O Brasil destaca-se como um dos principais produtores agrícolas do mundo. Mas ao mesmo tempo destaca-se pelo grande consumo de defensivos agrícolas. Estima-se que o consumo anual desses produtos no país seja superior a 300 mil toneladas. Apesar desses efeitos negativos o uso de defensivos agrícolas se vê ainda necessário como forma de garantir a produção agrícola, principalmente de monoculturas. Dentre elas merece atenção a cultura do girassol, que vem se desenvolvendo muito nos últimos anos no Brasil e que demanda o uso intenso de defensivos agrícolas, bem como são dependentes de agentes polinizadores para a sua produção. Em vista dessa grande dependência do girassol de agentes polinizadores e também da grande necessidade do uso de defensivos agrícolas desse cultivo, o presente trabalho teve como objetivo geral verificar se o uso de defensivos agrícolas no cultivo de girassol afeta a diversidade de visitantes florais (*Apis* e Não-*Apis*) e consequentemente, polinização e produção. O estudo foi realizado na Fazenda Água Limpa, pertencente a Universidade Federal de Uberlândia, durante o período de maio a agosto de 2015. Onde foram feitos dois cultivos de girassol, espaçados entre si em 10 metros, sendo o primeiro sem a utilização de defensivos agrícolas (SD) e o segundo com a utilização do defensivo agrícola bis(tiocarbamato) (CD), com finalidade inseticida. Durante oito dias consecutivos foram feitas observações concomitantes dos visitantes florais em ambos os tratamentos, sendo observados em cada dia dez capítulos de girassol por tratamento. Após o aguardo da maturação os capítulos foram debulhados e tiveram seus aquênios pesados e o óleo extraído. Não houve diferença significativa na riqueza de polinizadores entre os tratamentos. Já a abundância de visitas foi maior no tratamento SD, em ambos os grupos de polinizadores *Apis* e Não-*Apis*. Ocorreu uma maior produção tanto de massa de sementes como em quantidade de óleo no tratamento livre de defensivos, mostrando o efeito do menor número de visitas de polinizadores sobre a produção, devido ao uso do defensivo agrícola. Esse efeito foi encontrado principalmente sobre abelhas sociais, podendo estar relacionado ao efeito neurotóxico do defensivo, que dificulta a geolocalização das abelhas, bem como a comunicação entre as mesmas sobre a localização da fonte de alimento. O uso do defensivo agrícola possuiu um efeito depressor na abundância de abelhas no cultivo de girassol, o que refletiu diretamente sobre a sua produção. O uso de defensivos agrícolas é apenas uma das formas de controle de pragas e deve ser utilizado de forma racional, desta forma minimizando ao máximo seus efeitos sobre os polinizadores e assim assegurando uma produção satisfatória.

Palavras-chave: Girassol, polinização, defensivos agrícolas.

ABSTRACT

OLIVEIRA, A. C. Effect of use of pesticides on Pollinator diversity and productivity of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Master thesis in ecology and conservation of natural resources. UFU. Uberlândia-MG. p. 43, 2016.

Pollination service is considered one of the major ecosystem services on the planet and is mostly performed by insects and mainly by bees. Pollination is essential for sexual reproduction of Angiosperms and contributes to maintaining plant species diversity and agricultural production. However, in the last years, studies have shown a decline in bee populations caused by the indiscriminate use of agrochemicals among other factors. Brazil stands out as one of the leading agricultural producers in the world and, at the same time, as a great pesticides consumer. It is estimated that the annual consumption of these products try exceeds 300.000 tons. Despite these negative effects the use of agricultural pesticides is still needed in order to ensure agricultural production, especially in monocultures. Among them, we highlight sunflower culture, which presented increasing development in the last years in Brazil as require the intensive use of pesticides, and are dependst on pollinators for seedproduction. Considering the high dependence on pollinators and the high useof pesticides insunflower this study aimed to verify whether the use of pesticides in sunflower cultivation affects bee diversity (non-*Apis* and *Apis*) and consequently, pollination and production. The study was conducted at Fazenda Água Limpa, which belongs to Universidade Federal de Uberlândia, during May to August of 2015. We established two sunflower crops with 10 m space for the following treatments: pesticides use (SD) and agricultural defensive bis (tiocarbamato) (CD), with insecticide purpose. During 8 consecutive days, we made t observations of floral visitors in both treatments in ten sunflower inflorescence per treatment. After maturation of the sunflower inflorescence maturation, we weighed the achenes and performed oil extraction from the seeds. There was no significant difference in pollinators' richness of between treatments. However the abundance of visits was greater in SD treatment for both pollinators' groups *Apis* and Non-*Apis*. There was a higher production of both seed mass and quantity of oil in the pesticides free treatment, suggesting negative effect on pollinator visits. This effect was found mainly on social bees, and may be related to defensive neurotoxic effect, which jeopardize bee geolocation, as well as the communication between them regarding food source location. The use of crop protection produced a depressing effect on the bee abundance of sunflower crop, which directly affects its production. The use of pesticides is only one form of pest control and should be used rationally, thus minimizing most of its effect on pollinators and ensuring a satisfactory production.

Keywords: sunflower, pollination, pesticides.

1. INTRODUÇÃO

O serviço de polinização é considerado um dos principais serviços ecossistêmicos do planeta, sendo em sua maioria realizado por alguma espécie de inseto (KREMEN, 2005). Cerca de 90% das espécies de plantas que apresentam flores utiliza-se de algum agente polinizador (OLLERTON et al., 2011), o que permite tanto a manutenção da variabilidade genética entre as espécies vegetais como também a produção e a qualidade de diversos cultivos agrícolas (KREMEN, 2005; BREEZE et al., 2011). Dentre os insetos polinizadores, o grupo das abelhas se destaca como grupo de maior importância, sendo elas os principais polinizadores em ecossistemas naturais e agrícolas. Estima-se que mais de 75% dos cultivos agrícolas mundiais são polinizados por alguma espécie de abelha (KLEIN et al., 2007) e que, comprovadamente, a riqueza e a abundância das comunidades de abelhas estão associadas a produtividade em diversos cultivos (KEVAN & PHILLIPS, 2001; FAO, 2004; GREENLEAF & KREMEN, 2006; VILHENA et al., 2012). Além disso, os polinizadores melhoram a qualidade dos frutos e, conseqüentemente, o valor económico da produção agrícola (KLATT et al., 2014, GARRATT et al., 2014), contribuindo com cerca de 212 bilhões de dólares ao ano (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012).

Diversas espécies nativas e cultivadas são polinizadas por abelhas, devido principalmente ao fato destes insetos terem sua dieta quase que exclusivamente representada por pólen e néctar, tanto em sua fase larval quanto em sua fase adulta. Assim, as abelhas necessitam realizar um grande número de visitas às flores como forma de garantir sua nutrição e da prole (CORBET et al., 1991; RASMUSSEN et al., 2010). Essas abelhas são atraídas principalmente pela coloração vistosa das flores, pelo odor exalado e pela presença de nectários florais (PROCTOR et al., 1996).

Estudos demonstram que mesmo em espécies vegetais autogâmicas facultativas, onde não há necessidade obrigatória de polinização cruzada, a polinização mediada por abelhas confere uma estabilidade ou o aumento de vigor (SILVA, 2000; DEMARCO & COELHO 2004; COUTO & COUTO, 2006). Para estas espécies também foi verificado uma maior na produtividade e qualidade de frutos e sementes, redução nos índices de má formação, aumento no teor de óleo e outras substâncias extraídas dos frutos, diminuição no ciclo de algumas culturas agrícolas e uniformização no amadurecimento dos frutos, reduzindo perdas durante a colheita (MARCHINI, 1994; WILLIAMS et al., 1991). Por proporcionarem esses efeitos positivos, a presença de polinizadores é cada vez mais requisitada nos principais cultivos agrícolas mundiais.

A agricultura obteve um grande crescimento a partir da década de 1960, com o incremento de novas tecnologias de produção na chamada revolução verde. Atualmente estima-se que cerca de 40% da área total do planeta esteja sendo utilizada para fins agrícolas (SCOLARI, 2006), refletindo em uma perda significativa de áreas de vegetação natural do planeta (WILCOCK & NEILAND, 2002). Estas áreas naturais são de grande importância para as abelhas, oferecendo tanto recursos alimentares, como também locais para nidificação (GREENLEAF & KREMEN, 2006). No Brasil essa situação não foi diferente. O agronegócio representa cerca de 33% de toda economia brasileira, o que equivale aproximadamente 180,2 bilhões de dólares (KEVAN & IMPERATRIZ-FONSECA, 2002)

Dentre as espécies de abelhas, *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae), destaca-se como a principal espécie polinizadora dos cultivos agrícolas em todo o mundo, chegando a 80% do total (MCGREGOR, 1976). Isso se deve principalmente ao fato de ser uma espécie altamente generalista quanto as espécies vegetais que visita, além de ser possível manejá-la (FREITAS, 1998; IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012). *Apis*

mellifera é uma espécie de comportamento social que apresenta grande diversificação, apresentando aproximadamente 26 subespécies (SHEPPARD & MEIXNER, 2003).

No Brasil, a partir de 1839, foram introduzidas as subespécies europeias *Apis mellifera mellifera* (NOGUEIRA-NETO, 1972), *Apis mellifera ligustica* e *Apis mellifera carnica* (GONÇALVES, 1994). Em 1956, uma subespécie africana, *Apis mellifera scutellata*, foi introduzida no Brasil para o estudo de rainhas. Estas abelhas conseguiram enxamear e se estabelecer no ambiente, passando a cruzar com as subespécies europeias já existentes, formando polihíbridos (KERR, 1967), sendo atualmente denominadas de abelhas africanizadas (GONÇALVES, 1974).

Essas abelhas africanizadas se espalharam pelo Brasil, tornando-se eficientes polinizadoras em clima tropical, movimentando-se rapidamente entre as inflorescências, coletando pólen e néctar (RUTTNER, 1976), aumentando a eficiência na dispersão do pólen (D'AVILA & MARCHINI, 2005). Nos Estados Unidos calcula-se que por ano a contribuição feita por *Apis mellifera* por meio dos serviços de polinização alcance cerca de 14,8 bilhões de dólares, não incluindo mel, própolis, cera entre outros (MORSE & CALDERONE, 2000).

Além de *Apis mellifera* as espécies de abelhas solitárias e sociais nativas, também chamadas de “*Não-Apis*” são de grande importância tanto para ambiente natural como também para o ambiente agrícola. Estas abelhas, são consideradas tão eficientes quanto a abelha africanizada em relação aos serviços de polinização prestados em diversos cultivos agrícolas (RICKETTS et al. 2004) e também podem ser manejadas para polinização desses cultivos (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012). Nos Estados Unidos os serviços de polinização realizados por “*Não-Apis*” são estimados em cerca de 4,1 bilhões de dólares ao ano (PRESCOTT-ALLEN & PRESCOTT-ALLEN, 1990).

No grupo *Não-Apis*, além das abelhas solitárias estão incluídas as eussociais nativas pertencentes a tribo Meliponini, também chamadas de abelhas sem ferrão. Estas abelhas são utilizadas tanto em cultivos abertos como também em cultivos fechados, estufas e casas de vegetação (MALAGODIBRAGA & KLEINERT, 2000). Possuem como características importantes uma exploração alimentar generalista, constância floral, presença de colônias perenes, o não abandono dos ninhos, acúmulo de alimento, baixa agressividade, menor amplitude de voo e colônias pouco populosas (MALAGODIBRAGA & KLEINERT, 2000).

Alguns trabalhos já mostraram um incremento na produção quando se foi utilizado espécies de meliponídeos para polinização. Em cultivos de pimentão foram observados tanto aumento na massa dos frutos como também um crescimento considerável na quantidade de sementes produzidas, quando comparada a autopolinização (CRUZ et al., 2005). Já em cultivos de tomate a polinização por abelhas sem ferrão resultou em um aumento significativo na qualidade de frutos produzidos, sendo essa característica muito valorizada pelo mercado (BARTELLI & NOGUEIRA-FERREIRA, 2014; BARTELLI et al., 2014).

Espécies do gênero *Bombus*, também classificadas como eussociais, são muito importantes para polinização de diversos cultivos agrícolas, principalmente de espécies pertencentes a família Solanaceae, que apresentam antera poricida e necessitam de vibração para a liberação do grão de pólen, como tomate, pimentão e berinjela (MORANDIN et al., 2001a, 2001b; SERRANO & GUERRA-SANZ, 2006; GEMMILL-HERREN & OCHIENG, 2008; GARÓFALO et al., 2012) promovendo assim, um incremento na quantidade, tamanho e número de sementes produzidas (PALMA et al., 2008).

As abelhas sociais também se destacam pelo seu comportamento de forrageamento. Esses insetos evoluíram um complexo mecanismo de comunicação, utilizados para recrutar membros do grupo indicando a fonte de um recurso (BEEKMAN & DUSSUTOUR, 2009). Desses mecanismos de sinalização, a chamada dança do requebrado, realizado por *Apis mellifera* das abelhas é um dos mais sofisticados. Através desse comportamento de “dança” as abelhas conseguem repassar umas às outras, tanto a direção como a distância para uma fonte de recurso (VON FRISCH, 1967).

Aproximadamente 85 % das abelhas já descritas são consideradas de comportamento solitário, sendo caracterizado pela independência das fêmeas na construção e aprovisionamento de seus ninhos (BATRA, 1984), não havendo cooperação, ou divisão de trabalho, entre as fêmeas de uma mesma geração, ou entre mãe e filhas. Este grupo de abelhas também tem sua importância reconhecida na polinização de muitos cultivos agrícolas (BATRA, 1984). No Brasil, como exemplo de abelhas solitárias de importância agrícolas temos: as espécies do gênero *Centris tarsata* e *Centris analis*, polinizadoras de aceroleira (OLIVEIRA & SCHLINDWEIN, 2009; VILHENA et al., 2011; MAGALHÃES & FREITAS, 2013); *Epicharis flava* e *Eulaema nigrita* polinizadoras do maracujá -doce (GAGLIANONE et al., 2010); e *Exomalopsis analis*, polinizador do tomate (SANTOS et al., 2014).

Estudos com abelhas do gênero *Xylocopa*, popularmente chamadas de mamangava, apresentam fundação solitária, mas que podem apresentar ninhos sociais, são reconhecidamente os principais polinizadores do maracujá-amarelo (CAMILLO 2003; YAMAMOTO et al., 2012). Estudos recentes realizados na região do Triângulo Mineiro, demonstram a possibilidade de manejo dos ninhos destas abelhas para incremento do número de abelhas e aumento do número e qualidade dos frutos (JUNQUEIRA et al., 2012, 2013).

Contudo, apesar da grande importância das abelhas, nos últimos anos, vários estudos têm demonstrado um declínio nas populações de abelhas e outros grupos de polinizadores tanto em áreas agrícolas quanto em áreas naturais (BIESMEIJER et al., 2006; POTTS et al., 2010). Ocorrendo primeiramente com *Apis mellifera* nos Estados Unidos e Europa (BECHER et al., 2013), o fenômeno conhecido como “Colony Collapse Disorder” (CCD) foi caracterizado pela rápida diminuição das populações de adultos dentro da colmeia, sem nenhum motivo relacionado a falta de alimento ou mesmo por ataque de outros insetos (VANENGELSDORP et al., 2009). No mundo estudos apontam o desaparecimento também de espécies de abelhas nativas (CAMERON et al., 2011; DUPONT et al., 2011), inclusive no Brasil (KERR et al., 2001; LOPES et al., 2005), resultando na redução da produtividade das culturas, principalmente daquelas que dependem das abelhas como agentes polinizadores (FREITAS & PINHEIRO, 2010, 2012).

Nos últimos anos, as culturas mais dependentes de polinizadores mostraram taxas de crescimento bem menores e também uma menor estabilidade de produção (GARIBALDI et al., 2011). Os preços dos produtos apresentaram também um aumento considerável naquelas culturas mais dependentes (LAUTENBACH et al., 2012). Diante desse cenário, o Brasil iniciou em 2000 o programa da Iniciativa Brasileira de Polinizadores (IBP), de acordo com Iniciativa Internacional para Conservação e Uso Sustentável de Polinizadores cujo principal objetivo é estabelecer estratégias de conservação de polinizadores.

Estudos foram realizados para se investigar as possíveis causas tanto do fenômeno CCD relacionado a *Apis mellifera* como também do desaparecimento das abelhas nativas. Em ambas as situações, o uso indiscriminado e irracional de defensivos agrícolas, principalmente inseticidas para combate de pragas foi apontado como uma das principais

causas desse fenômeno de desaparecimento (FREITAS et al., 2009; ROCHA & ALENCAR, 2012; NAKASU et al., 2014). O uso desses produtos teria efeito tóxico agudo sobre as abelhas, levando a morte imediata, como também estariam afetando seu comportamento de forrageamento, seja diminuindo sua atividade (EL HASSANI et al., 2005). Ou causando problemas sobre a memória de navegação, fazendo com que se desorientem e se percam, não conseguindo voltar para seus ninhos, morrendo posteriormente longe de seus locais de origem (MALASPINA et al., 2008). Esses produtos teriam também efeito depressivo no sistema imunológico das abelhas expondo-as a parasitas e provocando sua morte (ROCHA & ALENCAR, 2012).

O Brasil destaca-se como um dos principais produtores agrícolas do mundo, responsável por abastecer tanto o mercado interno quanto o mercado externo, sua produção inclui cultivos de grãos, cereais, frutos, legumes e vegetais (AGRIANUAL, 2011). Mas ao mesmo tempo se destaca pelo grande consumo de pesticidas, também chamados de defensivos agrícolas ou produtos fitossanitários. Estima-se que o consumo anual desses produtos no país seja superior a 300 mil toneladas, e que nos últimos 40 anos tenham crescido em cerca de 700%, ao mesmo tempo em que a área agrícola aumentou por volta de apenas 80% (SPADOTTO et al., 2004).

Os defensivos agrícolas podem ser classificados segundo a sua finalidade, em herbicidas, fungicidas, acaricidas e inseticidas. Havendo atualmente um número crescente de estudos no sentido de avaliar os efeitos toxicológico desses formulados sobre abelhas (CARVALHO et al., 2009), principalmente sobre a seletividade dos inseticidas (STEPHAN, 2006).

Mesmo herbicidas e fungicidas, produtos criados para combate de plantas daninhas e fungos patogênicos mostraram de alguma forma afetar as abelhas. O uso de herbicidas reduz tanto prováveis locais para nidificação, como também o número de flores

de plantas silvestres consideradas como daninhas, que frequentemente crescem entre as linhas de cultivo, principalmente em culturas frutíferas (FREE, 1993). Outros estudos apontam que os fungicidas podem afetar o número de visitas de polinizadores as flores do cultivo (SOLOMON & HOOKER, 1989), ou mesmo causar inviabilidade do pólen (GRANT, 1982). Apesar desses efeitos negativos o uso de defensivos agrícolas se vê ainda necessário como forma de garantir a produção agrícola, para suprir a demanda mundial de alimentos, principalmente em monoculturas (ECPA, 2008), como o Girassol.

No Brasil, o cultivo de girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma importante alternativa econômica da maioria dos produtores de grão para a implantação de rotação de culturas, consórcio e sucessão de cultivos principalmente em períodos de entre safra (PORTO et al., 2007; SILVA et al., 2007). *Helianthus annuus* L. (Asteracea) é uma planta oleaginosa originária da América do Norte, usada primeiramente com espécie ornamental. A partir do século XVIII passou a ser utilizada comercialmente (DALL'AGNOL et al., 2005). Suas sementes podem ser utilizadas na alimentação humana ou para produção de rações de uso animal (PORTO et al., 2007). Da semente também é extraído o óleo, utilizado tanto na alimentação humana, sendo uma fonte rica em ácido linoléico, uma substância empregada na prevenção de doenças cardiovasculares e esclerose múltipla (UNGARO, 2000), como para a produção de biodiesel (PORTO et al., 2007).

A cultura do girassol destaca-se como a quinta maior oleaginosa cultivada no mundialmente para a produção de grãos e a quarta em produção de óleo. Na safra 2009/2010, registrou-se a produção de aproximadamente 30 milhões de toneladas de grãos e 11,4 milhões de toneladas de óleo. Estados Unidos, Ucrânia e Rússia são os principais produtores mundiais (USDA, 2010). No Brasil a produção estimada na safra 2008/2009 foi de 109,4 mil toneladas em cerca de 75 mil ha de área cultivada. Os Estados

de Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul são os principais produtores nacionais (CONAB, 2010). A produção do Brasil é pouco representativa se comparada a outros países, ocupando uma parcela de 0,36% do mercado mundial (CONAB, 2010). Mas a produção vem aumentando e se desenvolvendo muito nos últimos anos, incentivada principalmente pelo surgimento de novas indústrias produtoras de biodiesel (VIEIRA, 2005).

A inflorescência do girassol também chamada de capítulo é formada por flores sésseis, condensadas em um mesmo receptáculo, discoides e rodeadas por um conjunto de brácteas (MODESTO & SIQUEIRA, 1981). As flores podem ser separadas em tubulosas, flores que são férteis e completas ou em linguladas, flores que são incompletas, apresentando apenas ovário, um cálice rudimentar e uma corola transformada (ROSSI, 1998).

O Girassol é uma planta alógama, ou seja, se reproduz principalmente por meio de fecundação cruzada (MORETI, et al., 1993; FREE, 1993) e, além disso, possuem protandria, ou seja, primeiramente as flores passam um período masculino onde os grãos de pólen são liberados, estando o estigma não receptivo e, posteriormente, passam por um período feminino, estando agora o estigma receptivo ao grão de pólen (VRÂNCEANU, 1977; FREE, 1993). Os grãos de pólen têm como característica serem grandes e pesados o que dificulta a polinização pelo vento (VRÂNCEANU, 1977).

Esses tipos de comportamentos reprodutivos fazem com que o girassol tenha uma grande dependência de polinização cruzada mediada por insetos, dos quais 90% são representados por abelhas, principalmente *Apis mellifera* (MORSE & CALDERONE, 2000; TEIXEIRA & ZAMPIERON, 2008). Apesar de não serem os principais polinizadores, as abelhas nativas desempenham importante papel na polinização desse cultivo, tanto por realizar uma polinização efetiva, quanto pelo fato que a presença desses

polinizadores está associada a um incremento na polinização realizada por *Apis mellifera* (DEGRANDI-HOFFMAN & WATKINS, 2000; GREENLEAF & KREMEN 2006). Ao mesmo tempo a cultura do girassol demanda uma grande utilização de defensivos agrícolas, principalmente inseticidas para combate da lagarta do girassol (*Chlosyne lacinia* Dbly, 1847) (GALLO et al., 2002) e fungicida para combate da podridão branca (*Sclerotinia sclerotiorum*) e mancha alternária (*Alternaria spp*) (LEITE, 1997; GAZZOLA et al., 2012).

Em vista dessa grande dependência do girassol de agentes polinizadores e também da necessidade do uso de defensivos agrícolas nesse cultivo, o presente trabalho teve como objetivo geral verificar se o uso de defensivos agrícolas no cultivo de girassol afeta a diversidade de visitantes florais e consequentemente, polinização e produção de sementes. Mais especificamente procurou-se avaliar o efeito dos defensivos agrícola sobre a riqueza e abundância de visitantes florais (*Apis* e Não-*Apis*) e sobre a produção (massa de sementes) e quantidade de óleo extraído.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O estudo ocorreu na Fazenda Experimental Água Limpa (19°05'48'' S 48°21'05'' W), pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, na cidade de Uberlândia, no Estado de Minas Gerais entre os meses de maio e agosto de 2015. A fazenda apresenta 104 ha de área preservada, composta por diversas fitofisionomias do cerrado, sendo, cerrado sentido restrito, cerrado denso, vereda e mata de galeria e 151,72 ha de área utilizada para fins agrícolas (NETO, 2008). O clima possui duas estações bem definidas, sendo uma quente e úmida e outra fria e seca (ROSA et al., 1991) (Figura 1).



Figura 1. Fazenda Água Limpa em Uberlândia, Minas Gerais. Área total (■), área preservada (■) Fonte: Google Earth, 2015.

Na fazenda foram realizados dois plantios experimentais concomitantes de girassol (*Helianthus annuus* L.). Cada plantio ocupava uma área total de 75 m² (25 metros de comprimento x 3 metros de largura), separados entre si por 10 metros. Em ambos os plantios foram feitos os mesmos preparos de solo e adubação.

Em cada plantio foi empregado um tratamento diferente em relação ao método de controle de pragas. Em um dos plantios foi utilizado um método químico, com a utilização de defensivo agrícola (CD), enquanto que no outro foi utilizado um método mecânico, sem a utilização de nenhum tipo de defensivo agrícola (SD) (Figura 2).

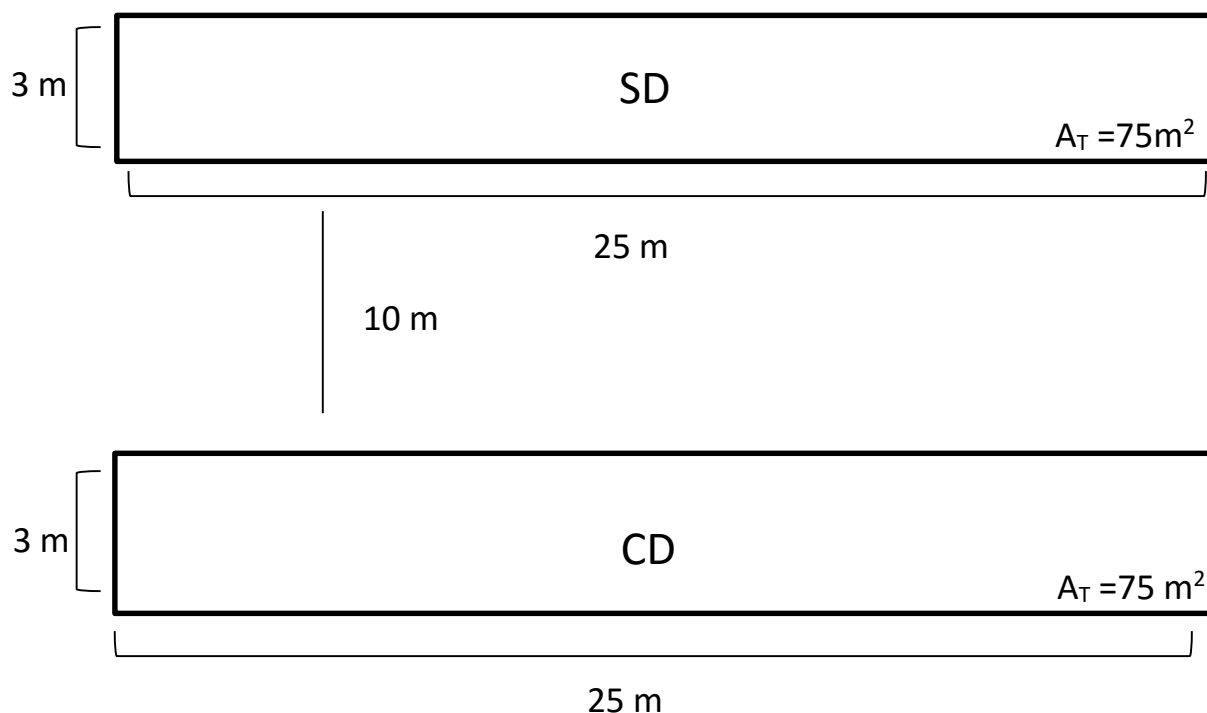


Figura 2. Esquemática do plantio e dos tratamentos empregados durante o experimento. Sem utilização de defensivo agrícola (SD) e Com utilização de defensivo agrícola (CD).

Foram usadas sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) de uso comercial da variedade SYN 045, semeadas com espaçamento entre linhas de 100 cm e entre plantas de 50 cm, em uma profundidade de 5 cm. Para o plantio foram semeadas três sementes em cada uma das covas, com o intuito de assegurar que pelo menos uma delas se desenvolvesse e germinasse. Após a emergência das plântulas foi feito um desbaste, para que permanecesse apenas uma planta por cova. Ao todo em cada um dos tratamentos foram semeadas quatro linhas de cultivo, contendo cada uma 50 plantas, totalizando 200 plantas por tratamento.

No tratamento CD, foi aplicado um produto comercial muito utilizado pelos produtores, denominado de cloridrato de cartap, um bis (tiocarbamato) do grupo dos carbamatos, com ação inseticida e fungicida, em uma concentração de 500 g por kg. É comercializado em forma de pó solúvel, podendo ser aplicado tanto de forma terrestre como também aérea, agindo sobre seus organismos alvo por meio de contato ou ingestão.

É classificado segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), como um produto extremamente tóxico e muito perigoso ao meio ambiente.

A aplicação ocorreu quinzenalmente, se iniciando vinte dias após a germinação. A aplicação foi feita por meio de pulverização manual em uma concentração de 1g/L, até o ponto de escorrimento, conforme indicação observada no próprio produto e também presente na base de dados Agrofít, pertencente ao MAPA. As aplicações ocorreram sempre no início da manhã, com baixa intensidade de vento, com intuito de evitar ao máximo o carreamento do produto, principalmente até o outro tratamento (SD). Foram feitas inspeções diárias com o objetivo de acompanhar o possível aparecimento de alguma praga, essas quando encontradas eram registradas e observadas quantas plantas estavam atingindo.

No segundo tratamento, livre de defensivos agrícolas (SD) o controle de pragas foi feito de forma mecânica. Todos os dias eram feitas inspeções em cada uma das plantas observando se havia a presença de algum inseto danoso à cultura. Quando alguns desses insetos eram encontrados, eram registrados, prontamente coletados e posteriormente eliminados por esmagamento, sendo o número de plantas atingidas também observadas. A presença de alguma doença, principalmente de origem fungica era apenas registrada, não sendo feita nenhuma forma de controle.

2.2 Procedimentos

2.2.1 Diversidade de visitantes florais nos tratamentos

Com o objetivo de avaliar o efeito do defensivo agrícola sobre a riqueza e abundância de visitantes florais, foram realizadas observações em capítulos (inflorescências) previamente ensacados em período anterior a antese das flores. Foi

ensacado um total de sendo 120 capítulos por tratamento, CD e SD (Figura 3), utilizando-se sacos de organza com dimensões de 30 por 45 cm.

Em cada dia de observação eram desensacados 10 capítulos em cada um dos tratamentos, CD e SD, estando todos em estágio de floração $R_{5,5}$, considerado como estágio de floração plena, no qual 50% das flores presentes no capítulo abertas (CASTIGLIONI et al., 1997). As observações ocorreram durante oito dias, em cinco horários diferentes, às 8h, 10h, 12h, 14h e 16h, acontecendo ao mesmo tempo em cada um dos tratamentos empregados. Posteriormente, ao final das observações diárias todos os capítulos eram novamente ensacados. Desta forma, era garantido que a diversidade de polinizadores encontrada em cada dia de observação era a responsável pela polinização dos 10 capítulos deixados abertos naquele dia.

A contagem e identificação dos visitantes florais, em cada capítulo, foi feita durante 2 minutos, totalizando 10 minutos de observação por capítulo e 100 minutos de esforço amostral diário por tratamento. Durante esse período era feito o registro das espécies e a número de visitas de cada uma delas. As observações ocorreram apenas nos dias em que havia 10 capítulos em fase $R_{5,5}$ em cada um dos tratamentos, totalizando 8 dias de observação e um esforço amostral total de cerca de 13 horas por tratamento. Os visitantes florais foram divididos em dois grupos, *Apis mellifera* e abelhas nativas solitárias e eussociais (Não-*Apis*).

Em cada tratamento, dez capítulos foram utilizados como controle negativo, sendo ensacados antes da antese e apenas desensacados na colheita, garantindo a ocorrência apenas de autopolinização.



Figura 3. Vista geral dos cultivos experimentais irrigados de girassol, após os capítulos serem ensacados na, Fazenda Água Limpa, Uberlândia, Minas Gerais. SD - sem defensivos; CD - com defensivos,

2.2.2 Produção e quantidade de óleo extraído nos tratamentos

Após o aguardo do período de maturação, os capítulos foram colhidos e separados por dia de observação, totalizando oito grupos com 10 capítulos cada um, em ambos os tratamentos. Posteriormente foram feitas as medições do diâmetro dos seus capítulos e então debulhados, sendo os aquênios de cada capítulo separados em dois grupos: aquênios de interior (AI) do capítulo e outro com os aquênios da parte mais periférica (AP), marcados de acordo com o tipo de tratamento e com o dia de observação.

Para a quantificação da produção em cada tratamento foi utilizado a massa de mil aquênios. Para isso foi retirado de cada amostra de AP, 100 aquênios. Esses então foram reunidos em um novo saco de papel, representando cada dia de observação, totalizando oito amostras (um para cada dia de observação) contendo mil aquênios cada (100 aquênios de cada um dos 10 capítulos observados em cada dia). Essas amostras então foram pesadas em balança de precisão e tiveram os seus valores de massa registrados.

Para a quantificação do óleo extraído foram utilizadas as mesmas oito amostras de cada tratamento usadas para a quantificação da produção de sementes, cada uma delas contendo mil aquênios. Os aquênios de cada amostra foram triturados e então submetidos a um processo de extração denominado de Soxhlet. As análises foram feitas sob a supervisão do Prof. Dr. Douglas Queiroz Santos e Profa. Camila Nonato Junqueira, no Laboratório de Biocombustível e Tecnologia Ambiental, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia (UFU). As amostras de óleo foram pesadas utilizando-se uma balança de precisão e seus valores de massa foram registrados.

Os dez capítulos do controle negativo (autopolinização) de cada tratamento também foram debulhados e seus aquênios armazenados separadamente em sacos de papel. De cada um desses sacos foi retirada uma amostra de 100 aquênios, essas foram pesadas em uma balança de precisão, sendo seus valores de massa registrados.

2.3 Análise dos Dados

Foi utilizado o teste t pareado para comparar os dois tratamentos (SD e CD) quanto a: (i) a riqueza de espécies; (ii) a abundância de visitas de *Apis mellífera*; (iii) abundância de visitas de abelhas nativas (Não-*Apis*); (iv) produção (massa de aquênios produzidos); e (v) quantidade de óleo extraído (massa de óleo).

Para cada tratamento, com defensivo agrícola e sem defensivo agrícola, foi utilizado o teste t para uma amostra para verificar o efeito da diversidade de polinizadores na produção de sementes. Para tanto foi comparada a produção de sementes (massa de aquênios) nos capítulos visitados pelas abelhas com aqueles que ficaram ensacados durante todo o período do experimento (controle negativo).

A normalidade dos dados foi testada por meio do teste Kolmogorov-Smirnov (Lilliefors) ($p > 0.05$). As análises foram feitas utilizando o programa Systat 10.2.

3. RESULTADOS

3.1 Diversidade de visitantes florais entre os tratamentos

Durante o estudo foi observado um total de 13 espécies de visitantes florais, sendo que 12 ocorreram no tratamento sem uso de defensivo agrícola (SD) e sete no tratamento com uso de defensivo agrícola (CD).

Foram observadas 5379 visitas, sendo 3477 visitas no tratamento SD e 1902 visitas no tratamento CD. *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) foi à espécie responsável pelo maior número de visitas no tratamento SD (55%), seguidos por *Paratrigona lineata* (Lepeletier, 1836) (37%) e *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) (7%). Enquanto no tratamento CD, *Paratrigona lineata* (45%) foi a espécie com maior número de visitas, seguido por *Apis mellifera* (42%) e *Trigona spinipes* (11%) visitas (Tabela 1).

Tabela 1. Riqueza e a abundância de visitantes florais do girassol nos tratamentos sem e com aplicação de defensivos, na Fazenda Experimental Água Limpa, Uberlândia-MG.

Táxons	Abundância de visitas	
	Sem defensivo agrícola (SD)	Com defensivo agrícola (CD)
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	1918	800
<i>Paratrigona lineata</i> Lepeletier, 1836	1283	859
<i>Trigona spinipes</i> Fabricius, 1793	241	214
<i>Oxaea flavescens</i> Klug, 1807	12	13
<i>Melipona quadrifasciata</i> Lepeletier, 1836	0	1
<i>Melipona quinquefasciata</i> Lepeletier, 1836	9	4
<i>Bombus atratus</i> Franklin, 1913	1	0
<i>Tetragonista clavipes</i> Fabricius, 1804	1	0
<i>Xylocopa grisescens</i> Lepeletier, 1841	1	0
<i>Halictini</i>	2	0
<i>Exomalopsis</i> sp.	4	0
<i>Exomalopsis fulvofasciata</i> Smith, 1879	3	0
<i>Campsomeris</i> sp. (Scoliidae)	2	11
Total	3477	1902

Não houve diferença significativa na riqueza de polinizadores entre os tratamentos com defensivo agrícola (CD) e sem defensivo agrícola (SD) ($t= 1,323$; $df= 7$; $p= 0,227$), ($CD=4,750 \pm 1,282$ e $SD=5,750 \pm 1,165$) (Figura 4).

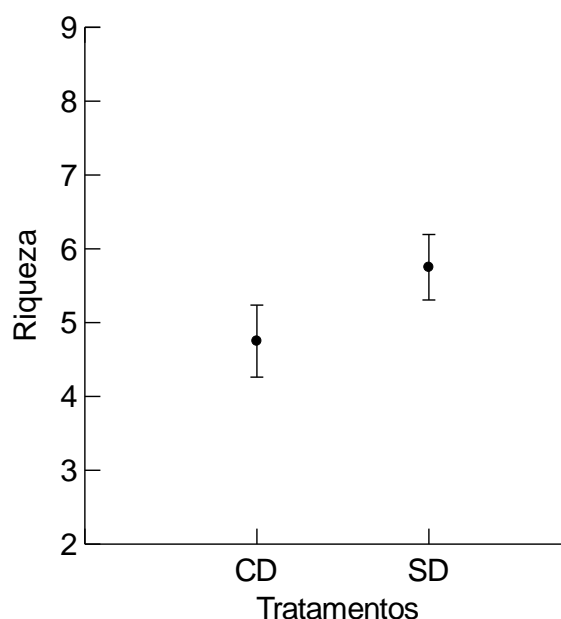


Figura 4. Comparação da riqueza de espécies visitantes florais do girassol em dois tratamentos, com uso de defensivo agrícola (CD) e sem uso de defensivo agrícola (SD).

Em relação abundância de visitas de *Apis mellifera*, houve diferença significativa entre os tratamentos ($t=14,102$; $df=7$; $p<0,001$), sendo que no tratamento CD as inflorescências apresentaram um total de 800 visitas ($\bar{X}=100 \pm 14,363$, $n=8$), enquanto que o tratamento SD, um total de 1918 visitas ($\bar{X}=239,750 \pm 30,174$, $n=8$) (Figura 5A).

Em relação à abundância de visitas de abelhas Não-*Apis* também foi encontrada uma diferenças significativa entre os tratamentos ($t=10,658$; $df=7$; $p<0,001$), sendo que no tratamento CD foram observadas um total de 1102 visitas ($\bar{X}=137,750 \pm 45,584$, $n=8$), enquanto que no tratamento SD foi observado um total de 1559 visitas ($\bar{X}=194,875 \pm 41,132$, $n=8$) (Figura 5B).

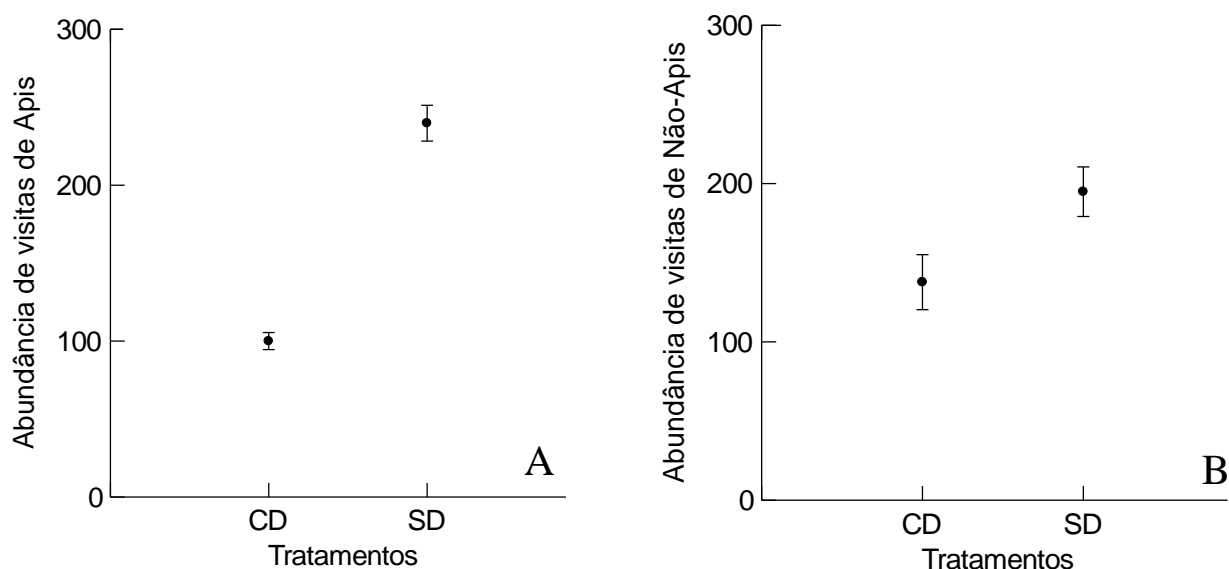


Figura 5. Abundância de visitas de florais de girassol entre os tratamentos, com uso de defensivo agrícola (CD) e sem uso de defensivo agrícola (SD). (A) *Apis mellifera*; (B) Abelhas nativas (Não-*Apis*).

3.2 Abundância de visitantes florais nos diferentes horários de observação

Dentre visitantes florais mais abundantes, *Apis mellifera* foi a espécie responsável pelo maior número de visitas no primeiro horário de observação, em ambos os tratamentos, seguida pelas espécies *Trigona spinipes* e *Paratrigona lineata*. Nos demais horários de observação em ambos os tratamentos, foi observado uma queda no número de visitas de *Apis mellifera* e um aumento e predominância de visitas de *Paratrigona lineata* (Figura 6 e 7).

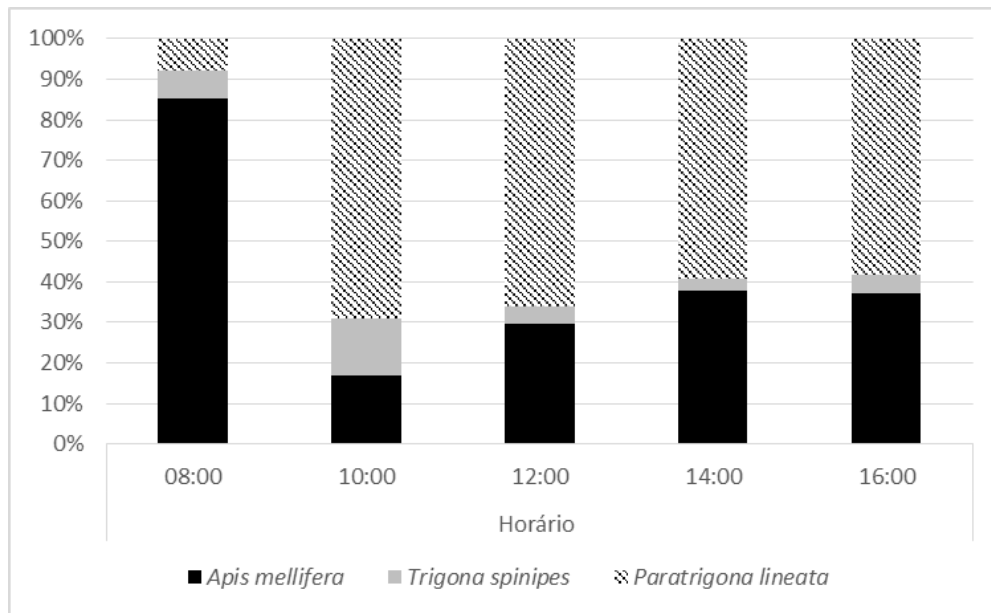


Figura 6. Número de visitas de abelhas das espécies *Apis mellifera*, *Trigona spinipes* e *Paratrigona lineata* no Tratamento SD ao longo dos horários de observação (08:00, 10:00, 12:00, 14:00 e 16:00 horas).

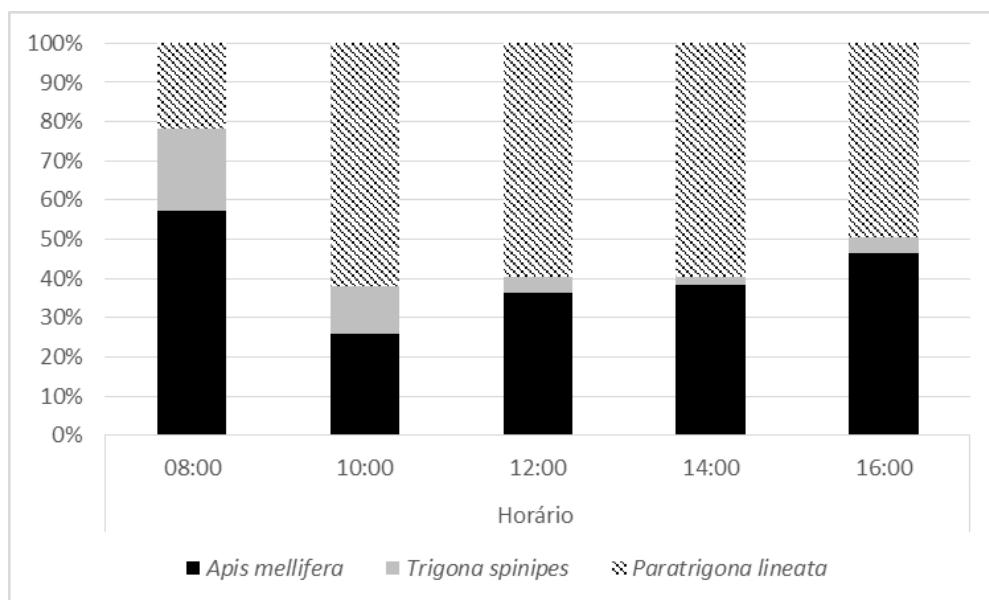


Figura 7. Número de visitas de abelhas das espécies *Apis mellifera*, *Trigona spinipes* e *Paratrigona lineata* no Tratamento CD ao longo dos horários de observação (08:00, 10:00, 12:00, 14:00 e 16:00 horas).

3.3 Produção e quantidade de óleo extraído entre os tratamentos

Houve diferença significativa na massa de aquênios entre os tratamentos CD e SD ($t=5,019$; $df=7$; $p=0,002$), com uma diferença média entre os tratamentos de cerca de 7,2 g ($CD= 68,929 \pm 3,416$ g e $SD= 76,130 \pm 2,420$ g) (Figura 8A). Em relação à massa de óleo extraído, também houve diferença significativa entre os tratamentos ($t=5,424$; $df=7$; $p=0,001$), com uma diferença média entre os tratamentos de cerca de 10,9 g ($CD=16,372 \pm 4,147$ g e $SD=27,299 \pm 3,395$ g) (Figura 8B), significando um incremento de 9,5 % na massa de aquênios produzidos e cerca de 40% na quantidade de óleo extraído.

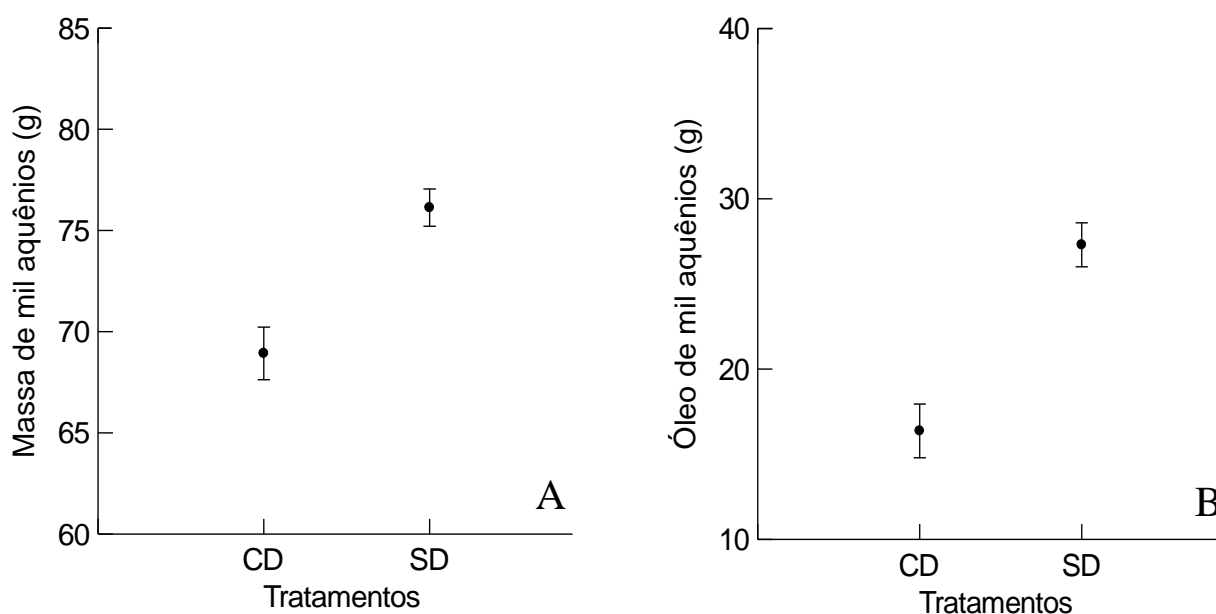


Figura 8. Produção de óleo entre os tratamentos, com uso de defensivo agrícola (CD) e sem uso de defensivo agrícola (SD). (A) Massa de mil aquênios; (B) Óleo de mil aquênios.

Foi observada diferença significativa na massa de aquênios entre a polinização aberta (PA) e os capítulos nunca desensacados, controle negativo (CN), no tratamento SD ($t=13,161$; $df=7$; $p<0,001$). Neste tratamento, houve uma diferença média de 11,26 g entre os tipos de polinização, significando 15% de incremento na produção ($PA=76,130 \pm 2,420$ g e $CN=64,870$ g) (Figura 9A).

Já no tratamento com o uso de defensivo agrícola (CD), não houve diferença significativa entre PA e CN ($t=-0,556$; $df=7$; $p=0,596$), com uma diferença média de 0,671 g entre os tipos de polinização (PA=68,929 \pm 3,416 g e CN=69,600 g) (Figura 9B).

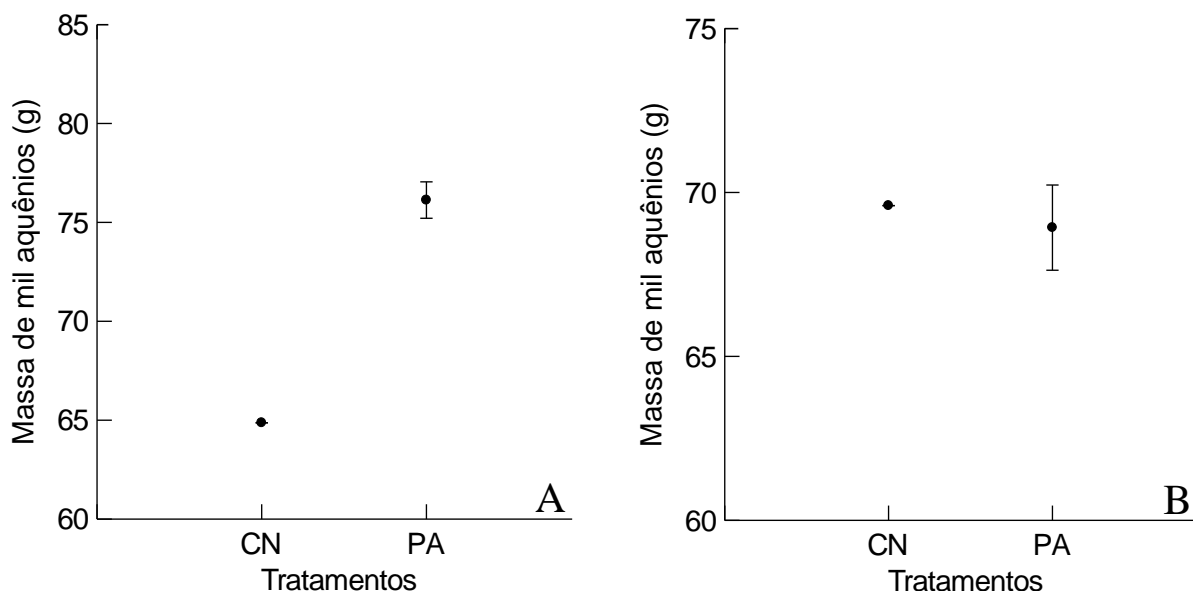


Figura 9. Produção entre os tratamentos, polinização aberta (PA) e controle negativo (CN). (A) Sem uso de defensivo agrícola (SD); (B) Com uso de defensivo agrícola (CD).

3.4 Presença de pragas entre os tratamentos

Foi observada a presença de lagartas do girassol, *Chlosyne lacinia* (Lepidoptera, Nymphalidae) em 30 plantas do tratamento SD, enquanto que no tratamento CD não foi encontrada a presença da lagarta. Em ambos os tratamentos foi constatada a presença do fungo causador da podridão branca (*Sclerotinia sclerotiorum*), com uma maior intensidade de dano, detectada apenas por uma análise visual, no tratamento SD (Figura 10).



Figura 10. Principais pragas do girassol encontradas durante o período do experimento. (A) Lagarta do girassol (*Chlosyne lacinia*); (B) Podridão branca (*Sclerotinia sclerotiorum*).

4. DISCUSSÃO

O uso do defensivo agrícola bis(tiocarbamato) interferiu fortemente na abundância de visitantes florais nas inflorescências dos cultivos experimentais de girassol, principalmente em relações as espécies sociais como *Apis mellifera* e *Paratrigona lineata*. A menor abundância no cultivo tratado com defensivo agrícola proporcionou uma diminuição significativa no peso e quantidade de óleo das sementes.

Defensivos do grupo dos carbamatos agem sobre o sistema nervoso das abelhas, interferindo na capacidade de comunicação entre elas, impedindo o repasse da informação sobre a localização da fonte de alimento de uma abelha para outra (SCHRICKER & STEPHEN, 1970; FREITAS & PINHEIRO, 2010; GODFRAY et al., 2014). Esses produtos também possuem efeito sobre a memória de navegação das abelhas,

desorientando e impossibilitando-as de voltar ao ninho e repassar a informação sobre a fonte de recurso (BORTOLOTTI et al., 2003; DESNEUX et al., 2007; MALASPINA et al., 2008). Assim esses fatores podem estar relacionados com o menor número de visitas *Apis mellifera*.

Os efeitos negativos sobre a orientação das abelhas provocados pelos defensivos agrícolas foram sugeridos também para outros grupos de abelhas (PINHEIRO & FREITAS, 2010; ROCHA & ALENCAR, 2012). Apesar de *Paratrigona lineata* e *Trigona spinipes* também serem espécies eussociais, elas diferiram de *Apis mellifera* quanto à estratégia de comunicação das fontes florais, sendo feitas por marcações químicas (THORP, 1979). Contudo, somente *P. lineata* teve sua abundância afetada no tratamento com defensivos. Isto sugere que estas abelhas podem ter respostas diferentes ao uso de tais defensivos (FREITAS & PINHEIRO, 2012).

Os efeitos na abundância de polinizadores também podem estar associados diretamente à ação de repelência presente nesses produtos, de forma que a abelha evite forragear em flores com presença de algum defensivo agrícola, seja ele de ação inseticida (NIGG et al., 1991), ou também com ação fungicida (SOLOMON & HOOKER, 1989), como é o caso do produto utilizado nesse experimento, classificado como inseticida e fungicida. As abelhas podem muitas vezes aprender e associar determinados odores com efeitos tóxicos, de forma que também passam a evitá-los (WRIGHT ET al., 2010). Além disso, estes produtos possuem um persistente efeito residual, permanecendo no ambiente por vários dias (PINHEIRO & FREITAS, 2010).

Em relação ao forrageamento, *Apis mellifera* foi uma importante espécie de polinizador do cultivo em ambos os tratamentos, pela sua grande capacidade de coleta de pólen (KASINA et al., 2007). Ocorrendo principalmente no começo da manhã, retirando grande parte dos recursos florais, principalmente pólen. Sua grande abundância nesse

período provavelmente provocou o deslocamento das demais espécies de polinizadores, principalmente *Paratrigona lineata*, para horários onde sua abundância era menor (CASTRO-MELO, 2013).

A presença de polinizadores está intimamente relacionada a uma maior produção no cultivo do girassol (NDERITU et al., 2008). Free (1993) observou que uma maior concentração de abelhas era necessária para uma maior produção de sementes. Nesse estudo, foi observado que ao se afetar principalmente a abundância de visitas de polinizadores as inflorescências do girassol, se obteve, conseqüentemente, uma menor produção tanto em massa de aquênios como também em quantidade de óleo extraído.

Estudos anteriores já apontavam a relação direta entre a polinização por abelhas e o aumento na produção no cultivo de girassol, tanto em massa de sementes (CHAMBÓ et al, 2009, 2010; KREITLOW et al., 2014), como também na quantidade de óleo extraído (AYTEKIN & ÇAGATAY, 2008). Com o crescente mercado principalmente de biocombustíveis esse incremento na produtividade proporcionado pelos polinizadores se torna cada vez mais necessário, devido à demanda cada vez maior desse produto.

Estudos recentes demonstram o efeitos negativos dos defensivos sobre os serviços de polinização em outros cultivos e as suas conseqüências na produtividade. Stanley et al., (2015) observou uma redução significativa nos serviços de polinização com a utilização de defensivo agrícola em um cultivo experimental de maçã, resultando em maior quantidade de abortos de frutos e frutos com menor número de sementes. Efeitos dos pesticidas também foram observados nos serviços de polinização em cultivos de melão (DA SILVA et al., 2015).

Os serviços de polinização garantem um maior incremento a produção do girassol, quando comparado a autopolinização (MORETI et al., 1996; CHAMBÓ et al., 2010). Esse incremento na produção perante a autopolinização também foi observado no

presente estudo, mas ocorrendo apenas na ausência de defensivos agrícolas. Este resultado também pode ser explicado principalmente pela baixa abundância de polinizadores no tratamento CD, se comparado ao tratamento SD. Foi verificado que a baixa abundância afeta os serviços de polinização tornando dessa forma os efeitos da polinização natural na produção de sementes equivalente aos da autopolinização.

Apesar dos seus efeitos negativos os defensivos agrícolas ainda são muito utilizados para a produção agrícola, principalmente no Brasil (SPADOTTO et al., 2004). Durante o estudo foi possível utilizar técnicas de controle mecânico para o controle de pragas, por ser um cultivo pequeno e de fácil observação. Mas em cultivos grandes, como as monoculturas existentes no Brasil esse tipo de método se torna inviável, pois essas pragas podem aumentar sua população e causar grandes impactos nas produções agrícolas e, conseqüentemente, prejuízo econômico (GALLO et al., 2002).

O uso de defensivos agrícolas é apenas um dos vários métodos de controle aplicados ao chamado método integrado de controle de pragas (MIP). Este método reúne estratégias econômicas, ecológicas e toxicológicas, se utilizando de fatores naturais que limitam as populações de pragas, respeitando o limiar de dano suportado pelas plantas ao ataque de insetos herbívoros (BRADER, 1975), sendo apontado por muitos estudiosos como uma forma de Ecologia Aplicada (CROFT et al., 1984). No MIP são reunidos vários métodos de controle de pragas, que vem desde o planejamento da instalação da cultura, avaliação da praga e a utilização do método adequando para o combate de pragas, esses métodos variam, desde legislativo, mecânico, comportamental, biológico e por último a utilização de defensivos agrícolas (GALLO et al., 2002), somente quando houvesse grande necessidade, como forma de evitar ao máximo os efeitos sobre o ambiente, e espécies não alvo (GRAVENA, 1990).

Mas sendo necessário, o uso de defensivos deve ser feita de forma racional, tentando minimizar ao máximo seus efeitos, principalmente aos polinizadores da cultura, bem como de inimigos naturais das espécies causadora dos danos nos cultivos. Deve-se dar preferência a utilização de defensivos seletivos aos polinizadores, ou seja, que não possuam efeitos ou que possuam um baixo risco a esses organismos, ou mesmo formulações com menor toxicidade, aplicando-os em locais de menor exposição às abelhas como, solo e tronco (NRCS, 2008; PINHEIRO & FREITAS, 2010), associado a um menor número de aplicações (PINHEIRO et al., 2004). Os defensivos não devem ser aplicados durante o período de florescimento, mas caso seja necessário, deve ser feito durante o período da madrugada ou final de tarde, quando as abelhas já não estão forrageando, impedindo o efeito direto do defensivo agrícola sobre os polinizadores (NRCS, 2008). O uso de técnicas, como o controle biológico, deve ser priorizada, sendo um método efetivo e que não afeta em nada os serviços de polinização, diminuindo o número de pragas sem nenhum prejuízo a produção.

Além de formas mais racionais e ecológicas de controle pragas, é importante a conscientização dos agricultores sobre a importância de se conservar os polinizadores, como manter os cultivos agrícolas próximos a matas nativas conservadas, ou mesmo manter grandes áreas de vegetação natural circundando o cultivo (DE MARCO & COELHO, 2004). Esses locais servem de refúgio, nidificação e reprodução para grande maioria dos polinizadores (FREITAS, 1995; CHACOFF & AIZEN, 2006). Desta forma favorecendo o aumento na diversidade de abelhas próximas ao cultivo. Na cultura do girassol o aumento na diversidade de polinizadores resultou em um incremento nos serviços de polinização (DEGRANDI-HOFFMAN & WATKINS, 2000), tornando esse serviço até cinco vezes mais eficiente (GREENLEAF & KREMEN, 2006).

Este estudo confirma o efeito negativo de defensivos agrícolas na abundância de polinizadores e, conseqüentemente, na produção de Girassol. Desta forma, é necessária uma conscientização dos Engenheiros Agrônomos para a indicação de produtos mais seletivos, com uma menor toxicidade aos agentes polinizadores e, principalmente, a conscientização dos produtores agrícolas, sobre o uso correto desses produtos. Ao minimizar os efeitos dos produtos químicos aos polinizadores, o produtor pode garantir uma maior produção de sementes e de óleo de Girassol.

5. CONCLUSÃO

O uso do defensivo agrícola possuiu um efeito depressor na abundância de abelhas no cultivo de girassol. Esse efeito sobre os polinizadores teve reflexo direto sobre a produtividade do cultivo, havendo uma baixa na produção tanto em massa de aquênios como em quantidade de óleo extraído. O uso de defensivos é apenas uma das formas de controle de pragas e deve ser utilizada de forma racional e em momento que se faz realmente necessária, desta forma minimizando ao máximo seus impactos principalmente sobre os agentes polinizadores e garantindo uma maior produtividade ao cultivo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, P. 520, 2011.

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

BARTELLI, B. F.; NOGUEIRA-FERREIRA, F. H. Pollination Services Provided by *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera: Meliponini) in Greenhouses with *Solanum lycopersicum* L.(Solanaceae). **Sociobiology**, v. 61, n. 4, p. 510-516, 2014.

BARTELLI, B. F.; SANTOS, A. O. R.; NOGUEIRA-FERREIRA, F. H. Colony performance of *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera, Meliponina) in a Greenhouse of *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae). **Sociobiology**, v. 61, n. 1, p. 60-67, 2014.

BATRA, S.W. Solitary bees. *Sci. Amer.* 250: p. 86-93, 1984.

BECHER, M. A. et al. Review: towards a systems approach for understanding honeybee decline: a stocktaking and synthesis of existing models. **Journal of Applied Ecology**, v. 50, n. 4, p. 868-880, 2013.

BEEKMAN, M.; DUSSUTOUR, A. How to tell your mates—costs and benefits of different recruitment mechanisms. **Food Exploitation by Social Insect: Ecological, Behavioral and Theoretical Approaches**, p. 115-134, 2009.

BIESMEIJER, J. C. et al. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. **Science**, v. 313, n. 5785, p. 351-354, 2006.

BORTOLOTTI, L. et al. Effects of sub-lethal imidacloprid doses on the homing rate and foraging activity of honey bees. **Bulletin of Insectology**, v. 56, p. 63-68, 2003.

BRADER, L. Integrated control, a new approach in crop protection. **CR. 5e Symposium Lutte Intégrée en vergers. OBLB/SROP**, p. 5-16, 1975.

BREEZE, T. D. et al. Pollination services in the UK: How important are honeybees?. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 142, n. 3, p. 137-143, 2011.

CAMERON, Sydney A. et al. Patterns of widespread decline in North American bumble bees. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 108, n. 2, p. 662-667, 2011.

CAMILLO, E. Polinização do maracujá. **Ribeirão Preto: Holo**, 2003.

CARVALHO, S. M. et al. Toxicidade de acaricidas/inseticidas empregados na citricultura para abelha africanizada *Apis mellifera* L. 1758 (Hymenoptera: Apidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, n. 4, p. 597-606, 2009.

CARVALHO, S. M. Toxicidade de produtos fitossanitários utilizados na cultura de citros a operárias de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae). 2006.

CASTIGLIONI, V. B. R. et al. Fases de desenvolvimento da planta de girassol. **EMBRAPA-CNPSO. Documentos**, 1997.

CASTRO-MELO, A. L. S. Effect of pollination services in the production and quality of sunflower seeds (*Helianthus annuus* L.). M. S. thesis, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG. p. 46, 2013.

CHACOFF, N. P.; AIZEN, M. A. Edge effects on flower-visiting insects in grapefruit plantations bordering premontane subtropical forest. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, 43, p. 18-27. 2006.

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* L.). *Revista Brasileira de Agroecologia*, Cruz Alta – RS, v. 4, n. 2, 32- 35, 2009.

CHAMBÓ, E. D.; GARCIA, R. C.; OLIVEIRA, N. T. E.; CHIRÉA, A. Produção de genótipos de girassol pela ação de insetos polinizadores. *Revista Varia Scientia*, Cascavel – PR, v. 09, n. 15, p. 131-139, 2010.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos: quarto levantamento da safra 2009/2010. Brasília, 2010. 39p.

CORBET, Sarah A.; WILLIAMS, Ingrid H.; OSBORNE, Juliet L. Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European Community. **Bee world**, v. 72, n. 2, p. 47-59, 1991.

COUTO, R. H. N.; COUTO, L. A. **Apicultura: manejo e produtos**. Funep, 2006.

CROFT, B. A. et al. Applications of ecology for better pest control. 1984.

CRUZ, D.O. et al. Pollination Utilização de agentes polinizadores na produção de sementes de cenoura e pimenta doce em cultivo protegido 498 **Hortic. bras.**, v. 30, n. 3, jul. - set. 2012 efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 40: p. 1197- 1201, 2005.

DALLAGNOL, A.; VIEIRA, O. V.; LEITE, R. M. V. B. C. Origem e histórico do girassol. **Girassol no Brasil**, v. 1, p. 1-14, 2005.

DA SILVA, I. P. et al. Pesticide exposure of honeybees (*Apis mellifera*) pollinating melon crops. **Apidologie**, p. 1-13, 2015.

D'AVILA, M.; MARCHINI, L. C. Polinização realizada por abelhas em culturas de importância econômica no Brasil. **Boletim de Indústria Animal**, v. 62, n. 1, p. 79-90, 2005.

DE MARCO JR, P.; COELHO, F. M. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production. **Biodiversity & Conservation**, v. 13, n. 7, p. 1245-1255, 2004.

DEGRANDI-HOFFMAN, G.; WATKINS, J. C. The foraging activity of honey bees *Apis mellifera* and non—*Apis* bees on hybrid sunflowers (*Helianthus annuus*) and its influence on cross—pollination and seed set. **Journal of Apicultural Research**, v. 39, n. 1-2, p. 37-45, 2000.

DUPONT, Y. L.; DAMGAARD, C.; SIMONSEN, V. Quantitative historical change in bumblebee (*Bombus* spp.) assemblages of red clover fields. **PLoS One**, v. 6, n. 9, p. 1-7, 2011.

ECPA (European Crop Protection Association). Pesticides and honey bees – both essential to agriculture. In: MISC/08/CG/17834, 2008.

EL HASSANI, A. K. et al. Effects of sublethal doses of fipronil on the behavior of the honeybee (*Apis mellifera*). **Pharmacology Biochemistry and Behavior**, v. 82, n. 1, p. 30-39, 2005.

FAO (Food and Agriculture Organization). Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture – the international response. In: FREITAS, B. M.; PORTELA, J. O. B. (Ed.). **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza, Imprensa Universitária, p. 285, 2004.

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

FREITAS, B. M. A importância relativa de *Apis mellifera* e outras espécies de abelhas na polinização de culturas agrícolas. **Encontro sobre abelhas**, v. 3, p. 10-20, 1998.

FREITAS, B. M.; PINHEIRO, J. N. Polinizadores e pesticidas: princípios e manejo para os agroecossistemas brasileiros. Brasília: MMA, p. 112, 2012.

FREITAS, B.M.; PINHEIRO, J.N. Efeitos sub-letais dos pesticidas agrícolas e seus impactos no manejo de polinizadores dos agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, v. 14, p. 282- 298, 2010.

FREITAS, B. M. et al. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. **Apidologie**, v. 40, n. 3, p. 332-346, 2009.

FREITAS, B. M. **The Pollination Efficiency of Foraging Bees on Apple (*Malus Domestica* Borkh) and Cashew (*Anacardium Occidentale* L.)**. University of wales cooleg of cardiff, 1995.

GAGLIANONE, M. C. et al. Importância de Centridini (Apidae) na polinização de plantas de interesse agrícola: o maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis) como estudo de caso na região sudeste do Brasil. **Oecol. Aust**, v. 14, n. 1, p. 152-164, 2010.

GALLO, D. et al. Entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ, p. 920, 2002.

GARIBALDI, L. A. et al. Global growth and stability of agricultural yield decrease with pollinator dependence. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 108, n. 14, p. 5909-5914, 2011.

GARÓFALO, C. A. et al. As abelhas solitárias e perspectivas para seu uso na polinização do Brasil. In. IMPERATRIZ-FONSECA V.L., CANHOS D. A. L., ALVES, D. A., SARAIVA, A.M. (Orgs). Polinizadores no Brasil: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e recursos naturais. São Paulo: Edusp, p. 183-202, 2012.

GARRATT, M. P. D. et al. Avoiding a bad apple: Insect pollination enhances fruit quality and economic value. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 184, p. 34-40, 2014.

GAZZOLA, A. et al. A cultura do girassol. **Piracicaba-SP. Junho de**, 2012.

GEMMILL-HERREN, B.; OCHIENG, A. O. Role of native bees and natural habitats in eggplant (*Solanum melongena*) pollination in Kenya. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 127, n. 1, p. 31-36, 2008.

GODFRAY, H. Charles J. et al. A restatement of the natural science evidence base concerning neonicotinoid insecticides and insect pollinators. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 281, n. 1786, p. 20140558, 2014.

GONCALVES, L. S. Comments on the aggressiveness of the Africanized bees in-Brazil. 2. **American bee journal**, 1974.

GONÇALVES, S. A influencia do comportamento das abelhas africanizadas na produção, capacidade de defesa e resistências à doenças. **Anais do I Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto**, p. 69-79, 1994.

GRANT, W. F. Chromosome aberration assays in Allium: A report of the US Environmental Protection Agency gene-tox program. **Mutation Research/Reviews in Genetic Toxicology**, v. 99, n. 3, p. 273-291, 1982.

GRAVENA, S. et al. Manejo integrado de pragas de citros na atualidade. **Manejo integrado de pragas e nematóides. Jaboticabal, FUNEP**, v. 1, p. 107-126, 1990.

GREENLEAF, Sarah S. et al. Bee foraging ranges and their relationship to body size. **Oecologia**, v. 153, n. 3, p. 589-596, 2007.

GREENLEAF, S. S.; KREMEN, C. Wild bees enhance honey bees' pollination of hybrid sunflower. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 103, n. 37, p. 13890-13895, 2006.

IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; CANHOS. D.A.L.; ALVES D.A.; SARAIVA, A.M. (orgs) Polinizadores no Brasil: Contribuição e perspectivas para biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. EDUSP, p.213- 236

JUNQUEIRA, C. N.; HOGENDOORN, K.; AUGUSTO, S. C. The use of trap-nests to manage carpenter bees (Hymenoptera: Apidae: Xylocopini), pollinators of passion fruit (Passifloraceae: Passiflora edulis f. flavicarpa). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 105, n. 6, p. 884-889, 2012.

JUNQUEIRA, C. N. et al. Nest management increases pollinator density in passion fruit orchards. **Apidologie**, v. 44, n. 6, p. 729-737, 2013.

KASINA, M. et al. Sunflower pollinators in Kenya : Does diversity influence seed yield ? African Crop Science Conference Proceedings 8:1149–1153, 2007.

KERR, W. E. The history of the introduction of African bees to Brazil. **S. Afr. Bee J**, v. 39, n. 2, p. 3-5, 1967.

KERR, W.E. et al. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. **Parcerias Estratégicas**, v. 6, n. 12, p. 20-41, 2001.

KEVAN, P. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. (Ed.). Pollinating Bees: The Conservation Link Between Agriculture and Nature: Proceedings of the Workshop on the Conservation and Sustainable Use of Pollinators in Agriculture, with Emphasis on Bees, Held in S. Paulo, Brazil, in October 1998. Ministry of Environment, 2002.

KEVAN, P. G.; PHILLIPS, T. P. The economic impacts of pollinator declines: an approach to assessing the consequences. **Conservation ecology**, v. 5, n. 1, p. 8, 2001.

KLATT, B. K. et al. Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 281, n. 1775, p. 20132440, 2014.

KLEIN, A.M. et al. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 274, n. 1608, p. 303-313, 2007.

KREITLOW, R. et al. Eficiência da Polinização de *Aphis mellifera* L.(Hymenoptera: Apidae) na Cultura do Girassol (*Helianthus annuus* L.) Próximo a Fragmento de Mata Nativa. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, 2014.

KREMEN, C. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology?. **Ecology letters**, v. 8, n. 5, p. 468-479, 2005.

LAUTENBACH, Sven et al. Spatial and temporal trends of global pollination benefit. 2012.

LEITE, R. M. V. B. C. Doenças do girassol. **Londrina: EMBRAPA/CNPSo**, 1997.

LOPES, M.; FERREIRA, J. B.; SANTOS, G. dos. Abelhas sem-ferrão: a biodiversidade invisível. **Agriculturas** 2 (4), p. 7-9, 2005.

MAGALHÃES, C. B.; FREITAS, B. M. Introducing nests of the oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini) for pollination of acerola (*Malpighia emarginata*) increases yield. **Apidologie**, v. 44, n. 2, p. 234-239, 2013.

MALAGODI-BRAGA, K. S.; KLEINERT, A.M.P. Os meliponíneos e a polinização do morangueiro em estufas. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA**. 2000.

MALASPINA, O. et al. Efeitos provocados por agrotóxicos em abelhas no Brasil. **Encontro sobre abelhas**, v. 8, 2008.

MARCHINI, L. C. Polinização entomófila em culturas de importância econômica. In: **Anais do 10. Congresso Brasileiro de Apicultura, Caldas Novas, GO**. p. 19-25, 1994.

MCGREGOR, S. E. et al. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Agricultural Research Service, US Department of Agriculture, 1976.

MODESTO, Z.M.M.; SIQUEIRA, N.J.B. Botânica. EPU, São Paulo, 1981.

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

MORETI, A. C. C.C. et al. Aumento na produção de sementes de girassol (*Helianthus annuus*) pela ação de insetos polinizadores. **Scientia agrícola**, v. 53, n. 2-3, p. 280-284, 1996.

MORETI, A. C. C. C. et al. Observações iniciais sobre a polinização do girassol (*Helianthus annuus* L.) Efetuada po *Apis Mellifera* L., Pindamonhangaba, SP. **Boletim de Industria Animal**, v. 50, n. 1, p. 31-34, 1993.

MORSE, R. A.; CALDERONE, N. W. The value of honey bees as pollinators of US crops in 2000. **Bee culture**, v. 128, n. 3, p. 1-15, 2000.

NAKASU, E. Y.T. et al. Novel biopesticide based on a spider venom peptide shows no adverse effects on honeybees. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 281, n. 1787, p. 20140619, 2014.

NATIONAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE. Pollinators. Washington: USDA, 2008. Disponível em: < <http://www.nrcs.usda.gov/>>. Acesso em: 20/09/2014.

NDERITU, J. et al. Diversity of sunflower pollinators and their effect on seed yield in Makueni District, Eastern Kenya. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 6, n. 2, p. 271-278, 2008.

NETO, P. L. Levantamento planimétrico n 36.243. **Prefeitura de Uberlândia, Minas Gerais**, 2008.

NIGG, H. N. et al. Contamination of sucrose solution with aldicarb sulfoxide inhibits foraging by honeybees (Hymenoptera: Apidae). **Journal of economic entomology**, v. 84, n. 3, p. 810-813, 1991.

NOGUEIRA-NETO, P. Notas sobre a história da apicultura brasileira. **Manual de apicultura. Piracicaba, Editora Agronômica Ceres Ltda, 252p.**[Links], p. 17-32, 1972.

OLIVEIRA, R.; SCHLINDWEIN, C. Searching for a manageable pollinator for acerola orchards: the solitary oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini). **Journal of economic entomology**, v. 102, n. 1, p. 265-273, 2009.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals?. **Oikos**, v. 120, n. 3, p. 321-326, 2011.

PALMA, G. et al. Production of greenhouse tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) using *Nannotrigona perilampoides*, *Bombus impatiens* and mechanical vibration (Hym.: Apoidea). **Journal of Applied Entomology**, v. 132, n. 1, p. 79-85, 2008.

PINHEIRO, J.N.; FREITAS, B. M.. Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros. **CEP**, v. 60021, p. 970, 2010.

PORTO, W. S.; CARVALHO, C.G. P de; 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.

POTTS, S. G. et al. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in ecology & evolution**, v. 25, n. 6, p. 345-353, 2010.

PRESCOTT-ALLEN, R.; PRESCOTT-ALLEN, C. How many plants feed the world? **Conservation Biology**, p. 365-374, 1990.

PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. The natural history of pollination.,(Timber Press: Portland, OR). 1996.

RASMUSSEN, C.; NIEH, J.; BIESMEIJER, J. C. Foraging biology of neglected bee pollinators. **Psyche**, v. 2010, p. 1-2, 2010.

RICKETTS, T. H. et al. Economic value of tropical forest to coffee production. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 101, n. 34, p. 12579-12582, 2004.

ROCHA, M. C. DE L. & ALENCAR. Efeitos dos agrotóxicos sobre as abelhas silvestres no Brasil: Proposta metodológica de acompanhamento. P. 88 Ibama (Ibama). Brasília, 2012.

ROSA, R. L. S. C.; LIMA, S.C.; ASSUNÇÃO, W. L. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia (MG)**Sociedade e Natureza**, v. 3, n. 5, p. 91-108, 1991.

ROSSI, R. O Girassol. Curitiba: Tecnogro. P.333, 1998.

RUTTNER, F. Honeybees of the tropics: their variety and characteristics of importance for apiculture. **Apiculture in tropical climates**. Ed. E. Crane, London., BRA, v. 1976, p. 41-46, 1976.

SANTOS, A. O. R.; BARTELLI, B. F.; NOGUEIRA-FERREIRA, F. H. Potential Pollinators of Tomato, *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae), in Open Crops and the Effect of a Solitary Bee in Fruit Set and Quality. **Journal of economic entomology**, v. 107, n. 3, p. 987-994, 2014.

SCHRICKER, B.; STEPHEN, W. P. The effect of sublethal doses of parathion on honeybee behaviour. I. Oral administration and the communication dance. **Journal of Apicultural Research**, v. 9, n. 3, p. 141-153, 1970.

SCOLARI, D. D.G. Produção agrícola mundial: o potencial do Brasil. **Revista da Fundação Milton Campos, Brasília, DF**, n. 25, p. 09-86, 2006.

SERRANO, A. R.; GUERRA-SANZ, J. M. Quality fruit improvement in sweet pepper culture by bumblebee pollination. **Scientia Horticulturae**, v. 110, n. 2, p. 160-166, 2006.

SHEPPARD, W. S.; MEIXNER, M. D. *Apis mellifera pomonella*, a new honey bee subspecies from Central Asia. **Apidologie**, v. 34, n. 4, p. 367-376, 2003.

SILVA, E.C.A. Polinização em culturas anuais: soja, girassol e feijão. Palestra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13., Florianópolis, 2000. Anais... Florianópolis: 2000. (CD-ROM).

SILVA, M. L. O. et al. Viabilidade técnica e econômica do cultivo de safrinha do girassol irrigado na região de Lavras, MG. **Ciênc. agrotec.,(Impr.)**, v. 31, n. 1, p. 200-205, 2007.

SOLOMON, M. G.; HOOKER, K. J. M. Chemical repellents for reducing pesticide hazard to honeybees in apple orchards. **Journal of Apicultural Research**, v. 28, n. 4, p. 223-227, 1989.

SPADOTTO, C. A. et al. Monitoramento do risco ambiental de agrotóxicos: princípios e recomendações. **Embrapa Meio Ambiente. Documentos**, 2004.

STANLEY, D. A. et al. Neonicotinoid pesticide exposure impairs crop pollination services provided by bumblebees. **Nature**, 2015.

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 e Praxis**, v. 1, n. 1, p. 5-14, 2008.

THORP, R. W. Structural, behavioral, and physiological adaptations of bees (Apoidea) for collecting pollen. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, p. 788-812, 1979.

UNGARO, M. R. G. **Cultura do girassol**. Instituto Agrônômico, 2000.

USDA United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service/USDA, Office of Global Analysis, Table 14 Sunflowerseed Area, Yield, and Production, September, 2010.

VIEIRA, O. V. Características da cultura do girassol e sua inserção em sistema de cultivo no Brasil. **Revista Plantio Direto**, v. 3, n. 88, p. 21-26, 2005.

VILHENA, A. M. G. F. et al. Acerola pollinators in the savanna of Central Brazil: temporal variations in oil-collecting bee richness and a mutualistic network. **Apidologie**, v. 43, n. 1, p. 51-62, 2012.

VON FRISCH, K. The dance language and orientation of bees. 1967.

VRÂNCEANU, A. V. **El Girasol**. Mundi-Prensa, Madrid. 379 p. ISBN 84-7114-065-9, 1977.

WILCOCK, C.; NEILAND, R. Pollination failure in plants: why it happens and when it matters. **Trends in plant science**, v. 7, n. 6, p. 270-277, 2002.

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

WRIGHT, G. A. et al. Parallel reinforcement pathways for conditioned food aversions in the honeybee. **Current Biology**, v. 20, n. 24, p. 2234-2240, 2010.

YAMAMOTO, M. et al. The role of bee diversity in pollination and fruit set of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* forma *flavicarpa*, Passifloraceae) crop in Central Brazil. **Apidologie**, v. 43, n. 5, p. 515-526, 2012.