



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS - DTCS
COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA



SELETIVIDADE DE INSETICIDAS A ABELHAS

BRUNA AMORIM DA SILVA

JUAZEIRO – BA, 2021

BRUNA AMORIM DA SILVA

SELETIVIDADE DE INSETICIDAS A ABELHAS

Revisão de literatura apresentada a Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB/DTCS Campus III, colegiado de Engenharia Agrônômica como pré-requisito para a disciplina Trabalho de Conclusão de Curso – TCC.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Henrique Feitosa Nogueira

JUAZEIRO – BA, 20

FICHA CATALOGRÁFICA
Sistema de Bibliotecas da UNEB
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Regivaldo José da Silva/CRB-5-1169

S586s Silva, Bruna Amorim da

Seletividade de inseticidas a abelhas / Bruna Amorim da Silva.
Juazeiro-BA, 2021.
35 fls.: il.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Henrique Feitosa Nogueira. Inclui
Referências
TCC (Graduação - Engenharia Agrônômica) – Universidade do Estado da
Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais. Campus III. 2021.

1. Agentes polinizadores. 2. Toxicidade de inseticidas. 3. Seletividade de
inseticidas sintéticos. 4. Seletividade de inseticidas naturais. I. Nogueira, Carlos
Henrique Feitosa. II. Universidade do Estado da Bahia. Departamentode
Tecnologia e Ciências Sociais. III. Título.

CDD: 632.951

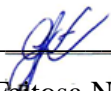
BRUNA AMORIM DA SILVA

SELETIVIDADE DE INSETICIDAS A ABELHAS

Revisão de literatura apresentado a Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB/DTCS Campus III, colegiado de Engenharia Agrônômica como pré-requisito para a disciplina Trabalha de Conclusão de Curso – TCC.

Aprovado em 02/12/2021


BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Carlos Henrique Feltosa Nogueira (Presidente/Orientador)

Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais –

III



Prof. Rerison Magno Borges Pimenta

Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais –

III



Mestrando Thiago Francisco de Souza Carneiro Neto

Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais –

III

JUAZEIRO – BA

2021

“É melhor você tentar algo, vê-lo não funcionar e aprender com isso, do que não fazer nada”.

Mark Zuckerberg.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, à quem minha força prevalece. E a meus pais, Paulo Vieira e Maria Solange por depositarem confiança, lutarem junto comigo para realização deste sonho e não me deixar desistir.

AGRADECIMENTOS

À Deus por suas bênçãos derramadas durante toda a caminhada acadêmica, me dando forças para prosseguir nos momentos de fraqueza;

À meus pais, minha profunda gratidão, por depositarem confiança, pelo amparo emocional e financeiro e as orações para que essa etapa da vida fosse cumprida com excelência;

Aos meus irmãos, Ariani e Manoel Neto por vibrarem junto comigo pelas vitórias conquistadas;

Ao meu esposo Roniê Calado por sua dedicação, afeto e apoio, por acreditar na minha capacidade mesmo quando duvidei de mim mesma;

Ao Felipe Mattozo por ser o primeiro a me parabenizar e informar que passei no processo seletivo, sem sua informação privilegiada a sensação não seria a mesma;

Aos amigos de eternidade Joana, Priscila, Daniela e Allen por todo suporte, encorajamento e conselhos;

Aos meus amigos de caminhada Camila, Allan, Jardel, Heloiza, Daniel, Matheus, Leandro, Nicollas, Samantha, Rodrigo, Hyago, Cátia, Ítalo, Flávia, Larissa, Luana e Joyce por tornarem os dias amargos mais doces com seus ânimos, pelo grupo de estudos salvadores em dias angustiantes de provas, pelos aprendizados em conjunto e conselhos para a vida;

Ao amigo Thiago Francisco por compartilhar momentos de alegria e inspiração em realizar os trabalhos acadêmicos;

À George por dividir seu espaço, ter sua privacidade interrompida para me dar abrigo, pelos momentos de alegria e aprendizado;

À família Vieira e Amorim por celebrarem essa conquista e pelas orações de proteção e sabedoria.

Ao professor e orientador Dr. Carlos Nogueira por todo apoio e aceitação desde a ingresso do laboratório até a vida profissional, pelas puxadas de orelha que serão levados para a vida e pelos momentos de alegria compartilhados.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Representação da polinização | 16 |
| Figura 2. Porcentagem de espécies de polinizadores | 16 |

SUMÁRIO

| | | |
|-----|--|----|
| 1.0 | RESUMO..... | 11 |
| 2.0 | INTRODUÇÃO..... | 12 |
| 3.0 | METODOLOGIA..... | 14 |
| 4.0 | REVISÃO..... | 15 |
| 4.1 | Agentes polinizadores..... | 15 |
| 4.2 | Toxicidade de inseticidas..... | 17 |
| 4.3 | Seletividade de inseticidas sintéticos..... | 20 |
| 4.4 | Seletividade de inseticidas naturais ou botânicos..... | 23 |
| 5.0 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 27 |
| 6.0 | REFERÊNCIAS | 28 |

1.0 RESUMO

Os polinizadores são de suma importância para manter o equilíbrio do ecossistema e essencial para o aspecto qualitativo de produção na agricultura, em destaque disto estão as abelhas. A produção agrícola atua com uso de elementos químicos que favorecem o desenvolvimento da planta cultivada e o controle de pragas na área facilitando a saída para o mercado interno e externo sobre as condições exigidas pelos compradores. Apesar de benefícios no resultado da produção, o uso desenfreado de inseticidas tem acarretado no declínio da densidade populacional de polinizadores além de causar efeitos neurológicos negativos, sendo citados os organofosforados, carbamatos e piretróides. Há outros métodos de manejo contra insetos-praga denominado controle biológico ou alternativo de pragas, mas ainda assim, fornecem vulnerabilidade aos polinizadores, principalmente às abelhas, como o efeito dos entomopatógenos e óleos essenciais. Portanto, o objetivo do presente trabalho é relatar a existência dos polinizadores nos cultivos agrícolas, a toxicidade de inseticidas, assim como, a seletividade de inseticidas sintéticos e naturais direcionados às abelhas. A então revisão foi realizada através de métodos de pesquisa em periódicos Google Acadêmico, plataforma SCIELO e redes em geral. Os resultados foram obtidos através de documentos oficiais, teses de doutorado, dissertações de mestrado e periódicos que abrangeram a área do estudo. O trabalho demonstrou a importância do uso de produtos seletivos para que não haja desequilíbrio de colônias de abelhas e efeitos letais sobre as mesmas; também é capaz de observar que produtos naturais para controle de insetos-pragas podem não atuar como seletivos, podendo ser prejudiciais para existência das colônias nas lavouras. Com isso, se faz necessário o estudo do inseto que será combatido, assim como do inseto não alvo e considerar o efeito dos produtos químicos de controle e o que há em sua composição antes da aplicação.

Palavras-chave: Agricultura, Toxicidade, Polinizador.

2.0 INTRODUÇÃO

A agricultura é compreendida como atividade econômica que representa a produção de alimentos, no qual, ao longo do desenvolvimento da humanidade instalou-se nas terras férteis de vales de rios. Ao decorrer do tempo, técnicas e procedimentos foram desenvolvidos para que os solos apresentassem maior produtividade e aporte para as culturas implantadas. Com a ingressão da indústria e crescimento das cidades, a agricultura mostrou dependência das novas técnicas industriais de produção, instaurando uma relação mútua entre os setores. A importância desta atividade agrícola é reconhecida, pois a mesma fornece o alimento consumido por todo o mundo, seja população urbana ou rural (LIMA et al., 2019).

Com o desenvolvimento da agricultura, manejos adequados são primordiais para viabilizar a produção. Quando não acontece um monitoramento adequado na área, a presença de elementos indesejáveis como insetos-praga, pode acarretar a produtividade da cultura implantada, com isso, é necessário que seja tomadas medidas variadas para controle, como práticas culturais, a exemplo o controle químico aliado a um controle biológico. Pulverizações de inseticidas é um método de controle que predomina e que é efetuado até ocorrer a diminuição de modo significativo das pragas existentes (JUTB FILHO et al., 2011).

Para ampliação de áreas vegetativas e qualidade de produção, a polinização se faz muito presente. Segundo Wolowski et al. (2019), o serviço de polinização é uma atividade que contribui para a conservação da flora, favorecendo também na produção agrícola e sendo essencial ao homem, pois um terço do consumo de alimentos produzidos nas áreas de cultivos, que estão dentro da dieta humana, direta ou indiretamente, dependem da ação dos polinizadores. Além disso, a variedade desses agentes polinizadores possuem papel importante na produção de alimentos e bem estar econômico (ÁVILA-GÓMES et al., 2019).

Os inimigos naturais presentes dentro da lavoura podem ser, direta ou indiretamente, afetados por medidas de controle com uso inseticidas. De acordo com Zanuncio et al. (2016) o Controle Biológico Conservativo o CBC é uma forma protetiva a favor desses inimigos naturais, utilizando métodos que usam inseticidas seletivos ou com baixa toxicidade, substituindo produtos de ação inseticida amplo espectro de ação que causam efeitos letais ou subletais, permitindo uso de fitossanitários aceitos na agricultura orgânica. A exemplo desses efeitos, Carmo et al. (2017) demonstrou que inseticidas como bifentrina, clorfenapir e espinetoram mostraram em resultados elevada toxicidade para *Apis mellifera* e, com isso, não foram escolhidos como seletivos para esse polinizador. Já considerando o inseticida

clorantraniliprole seus resultados demonstraram baixa toxicidade para os agentes polinizadores, com isso, fora considerado seletivo para *A. mellifera*

Desse modo, é fundamental que haja informações que auxiliem no manejo de controle de pragas tendo enfoque nos polinizadores que fazem serviços ecossistêmicos de grande importância para manutenção biológica. Diante disso, estudos em todo o mundo estão sendo realizados sobre esse tema de toxicidade de produtos fitossanitários com perspectivas em manejos de conservação destes visitantes florais. Stoner et al. (2019) demonstrou em estudos os vestígios de pesticidas no pólen capturado das abelhas e observou que para ter uma dose letal mediana (DL 50) de espiromesifeno seria 790 (μg / abelha). O trabalho realizado por Serra et al. (2021) que também avaliou os efeitos inseticida dito sobre *A. mellifera* relata que o pesticida além de causar mortalidade, também proporcionou alterações histológicas e citológicas no intestino médio, apresentando desorganização da arquitetura epitelial, liberação de fragmentos celulares para o lúmen, acúmulo de mitocôndrias no citoplasma apical, alteração do labirinto basal, alterações no retículo endoplasmático rugoso e celular degeneração. Com isso, o uso dos praguicidas na produção agrícola deve ser melhor controlado para evitar efeitos tóxicos nas abelhas (Pacífico-da-Silva *et al.*, 2016). Ressalta-se que além das consequências relatadas sobre as abelhas, incluem-se efeitos que causam alterações do sistema olfatório, distúrbios no voo e redução na sobrevivência.

Estudos dessa linha de pesquisa podem ser usados como diretrizes sobre quais inseticidas e métodos de pulverização podem ser tóxicos para esses insetos. Esta informação pode auxiliar durante a pulverização de um produto fitossanitário necessário, de tal modo que isto pode ser realizado de maneira a causar o menor impacto negativo aos polinizadores (COSTA et al., 2014). Por isso, o objetivo do estudo é reunir informações sobre a toxicidade de produtos fitossanitários sobre polinizadores, relatando tais efeitos e níveis de mortalidade.

3.0 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do estudo, foram realizadas pesquisas no periódico Google Acadêmico, plataforma SCIELO e redes em geral. A conclusão das buscas e obtenção dos resultados aconteceu por meio de documentos oficiais, teses de doutorado, dissertações de mestrado e monografias que abrangem a área do estudo utilizando termos relacionados ao tema em si, como seletividade de inseticidas sintéticos, inseticidas naturais, extratos vegetais com ação inseticida, toxicidade de inseticidas e sempre selecionando trabalhos publicados no período de 2018 a 2021.

4.0 REVISÃO

4.1 Agentes polinizadores

Baseado na aprovação da Convenção da Diversidade Biológica em 1992, os agentes e organismos responsáveis pela polinização obtiveram reconhecimento por apresentar participação fundamental na diversidade biológica mundial presente em culturas de áreas agrícolas ou áreas naturais (BARBIÉRI JÚNIOR, 2018).

De acordo com Giannini et al. (2015) a polinização no Brasil está associada a US\$ 12 bilhões da produção agrícola anualmente. Sendo que o país utiliza o modelo econômico baseando-se no agronegócio, com isso, o resultado econômico que a polinização traz a torna ainda mais importante (CHAVES, 2020).

A polinização realizada por insetos é apontada como um dos principais serviços ecossistêmicos do planeta, garantindo a manutenção da variabilidade genética entre as espécies vegetais, assim como, a produção e a qualidade de diversas culturas agrícolas, sendo primordial para assegurar a segurança alimentar (IPBES, 2016). Dessa forma, se vê a importância, o grande número de visitantes florais em áreas de cultivo para manter esses recursos.

As plantas de reprodução sexuada necessitam de um agente para que a formação de frutos e sementes seja efetivada, esses agentes responsáveis são os polinizadores. Em troca desse benefício, as plantas oferecem recursos fundamentais para sua sobrevivência, como o alimento, por exemplo. Agostini et al. (2014) cita que os recursos fundamentais para sobrevivência do polinizador é o néctar e o pólen. As aves, as abelhas e outros insetos polinizadores fazem consumo do pólen como fonte de proteína, lipídeos, amido e açúcares, além de fósforo, vitaminas, água e outros componentes.

Visto que as plantas não são assexuadas por apresentarem órgãos femininos e masculinos, nota-se a necessidade de algum meio para que a fecundação ocorra. A partir disso, a polinização se mostra importante, uma vez que seus agentes fazem uso do néctar presente em flores, no qual é o órgão responsável por essa reprodução (WOLOWSKI et al., 2019). Imperatriz-Fonseca e Joly (2015) deixam elucidado (Figura 1) que a reprodução sexuada acontece quando a transferência do pólen é feita entre as partes masculinas para as femininas de uma flor ou de outra da mesma espécie.

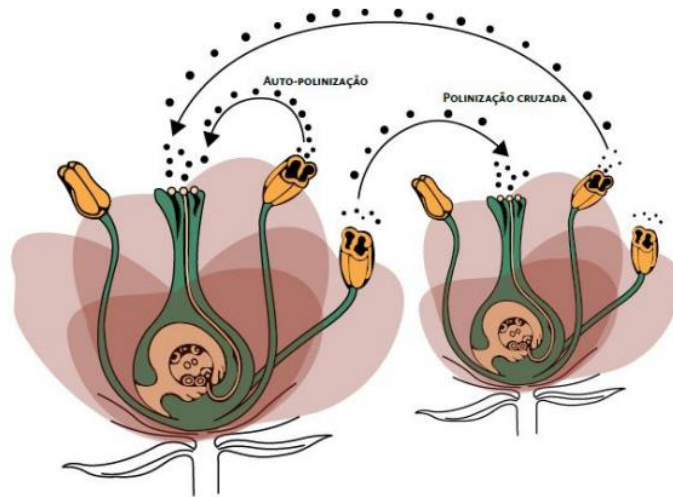


Figura 1. Representação da polinização
 Fonte: Imperatriz-Fonseca e Joly (2015, p. 22).

Com relação à necessidade da presença de polinizadores, as plantas possuem em média 76% de dependência, que variam de pouco a essencial. Os visitantes florais estão representados em 609 espécies distribuídas em 386 gêneros, 176 famílias e 25 ordens. Dentre os mesmos, uma parcela é vista como agente polinizador em 114 áreas de cultivo, sendo 249 espécies referentes a 133 gêneros, 43 famílias e 09 ordens. Essa variedade de visitantes corresponde a nove grupos de polinizadores (Figura 2), sendo as abelhas em (66,3%), besouros (9,2%), borboletas (5,2%), mariposas (5,2%), aves (4,4%), vespas (4,4%), moscas (2,8%), morcegos (2%) e hemípteros (0,4%). Porém, deve-se haver maior diversidade de animais que não estão apresentados nos níveis taxonômicos de espécies (WOLOWSKI et al., 2019).

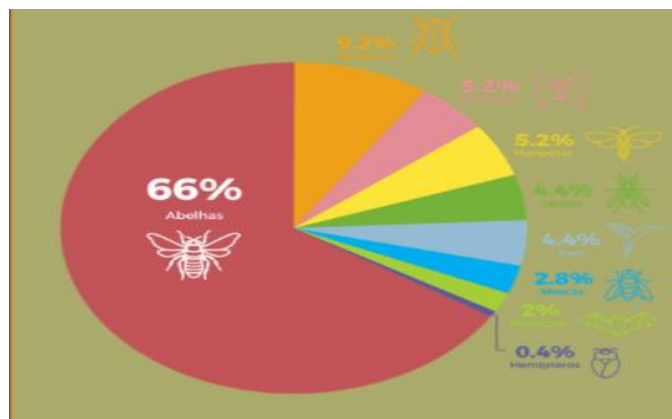


Figura 2. Porcentagem de espécies de polinizadores
 Fonte: FERREIRA, Ivanir (2019).

Dentre os polinizadores que atuam assiduamente nas áreas agrícolas, esta a abelha *Apis mellifera Linnaeus (Hymenoptera: Apidae)* seus serviços são cruciais para o alcance de frutos de qualidade em variadas espécies de culturas de grande importância agrícola no mundo, dentre eles estão, meloeiro (*Cucumis melo L.*), melancia (*Citrullus Lanatus (Thunb. Matsum. & Naka)*), goiabeira (*Psidium guajava L.*), morangueiro (*Fragaria x ananassa Duch.*), cafeeiros (*Coffea arabica L.*) e mangueira (*Mangifera indica L.*) (WANG et al., 2019).

Com o mudar dos tempos, a produção agrícola também apresentou mudanças e, com isso, molda a geração de alimentos de acordo com os avanços. Mesmo diante dos casos, as áreas de cultivo com presença de polinizadores, como abelhas, tiveram resultados positivos em suas produções, oferecendo melhor qualidade. Dessa maneira, as abelhas adquiriram o reconhecimento e status de polinizadores de maior importância na agricultura (DOS SANTOS et al., 2018).

4.2 Toxicidade de inseticidas a abelhas.

Mesmo com todos os benefícios trazidos pela atividade da apicultura e dos polinizadores, as colônias estão sofrendo ameaças diretas, tendo como consequência o declínio das populações pelo uso exacerbado de agroquímicos, que acontece de maneira lenta através de contaminações por contato ou ingestão desses produtos (POTTS et al., 2016) gerando indagações e preocupações sobre o que este impacto pode gerar em cima da produção de alimentos, ocasionando limite produtivo (REILLY et al., 2020).

O Brasil, devido suas condições de clima, se torna ambiente ideal para desenvolvimento e proliferação de diferentes pragas, abrindo portas para o uso de produtos fitossanitários, caracterizando-se assim, como um dos países mais consumidores no mundo, destacando os inseticidas (RIGOTTO et al., 2014). No ano de 2019 cerca de 990 mil toneladas de produtos foram consumidos (SINDVEG, 2020). Dentre esses inseticidas, um que se destaca com grande importância é o neonicotinoide, sendo sua classe a mais usada no mundo (BASS et al., 2015). Esses produtos foram ganhando espaço sendo inseridos no mercado devido sua eficiência, incluindo os tradicionais das classes dos organofosforados, piretróides e carbamatos (STIVAKTAKIS et al., 2016).

Cada ferramenta de controle de pragas tem sua devida aplicação, os inseticidas sintéticos possuem confiabilidade alta e trazem resultados mais rápido devido a sua ação acelerada, com isso, são considerados os principais mecanismo para o controle de pragas em ambientes agrícolas (BOLZONELLA et al., 2019; SWALE, 2019).

Porém, quando se trata de assuntos sobre pesticidas uma problemática discussão é enfrentada referente ao debate da redução populacional das abelhas. Pois, as abelhas apresentam susceptibilidade a produtos de ação inseticida aplicados em áreas de cultivo para controle de pragas e doenças (CATAE *et al.*, 2018). O declínio de polinizadores após a utilização de pesticidas demonstrou uma grande preocupação. Abdu-Allah e Pittendrigh (2017) relataram a problemática através da observação de apicultores, que notaram a diminuição da atividade das abelhas e da produção de mel em locais com utilização de inseticidas. Os agentes polinizadores passam por modificações comportamentais, anatômicas e fisiológicas quando entram em contato com algum produto químico de controle para insetos-praga (BERENBAUM & LIAO, 2019).

As análises feitas em polinizadores nativos estão acontecendo cada vez mais devido a preocupação com as abelhas. As mesmas criadas por apicultores são mais fáceis de relatar em relatórios de morte devido ao controle e mapeamento sobre o declínio, diferente dos polinizadores silvestres, já que o controle não é eficaz (NOCELLI, 2019).

Apicultores calcularam em dezembro de 2018 a fevereiro de 2019 cerca de mais de 500 milhões de abelhas mortas nos estados de Santa Catarina, São Paulo Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul. O estado do Rio Grande do Sul apresentou maior ocorrência de mortalidade em 400 milhões de abelhas. Os testes feitos em laboratório mostraram resultados de 80% das amostras com resquícios de inseticidas. Dentre os produtos, encontraram os de grupos dos neonicotinoides e também da molécula fipronil, os quais são usados no manejo de controle de pragas em áreas de cultivo (GRIGORI, 2019).

A toxicidade dos inseticidas sobre os visitantes florais estão associados às alterações bioquímicas, morfológicas, imunológicas e comportamentais, afetam em potencial a memória, navegação e forrageamento (BERENBAUM & LIAO, 2019). Segundo De Oliveira; Junqueira; Augusto, (2019) outros meios que envolvem a decadência dos visitantes são os produtos que possuem ação repelente impedindo a visitação dos polinizadores ao cultivo.

Oliveira et al., (2021) realizaram estudos com a utilização de produtos fitossanitários, sendo eles tiametoxam + lambda-cialotrina, fluazinam, e haloxifope-P-metílico. Tiametoxam + lambda-cialotrina que atuam como inseticidas. Fluazinam é um produto de ação fungicida e haloxifope-P-metílico é um herbicida seletivo. Todos foram aplicados numa área com cultura de girassol, durante o florescimento, com intuito de avaliar o efeito da aplicação, sobre a diversidade de polinizadores (riqueza e abundância). Diante dos resultados, todas as espécies que visitaram a área foram afetadas de maneira semelhante pela aplicação dos produtos

independente da ação fungicida, herbicida ou inseticida, sendo então caracterizados como tóxicos, além de influenciar negativamente na abundância de visitas. Esses produtos causaram um efeito de repelência sobre as abelhas, promovendo uma diminuição no forrageamento desses polinizadores.

Nocelli (2019) informa que o uso de 100% dos defensivos agrícolas não mostra segurança para as abelhas, mas deve-se fazer o manejo de aplicação correto buscando reduzir mortes ou níveis de toxidez. Tem-se produtos, por exemplo, que sua aplicação exige somente ser via foliar, mas acontece de pulverizarem por meio de aviões ou em épocas de floração.

Segundo Pimentel e Burgess (2012) quando os inseticidas são aplicados em grandes quantidades nas lavouras, as pragas que são alvo não são atingidas pelo fato do produto ser perdido por deriva, com isso, possibilita a intoxicação a longa distância em animais não alvo, como, por exemplo, as abelhas. Piechowicz et al. (2018) afirma que os produtos químicos utilizados nos cultivos são capazes de deslocar para áreas com distâncias significativas de onde foram aplicados por conta dos ventos e provocar a contaminação de águas subterrâneas e superficiais desencadeando a toxidez em plantas nativas e animais não alvos por conta da cadeia solo-água-plantas.

A desordem do colapso da colônia é caracterizada como DCC, que, no qual, registra casos de perda rápida de abelhas e pelo grande número de crias comparado aos adultos nas colônias, proporcionando preocupação mundial por conta da importância que as abelhas fornecem ao ecossistema e qualidade de produção em cultivos agrícolas (VANENGELSDORP et al., 2017). Um fator apontado como causa de DCC sobre *A. mellifera* é o uso inadequado e exagerado de inseticidas químicos sintéticos (KURWADKAR; EVANS, 2016; PIRES et al., 2016). No momento do forrageamento, as abelhas podem ser contaminadas por produtos químicos levando a toxidez consigo para dentro das colônias. Os efeitos que agem sobre as mesmas por meio do contato ou ingestão comprometem o olfato e o comportamento impedindo que realizem os serviços de polinização e de localização das colônias e também causa a morte por toxicidade (WATSON; STALLINS, 2016).

Carneiro Neto, (2018) avaliou a toxicidade de sete inseticidas utilizados no Vale do Submédio São Francisco sobre as operárias da *Apis mellifera L* com três diferentes métodos de exposição, sendo eles, bioensaio de contato, ingestão e tópico. Os produtos utilizados possuem os ingredientes ativos: λ -Cialotrina; Bifentrina; Espinetoram; Espinosade; Carbosulfano; Imidaclopride e Azadiractina, sendo o nome comercial: Kaiso®; Talstar®; Delegate®; Spindle®; Marshal®; Nuprid® e Azamax® respectivamente. Os resultados foram

divididos de acordo com os bioensaios. Com relação ao teste de contato, os inseticidas imidaclopride, carbosulfano, espinosade, espinetoram, bifentrina, λ -cialotrina e azadiractina apresentaram alta toxicidade quando pulverizados sobre as abelhas, ocasionando de 92,5 a 100% de mortalidade. O teste oral demonstrou a porcentagem de morte de 90 a 100% das abelhas, sendo os inseticidas assim mencionados considerados como altamente nocivos. Através do último teste, todos os inseticidas testados mostraram efeito residual com taxa de mortalidade de 100%. Antes de causar a morte nas abelhas, os efeitos dos produtos ocasionaram nas abelhas movimentos descoordenados e descontrolados, incapacidade de controlar e voltar a posição correta do corpo. Atuaram, também, sobre o sistema nervoso central, interferindo na transmissão de estímulos, além de desequilibrar a função motora das abelhas dificultando os movimentos ao andar e equilibrar-se pós queda e o aparecimento de espasmos. Outros efeitos foram vistos, como a redução e o mau desempenho da produtividade nas colônias. Por fim, todos os inseticidas utilizados no trabalho apresentaram alta mortalidade (90 a 100%) independente do modo de exposição.

Martins (2019) realizou um trabalho que consistia em avaliar a quantidade de artrópodes presentes numa área de plantação de algodão antes e depois da aplicação de inseticidas. De acordo com os resultados, notou-se que a safra de 2018/2019 apresentou riqueza em espécies, porém, a safra anterior referente à 2017/2018 apresentou maior abundância de artrópodes. Com isso, concluíram que as aplicações dos produtos químicos influenciaram na quantidade de artrópodes já que obteve um decréscimo após a aplicação dos mesmos mostrando efeito vantajoso para a plantação, porém, os polinizadores também foram afetados negativamente por isso, mostrando a importância de procurar alternativas ao controle químico convencional, como inseticidas seletivos, controle biológico e o manejo integrado de pragas.

4.3 Seletividade de inseticidas sintéticos.

Para isso, a seletividade de produtos no manejo de aplicação se faz necessária. O estudo sobre seletividade contribui para construção e aprimoramento de tecnologias alternativas e ecológicas para o controle de variadas pragas em diferentes tipos de sistema de produção (ALLEIN et al., 2021). Gazzoni (1994) relata que a seletividade é compreendida como a propriedade de um produto que visa agir diretamente sobre o alvo que esta acarretando a lavoura controlando seus efeitos, mantendo a biodiversidade ali existente. E

sem causar grandes efeitos negativos, principalmente em animais não alvo, mas sendo efetivo no controle das pragas (BARROS, 2016).

O manejo integrado de pragas (MIP) aconselha o uso de produtos para controle de pragas de diferentes maneiras a fim de manter a biodiversidade e sustentabilidade do agroecossistema, não se prendendo a um só método que possa prejudicar os visitantes florais ali presentes (BUENO et al., 2017) Com isso, Cabrera et al. (2017) afirma que para o MIP, o manejo ideal de controle de pragas acontece associando o controle químico ao biológico fazendo a seletividade de inseticidas.

A seletividade de agroquímicos direcionados a insetos predadores, parasitoides e aos que são benéficos se caracterizam em: fisiológica e ecológica (Narazaki, 2019). A seletividade fisiológica esta associada com a particularidade química do produto seja ele sintético ou natural e como age sua interação com os insetos. Nela é possível observar como cada produto pode ter diferenças de ação em cada espécie de insetos, seja por meio da absorção, penetração, transporte, ativação e degradação e qual o nível de intoxicação sobre a praga vigente e sobre os inimigos naturais existentes na área numa situação em que ambos os animais entraram em contato com o produto. Enquanto a seletividade ecológica é essencial para insetos benéficos e seu habitat. Nela o conhecimento sobre o comportamento da praga e do inimigo natural é primordial para que a intoxicação ou até mesmo a exposição sobre os animais não alvo seja a menor possível (CARVALHO et al., 2019).

Quando se opta por utilizar inseticidas seletivos acontece uma associação benéfica com o controle biológico, além de permitir um efeito positivo sobre as pragas quando estas alcançam seu nível de controle (BORDINI et al. 2021). É importante ressaltar que a seletividade não deve ser somente realizada a fim de averiguar a letalidade, mas também tenha fins de analisar os efeitos causados na biologia dos inimigos naturais e suas ações de parasitismo (SANTOS, 2021).

Na cultura do algodão, tem-se a presença de comunidades de artrópodes benéficos que agem de maneira edáfica na área. Mesmo com a aplicação aérea de inseticidas, os mesmos não sofrem impactos significativos, por conta da escolha de manter a preservação com uso da seletividade ecológica. Quando há presença de inimigos naturais benéficos no dossel da planta, opta-se pela seletividade fisiológica com produtos que atinjam diretamente as pragas do que os animais não são alvo (TORRES & BUENO 2018).

Dorneles (2017) realizou o trabalho que demonstra a toxicidade dos produtos bifentrina, clorantraniliprole, clorfenapir sobre *Apis melífera*. Constatando que dentre estes, o

clorantraniliprole demonstrou menor impacto, ressaltando que o mesmo pode reduzir os efeitos negativos sobre as abelhas sendo uma alternativa para diminuir a utilização de inseticidas não seletivos sobre os polinizadores em questão.

Carvalho et al. (2009) e Thomazoni et al. (2007) verificam a toxicidade de inseticidas aplicados na citricultura sobre abelhas africanizadas (*Apis mellifera*), utilizando o inseticida tiametoxam. Nisso, concluíram que o produto apresenta alta toxicidade, pois causou a morte de 71% de abelhas após a pulverização e 100% de morte, após nove horas de exposição. O inseticida junto à dieta da abelha acontecendo a ingestão ocasionou 46% de morte em uma hora, após 24 horas houve taxa de 100% de mortalidade. Sobre o teste de contato, a mortalidade chegou a 100% em nove horas após inícios de aplicação. Com isso, verificaram que o inseticida tiametoxam não obteve seletividade em adultos de *A. mellifera* já que proporcionou alta toxidez e letalidade.

Para Abati, et al. (2021) os inseticidas imidacloprido e betaciflutrina são prejudiciais a abelhas já que deixaram resíduos na cultura da canola, mesmo após uma semana de aplicação, possibilitando a intoxicação das polinizadoras e causar o declínio nas colônias caso entrem em contato com a planta. Então, concluiu que esses produtos não são confiáveis se tratando do equilíbrio ecológico, considerando o uso de produtos seletivos, principalmente, nos estágios de maior sensibilidade da planta que é período de floração e enchimento de grãos, tendo em vista que nesses momentos, há uma predominância de ocorrer presença de insetos praga como presença de visitantes florais.

Para Junior, et al. (2019) visto os resultados negativos da aplicação de inseticidas, que causam intoxicação e mortalidade em abelhas, recomenda remediar a aplicação desses produtos na cultura da canola, especialmente no estágio de floração. Caso os danos estejam incontrolláveis e o uso de inseticidas seja indispensável, é necessário que medidas de prevenção sejam tomadas, como dar preferência a aplicações à noite, logo ao amanhecer ou adiantado crepúsculo, no qual a visitação dos polinizadores está reduzida para realização de forrageamento, e também dar prioridade a produtos seletivos a abelhas.

Muito se busca sobre métodos de redução da exposição de produtos químicos sintéticos, especialmente inseticidas, sobre abelhas *A. mellifera*. Sua presença nas lavouras além de demonstrar importância econômica também se faz presente para o controle de insetos herbívoros que causam danos nas produções. A escolha de produtos seletivos, com aplicações dosadas adequadamente e feitas nos períodos de fragilidade da praga, utilização do MIP e conhecimento biológico sobre os animais, tanto as pragas quanto os não alvo, são

imprescindíveis para o controle e limitação dos danos causados aos mesmos e ao ambiente. (GULLAN E CRANSTON, 2017).

O manejo com uso de inseticidas seletivos além de proporcionar a manutenção de biodiversidade no agroecossistema, também é capaz de proporcionar economia de valores com relação a uso de agroquímicos. Wochner (2020) relata que com a utilização de produtos mais severos o custo ambiental se eleva, sendo economicamente inviável para o produtor, por isso, deve-se haver teorias preventivas para evitar esses custos elevados, fazendo escolhas de produtos financeiramente viáveis e que causem menos danos ao ambiente. Para isso, o uso de produtos seletivos se mostra mais favorável, assim como por em prática o que o MIP regulamenta, diminuindo custos econômicos e reduzindo os danos ambientais.

As técnicas de aplicação de agroquímicas podem continuar a serem realizadas, pois dão uma resposta mais rápida ao produtor com um método mais prático (GALLO et al., 2002), porém é recomendada desde que haja um controle biológico e não um meio que vá causar desequilíbrios na biodiversidade, obtendo resultados mais satisfatórios do que espera, além de demonstrar preocupação ambiental e a preservação do mesmo. A seletividade de produtos entra nesse meio a fim de nortear o produtor às condições ideais de uso e o conhecimento sobre os animais não alvo presentes em sua área de cultivo (THANCHAROEN et al., 2018).

4.4 Seletividade de inseticidas naturais ou botânicos.

Os inseticidas sintéticos mostram preocupação devido a seus efeitos, inspirando o uso dos naturais. Mas, nem sempre os produtos naturais possuem elevada eficácia no controle de pragas, por isso, devem-se obter diferentes opções de controle através de estudos feitos sobre o inseto-praga que será combatido, além de analisar como lida cada método que será realizado. Dentro dessas circunstâncias de produção agrícola interligada a inclusão de diferentes técnicas para controle de pragas com base no MIP, é necessário informar que mesmo oriundos do metabolismo secundário de plantas, os produtos naturais podem apresentar toxicidade e nem sempre serem seletivos aos animais benéficos (GLADENUCCI et al., 2020).

As atuais indústrias estão com novas responsabilidades para montar alternativas mais seguras para controle de pragas e doenças, desenvolvendo novos produtos mais seletivos e que causem menos impacto ao meio ambiente. Para isso, o uso de elementos como, peptídeos e toxinas de origem natural, aliados ao modelo biológico com alternativas viáveis para a

biologia de cada inseto estão sendo priorizadas como alternativa para descobertas de novos químicos seletivos para controle de insetos-praga não afetando animais não alvo (CARLINI & LIGABUE-BRAUN, 2016).

Os inseticidas sintéticos possuem alta popularidade e uso tradicional no agroecossistema, sendo uma forma de controle utilizada desde os últimos cinquenta anos (ISMAN, 2020). Porém, devido aos danos causados criou-se uma barreira com a agricultura sustentável. Em meio a isso, a busca por mudança e medidas alternativas mais sustentáveis de controle faz ressurgir os inseticidas botânicos que possuem capacidade de proporcionar segurança para o ecossistema, além de resultar em alimentos mais saudáveis para o consumidor (AYRES et al., 2020).

Estudos ecotoxicológicos em que extratos botânicos e pesticidas de origem natural estão inclusos, os quais são livremente usados em cultivos agroecológicos, são elementares para o estabelecimento de compostos e de concentrações de baixo risco para as abelhas. Extratos botânicos têm oferecido risco reduzido às abelhas sem ferrão quando comparados a compostos sintéticos (PEREIRA, 2016). Porém, a origem de um produto não define sua toxicidade às abelhas tanto que alguns compostos de origem natural, como as espinosinas, que possuem efeitos mais tóxicos às abelhas sem ferrão que agroquímicos sintéticos (TOMÉ et al, 2015).

Os inseticidas botânicos são uma alternativa utilizada por agricultores familiares como substituição de inseticidas sintéticos, por proporcionarem baixo custo e facilidade de acesso e aplicação (ALI et al., 2017). Dentre eles, os mais usados são os à base de *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae) que tem em sua composição o alcalóide azadiractina (CAMPOS et al., 2016). Mas, como toda utilização em excesso, eles podem oferecer riscos, como exemplo a toxicidade em animais benéficos, em especial, as abelhas que representam grande importância para o ecossistema pelos serviços de polinização (ROUBIK et al., 2018).

Dentro dos inseticidas botânicos estão os óleos essenciais que possuem ação inseticida e repelente (KHETRAPAL; VODWAL, 2016). Os extratos *Solanum habrochaites* Knapp & Spooner (Solanaceae) são exemplos de inseticidas botânicos seletivos (SANTOS, 2015). Mas até os produtos botânicos podem não ser seletivos a organismos benéficos, como exemplo, o óleo de neem *Azadirachta indica* Juss (Meliaceae) (CALDEIRA, 2019). Por essas condições de alguns serem seletivos e outros não, é necessário que haja conhecimento sobre os efeitos dos inseticidas nos visitantes florais, assim como a biologia deles para evitar declínio nas colônias.

Santos et al. (2019) realizou um trabalho com aplicação do inseticida botânico Azamax® (um produto de ação repelente de insetos e ácaros, regulador de crescimento de insetos/ácaros, inibição da alimentação) para o controle de pragas sugadoras na cultura do algodão. Quando houve a avaliação e feito o comparativo da quantidade de inimigos naturais dos tratamentos com o produto e da testemunha, verificou-se que não houve a redução da presença dos mesmos na área, concluindo que o Azamax® possui seletividade a esses animais não alvo, permitindo seu uso no controle de pragas com base no manejo agroecológico.

O estudo de Pereira (2016) teve como objetivo avaliar a seletividade dos extratos botânicos com formulações caseiras de *N. tabacum L.* (folha e rolo), *A. columbrina Vell* (angico vermelho) e *A. americana L.* (piteira) sobre às abelhas da família Apidae *Apis mellifera* (Apinini) e *Partamona helleri (Meliponini)*. Os extratos são utilizados no controle de pulgão (*Metopolophium dirhodum*), cochonilha (*Dactylopius coccus*), lagartas e besouros na produção de hortaliças. Para realização do trabalho, houve dois tipos de ensaios, o bioensaio de contato e bioensaio de ingestão. De acordo com os resultados obtidos, a *A. mellifera* apresentou maior vulnerabilidade aos extratos de *N. tabacum* (rolo) e *A. americana* após exposição por contato; no bioensaio de ingestão de *A. americana* causou redução significativa da sobrevivência de *P. helleri* e *A. mellifera* e *A. colubrina* diminuiu a sobrevivência de *A. mellifera*. Com visão geral, a *Partamona helleri* apresentou maior seletividade aos extratos. Os extratos não afetaram o voo e respiração dos polinizadores por não atuarem na musculatura ou sistema nervoso. Com isso, observou no andamento do trabalho que a sensibilidade aos extratos depende muito do tipo de espécies de abelhas, os tipos de compostos e o modo de exposição ao produto. E mesmo o extrato apresentando toxicidade às abelhas, comparados aos produtos sintéticos, eles foram mais seletivos. Desse modo, quando usados contra insetos-praga com respostas positivas, os extratos podem ser mediados como substituto dos compostos sintéticos favorecendo a preservação das colônias de *A. mellifera* e abelhas sem ferrão.

Os resultados mostrados no trabalho de Cabral (2021) retratam que óleo de *Z. officinale* demonstrou toxicidade alta sobre as abelhas, mostrando que as mesmas apresentaram maior suscetibilidade ao produto do que a praga. Mesmo sendo natural, o bioinseticida a base do óleo essencial de *Z. officinale* não é recomendado para ser aplicado em colmeias por não ser seletivo as abelhas.

Para Barbosa et al., (2015a) os biopesticidas demonstraram efeitos negativos porém não causaram morte em *Melipona quadrfasciata* e *Bombus terrestres*. Para Xavier et al.,

(2015) a toxicidade e efeitos colaterais nos comportamentos de *A. mellifera* foram visualizadas. Este mesmo autor relata que o óleo essencial de andiroba *Carapa guianensis* não ocasionou morte em adultos de *A. mellifera*. Os óleos essenciais mostram sua capacidade positiva em fazer controle de pragas e serem repelentes ou seletivos a abelhas.

O espinosade é um bioinseticida que foi composto pela fermentação dos actinomicetos do solo, *Saccharopolyspora spinosa*. Apesar da exposição dos constituintes desse produto não causarem efeitos letais sobre as abelhas, doses exageradas podem ocasionar efeitos negativos sobre o comportamento, além de afetar o desenvolvimento e manutenção das colônias (LOPES et al. 2018). O modo de intoxicação pode acontecer através da ingestão, tópica ou contato. Efeitos já vistos foram relatados por Barbosa et al. (2015b) demonstrando que houve um bloqueio na sobrevivência das larvas de *Melipona quadrifasciata*, a massa corporal no estágio de pupa foi comprometida e os adultos sobreviventes se desenvolveram deformados. A atividade de forrageamento foi reduzida devido as doses subletais (Abdel Razik et al. 2019). E para Gómez-Escobar et al. (2018) houve redução nas colônias, ou seja, reduziu a quantidade de operárias.

5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de todos os expostos, conclui-se que, inseticidas sintéticos podem causar toxidez e não serem seletivos a abelhas. Assim como os inseticidas naturais, que podem ser alternativas sustentáveis de controle substituindo o uso de sintéticos, mas ainda possuir potencial para danos aos polinizadores. Por isso, importa o conhecimento da praga e dos animais não alvos existentes na lavoura a fim de ter respostas da seletividade dos produtos, assim como o manejo ideal para a quantidade aplicada de produtos a serem pulverizados para não acarretar na biodiversidade do agroecossistema.

6.0 REFERÊNCIAS

- ABATI, Raiza et al. Agrotóxicos e abelhas: cienciometria e análise de efeito residual de imidaclopride e beta-ciflutrina em canola *Brassica napus* L. 2021. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- ABDU-ALLAH, G.A.M.; PITTENDRIGH, B.R. Lethal and sub-lethal effects of select macrocyclic lactones insecticides on forager worker honeybees under laboratory experimental conditions. *Ecotoxicology*, v. 27, n. 1, p. 81-88, 2017.
- ABDEL RAZIK, M.A.R.A.M., 2019. Toxicity and side effects of some insecticides applied in cotton fields on *Apis mellifera*. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 26, 4987e4996.
- ALI, S. S., AHMED, S. S., RIZWANA, H., BHATTI, F., KHOSO, A. G., MENGAL, M. I., JATOI, J. H., BUGTI, A., RIND, M. A., SHAHWANI, S. A. Efficacy of different biopesticides against major sucking pests on brinjal under field conditions. *Journal of Basic & Applied Sciences*, v.13, p.133-138, 2017.
- AYRES, M.I. C.; PUENTE, R. J. A.; FERNANDES NETO, J. G.; UGUEN, K.; ALFAIA, S. S. *Defensivos naturais: manejo alternativo para pragas e doenças*. Manaus: Editora INPA, 2020. 32 p.
- AGOSTINI K, Lopes AV, Machado IC. (2014) Recursos florais In: Rech AR, Agostini K, Oliveira PE, Machado IC. *Biologia da polinização*. 1. ed. Rio de Janeiro: Projeto Cultural. p. 129-150.
- ALLEIN, Caroline Maria et al. Seletividade do extrato hexânico de frutos de *Ricinus communis* L.(Euphorbiaceae) à *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). 2021. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

ÁVILA-GÓMEZ, E. S.; MELÉNDEZ-RAMÍREZ, V.; CASTELLANOS, I.; ZURIA, I., & MORENO, C. E. Prickly pear crops as bee diversity reservoirs and the role of bees in *Opuntia* fruit production. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 279, p. 80-88, 2019.

BARBIÉRI JUNIOR, C. Caracterização da meliponicultura e do perfil do meliponicultor no estado de São Paulo: ameaças e estratégias de conservação de abelhas sem ferrão. Dissertação (Mestrado em Ciências) Programa de PósGraduação em Sustentabilidade, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, 2018, 102 p.

BARBOSA, W. F.; TOMÉ, H. V. V.; BERNARDES, R. C.; SIQUEIRA, M. A. L.; SMAGGHE, G.; GUEDES, R. N. C. Biopesticide-induced behavioral and morphological alterations in the stingless bee *Melipona quadrifasciata*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 34, n. 9, p. 2149–2158, 2015.

BASS, C. et al. The global status of insect resistance to neonicotinoid insecticides. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, v. 121, p. 78–87, 2015.

BARROS, L. S. SELETIVIDADE DE INSETICIDAS AO PARASITOIDE DE OVOS *Trichogramma pretiosum* (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE). Botucatu: [s.n.], 2016.

BERENBAUM, M.R., LIAO, L.H. Honey bees and environmental stress: toxicologic pathology of a superorganism. *Toxicol. Pathol.*, 2019.

BOLZONELLA, C. et al. Is there a way to rate insecticides that is less detrimental to human and environmental health? *Global Ecology and Conservation*, v. 20, p. e00699, 2019.

BORDINI, I., P.C. Ellsworth, S.E. Naranjo & A. Fournier. 2021. Novel insecticides and generalist predators support conservation biological control in cotton. *Biol. Control* 154: 104502.

BUENO, A. D. F.; CARVALHO, G. A.; SANTOS, A. C. D.; SOSA-GÓMEZ, SILVA, D. M. D. Pesticide selectivity to natural enemies: challenges and constraints for research and field recommendation. *Ciência Rural*, v. 47, n. 6, p. 1–10, 2017.

CABRERA, P. D.; CORMIER & É. LUCAS. 2017. Differential sensitivity of an invasive and an indigenous ladybeetle to two reduce-risk insecticides. *J. Appl. Entomol.* 101111/jen. 12391.

CABRAL, Adriana Veras. Atividade inseticida e repelente do óleo essencial de *Zingiber Officinale* para controle alternativo da *Achroia Grisella* na colmeia de *Apis Mellifera*. 2021

CARLINI, C.R., LIGABUE-BRAUN, R. Ureasas as multifunctional toxic proteins: A review. *Toxicon*, v. 110, p. 90-109, 2016.

CALDEIRA, Z. V. Impactos de inseticidas botânico e sintético em *Palmistichus elaeis* Delvare & LaSalle 1993 (Hymenoptera: Eulophidae). 2019. 45 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2019.

CARMO, D. das G. et al. Toxicidade de inseticidas comerciais, por ação de contato, para *Apis mellifera*. In: Embrapa Trigo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CANOLA, 1., 2017, Passo Fundo. Anais... Brasília, DF: Embrapa, 2017.

CARNEIRO Neto, Thiago Francisco de Souza. Toxicidade de inseticidas utilizados nas culturas do Vale do São Francisco a *Apis mellifera* L. 2018.

CARVALHO, G. A.; GRÜTZMACHER, A. D.; PASSOS, L. C.; OLIVEIRA, R. L. Physiological and Ecological Selectivity of Pesticides for Natural Enemies of Insects. In: SOUZA, B.; VÁZQUEZ, L. L.; MARUCCI, R. C.; Natural Enemies of Insect Pests in Neotropical Agroecosystems. Cham, Switzerland: Springer, 2019. p. 469- 478.

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

Apis mellifera L., 1758 (Hymenoptera: Apidae). Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v. 76, n. 4, p. 597-606, 2009.

CATAE, A.F. *et al.* Exposure to a sublethal concentration of imidacloprido and the side effects on target and nontarget organs of *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). *Ecotoxicology*, v. 27, p. 109–121, 2018.

CAMPOS, E.V.R., OLIVEIRA, J.L., PASCOLI, M., LIMA, R., FRACETO, L.F. Neem oil and crop protection: from now to the future. *Front Plant Science*, v.5, p.722-729, 2016.

CHAVES, Mariana Andrade. Bioensaios em laboratório para análise do comportamento de *Tetragonisca angustula* sob influência de glifosato BioCarb®. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

DE OLIVEIRA, A. C.; JUNQUEIRA, C. N.; AUGUSTO, S. C. Pesticides affect pollinator abundance and productivity of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Apicultural Research*, v. 58, n. 1, p. 2–8, 2019.

DOS SANTOS, C.F.; OTESBELGUE, A.; BLOCHTEIN, B. The dilemma of agricultural pollination in Brazil: Beekeeping growth and insecticide use. *Plos One*, 13(7), 1-13, 2018.

DORNELES, Andressa Linhares *et al.* Toxicidade oral aguda de inseticidas utilizados em Brassicaceae para *Apis mellifera*. In: Embrapa Trigo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CANOLA, 1., 2017, Passo Fundo. Anais... Brasília, DF: Embrapa, 2017.

FERREIRA, Ivanir. Agricultura brasileira é dependente de polinizadores ameaçados de extinção. *Jornal da USP*, 07 fevereiro 2019. Disponível em: <https://jornal.usp.br/?p=222582>. Acesso em: 10 novembro 2021.

GALLO, D. *et al.* *Entomologia agrícola*. São Paulo: FEALQ, 2002. 920p.

GIANNINI, TEREZA CRISTINA; ALVES, DENISE ARAUJO ; ALVES, RONNIE ; CORDEIRO, GUARACI DURAN ; CAMPBELL, ALISTAIR JOHN ; AWADE,

MARCELO ; BENTO, JOSÉ MAURÍCIO SIMÕES ; SARAIVA, ANTONIO MAURO ; IMPERATRIZ-FONSECA, VERA LUCIA . Unveiling the contribution of bee pollinators to Brazilian crops with implications for bee management. *APIDOLOGIE JCR*, v. 1, p. 1, 2020.

GRIGORI, Pedro. Apicultores brasileiros encontram meio bilhão de abelhas mortas em três meses. Agência Pública, 2019.

GULLAN, P.J., Cranston, P.S. Insetos: Fundamentos da Entomologia. 5a. ed. Rio de Janeiro, 16 Roca, 2017, p. 427.

GOMEZ-ESCOBAR, E., Liedo, P., Montoya, P., Méndez-Villarreal, A., Guzmán, M., Vandame, R., Sanchez, D., 2018. Effect of GF-120 (Spinosad) aerial sprays on colonies of the stingless bee *Scaptotrigona mexicana* (Hymenoptera: Apidae) and the honey bee (Hymenoptera: Apidae). *J. Econ. Entomol.* 1-5.

GLADENUCCI, J.; MARASCA, I.; FILHO, J. P. A. C.; BONFIM, F. P. G.; BUENO, R. C. O. F. Selectivity and Sublethal Effects of Botanical Extracts to Pupae of *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of Experimental Agriculture International*, v. 42, n. 9, p. 136-146, 2020.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; JOLY, C. A Avaliação Polinizadores, Polinização e Produção de Alimentos da Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços de Ecossistemas (IPBES). In: BRASIL. Importância dos polinizadores na produção de alimentos e na segurança alimentar global - Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos 29 JAFFÉ R, et al. Bees for development: Brazilian survey reveals how to optimize stingless beekeeping. *Plos One*, v. 10, 2015.

IPBES (Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services). The assessment report of the intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services on pollinators, pollination and food production. (eds S. Potts, V.

Imperatriz-Fonseca & H. Ngo). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy, Bonn, Germany, p. 552, 2016.

ISMAN, M. B. Botanical Insecticides in the Twenty-First Century - Fulfilling Their Promise? *Annual Review of Entomology*, v. 65, p. 233- 249, 2020.

JUTB FILHO, H.M.; SANTOS, HB; MARAUS, PF; SANTOS, SS; BUZANINI, AC. Eficiência de diferentes inseticidas aplicados no controle de *Frankliniella occidentalis* na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.). *Hortic. bras.*, v.29, n. 2, 2011.

JÚNIOR, Alberto Marsaro et al. Manejo de insetos polinizadores adotado por produtores de canola do Rio Grande do Sul e do Paraná. *Circular Técnica-Embrapa*, 2019.

KHETRAPAL, M.; VODWAL, L. Botanical pesticides: An upcoming tool for plant protection. *International Journal of Advanced Research*, v. 4, p. 1778-1784, 2016.

KURWADKAR, S.; EVANS, A. Neonicotinoids: Systemic Insecticides and Systematic Failure. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 97, n. 6, p. 745–748, 2016.

LIMA, Antônia Francisca; DE ASSIS SILVA, Edvânia Gomes; DE FREITAS IWATA, Bruna. Agriculturas e agricultura familiar no Brasil: uma revisão de literatura. *Retratos de Assentamentos*, v. 22, n. 1, p. 50-68, 2019.

MARTINS, Luiz Henrique Barbosa. Investigações dos artrópodes presentes na fase vegetativa da cultura do algodoeiro em duas safras consecutivas na cidade de Uberlândia, Minas Gerais. 2019.

NARAZAKI MN (2019) Toxicidade de inseticidas registrados para uso em cana-de-açúcar ao parasitoide *Trichogramma galloi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). 82 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia), ESALQ/USP, Piracicaba.

NOCELLI, Roberta. ASSOCIAÇÃO O ECO. Governo registra mais três agrotóxicos associados a mortandade de abelhas. Disponível em:

<https://www.oeco.org.br/reportagens/governoregistraismaistresagrotoxicosassociadosamortandadedeabelhas/#:~:text=%E2%80%9CNingu%C3%A9m%20conta%20estas%20abelhas%2C%20ningu%C3%A9m,as%20colmeias%E2%80%9D%2C%20afirma%20Nocelli>. Acesso em: 11 nov. 2021

OLIVEIRA, Arthur Carlos de et al. Aplicação de produtos fitossanitários e sua relação com os polinizadores. 2021.

PEREIRA, R. C. Seletividade de extratos botânicos às abelhas *Partamona helleri* E *Apis mellifera*. Orientador: Flávio Lemes Fernandes. 2016. 31 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

PIECHOWICZ, B.; WOŚ, I.; PODBIELSKA, M.; GRODZICKI, P. The transfer of active ingredients of insecticides and fungicides from an orchard to beehives. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, v.53, n.1, p.18-24, 2018.

PIMENTEL, D.; BURGESS, M. Small amounts of pesticides reaching target insects. *Environment, Development and Sustainability*, v. 14, n. 1, p. 1–2, 2012.

PIRES, C. S. S. et al. Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil : há casos de CCD ? *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, v. 51, n. 5, p. 422–442, 2016.

POTTS, S.G.; Imperatriz-Fonseca, V.; Ngo, H.T.; Aizen, M.A.; Biesmeijer, J.C.; Breeze, T.D.; Dicks, L.V.; Garibaldi, L.A.; Hill, R.; Settele, J.; Vanbergen, A.J. Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540: 220-229, 2016.

REILLY, J. R. et al. Crop production in the USA is frequently limited by a lack of pollinators. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 287, n. 1931, p. 20200922, 2020.

RIGOTTO, R. M. et al. Pesticide use in Brazil and problems for public health. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 30, n. 7, p. 1360–1362, 2014.

ROUBIK, D. W., HEARD, T. A., KWAPONG, P. Stingless bee colonies and pollination. In: Roubik D.W. (Org.). The pollination of cultivated plants: A compendium for practitioners. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2018.

SANTOS, Lauany Cavalcante. Efeito de inseticidas químicos e biológicos para *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) e seletividade para *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). 2021.

SANTOS, C. A. M. Toxicidade de extratos de *Solanum habrochaites* (Solanaceae) para *Anticarsia gemmatalis* (Lep: Erebididae) e seletividade a *Palmistichus elaeisis* (Hym: Eulophidae). 2015. 54 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

SANTOS, Cicero Antonio Mariano et al. Intervalo de aplicação do Azamax® sobre pragas sugadoras do algodoeiro e seus inimigos naturais. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 14, n. 3, p. 389-396, 2019.

SERRA, R. S.; COSSOLIN, J. F. S.; RESENDE, M. T. C. S. de; CASTRO, M. A. de; OLIVEIRA, A. H.; MARTÍNEZ, L. C.; SERRÃO, J. E. Spiromesifen induces histopathological and cytotoxic changes in the midgut of the honeybee *Apis mellifera* (Hymenoptera: apidae). *Chemosphere*, [S.L.], v. 270, p. 129439, 2021.

SINDVEG. Mercado total de defensivos agrícolas por produto aplicado. Disponível em: <https://sindiveg.org.br/mercado-total/>. Acesso em: 20 jul. 2020.

STIVAKTAKIS, P. D. et al. Long-term exposure of rabbits to imidacloprid as quantified in blood induces genotoxic effect. *Chemosphere*, v. 149, p. 108–113, 2016.

STONER, K. A; COWLES, R. S.; NURSE, A; EITZER, B. D. Tracking pesticide residues to a plant genus using palynology in pollen trapped from honey bees (Hymenoptera: apidae) at ornamental plant nurseries. *Environmental Entomology*, [S.L.], v. 48, n. 2, p. 351-362, 2019.

SWALE, D. R. Perspectives on new strategies for the identification and development of insecticide targets. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, Special issue: 2018 INSTAR Summit. v. 161, p. 23–32, 2019.

THANCHAROEN, A.; et al. Effective biological control of an invasive mealybug pest enhances root yield in cassava. 2018. *Journal of Pest Science*.

TORRES, J.B. & A.F. Bueno. 2018. Conservation biological control using selective insecticides – A valuable tool for IPM. *Biol. Control* 126: 53–64.

TOMÉ, H. V. V. et al. Spinosad in the native stingless bee *Melipona quadrifasciata*: Regrettable non-target toxicity of a bioinsecticide. *Chemosphere*, v. 124, p. 103–109, 2015.

THOMAZONI, D.; FORTUNATO, R. P.; KODAMA, C.; CARBONARI, V.; ALVES JR., V. V.; FONECA, P. R. B.; SORIA, M. F.; DEGRANDE, P. E. Seletividade de inseticidas sobre adultos de *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Apidae). In: VI Congresso Brasileiro de Algodão, Uberlândia. Anais. 2007. p. CD-ROM.

VANENGELSDORP, D. et al. Colony Collapse Disorder (CCD) and bee age impact honey bee pathophysiology. *PLoS ONE*, v. 12, n. 7, p. 1–24, 2017.

WATSON, K.; STALLINS, J. A. Honey Bees and Colony Collapse Disorder : A Pluralistic Reframing. *Geography Compass*, v. 10, n. 5, p. 222–236, 2016.

WANG, Y.; ZHANG, W.; SHI, T.; XU, S.; LU, B.; QIN, H.; YU, L. Synergistic toxicity and physiological impact of thiamethoxam alone or in binary mixtures with three commonly used insecticides on honeybee. *Apidologie*, [S.L.], v. 51, n. 3, p. 395-405, 2019.

WOLOWSKI, Marina et al. Relatório Temático sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimentos no Brasil. [s. L.]: Bpbes, 2019. 93 p

WOCHNER, DENISE. ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO DO CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS NA CULTURA DA SOJA. 2020.

XAVIER, V. M.; MESSAGE, D.; PICANC, M. C.; CHEDIK, M.; SANTANA JÚNIOR, P. A.; RAMOS, R. S. Acute toxicity and sublethal effects of botanical insecticides to honey bees. *Journal of Insect Science*, v. 15, n. 1, p. 1–6, 2015.

ZANUNCIO, J.C. et al. Toxic effects of the neem oil (*Azadirachta indica*) formulation on the stink bug predator, *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). *Scientific Reports*, 6: 1-8, 2016.