



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

**TOXICIDADE RESIDUAL DE CLORANTRANILIPROLE +
ABAMECTINA EM FOLHAS DE MELOEIRO SOBRE *Apis mellifera***

MARESSA ISMA LIBERALINO DA SILVA

POMBAL-PB

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

**TOXICIDADE RESIDUAL DE CLORANTRANILIPROLE +
ABAMECTINA EM FOLHAS DE MELOEIRO SOBRE *Apis mellifera***

MARESSA ISMA LIBERALINO DA SILVA

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Unidade acadêmica de Ciências Agrárias (UAGRA) – CCTA/UFCG, Curso de Agronomia, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

ORIENTADOR: Prof. Dr. EWERTON MARINHO DA COSTA

POMBAL – PB
NOVEMBRO DE 2022

S586f Silva, Maressa Isma Liberalino da.
Toxicidade residual de Clorantraniliprole + Abamectina em
folhas de meloeiro sobre *Apis mellifera* / Maressa Isma Liberalino
da Silva. – Pombal, 2023.
34 f. il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e
Tecnologia Agroalimentar, 2023.

“Orientação: Prof. Dr. Ewerton Marinho da Costa”.

Referências.

1. Abelha melífera. 2. Mortalidade de abelhas. 3. Inseticidas.
4. Polinizadores. I. Costa, Ewerton Marinho da. II. Título.

CDU 638.12 (043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

**TOXICIDADE RESIDUAL DE CLORANTRANILIPROLE +
ABAMECTINA EM FOLHAS DE MELOEIRO SOBRE *Apis mellifera***

MARESSA ISMA LIBERALINO DA SILVA


Trabalho de conclusão de curso
apresentado a Unidade Acadêmica
de Ciências Agrárias (UAGRA) –
CCTA/UFCG, Curso de Agronomia,
como requisito para obtenção do
grau de Bacharel em Agronomia.

Aprovado em: 19/12/2022

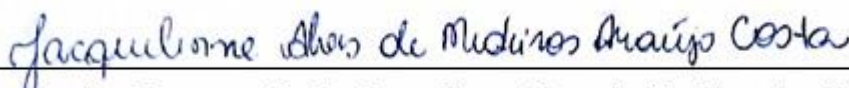
BANCA EXAMINADORA



Orientador – Professor D. Sc. Ewerton Marinho da Costa
(UAGRA/CCTA/UFCG)



Examinador interno – D. Sc. Tiago Augusto Lima Cardoso
(UAGRA/CCTA/UFCG)



Examinadora Externa – D. Sc. Jacquelinne Alves de Medeiros Araújo Costa

DEDICATÓRIA

Primeiramente a Deus por sua misericórdia, cuidado e paciência, pois sem Seu sustento eu nada seria. A minha mãe Maria Cleide pelo amor, dedicação e por acreditar no meu sonho e ao meu filho Pedro Antônio que foi a minha fonte inesgotável de força para não desistir.

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado força e saúde para superar todas as dificuldades até aqui.

A minha mãe Maria Cleide Liberalino da Silva por todo amor, atenção, paciência e por ser meu maior exemplo de garra e força, e ao meu pai Eriosman Alves da Silva.

A minha querida irmã Maria Emanuela por ser exemplo de superação nas maiores dificuldades da vida.

A meu filho Pedro Antônio Liberalino Freire que chegou a minha vida para iluminar e mostrar o quanto viver vale a pena.

Aos pais que a vida me deu Maria do Socorro Freire Alencar e Ailton Antônio Barroso por ser sustento para mim e para meu filho todos os dias.

Ao meu tio Padre José Erivan Liberalino Nuto, por me guiar e me orientar nos dias difíceis e sempre acreditar no meu potencial.

Ao meu orientador Prof. Dr. Ewerton Marinho da Costa, por todos os ensinamentos, dedicação e cuidado.

A banca examinadora por acrescentar o melhor a este trabalho.

Ao grupo de estudo GEENTO, em especial Leticia Pinheiro, Alesia, Daiane Mirian, Rute Lemos, Ismar Dantas, Rafael Silva e Everaldo Filho, por todo apoio para a realização deste trabalho.

A Tiago, técnico do laboratório de Entomologia, por todo serviço, atenção e ajuda para a realização deste trabalho.

A todos os meus colegas de curso do 2017.1, em especial Letícia Pinheiro, Janielio Alves, Vitor Rodrigues e Yago Rodrigues.

Aos amigos que a Universidade me presenteou, em especial Ulisses Pereira, Ryan Teixeira, João Pedro Genovez, Gustavo Silva e Carlos Henrique que estiveram

presentes em momentos bons e ruins, sempre aliviando o desânimo e a tensão da vida acadêmica.

Aos meus amigos de longas datas, Ismaelly Nascimento, Maria Alice, Amanda Gisele e Cícero.

A Luiz Antônio que se fez presente na maior parte desta jornada, sendo minha fortaleza e abrigo.

A seu Inácio Marinho das Chagas e toda equipe da EMPAER-POMBAL pela oportunidade de estágio e todos os conhecimentos repassados.

A Universidade federal de Campina Grande (UFCG) em especial ao Centro de Ciências de Tecnologia Agroalimentar (CCTA) e todo seu corpo docente.

A todos que de alguma forma contribuíram para que esse sonho fosse concretizado.

MUITO OBRIGADO!

TOXICIDADE RESIDUAL DE CLORANTRANILIPROLE + ABAMECTINA EM FOLHAS DE MELOEIRO SOBRE *Apis mellifera*

RESUMO

As abelhas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) são essenciais para a polinização de diversas culturas de importância agrícola, sendo o meloeiro (*Cucumis melo*) uma destas. Nas últimas décadas diversas pesquisas tem chamado atenção para o desaparecimento de abelhas em áreas agrícolas, sendo o uso abusivo de agrotóxicos um dos principais fatores apontados. Diante disso, se faz necessário à condução de estudos visando avaliar a toxicidade de inseticidas sobre abelhas para contribuir com a preservação e o uso sustentável desses insetos. Perante o exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a toxicidade residual de doses comerciais do inseticida Clorantraniliprole + Abamectina sobre *A. mellifera* em folhas de meloeiro. O trabalho foi realizado no Laboratório de Entomologia concernente ao CCTA/UFCG, Campus Pombal, em delineamento inteiramente caualizado em esquema fatorial 4x3, onde foram utilizadas duas doses comerciais do inseticida Clorantraniliprole + Abamectina (0,0108 g i.a/L de Abamectina + 0,027 g i.a/L de Clorantraniliprole e 0,018 g i.a/L de Abamectina + 0,045 g i.a/L de Clorantraniliprole) recomendadas para a cultura do meloeiro, uma testemunha positiva (Tiametoxam: 0,3 g i.a/L) e água destilada como testemunha absoluta, em função de três tempos de exposição após a pulverização (1h, 2h e 3h após a pulverização). Após a exposição das abelhas as folhas de meloeiro contaminadas foram avaliadas a mortalidade e as funções motoras durante 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 24 e 48 horas após o início. Após as 48 horas foram foi analisada a capacidade de voo das abelhas sobreviventes. O inseticida Clorantraniliprole + Abamectina, independente da dose e tempo de exposição, ocasionou 100% de mortalidade sobre *A. mellifera*. Ao analisar a taxa de sobrevivência, foi observado que o tempo letal mediano (TL₅₀) do Clorantraniliprole + Abamectina foi inferior a TL₅₀ da testemunha absoluta e superior a TL₅₀ da testemunha positiva, independente do tempo de exposição após a pulverização de cada dose. O Clorantraniliprole + Abamectina mostrou-se altamente tóxico quando em contato residual independente das doses e do intervalo de exposição.

Palavras Chaves: Abelha melifera, Mortalidade, Inseticidas, Polinizador

ABSTRACT

The honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) are essential for the pollination of several crops of agricultural importance, being the melon crop (*Cucumis melo*) one of them. In recent decades, several studies have drawn attention to the disappearance of bees in agricultural areas, with the abusive use of pesticides being one of the main factors mentioned. Therefore, it is necessary to conduct studies to assess the toxicity of insecticides on bees to contribute to the preservation and sustainable use of these insects. In view of the above, the aimed to evaluate the residual toxicity of commercial doses of the insecticide Chlorantraniliprole + Abamectin on *A. mellifera* in melon leaves. The work was carried out at the Entomology Laboratory concerning the CCTA/UFMG, Campus Pombal, in a completely randomized design in a 4x3 factorial scheme, where two commercial doses of the insecticide Chlorantraniliprole + Abamectin (0.0108 g i.a/L of Abamectin + 0.027 g i.a/L of Chlorantraniliprole and 0.018 g i.a/L of Abamectin + 0.045 g i.a/L of Chlorantraniliprole) recommended for the melon crop, a positive control (Thiamethoxam: 0.3 g i.a/L) and distilled water as an absolute control, as a function of three exposure times after spraying (1h, 2h and 3h after spraying). After exposure were evaluated for mortality and motor functions of bees during 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 24 and 48 hours after initiation. After 48 hours, the fly ability of bees was evaluating. The insecticide Chlorantraniliprole + Abamectin, regardless of dose and exposure time, caused 100% mortality on *A. mellifera*. When the survival rate, it was observed that the median lethal time (TL50) of Chlorantraniliprole + Abamectin was lower than the TL50 of the absolute control and higher than the TL50 of the positive control, regardless of the exposure time after spraying each dose. Chlorantraniliprole + Abamectin proved to be highly toxic when in residual contact, regardless of doses and exposure interval

Keywords: Mellifera bee, Mortality, Insecticides, Pollinator

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 10 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 12 |
| 2.1. IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA E ECONÔMICA DA ABELHA <i>Apis mellifera</i> | 12 |
| 2.2. IMPORTÂNCIA DA ABELHA <i>Apis mellifera</i> NA POLINIZAÇÃO DO MELOEIRO | 13 |
| 2.3. CONTROLE DE PRAGAS NA CULTURA DO MELOEIRO | 14 |
| 2.4. EFEITO RESIDUAL DE INSETICIDAS SOBRE <i>Apis mellifera</i> | 15 |
| 2.5. CLORANTRANILIPROLE + ABAMECTINA: EFICIÊNCIA NO MANEJO DE PRAGAS E TOXICIDADE SOBRE ABELHAS..... | 16 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 18 |
| 3.1. BIOENSAIO 1: TOXICIDADE RESIDUAL DE CLORANTRANILIPROLE + ABAMECTINA SOBRE <i>Apis mellifera</i> | 19 |
| 3.2. BIOENSAIO 2: AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE DE VOO DA ABELHA <i>Apis mellifera</i> APÓS A EXPOSIÇÃO AO INSETICIDA CLORANTRANILIPROLE + ABAMECTINA | 21 |
| 3.3. ANÁLISE DE DADOS | 22 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 23 |
| 4.1. BIOENSAIO 1: TOXICIDADE RESIDUAL DE CLORANTRANILIPROLE + ABAMECTINA SOBRE <i>Apis mellifera</i> | 23 |
| 4.2. BIOENSAIO 2: AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE DE VOO DA ABELHA <i>Apis mellifera</i> APÓS A EXPOSIÇÃO AO INSETICIDA CLORANTRANILIPROLE + ABAMECTINA | 27 |
| 5. CONCLUSÃO | 29 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 30 |

1. INTRODUÇÃO

A abelha *Apis mellífera* L. (Hymenoptera) destaca-se como uma das mais utilizadas para a polinização de espécies cultivadas em virtude do fácil manejo e tamanho das colmeias, além da sua eficiência e rapidez nesse processo quando comparadas a outros polinizadores (PIRES et al., 2016; KLEIN et al., 2020). O meloeiro (*Cucumis melo* L.), umas das principais cucurbitáceas cultivadas no Brasil, é um exemplo de cultura dependente de visitas frequentes de *A.mellifera* nas flores para que haja bom desenvolvimento, caso contrário os frutos tendem a ficar pequenos e deformados (FONTES, 2005). No Brasil tem-se observado como prática essencial de manejo a inserção de colmeias de *A.mellifera* nas proximidades das áreas de produção de melão, fato que garante eficiência na polinização e consequentemente boa produção (TRINDADE et al., 2004; SOUSA et al., 2009).

Entretanto, nos últimos anos, pesquisadores tem alertado para uma redução nas populações de polinizadores em áreas agrícolas de todo o mundo. Nesse cenário, o uso abusivo de pesticidas, em especial os inseticidas, está entre os principais responsáveis por esse declínio. Este fenômeno é conhecido como “Colony Collapse Disorder (CCD) (ROSA et al., 2019; WANG et al., 2019).

Em condições de campo, a exposição das abelhas aos pesticidas pode ocorrer de três formas: contato direto com as gotículas durante as pulverizações; contato residual em partes vegetais contaminadas; e ingestão de alimento contaminado (DELAPLANE; MAYER,2005). Estes contatos podem ocasionar efeitos letais e subletais. Alguns inseticidas como o Imidacloprido, Tiametoxam, Clotianidina, Fipronil, Deltametrina, Abamectina, Novaluron e Malathion, têm demonstrado efeitos letais sobre estes insetos (COSTA et al., 2014; TOMÉ et al., 2015; PITTS-SINGER; BARBOUR, 2017; PADILHA et al., 2020; DA SILVA BORGES et al., 2020).

Dentre as formas de exposição mencionados, as mais estudados são o de contato direto, por meio de pulverizações sobre as abelhas, e a ingestão de dieta contaminada. Entretanto, se faz necessário obter informações sobre o efeito residual nas plantas pós pulverização sobre as abelhas para que possam gerar informações indispensáveis para a preservação desses polinizadores. No Brasil, são poucos os trabalhos que avaliaram a toxicidade residual de inseticidas em folhas de meloeiro.

Em relação ao inseticida Clorantraniliprole + Abamectina, ainda são poucas as informações sobre sua letalidade e efeitos subletais em abelhas *A. mellifera*, principalmente relacionadas ao contato com resíduos do produto em folhas. Todavia, quando analisados de forma isolada, o Clorantraniliprole, independente da forma de exposição, se mostrou pouco nocivo, sendo considerado um inseticida seletivo para *A. mellifera*, porém diminuindo a atividade de forrageamento e voo (DORNELES, 2017; CARMO, 2017; GOMES et al., 2020). Já o Abamectina, independente da forma de exposição, apresentou-se extremamente tóxico (COSTA et al., 2014; CARVALHO et al., 2021).

A falta de informações sobre os efeitos de inseticidas em abelhas representa um dos principais obstáculos para o uso sustentável de polinizadores em áreas agrícolas. Desta forma, objetivou-se avaliar a toxicidade residual do inseticida Clorantraniliprole + Abamectina em folhas de meloeiro sobre *A. mellifera* em função de diferentes tempos de exposição após a pulverização.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA E ECONÔMICA DA ABELHA *Apis mellifera*

Na Classificação zoológica a *A. mellifera* pertence ao Reino Animalia, Filo Arthropoda, Classe Insecta, Subclasse Pterygota, Ordem Hymenoptera, Subordem Apócrita, Superfamília Apoidea e Família Apidae (GONÇALVES, 1994). As abelhas melíferas possuem grande importância e valor ecológico e econômico, uma vez que contribuem consideravelmente com a polinização de grande porcentagem de espécies vegetais, além de serem responsáveis pela sintetização de produtos como o mel, a cera, o própolis e a geléia real (DEVILLERS, 2002).

A polinização é essencial para a maioria das plantas nativas, mas também beneficiam economicamente as plantas cultivadas. Por mais que as mesmas não dependam unicamente deste processo para sua reprodução, melhoram quantitativamente e qualitativamente as colheitas quando polinizadas. Além disso, as abelhas apresentam importância ecológica como bioindicadores de poluição ambiental, através de seus produtos, principalmente o pólen, fornecem dados sobre a área de cobertura durante o forrageamento, evidenciando a importância da

polinização para a produção de alimentos, reprodução de espécies nativas e equilíbrio dos ecossistemas (VILLALBA et al.,2020).

Cerca de 75% das culturas de importância agrícola mundial tem sua produção melhorada devido a ação de polinizadores (DEVILLERS, 2002; FAO, 2004; KLEIN et al.,2007; KREMEN et al., 2007). Diversos estudos mostraram os benefícios da polinização por abelhas em diversas culturas. Na cultura da laranjeira (*Citrus spp.*), a flor possui alta atratividade para a *A.mellifera* e a polinização influenciou quantitativamente e qualitativamente a produção, gerando frutos mais pesados, menos ácidos e com maior quantidade de sementes por gomos(MALERBO-SOUZA et al., 2003). Neste mesmo trabalho, avaliaram a polinização do café (*Coffea arabica* L, var. Novo Mundo), que aumentou quantitativamente a produção de grãos. Trindade et al. (2004) mostraram a presença de *A. mellifera* na cultura do melão é de extrema importância , tendo em vista que em sua ausência não houve produção. Além destas, a cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill), obteve um aumento de produção de sementes e número de vagens de 50,64% e 61,38%, respectivamente quando polinizados por abelhas (CHIARI et al., 2005).

A polinização das culturas comerciais feita por abelhas *A.mellifera* gera valores importantes para a economia mundial. Em 2007 o valor econômico global da polinização de insetos gerou cerca de 153 bilhões de euros. Nos Estados Unidos, US\$ 14,6 bilhões e no Reino Unido, 400 milhões de euros por ano (BREEZE et al., 2011). No Brasil, estes serviços prestados a agricultura brasileira foram de R\$ 43 bilhões, em 2018, associando quatro cultivos de grande importância agrícola: soja, laranja, maçã e café (BPBES/REBIPP, 2019).

É importante ressaltar que a apicultura é uma atividade de baixo impacto ambiental que preenche todos os requisitos do tripé da sustentabilidade, que trata do econômico ao gerar e aumentar a renda dos produtores seja através da polinização ou de seus subprodutos; o social, que proporciona a mão-de-obra familiar e o ecológico, já que não é necessário o desmatamento para sua criação (ALCOFORADO FILHO, 1998).

2.2. IMPORTÂNCIA DA ABELHA *Apis mellifera* NA POLINIZAÇÃO DO MELOEIRO

O meloeiro (*Cucumis melo* L) pertence a família das curcubitáceas. Atualmente, o Brasil planta cerca de 25 mil hectares de melão, sendo 22 mil

hectares na região Nordeste, distribuídos nos estados do Rio Grande do Norte, Ceará e Pernambuco (BAYER, 2022). A cultura do meloeiro é extremamente dependente da polinização biótica para a fecundação de suas flores, altos índices de vingamento e produtividade quantitativa de frutos, peso dos frutos e sementes por frutos (SOUSA et al.,2009). Trindade et al (2003), estudando a polinização comportamental concluiu que a *A.mellifera* é de extrema importância e indispensável no processo de polinização da cultura do meloeiro, pois em sua ausência, praticamente não há produção de frutos.

As práticas da agricultura intensiva tem levado a diminuição dos polinizadores naturais, reduzindo os índices de polinização natural em áreas agrícolas, assim fazendo necessária a introdução de agentes polinizadores suplementares que na grande maioria são colméias de *A.mellifera* (SOUSA, 2016). A produtividade do meloeiro está relacionada com um manejo altamente tecnificado, incluindo a utilização destas colméias nos entornos dos cultivos para sua efetiva polinização (SIQUEIRA et al., 2011).

Diversos trabalhos avaliaram o período ideal para a introdução de colônias de *A.mellifera* em cultivos de melão. Quando a introdução das colônias ocorre no início do florescimento há uma influência positiva no aumento de produtividade e tamanho dos frutos. Diferente de quando são introduzidas em fases mais avançadas do florescimento, que ocorre produção de frutos menores, localizados nos ramos secundários das plantas (SOUSA et al.,2014). Em relação a ambientes protegidos, um estudo realizado em Israel comprovou que são necessárias pelo menos 10 visitas de abelhas para alcançar a máxima produtividade, que foi alcançada com a introdução de colméias no lado norte dos túneis (CRUZ & CAMPOS, 2009).

No Brasil, em áreas de produção com a adição de colônias *A.mellifera*, constatou-se um aumento de até três toneladas na produtividade de melão, o que caracteriza a eficiência das abelhas na polinização e conseqüentemente um aumento da produtividade (RIBEIRO, 2015).

2.3. CONTROLE DE PRAGAS NA CULTURA DO MELOEIRO

O meloeiro é uma cultura muito susceptível ao ataque de pragas em praticamente todas as suas fases fenológicas. Dentre os principais insetos que acometem o meloeiro, destacam-se a mosca minadora *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae), mosca branca *Bemisia tabaci* Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae), as

brocas das curcubitáceas *Diaphania nitidalis* e *D.hyalinata* (Lepidoptera: Pyralidae), pulgão *Aphis gossypi* (Hemiptera: Aphididae) e tripses *Frankliniella* spp. e *Thrips* spp. (Thysanoptera: Thripidae) (GALLO et al.,2002; BRAGA SOBRINHO et al., 2011).

Diante disso, um dos grandes desafios dos produtores é o manejo fitossanitário, especialmente no controle de pragas- chaves como a mosca-minadora e a mosca-branca. O meloeiro por apresentar um ciclo curto, aproximadamente 60 dias, e um plantio escalonado que favorece a migração destas pragas dos plantios antigos para os recém plantados, dificultam o manejo (CHAGAS et al.,2019). Desta forma torna-se imprescindível a adoção de estratégias de controle para garantir o potencial reprodutivo e a qualidade da produção de meloeiro, sendo utilizado o Manejo Integrado de Pragas.

O controle químico, por meio de inseticidas sintéticos ainda é a estratégia mais utilizada nas áreas de produção (GUIMARÃES et al., 2008). Estima-se que sejam feitas 15 aplicações, uma a cada quatro dias durante um ciclo da cultura, assim causando efeitos adversos sobre inimigos naturais e polinizadores (FERNANDES et al., 2000; MENEZES et al., 2000; CHAGAS et al., 2019).

Além disso, são realizadas aplicações de forma preventiva, antecipando-os os possíveis danos econômicos gerados por insetos e fungos. Mediante isto, alguns produtores ao longo do ciclo, associam diversos princípios ativos, principalmente inseticidas e fungicidas. Assim, empobrecendo a biodiversidade benéfica, e ainda causando resistência das espécies-alvo das substâncias químicas utilizadas (OLIVEIRA, 2008).

O uso de agrotóxicos é considerado o recurso tecnológico mais impactante para os polinizadores em áreas agrícolas, especialmente nas extensas áreas ocupadas com monocultivos (FREITAS et al., 2009). No cultivo do melão os inseticidas são aplicados sistematicamente, destacando-se os ingredientes ativos Imidacloprido, Acetamiprido, Abamectina, Deltametrina, Ciromazina, Clorantraniliprole, Bifentrina, Tiacloprido, Flupiradifurona, Ciantraniliprole, Espinetoram, Clorantraniliprole + Abamectina e Acetamiprido + Piriproxifem (AGROFIT, 2022). Alguns destes utilizados durante o cultivo já foram avaliados a toxicidade sobre *A. mellifera*, os inseticidas Abamectina, Acetamiprido, Clofenapir, Deltametrina e Tiametoxam foram extremamente tóxico quando pulverizados sobre abelhas, ocasionando 100% de mortalidade (COSTA et al.,2014).

2.4. EFEITO RESIDUAL DE INSETICIDAS SOBRE *Apis mellifera*

As abelhas podem ser expostas aos agrotóxicos por três formas diferentes: contato direto com partículas em suspensão no ar, ingestão e residual (KLEIN et al., 2007; COSTA et al., 2014). Diante das formas citadas, as mais estudadas são o contato direto e a ingestão de dieta contaminada via oral, porém é necessário obter informações sobre o efeito dos resíduos que ficam nas plantas após o processo de pulverização, sobre as abelhas.

Em um trabalho realizado na citricultura, foi avaliada a toxicidade de acaricidas/inseticidas sob as abelhas africanizadas *A. mellifera*. A exposição das abelhas aos compostos foi realizada por meio de pulverização, ingestão de alimento contaminado e contato com superfícies tratadas. Para análises de efeito residual, as abelhas foram expostas à superfície de vidro (placa de petri) contaminada com os produtos e com folhas de citros contaminadas. Os produtos utilizados foram: Tiametoxam, Metidationa, Abamectina, Deltametrina, Cihexatina, Lufenurom, Propargito e Tebufenozida. Quando em contato com superfícies de vidro contaminada, os produtos Tiametoxam e Metidationa foram extremamente tóxicos, abamectina e deltametrina foram tóxicos e os demais foram inócuos às abelhas. Quando em contato com as folhas contaminadas, os resultados foram similares ao anterior, diferindo apenas pela TL₅₀, que neste caso apresentou-se mais baixa (CARVALHO et al., 2009).

Estudo realizado na cultura do meloeiro avaliou a toxicidade de nove inseticidas sobre o efeito residual para abelhas melíferas, sendo estes: Abamectina, Acetamiprido, Cloridrato de Cartape, Clofenapir, Ciromazina, Deltametrina, Tiametoxam, Flufenoxurom e Piriproxifem. Onde os resíduos de Abamectina, Tiametoxam e Clofenapir nas folhas do meloeiro foram extremamente tóxicos, ocasionando uma mortalidade de 100%, 100% e 92% respectivamente (COSTA et al., 2016). Gomes et al. (2020), utilizando da mesma forma de contato e cultura, avaliaram a toxicidade dos inseticidas Azadiractina, Piriproxifeno, Clorantraniliprole e Imidacloprido, sendo dentre estes, o Imidacloprido com maior persistência de resíduos na planta, ocasionando uma mortalidade acima de 90% sobre a *A. mellifera*.

2.5. CLORANTRANILIPROLE + ABAMECTINA: EFICIÊNCIA NO MANEJO DE PRAGAS E TOXICIDADE SOBRE ABELHAS

Com a ocorrência e ataques de insetos-praga, a adoção de estratégias de controle é indispensável para garantir a qualidade de produção e o potencial produtivo. O controle químico e a estratégia de manejo mais utilizada nas áreas de produção por meio da aplicação de inseticidas sintéticos (GUIMARÃES et al., 2008).

O inseticida formulado em mistura Clorantraniliprole + Abamectina, pertencem aos grupos químicos das diamidas e avermectinas, respectivamente. As diamidas (atual denominação para as antranilamidas) agem ligando aos receptores de rionadina dos insetos nas células musculares, fazendo com que o canal se abra e promova uma saída descontrolada de cálcio do estoque interno da célula, isto provoca paralisia muscular e a morte do inseto (PEREIRA, 2017). As avermectinas são endectocidas que pertencem a uma família de compostos denominada lactonas macrocíclicas com ação em nematódeos e artrópodes (TEIXEIRA, 2015).

No Brasil, o inseticida Clorantraniliprole + Abamectina é registrado para culturas de grande importância econômica, sendo elas o algodão, a batata, o café, o citros, o melão, a soja, o tomate e a uva. Na cultura do melão é indicado para combater a mosca-minadora (*Lyriomyza huidobrensis*) e a broca-das-curcubitáceas (*Diaphania nitidalis*) (AGROFIT, 2022). Dentre as culturas citadas algumas são dependentes da polinização realizada pela *A. mellifera*, como o café, a soja e o melão.

Na cultura do café o Clorantraniliprole + Abamectina mostrou-se eficiente contra as principais pragas-chaves da cultura, obtendo resultados satisfatórios com mortalidade e controle de até 94% da incidência (BORGES et al., 2016; KROHLING et al., 2016; ANDRADE, 2019). Na cultura da soja, mostrou-se eficiente no controle da lagarta *Anticarsia gemmatilis*, provocando mortalidade acima de 80% (ALBUQUERQUE et al., 2011).

Em relação aos efeitos adversos sobre abelhas, são escassas as informações para Clorantraniliprole + Abamectina. Porém, quando analisados de forma separada, o Abamectina já foi relatado por diversos autores como altamente tóxico para *A. mellifera* (WANG et al., 2006; CARVALHO et al., 2009; COSTA et al., 2014). Costa et al. (2014), verificaram que quando pulverizado sobre operárias de *A. mellifera* e em contato com resíduos em folhas de meloeiro, o Abamectina foi extremamente tóxico, causando distúrbios motores nos insetos, uma TL50 de 3,16 horas e uma taxa de mortalidade de 100%. O Clorantraniliprole é considerado um inseticida seletivo por possuir baixa toxicidade sobre polinizadores. Sousa et al. (2018)

observaram que o produto nas doses recomendadas para o uso em meloeiro via ingestão ocasionou 35,8% de mortalidade sobre *A.mellifera*, assim sendo considerado de baixo risco por proporcionar uma taxa de mortalidade inferior a 50%. O Clorantranilprole apesar de sua baixa toxicidade, estudos relatam alterações no comportamento natural das abelhas podendo em longo prazo comprometer a manutenção e sobrevivência de toda a colônia (GOMES et al.,2020).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Entomologia da Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias (UAGRA), pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal – PB.

Para a realização do trabalho foram utilizadas operárias adultas de *A.mellifera* provenientes de três colônias pertencentes ao apiário da UAGRA/CCTA/UFCG. As abelhas foram coletadas entre às 6 e 7h da manhã e acondicionadas em recipientes plásticos de 250 mL para transporte ao laboratório (FIGURA 1).



Figura 1 : Obtenção das abelhas no apiário do CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2022.

O inseticida avaliado foi o Voliam targo® (Clorantranilprole + Abamectina) nas doses mínima e máxima recomendada pelo fabricante para o controle de pragas no meloeiro. Para testemunha positiva foi utilizado o inseticida Tiametoxam na dose máxima registrada para o controle de pragas no meloeiro (TABELA 1).

Tabela1. Inseticidas e respectivas dosagens avaliadas com relação à toxicidade residual sobre *Apis mellifera*, Pombal-PB, 2022.

| Ingrediente ativo | Grupo químico | Modo de ação | Dose utilizada | Praga alvo |
|---------------------------------|-----------------------------|--------------------|--|--|
| Clorantraniliprole + Abamectina | Antranilamida + Avermectina | Contato e ingestão | 300 mL/ha (0,0108 g i.a/L de Abamectina + 0,027 g i.a/L de Clorantraniliprole) | Mosca-minadora (<i>Lyriomyza huidobrensis</i>) |
| | | | 500 mL/ha (0,018 g i.a/L de Abamectina + 0,045 g i.a/L de Clorantraniliprole) | Broca-das-curcubitáceas (<i>Diaphania nitidalis</i>) |
| Tiametoxam | Neonicotinóide | Contato e ingestão | 600 g/ha (0,3 g i.a/L) | Pulgão-das-inflorescências (<i>Aphis gossypii</i>) |

3.1. BIOENSAIO 1: TOXICIDADE RESIDUAL DE CLORANTRANILIPROLE + ABAMECTINA SOBRE *Apis mellifera*

O bioensaio foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 X 3, sendo uma testemunha absoluta (pulverizada com água destilada), uma testemunha positiva (Tiametoxam 0,3 g i.s/L) e duas doses doses do inseticida Clorantraniliprole + Abamectina (0,0108 g i.a/L de Abamectina + 0,027 g i.a/L de Clorantraniliprole e 0,018 g i.a/L de Abamectina + 0.045g i.a/L de Clorantraniliprole), em função de três tempos distintos de exposição (1h, 2h e 3h após a pulverização) com 10 repetições, sendo cada unidade experimental formada por 10 abelhas adultas. O preparo da calda em laboratório respeitou a proporção recomendada pelo fabricante, considerando volume médio de aplicação de 500 L/ha sendo diluição feita para o volume de 1 litro.

Para avaliar a toxicidade residual do inseticida, inicialmente foram produzidas plantas de meloeiro amarelo, cultivar Iracema (SAKATA®) em casa de vegetação do CCTA/UAGRA/UFCG. As plantas foram produzidas e mantidas em vasos (com capacidade de 1 kg) contendo como substrato solo + matéria orgânica (proporção de 2:1). Quando as plantas atingiram o número mínimo de seis folhas definitivas, foram selecionadas 10 plantas para cada tratamento (FIGURA 2). As plantas selecionadas foram pulverizadas com os supracitados tratamentos, com cada uma das doses (mínima e máxima), com auxílio de um pulverizador manual.



Figura 2 : plantas de meloeiro produzidas em casa de vegetação CCTA/UFPG, Pombal-PB, 2022.

Em seguida, as plantas foram separadas em três grupos antes de colocar as abelhas em contato com as folhas: Grupo 1 – 1 hora de secagem, Grupo 2 – 2 horas de secagem e Grupo 3 – 3 horas de secagem. Para a devida secagem dos produtos pulverizados, as plantas foram transferidas para um local arejado e à sombra, onde permaneceram durante as horas mencionadas acima. As folhas de cada grupo de plantas foram cortadas na altura do pecíolo, e em seguida colocadas em arenas (recipientes plásticos com 15 cm de diâmetro X 15 cm de altura e extremidade superior parcialmente coberta com tela atiafídeo e as laterais com aberturas de aproximadamente 0,1 cm para possibilitar a adequada circulação de ar no ambiente) juntamente com um chumaço de algodão embebido em água (hidratado a cada hora de avaliação) e dieta artificial (Pasta Cândi) em recipientes plásticos de 8 mm de diâmetro. Após o referido procedimento, foram liberadas no interior das arenas as operárias adultas de *A. mellifera* para o contato com os resíduos dos produtos (FIGURA 3).



Figura 3: Operárias de *Apis mellifera* liberadas dentro das arenas, Pombal-PB, 2022.

Foram avaliadas a mortalidade e o comportamento (prostração, tremores, paralisia, etc.) a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 24 e 48 horas após o início da exposição ao inseticida nas folhas, seguindo a metodologia utilizada por Costa et al (2014).

As abelhas foram consideradas como mortas quando não apresentaram movimentos no momento das observações, mesmo recebendo estímulos mecânicos.

3.2. BIOENSAIO 2: AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE DE VOO DA ABELHA *Apis mellifera* APÓS A EXPOSIÇÃO AO INSETICIDA CLORANTRANILIPROLE + ABAMECTINA

A capacidade de voo foi avaliada para todas as abelhas que sobreviveram após 48 horas de exposição aos tratamentos. Para avaliar a atividade de voo foram utilizados túneis de voo seguindo a metodologia proposta por Gomes et al. (2020).

A torre de voo é constituída por uma estrutura de madeira (35 x 35 x 115 cm) com as laterais revestidas de plástico, com espaço vazio em seu interior e com uma lâmpada no topo da torre, permitindo que as abelhas voem livremente (FIGURA 4).



Figura 4 : Torre de voo utilizada para avaliar a capacidade de voo de *Apis mellifera*, após exposição aos tratamentos, Pombal – PB, 2022.

O experimento foi conduzido com o laboratório escuro sob temperatura média ambiente de $26^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e UR de $65 \pm 10 \%$, onde a única fonte de luz foi a lâmpada instalada no topo da torre de voo.

Cada abelha sobrevivente foi solta individualmente na base da torre e foi concedido o tempo de 60 segundos para que as mesmas realizassem o voo. A torre de voo apresenta cinco níveis de altura: 0 (base da torre), 1 (de 1 cm a 30 cm de altura), 2 (de 31 cm a 60 cm de altura), 3 (de 61 cm e 90 cm de altura) e 4 (de 91 cm até 115 cm, topo da torre). Para realização das análises foram registradas as abelhas que conseguiram voar ou não, bem como a altura que cada abelha conseguiu atingir.

3.3. ANÁLISE DE DADOS

A porcentagem de mortalidade foi calculada para cada tratamento e corrigida usando a equação de Abbott (1925), sendo em seguida aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (1952) a nível de 5% de significância, seguido do teste de Wilcoxon. Os dados de sobrevivência dos adultos foram analisados utilizando-se o pacote Survival (THERNEAU; LUMLEY, 2010) do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011) e submetidos à análise de distribuição de Weibull. Tratamentos com efeitos similares (toxicidade e velocidade de mortalidade)

foram agrupados por meio de contrastes. O tempo letal mediano (TL₅₀) também foi calculado para cada grupo. Para a capacidade de voo, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis (1952) a nível de 5% de significância, seguido do teste de Wilcoxon. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. BIOENSAIO 1: TOXICIDADE RESIDUAL DE CLORANTRANILIPROLE + ABAMECTINA SOBRE *Apis mellifera*

Independente da dose avaliada e tempo de exposição após a pulverização, o inseticida Clorantraniliprole + Abamectina foi altamente tóxico, sendo estatisticamente igual à testemunha positiva, causando mortalidade de 100% das abelhas adultas por contato residual após 48h de avaliação (TABELA 2). A partir das 4h após a exposição das abelhas aos resíduos, as mesmas começaram a demonstrar alguns comportamentos de fuga, aglomerando-se nas laterais e parte superior da arena. Em alguns momentos mostraram-se agitadas com maior atividade motora e bater de asas, culminando em prostração e paralisia antes da morte.

Tabela 2. Porcentagem de mortalidade (Média ± Desvio Padrão) de abelhas *Apis mellifera* expostas ao inseticida Clorantraniliprole + Abamectina em duas doses recomendadas (máxima e mínima) e às testemunhas absoluta (água destilada) e positiva (Tiametoxam).

| Tratamento | Tempo após a exposição | % Mortalidade (Média ± DP) |
|--|------------------------|----------------------------|
| Testemunha absoluta | 1 hora | 0.0 ± 0.0 a ¹ |
| Testemunha absoluta | 2 horas | 0.0 ± 0.0 a |
| Testemunha absoluta | 3 horas | 0.0 ± 0.0 a |
| Clorantraniliprole + Abamectina (0,027 + 0,0108 g i.a. L ⁻¹) | 1 hora | 100.0 ± 0.0 b |
| Clorantraniliprole + Abamectina (0,027 + 0,0108 g i.a. L ⁻¹) | 2 horas | 100.0 ± 0.0 b |
| Clorantraniliprole + Abamectina (0,027 + 0,0108 g i.a. L ⁻¹) | 3 horas | 100.0 ± 0.0 b |
| Clorantraniliprole + Abamectina (0,045 + 0,018 g i.a./L ⁻¹) | 1 hora | 100.0 ± 0.0 b |
| Clorantraniliprole + Abamectina (0,045 + 0,018 g i.a./L ⁻¹) | 2 horas | 100.0 ± 0.0 b |
| Clorantraniliprole + Abamectina (0,045 + 0,018 g i.a./L ⁻¹) | 3 horas | 100.0 ± 0.0 b |
| Tiametoxam (0,30 g i.a L ⁻¹) | 1 hora | 100.0 ± 0.0 b |
| Tiametoxam (0,30 g i.a L ⁻¹) | 2 horas | 100.0 ± 0.0 b |
| Tiametoxam (0,30 g i.a L ⁻¹) | 3 horas | 96.9 ± 6.5 b |

¹ Letras semelhantes representam diferenças não significativas entre linhas de acordo com o teste Wilcoxon a 95% de confiabilidade.

O ingrediente ativo Abamectina presente no produto Clorantraniliprole + Abamectina pode ser apontado como a causa do alto índice de mortalidade. Carvalho et al. (2014), analisou a toxicidade de alguns inseticidas utilizados na citricultura sobre *A.mellifera* no modo de exposição residual, pulverização direta e ingestão de alimento contaminado. No modo residual foram utilizadas as doses recomendadas pelo fabricante para a cultura e com um período de secagem de 3 horas após a pulverização. Constatou-se que os resíduos do Abamectina foram altamente tóxicos para as abelhas, tanto no modo de exposição residual em placas de petri como em folhas de laranjeira contaminadas com o produto, tendo uma TL₅₀ = 23,12 horas. Outro trabalho semelhante realizado na cultura do meloeiro relatou alta toxicidade do ingrediente ativo Abamectina sobre as abelhas no modo residual, utilizando a dose máxima recomendada pelo fabricante para a cultura com um período de secagem de 1 hora, ocasionando uma mortalidade 100% (COSTA et al., 2014). Isso pode ser explicado por ser um inseticida de largo espectro, que possuem ação por contato, agindo nos canais de cloro aumentando a permeabilidade deste íon (IRAC, 2018).

Gomes et al. (2020) ao avaliar a toxicidade de inseticidas na cultura do meloeiro, sendo eles, Azadiractina, Piriproxifeno, Imidacloprido e Clorantaniliprole,

identificou que o Clorantraniliprole apresentou baixa mortalidade nos bioensaios que foram teste de repelência, análise de mortalidade por contato e ingestão e testes de voo. Para este trabalho foi utilizada a dose recomendada pelo fabricante de cada produto para a cultura do meloeiro, com o tempo de exposição de 1h, 48h e 96h após a imersão na solução dos inseticidas. As abelhas foram expostas por 24h, depois retiradas e observadas até a morte. A baixa mortalidade observada pode ser principalmente devido ao mecanismo de ação do produto, que é considerado um inseticida mais seletivo em virtude de ser muito específico para larvas de lepidópteros praga (CORDOVA et al., 2007; SATTELLE et al., 2008; DINTER et al. 2009).

Analisando a taxa de sobrevivência, que representa a mortalidade das abelhas ao longo do tempo de exposição ao produto, pode-se observar que o tempo letal mediano (TL₅₀) do Clorantraniliprole + Abamectina foi inferior a TL₅₀ da testemunha absoluta e superior a TL₅₀ da testemunha positiva (Tiametoxam), independente do tempo de exposição após a pulverização de cada dose (FIGURA 5).

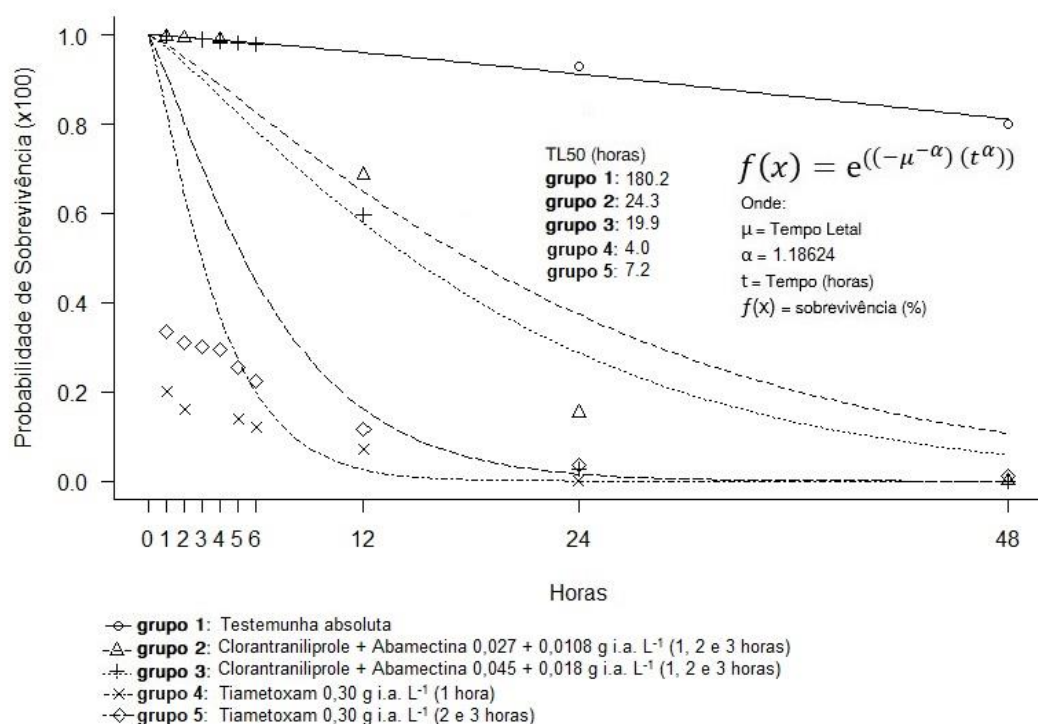


FIGURA 5: Sobrevivência (%) de operarias de *Apis mellifera* após o contato com folhas de meloeiro (*C. melo* L.) pulverizadas com inseticidas, tempos letais medianos (TL₅₀) em horas, Pombal-PB, 2022.

O Clorantraniliprole + Abamectina apresentou TL₅₀ de 24-3 horas e 19-9 horas, em suas doses mínima e máxima respectivamente, independente do horário de exposição, enquanto a testemunha positiva (Tiametoxam) proporcionou TL₅₀ de 4h após o contato com resíduos de 1 hora após a pulverização e 7-2 horas para 2 e 3 horas após a exposição.

Observando os dados é possível perceber que apesar dos dois produtos causarem alto índice de mortalidade, chegando a 100%, os mesmos diferiram em relação a velocidade de mortalidade, onde as abelhas operárias tiveram uma maior mortalidade nas primeiras horas de exposição ao Tiametoxam do que as expostas ao Clorantraniliprole + Abamectina. O resultado apresentado demonstra que o Clorantraniliprole + Abamectina, mistura de uma antranilamida e avermectina em suas dosagens mínima e máxima recomendadas para o meloeiro, provocou redução da mobilidade e prostração seguida de morte, sendo extremamente tóxico para *A.mellifera* e tão letal quanto o neonicotinóide Tiametoxam, inseticida que já foi relatado em vários estudos como letal as abelhas e com forte efeito sobre o sistema nervoso central dos insetos (LAURINO et al.,2011; COSTA et al., 2014; ARAÚJO et al., 2017).

Resíduos de Abamectina foram altamente tóxicos e causaram 100% de mortalidade após 36h. Porém o efeito da Abamectina foi mais lento que o do Tiametoxam que apresentou uma TL₅₀ de 2,61h, e efeitos letais só foram observados a partir da 11ª hora de observação com TL₅₀ de 18,45h (COSTA et al., 2014).

4.2. BIOENSAIO 2: AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE DE VOO DA ABELHA *Apis mellifera* APÓS A EXPOSIÇÃO AO INSETICIDA CLORANTRANILIPROLE + ABAMECTINA

Para a avaliação da atividade de voo foram utilizadas as abelhas operárias sobreviventes após período de avaliação. Foram avaliadas abelhas dos tratamentos testemunha absoluta e testemunha positiva (somente abelhas expostas aos resíduos 3 horas após a exposição). As abelhas expostas ao Clorantraniliprole + Abamectina não foram incluídas neste bioensaio, pois todos os indivíduos morreram após as 48h.

Para as abelhas da testemunha absoluta foi observado que 80% das abelhas conseguiram voar e 20% apenas caminharam e/ou se mantiveram na base da torre

sem apresentar qualquer distúrbio motor aparente. No tratamento da testemunha positiva (Tiametoxam) 100% das abelhas não conseguiram voar, permaneceram na base da torre de voo apresentando distúrbios motores com paralisia, tremores e prostração (FIGURA 6).

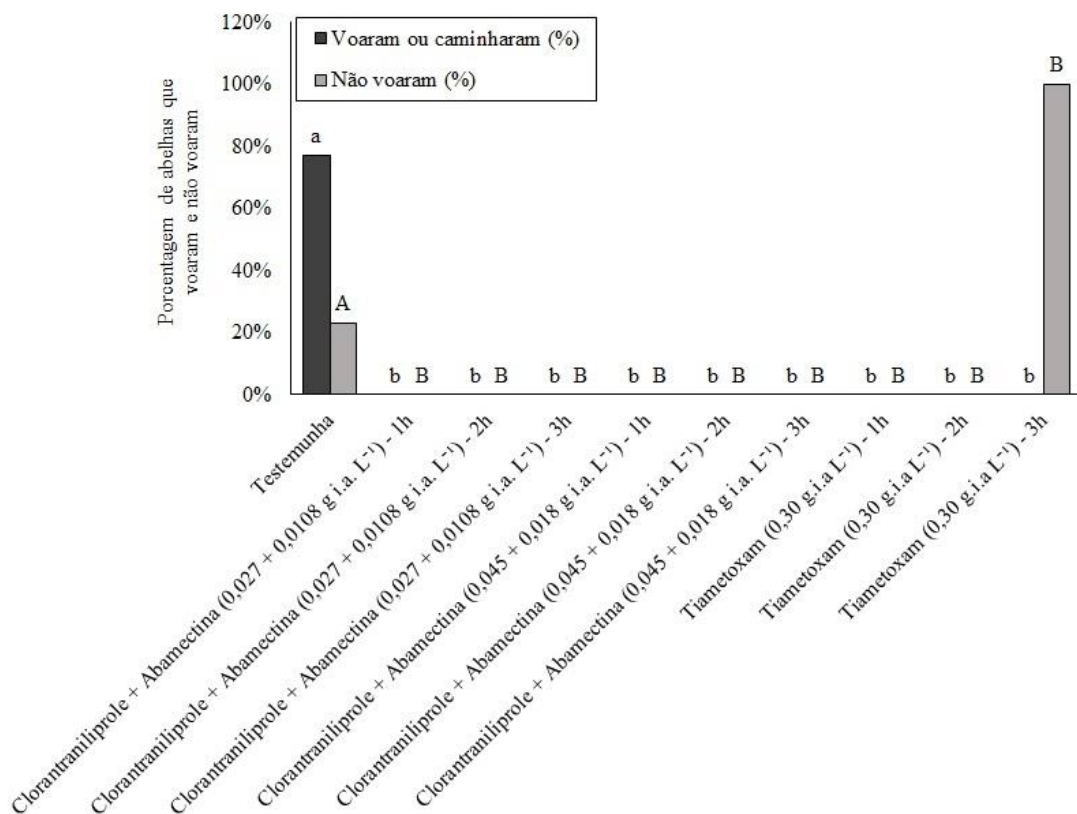


FIGURA 6: Atividade de voo (%) voaram x não voaram de *Apis mellifera* após o contato com Clorantraniliprole + Abamectina, Pombal- PB, 2022.

Em relação à altura de voo alcançada pelas abelhas, as sobreviventes expostas ao inseticida Tiametoxam se mantiveram na base da torre (0cm), pois demonstraram estar debilitadas. As abelhas do tratamento testemunha absoluta (água destilada) atingiram diferentes níveis de alturas de voo. Cerca de 15 abelhas mantiveram-se na base caminhando ou paradas; 14 atingiram uma altura entre 1,0 e 30 cm, 4 de 31 a 60cm, 1 de 60 a 90 cm e 6 uma altura de 91 cm ou até o topo da torre (FIGURA 7).

Estudos relatam que o contato das abelhas com produtos químicos podem causar efeitos letais e subletais, podendo alterar o comportamento natural das abelhas comprometendo a manutenção e sobrevivência de toda colônia em longo prazo (GOMES et al., 2020). Além disso, perdas econômicas podem resultar da

diminuição dos serviços de polinização devido ao forrageamento ineficiente ou ao baixo número de abelhas presentes no campo (BRITAIN E POTTS 2011).

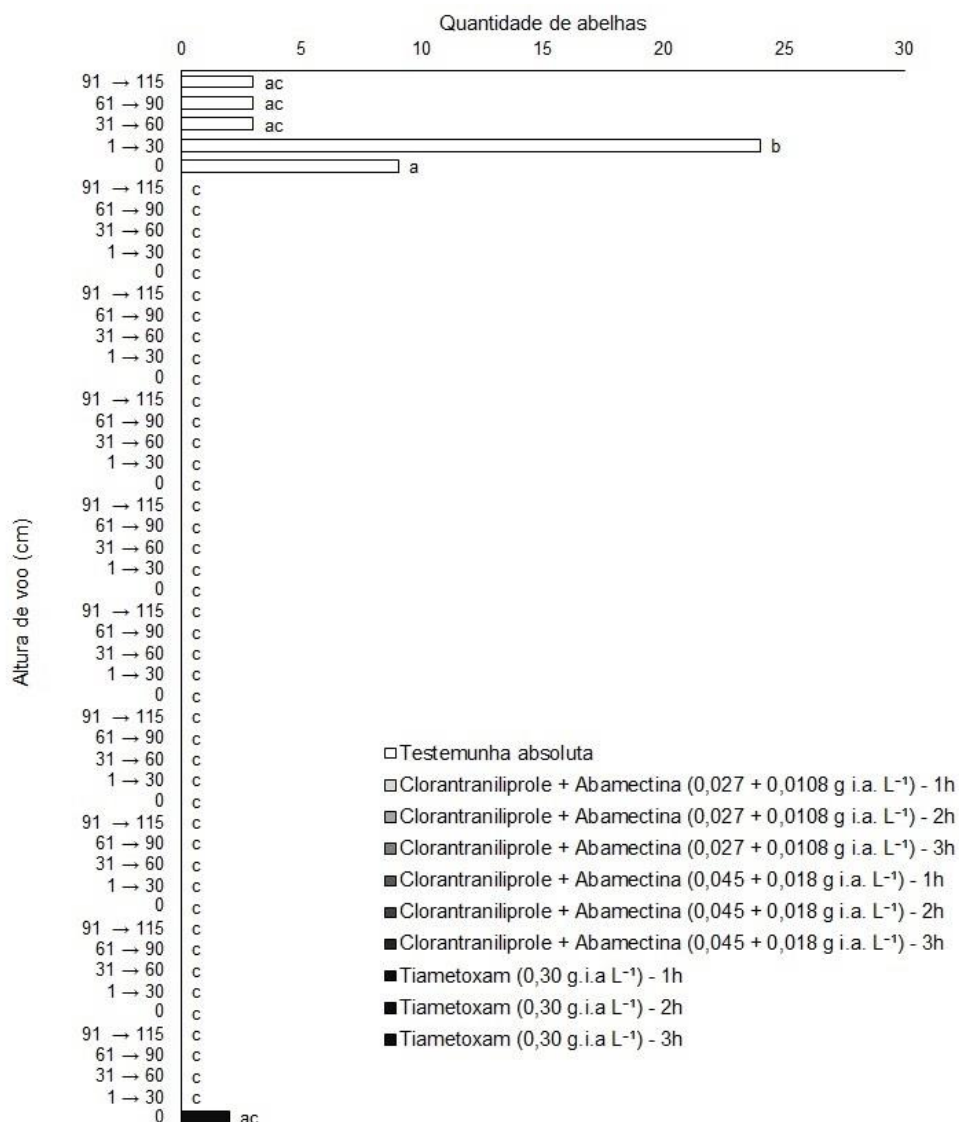


FIGURA 7: Alturas de voo de *Apis mellifera* após o contato com Clorantraniliprole + Abamectina, Pombal- PB, 2022.

5. CONCLUSÃO

O inseticida Clorantraniliprole + Abamectina demonstrou-se altamente tóxicos as abelhas *A.mellifera* quando em contato residual, ocasionando uma taxa de 100% de mortalidade, independente da dose utilizada e tempo de exposição aos resíduos após a pulverização.

Os resultados obtidos podem contribuir para novos estudos com o produto Clorantraniliprole + Abamectina tanto na cultura do melão como em outras culturas de importância econômica, sendo porta de entrada para novas avaliações com

horários de exposição mais prolongados, auxiliando o produtor a traçar estratégias de manejo menos agressivas a estes polinizadores. Vale ressaltar que a aplicação destes produtos devem ser evitadas em horários de forrageamento desses insetos, dando preferência ao período do entardecer ou a noite.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Riverside, v. 18, n. 1, p. 265-267, 1925.

AGROFIT. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 20 out. 2022.

ALBUQUERQUE, F. A.; SILVA, C. B. R.; BECCHI, L. K.; HASEGAWA, J. T.; MULLER, D. O.; KOJIMA, E. A. R. Eficácia dos inseticidas Ampligo e Voliam Targo no controle da lagarta *Anticarsia gemmatilis* Hübner na cultura da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 32., 2011. São Pedro. Anais... Londrina: Embrapa Soja, 2011b. p. 91-93.

ALCOFORADO-FILHO, F.G. Sustentabilidade do Semiárido através da apicultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., Salvador, 1998. Anais... Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura, 1998. p. 61.

BAYER. Brasil se aproveita de colheita de melão na época de entressafra da Europa para oferecer novas variedades. Disponível em: <https://www.bayer.com.br/pt/midia/brasil-se-aproveita-colheita-melao-epoca-entressafra-europa-para-oferecernovasvariedades#:~:text=O%20Brasil%20planta%20atualmente%20cerca,pr%20du%C3%A%A%C3%A3o%20brasileira%2C%20segundo%20Auristemio%20Andrade..> Acesso em: 19 out. 2022.

BORGES, F. R. P.; PASQUALOTTO, A. T.; CINTRA, W.; PARENTI, M.; FERNANDES, L. H. M. Avaliação do controle da broca do café e bicho mineiro com o uso de inseticidas do grupo químico das diamidas antranílicas. 2016.

CARMO, DAIANE DAS GRAÇAS DO; MARSARO JÚNIOR, ALBERTO LUIZ; COSTA, THIAGO LEANDRO; FARIAS, ELIZEU DE SÁ; RIBEIRO, ARTHUR VIEIRA; PICANÇO, MARCELO COUTINHO. 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., 2017.

S.M. CARVALHO.; G.A. CARVALHO.; C.F. CARVALHO, J.S.S. BUENO FILHO, A.P.M. BAPTISTA. Toxicidade de acaricidas/inseticidas empregados na citricultura para a abelha africanizada *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, p. 597-606, 2021.

CHAGAS, M. C. M.; COSTA-LIMA, T. C.; SILVA, J. R. Manejo de Pragas. In: NICK, C.; BORÉM, A. **Melão do plantio à colheita**. Editora UFV: Viçosa, 2019, p. 118-146.

CORDOVA, D.; BENNER, E. A.; SACHER, M. D.; RAUH, J. J.; SOPA, J. S.; LAHM, G. P.; SELBY, T. B.; STEVENSON, T. M.; FLEXNER, L.; GUTTERIDGE, S.; RHOADES, D. F.; WU, L.; SMITH, R. M.; TAO, Y. Anthranilic diamides: a new class of insecticides with a novel mode of action, ryanodine receptor activation. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 84, n. 3, p. 196-214, 2006.

COSTA, F. M., DE MIRANDA, S. B., DE TOLEDO, V. D. A. A., RUVOLOTAKASUSUKI, M. C. C., CHIARI, W. C., & HASHIMOTO, J. H. (2007). Desenvolvimento de colônias de abelhas *Apis mellifera* africanizadas na região de Maringá, Acta **Scientiarum. Animal Sciences**, v.29, n.1, p.101-108, 2007.

COSTA, E. M.; ARAUJO, E. L.; MAIA, A. V. P.; SILVA, F. E. L.; BEZERRA, C. E. S.; SILVA, J. G. Toxicity of insecticides used in the Brazilian melon crop to the honey bee *Apis mellifera* under laboratory conditions. **Apidologie**, v. 45, n. 1, p. 34-44, 2014.

COUTO, R.H.N.; COUTO, L.A. Apicultura: manejo e produtos. Jaboticabal: FUNEP, 2002. 191p.

CRUZ, D. O.; CAMPOS, L. A. O. **Polinização por abelhas em cultivos protegidos**. Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v.15, n.1-4, p.5-10, 2009.

DA SILVA BORGES, M. P.; DA SILVA BROCHADO, M. G.; MENDES, K. F. Impactos negativos dos pesticidas nas comunidades de abelhas. **Resultados Econômicos e de Sustentabilidade nos Sistemas nas Ciências Agrárias**. 3. ed. Atena, Ponta Grossa, Paraná, p. 1-388–416, 2020.

DELAPLANE, K.S.; MAYER, D.F. **Crop pollination by bees**. Oxon: CABI Publishing, 344 p, 2005.

DEVILLERS, J. Acute toxicity of pesticides to honey bees. In: DEVILLERS, J. & PHAMDELÈGUE, M.-H., Honey bees: **Estimating the environmental impact of chemicals**, Taylor & Francis: London, p.56-66, 2002.

DINTER, A.; BRUGGER, K. E.; FROST, N. M.; WOODWARD, M. D. **Chlorantraniliprole(Rynaxypyr): A novel DuPont™ insecticide with low toxicity and low risk for honey bees (*Apis mellifera*) and bumble bees (*Bombus***

terrestris) providing excellent tools for uses in integrated pest management. JuliusKühnArchiv, Berlin, n. 423, p. 8496, 2009.

FAO. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture – the international response. In: FREITAS, B.M.; PEREIRA, J.O.P. **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Imprensa Universitária: Fortaleza, 2004. p.19-22.

FERNANDES, O. A. Pragas do meloeiro. In: BRAGA SOBRINHO, R.; CARDOSO, J. E.; FREIRE, F. C. O. (Ed.), Pragas das fruteiras tropicais e de importância agroindustrial. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 1998. p. 181-189.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; MEDINA, L. M.; KLEINERT, A. M. P.; GALLETTO, L.; NATES-PARRA, G.; QUEZADA-EUÁN, J. J. G. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. **Apidologie**, v. 40, p. 332-346, 2009.

FONTES, P. C.R. Olericultura teoria e prática. Editora UFV: Viçosa. 2005, 409p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. Entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ, 920 p. 2002.

GALLAI, N.; SALLES, J.-M.; SATTELE, J.; VAISSIERE, B.E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, v.68, n.3, p.810-821, 2009.

GOMES, I. N; VIEIRA, K. I. C; GONTIJO, L. M; RESENDE, H. C. Honeybee survival and flight capacity are compromised by insecticides used for controlling melon pests in Brazil. **Ecotoxicology**, v. 29, p. 97107, 2020.

GUIMARÃES, J. A.; BRAGA SOBRINHO, R.; AZEVEDO, F. R; ARAÚJO, E. L; TERÃO, D.; MESQUITA, A. L. M. Manejo integrado de pragas do meloeiro, em: Braga Sobrinho, R., Guimarães, JA, Freitas, JAD, Terão, D. (Eds.), Produção Integrada de Melão. EMBRAPA Agroindústria Tropical, p. 183–199, 2008.

KLEIN, A. M.; FREITAS, B. M.; BOMFIM, G. A.; BOREUX, V.; FORNOFF, F.; OLIVEIRA, M. O. A. **Polinização Agrícola por Insetos no Brasil**. Maranguape, Unifreiburg. 2020.

KLEIN, A-M.; VAISSIÈRE, B.E.; CANE, J.H.; STEPHAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S.A.; KREMEM, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of crop pollinators in changing landscape for world crops. **Proceedings Biology Science**, v.274, p.303-313, 2007.

KREMEN, C.; WILLIAMS, N. M.; AIZEN, M. A.; GEMMILL-HERREN, B.; LEBUHN, G.; MINCKLEY, R.; PACKER, L.; POTTS, S. G.; ROULSTON, T.; STEFFAN-DEWENTER, I.; VAZQUEZ, D. P.; et al. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organism: a conceptual framework for the effects of land-use change. **Ecology Letters**, v.10, n.4, p.299-314, 2007.

KROHLING, CESAR ABEL; FERNANDES, L. H. M.; VENTURIM, C. H. P. Controle da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) com Voliam Targo em café conilon. 2016.

LAURINO, D.; PORPORATO, M.; PATETTA, A.; MANINO, A. Toxicity of neonicotinoid inseticides to honey bees: laboratory tests. **Bulletin of Insectology**, v. 64, n. 1, p. 107- 113, 2011.

LEONHARDT, S. D.; GALLAI, N.; GARIBALDI, L. A.; KUHLMANN, M.; KLEIN, A. M. Economic gain, stability of pollination and bee diversity decrease from southern to northern Europe. **Basic and Applied Ecology**, v. 14, n. 6, p. 461-471, 2013.

OLIVEIRA A. M. Aspectos Técnicos e Ambientais da Produção de Melão na Zona Homogênea Mossoroense, Com Ênfase ao Controle da Mosca-Branca e da Mosca-Minadora. Dissertação. Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA. 2008.

PADILHA, A. C.; PIOVESAN, B.; MORAIS, M. C.; PAZINI, J. B.; ZOTTI, M. J.; BOTTON, M.; GRÜTZMACHER, A. D. Toxicity of insecticides on Neotropical stingless bees *Plebeia emerina* (Friese) and *Tetragonisca fiebrigi* (Schwarz) (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Ecotoxicology**, v. 29, n. 1, p. 119-128, 2020.

PEREIRA, R. M. Caracterização da suscetibilidade a inseticidas diamidas e espinosinas em populações de *Helicoverpa armígera* (Lepidoptera: Noctuidae) do Brasil. 2017. 27f. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. 09p.

PIRES, C. S. S.; PEREIRA, F. M.; LOPES, M. T. R.; NOCELLI, R. C. F.; MALASPINA, O.; PETTIS, J. S.; TEIXEIRA, E. W. Enfraquecimento e perda de

colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD?. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 422-442, 2016.

PITTS-SINGER, T. L.; BARBOUR, J. D. Effects of residual novaluron on reproduction in alfalfa leafcutting bees, *Megachile rotundata* F. (Megachilidae). **Pest Management Science**, v. 73, n. 1, p. 153-159, 2017.

POTTS SG, BIESMEIJER JC, KREMEN C, NEUMANN P, SCHWEIGER O, KUNIN WE (2010) Declínio global de polinizadores: tendências, impactos e direcionadores. **Trends Eco Evolution** 25:345–353. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007> Reyes-Carrillo MCJL, Cano-Rios P, Camberos UM (2009).

ROSA, J. M. da; ARIOLI, C. J.; NUNES-SILVA, P.; GARCIA, F. R. M. Desaparecimento de abelhas polinizadoras nos sistemas naturais e agrícolas: existe uma explicação? **Revista de Ciências Agroveterinárias**, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 154-162, 2019.

SIQUEIRA, K. M. M.; KIILL, L. H. P.; GAMA, D. C. S. A.; COELHO, M. S. Comparação do padrão de floração e de visitação do meloeiro do tipo amarelo em Juazeiro-BA. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, Volume Especial, E. 473-478, 2011.

SOUSA, R. M.; AGUIAR, O. S.; FREITAS, B. M.; MARACAJÁ, P. B.; AZEVEDO, A. E. C. Requerimentos de polinização do meloeiro (*Cucumis melo* L.) no município de Acaraú – CE. **Revista Caatinga**, Mossoró, Brasil, v.22, n.1, p.238-242, 2009.

SOUSA, C. A. E., AUGUSTO, L. P., MENDONÇA, A. J. T., COSTA, E. M. Toxicidade de clorantraniliprole e ciantraniliprole, nas doses recomendadas para cucurbitáceas, sobre *Apis mellifera* L. **Caderno Verde De Agroecologia E Desenvolvimento Sustentável**, v. 8. n.1, p.12,2018.

TEIXEIRA, L. S. Métodos para determinação de avermectinas em diferentes matrizes. (2015). 30f. Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, 2015. 01p.

TOMÉ, H. V. V.; BARBOSA, W. F.; MARTINS, G. F.; GUEDES, R. N. C. Spinosad in the native stingless bee *Melipona quadrifasciata*: regrettable non-target toxicity of a bioinsecticide. **Chemosphere**, v. 124, p. 103-109, 2015.

TRINDADE M. S. de A.; SOUSA A. H.; VASCONCELOS W. E. et al. Avaliação da polinização e estudo comportamental de *Apis mellifera* L. na cultura do meloeiro em Mossoró, RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. sem.1. 2004. v.4, nº 1.

VILLALBA, A. et al. Influence of land use on chlorpyrifos and persistent organic pollutant levels in honeybees, bee bread and honey: Beehive exposure assessment. **Science of the Total Environment**, v. 713, 2020.

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.