



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

RESIDUAL TOXICITY OF CHLORANTRANILIPROLE + ABAMECTIN IN MELON LEAVES ON *Apis mellifera*

Maressa Isma Liberalino da Silva

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-3453-1471>
E-mail: maressaisma@gmail.com

Emanoely Karoliny Santos da Silva

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1361-6341>
E-mail: emanoelyka@gmail.com

Ewerton Marinho da Costa

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4993-7817>
E-mail: ewerton.marinho@professor.ufcg.edu.br

Tiago Augusto Lima Cardoso

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5067-0545>
E-mail: tiagoipj@yahoo.com.br

Roberto Cleiton Fernandes de Queiroga

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7797-8408>
E-mail: roberto.cleiton@professor.ufcg.edu.br

Elton Lucio Araujo

Universidade Federal Rural do Semi Árido - UFERSA, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8274-502X>
E-mail: elton@ufersa.edu.br

Submetido: 14 set. 2024.

Aprovado: 3 fev. 2025.

Publicado: 15 mar. 2025.

E-mail para correspondência:

emanoelyka@gmail.com

Resumo: Nas áreas de cultivo do meloeiro (*Cucumis melo*) é imprescindível o uso de inseticidas para o controle de pragas, o que pode gerar impacto nas populações de abelhas, como *Apis mellifera*. Neste contexto, conhecer a toxicidade de inseticidas sobre as abelhas é fundamental para conservação de polinizadores em áreas agrícolas. Portanto, objetivou-se avaliar a toxicidade residual de doses comerciais do inseticida Clorantraniliprole + Abamectina sobre *A. mellifera* em folhas de meloeiro. O experimento foi realizado sob condições de



laboratório, em delineamento inteiramente casualizado, distribuído em um fatorial 4x3, constituído por duas doses comerciais do inseticida Clorantraniliprole + Abamectina (0,0108 g i.a/L⁻¹ de Abamectina + 0,027 g i.a/L⁻¹ de Clorantraniliprole e 0,018 g i.a/L⁻¹ de Abamectina + 0,045 g i.a/L⁻¹ de Clorantraniliprole), testemunha absoluta (água destilada) e testemunha positiva (Tiametoxam: 0,3 g i.a/L⁻¹) em função de três tempos de exposição (1h, 2h e 3h após a pulverização). Foram avaliadas a mortalidade e as funções motoras durante 1h, 2h, 3h, 4h, 5h, 6h, 12h, 24h e 48h horas após a exposição, além disso, foi realizada análise da capacidade de voo das abelhas sobreviventes. O inseticida Clorantraniliprole + Abamectina, independente da dose e tempo de exposição, ocasionou 100% de mortalidade sobre *A. mellifera*. 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 intervalo de tempo após a pulverização.

Palavras-chave: Abelha melífera. Mortalidade. Inseticidas. Polinizador.

Abstract: In melon (*Cucumis melo*) growing areas, it is essential to use insecticides to control pests, what the can impact bee populations, such as *Apis mellifera*. In this context, knowing the toxicity of insecticides on bees is essential for the conservation of pollinators in agricultural areas. Therefore, the objective was to evaluate the residual toxicity of commercial doses of the insecticide Clorantraniliprole + Abamectin on *A. mellifera* in melon leaves. The experiment was conducted under laboratory conditions, in a completely randomized design and a 4x3 factorial scheme, consisting of two commercial doses of the insecticide Clorantraniliprole + Abamectin (0.0108 g a.i./L⁻¹ of Abamectin + 0.027 g a.i./L⁻¹ of Chlorantraniliprole and 0.018 g a.i./L⁻¹ of Abamectin + 0.045 g a.i./L⁻¹ of Chlorantraniliprole), absolute control (distilled water) and positive control (thiamethoxam: 0.3 g a.i./L⁻¹) in three exposure times (1h, 2h and 3h) after spraying. Mortality and motor functions were evaluated during 1h, 2h, 3h, 4h, 5h, 6h, 12h, 24h and 48h hours after exposure, in addition, an analysis of the flight capacity of the surviving bees was carried out. The insecticide Chlorantraniliprole + Abamectin, regardless of dose and exposure time, caused 100% mortality in *A. mellifera*. 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 time interval after spraying.

Keywords: Mellifera bee. Mortality. Insecticides. Pollinator.

Introdução

A abelha africanizada (*Apis mellifera* L.) (Hymenoptera: Apidae) destaca-se como uma das mais utilizadas para a polinização de espécies cultivadas em virtude do fácil manejo e tamanho das colônias, além da sua eficiência e rapidez nesse processo quando comparadas a outros polinizadores^(1, 2). 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, caso contrário os frutos tendem a ficar pequenos e deformados ^(2, 3).

É importante ressaltar que a inserção de colmeias de *A. mellifera* nas proximidades das áreas de produção de melão é uma prática de manejo essencial que garante eficiência na polinização e conseqüentemente a produção de frutos ^(4, 5, 2). Contudo, durante o cultivo do meloeiro é imprescindível o uso de inseticidas para o controle de pragas, gerando o desafio de conciliar as aplicações com a conservação das abelhas em campo.

Nos últimos anos, pesquisadores tem alertado para redução nas populações de polinizadores em áreas agrícolas de todo o mundo devido a múltiplos fatores, dentre os quais se destaca o uso inseticidas nas lavouras ^(6, 7). Em condições de campo, uma das formas de exposição das abelhas aos inseticidas é por meio do contato com resíduos em partes vegetais contaminadas, como por exemplo nas folhas após uma pulverização ^(8, 9, 10), o que pode gerar mortalidade ou efeitos subletais, como paralisia e redução de capacidade de voo ^(11, 12).

No Brasil, são poucos os trabalhos que avaliaram a toxicidade residual de inseticidas em folhas de meloeiro sobre *A. mellifera*. Em relação ao produto comercial formulado a base de Clorantraniliprole + Abamectina, que fazem parte dos inseticidas que atuam como moduladores dos receptores de rianodina e moduladores alostéricos de canais de cloro mediados pelo glutamato, respectivamente ⁽¹³⁾, ainda são escassas as informações sobre sua letalidade e efeitos subletais em abelhas *A. mellifera*. 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 ^(14, 15, 11). Já o contato com resíduos do inseticida Abamectina em folhas de meloeiro após uma hora da pulverização, foi extremamente tóxico a *A. mellifera* ⁽¹⁶⁾, entretanto, não está claro se em períodos de tempo superiores a uma hora após a pulverização o efeito letal é mantido.

Considerando que 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 ⁽¹⁷⁾, é imprescindível o desenvolvimento de pesquisas sobre o tema. Diante do exposto, 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.



Metodologia

O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Pombal, Paraíba, Brasil. Para o desenvolvimento da pesquisa foram utilizadas operárias adultas de *A. mellifera* coletadas em quadros de melgueira de três colônias mantidas no apiário do CCTA/UFCG. As abelhas foram coletadas entre as 06h00 e 07h00 e acondicionadas em recipientes plásticos de 1000 mL com a extremidade parcialmente coberta com tecido voal, sendo em seguida transportadas para o laboratório.

O inseticida avaliado foi o Clorantraniliprole + Abamectina (nome comercial Voliam targo® nas doses mínima (300 mL/ha: 0,0108 g i.a/L⁻¹ de Abamectina + 0,027 g i.a/L⁻¹ de Clorantraniliprole) e máxima (500 mL/ha: 0,018 g i.a/L⁻¹ de Abamectina + 0,045 g i.a/L⁻¹ de Clorantraniliprole) recomendada pelo fabricante para o controle de pragas em meloeiro. Para testemunha positiva foi utilizado o inseticida Tiametoxam (Actara®) na dose máxima (600 g/ha: 0,3 g i.a/L⁻¹) registrada para o controle de pragas no meloeiro ⁽¹⁸⁾ e como testemunha absoluta foi utilizada água destilada. O preparo da calda em laboratório respeitou a proporção recomendada pelo fabricante, considerando volume médio de aplicação de 500 L/ha, sendo a diluição feita para o volume de 1 litro.

O bioensaio foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, distribuído em um fatorial 4X3, sendo uma testemunha absoluta (pulverizada com água destilada), uma testemunha positiva (Tiametoxam 0,3 g i.a/L⁻¹) e duas doses doses do inseticida Clorantraniliprole + Abamectina (0,0108 g i.a/L⁻¹ de Abamectina + 0,027 g i.a/L⁻¹ de Clorantraniliprole e 0,018 g i.a/L⁻¹ de Abamectina + 0,045g i.a/L⁻¹ de Clorantraniliprole), em função de três tempos distintos de exposição após a pulverização (1h, 2h e 3h). Foram utilizadas 10 repetições por tratamento, sendo cada unidade experimental formada por 10 abelhas adultas.

Para avaliar a toxicidade residual do inseticida, foram produzidas plantas de meloeiro amarelo em casa de vegetação do CCTA/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. As plantas selecionadas foram pulverizadas



com os supracitados tratamentos, com cada uma das doses (mínima e máxima), utilizando-se pulverizador manual.

Em seguida, as plantas foram separadas em três grupos antes de colocar as abelhas em contato com as folhas: Grupo 1 – 1h de secagem, Grupo 2 – 2h de secagem e Grupo 3 – 3h 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.

Foram avaliadas a mortalidade e os distúrbios motores (prostração, tremores, paralisia, etc.) a 1h, 2h, 3h, 4h, 5h, 6h, 12h, 24h e 48h após o início da exposição ao inseticida nas folhas ⁽¹⁶⁾. As abelhas foram consideradas como mortas quando não apresentaram movimentos no momento das observações, mesmo recebendo estímulos mecânicos.

A capacidade de voo foi avaliada para as abelhas que sobreviveram após 48 horas de exposição aos tratamentos. Salienta-se que, devido ao número de abelhas utilizadas no bioensaio, foi estabelecido o limite máximo de 50 abelhas para avaliação da capacidade de voo por tratamento. Para avaliar a atividade de voo foram utilizadas torres de voo ⁽¹¹⁾, construída em madeira, com dimensões de 35 x 35 x 115 cm, sendo revestida com plástico resistente e transparente, fita métrica nas laterais e com uma lâmpada fluorescente na sua parte superior, para que quando acesa, estimulasse o fototropismo positivo das abelhas.

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 apresentou cinco níveis de altura: 1 (base da torre), 2 (de 1 cm a 30 cm de altura), 3 (de 31 cm a 60 cm de altura), 4 (de 61 cm a 90 cm de altura) e 5 (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. Salienta-se que as avaliações ocorreram



em sala escura, sob temperatura média ambiente de $26^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e UR de $65 \pm 10\%$, e que a única fonte de luz foi a lâmpada instalada no topo da torre.

A porcentagem de mortalidade foi calculada para cada tratamento e corrigida usando a equação de Abbott ⁽¹⁹⁾, sendo em seguida aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ⁽²⁰⁾ a nível de 5% de significância, seguido do teste de Wilcoxon. Os dados de sobrevivência dos adultos foram analisados utilizando-se o pacote Survival ⁽²¹⁾ do software R ⁽²²⁾ 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, apenas os tratamentos que tiveram abelhas sobreviventes foram inclusos nas análises. As diferenças na quantidade de abelhas que atingiram cada nível de altura na torre de voo foram investigadas aplicando-se o teste de Wilcoxon. Também foram comparadas as porcentagens de abelhas capazes e não capazes de voar utilizando-se o mesmo teste. Foram consideradas significativas as diferenças que apresentaram valor de probabilidade de $p < 0,05$. As análises foram realizada no programa R 4.2.2 ⁽²²⁾.

Resultados e Discussão

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 da exposição aos inseticidas (Tabela 1).

Tabela 1 – Porcentagem de mortalidade (Média \pm Desvio Padrão) de abelhas *Apis mellifera* expostas ao inseticida Clorantraniliprole + Abamectina em duas doses recomendadas (mínima e máxima) e às testemunhas absoluta (água destilada) e positiva (Tiametoxam).

Tratamento	Tempo após a aplicação dos inseticidas	% Mortalidade (Média \pm DP)
Testemunha absoluta	1h	0.0 \pm 0.0 b ¹
Testemunha absoluta	2h	0.0 \pm 0.0 b
Testemunha absoluta	3h	0.0 \pm 0.0 b
Clorantraniliprole + Abamectina (0,027 + 0,0108 g i.a. L ⁻¹)	1h	100.0 \pm 0.0 a
Clorantraniliprole + Abamectina (0,027 + 0,0108 g i.a. L ⁻¹)	2h	100.0 \pm 0.0 a



Clorantraniliprole + Abamectina (0,027 + 0,0108 g i.a. L ⁻¹)	3h	100.0 ± 0.0 a
Clorantraniliprole + Abamectina (0,045 + 0,018 g i.a. L ⁻¹)	1h	100.0 ± 0.0 a
Clorantraniliprole + Abamectina (0,045 + 0,018 g i.a. L ⁻¹)	2h	100.0 ± 0.0 a
Clorantraniliprole + Abamectina (0,045 + 0,018 g i.a. L ⁻¹)	3h	100.0 ± 0.0 a
Tiametoxam (0,30 g i.a L ⁻¹)	1h	100.0 ± 0.0 a
Tiametoxam (0,30 g i.a L ⁻¹)	2h	100.0 ± 0.0 a
Tiametoxam (0,30 g i.a L ⁻¹)	3h	96.9 ± 6.5 a

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

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

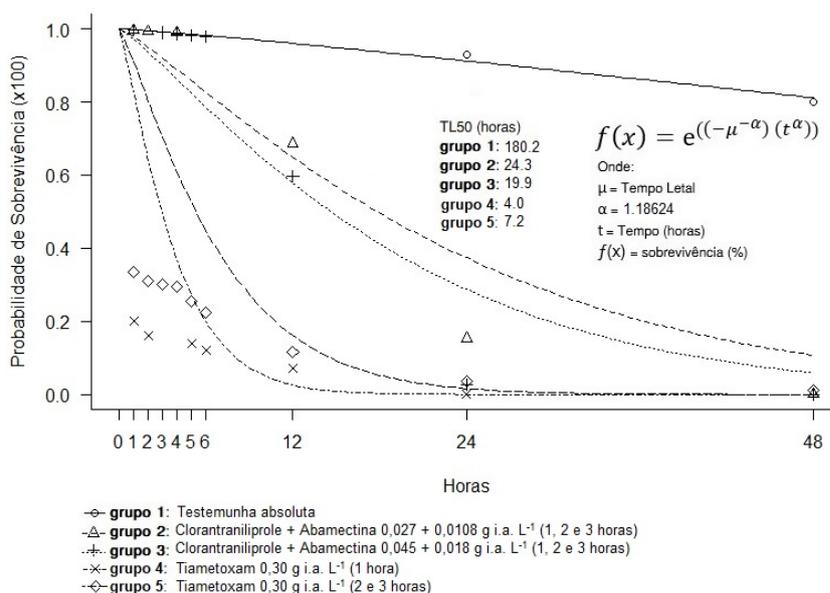
O ingrediente ativo Abamectina presente no inseticida avaliado pode ser apontado como a causa do alto índice de mortalidade observado, pois em avaliações isoladas já foi relatado como altamente tóxico para *A. mellifera* via residual e em diferentes doses ^(23,16). Isso pode ser explicado pelo fato da Abamectina ser um inseticida de largo espectro de ação, que age nos canais de cloro, aumentando a permeabilidade deste íon ⁽¹³⁾. Além disso e reforçando a informação anterior, alguns pesquisadores relatam baixa toxicidade de Clorantraniliprole, o outro ingrediente ativo presente no inseticida avaliado, para adultos de *A. mellifera*. Gomes *et al* ⁽¹¹⁾ avaliaram inseticidas frequentemente aplicados no cultivo do meloeiro e após 48h de aplicação, verificaram que o Clorantraniliprole não causou mortalidade significativa em comparação ao controle em bioensaios de contato, porém afetou a capacidade de voo dos insetos avaliados. A baixa mortalidade relatada para Clorantraniliprole avaliado de maneira isolada pode ser devido ao mecanismo de ação do produto, que é considerado um inseticida seletivo e específico para larvas de lepidópteros praga ^(24, 25, 26).

Em relação aos distúrbios motores, a partir das 4h após início da exposição aos resíduos de Clorantraniliprole + Abamectina, as abelhas apresentaram comportamento de fuga, aglomerando-se nas laterais e parte superior das arenas. Em seguida, mostraram-se agitadas com maior atividade motora e bater de asas, culminando posteriormente em prostração e paralisia antes da morte. Apesar de possuírem mecanismos de ação diferentes, ambos os ingredientes ativos atuam no sistema nervoso e musculatura dos insetos, o que pode explicar os distúrbios motores observados ⁽¹³⁾. Os resultados obtidos demonstram que o Clorantraniliprole + Abamectina, 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 (27, 28, 16).

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 1).

Figura 1 - Sobrevivência (%) de operárias de *Apis mellifera* após o contato com folhas de meloeiro (*Cucumis melo* L.) pulverizadas com inseticidas e tempos letais medianos (TL₅₀) em horas.



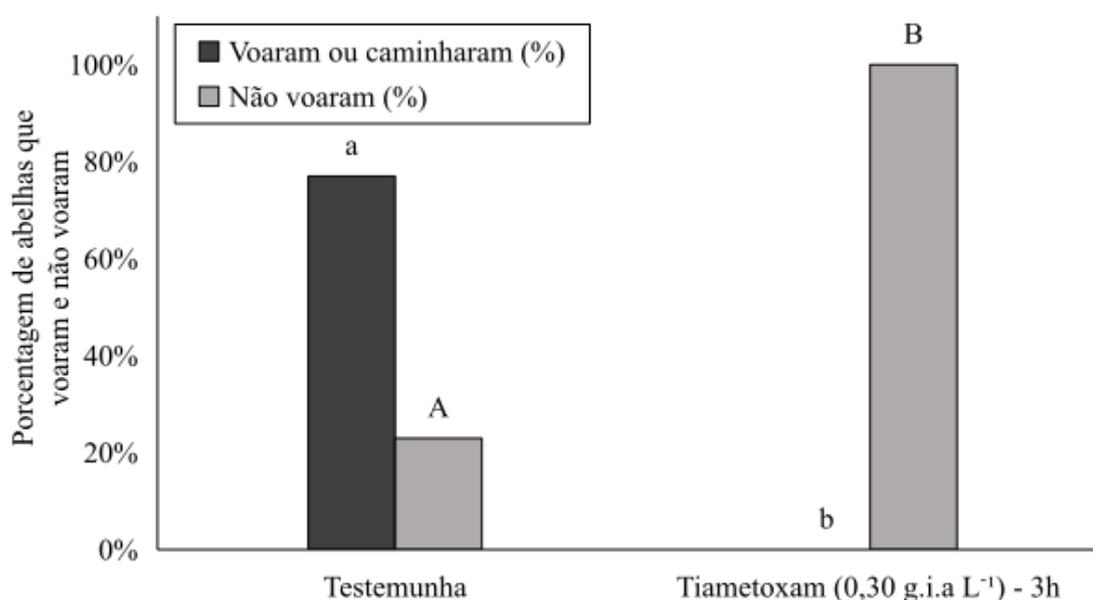
Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O Clorantraniliprole + Abamectina apresentou TL₅₀ de 24,3 horas e 19,9 horas para as 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 1h após a pulverização e 7,2 horas para 2h e 3h horas após a pulverização. Observando os resultados é possível perceber que apesar do Clorantraniliprole + Abamectina causar alto efeito letal, assim como o Tiametoxam, diferiram em relação a velocidade de mortalidade, com

Clorantraniliprole + Abamectina causando mortalidade mais lentamente. É importante destacar que em outros modos de exposição, como o contato direto com gotículas de pulverização e a ingestão de dieta contaminada, Clorantraniliprole + Abamectina também reduziu a sobrevivência de *A. mellifera* nas doses registradas para uso em meloeiro ⁽²⁹⁾, evidenciando que independente do modo de exposição é nocivo as abelhas.

Para a avaliação da capacidade de voo foram utilizadas as abelhas sobreviventes dos tratamentos testemunha absoluta e testemunha positiva. As abelhas expostas ao Clorantraniliprole + Abamectina não foram incluídas, pois todos os indivíduos morreram até as 48h. Foi observado que 80% das abelhas expostas a testemunha absoluta conseguiram voar e 20% caminharam e se mantiveram na base da torre sem apresentar distúrbios motores, enquanto as sobreviventes que foram expostas ao Tiametoxam após 3 horas da pulverização não conseguiram voar e apresentaram distúrbios motores como paralisia, tremores e prostração (Figura 2).

Figura 2 - Capacidade de voo (%) de *Apis mellifera* após o contato com resíduos do inseticida Tiametoxam em folhas de meloeiro (*Cucumis melo* L.)



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).



Em relação à altura de voo alcançada pelas abelhas, as sobreviventes expostas ao inseticida Tiametoxam se mantiveram na base da torre (0 cm), pois demonstraram estar debilitadas e sem condições de voo. As abelhas do tratamento testemunha absoluta (água destilada) atingiram diferentes níveis de alturas de voo. Cerca de 11 abelhas mantiveram-se na base caminhando, 24 atingiram uma altura entre 1,0 e 30 cm, 3 de 31 a 60 cm, 3 de 61 a 90 cm e 3 atingiram uma altura de 91 cm ou até o topo da torre (Tabela 2).

Tabela 2 - Quantidade de abelhas que atingiu cada nível de altura na torre de voo e P-valor do teste Wilcoxon para a diferença entre os tratamentos em cada altura.

Altura (cm)	Tratamento	Número de abelhas*	Média	DP	P-valor
0	Testemunha absoluta	9	0.9	± 0,9	0,06205
	Tiametoxam (3 horas)	2	0.2	± 0,4	
1 → 30	Testemunha absoluta	24	2.4	± 1,6	0,0002209
	Tiametoxam (3 horas)	0	0	± 0	
31 → 60	Testemunha absoluta	3	0.3	± 0,6	0,1681
	Tiametoxam (3 horas)	0	0	± 0	
61 → 90	Testemunha absoluta	3	0.3	± 0,4	0,07672
	Tiametoxam (3 horas)	0	0	± 0	
91 → 115	Testemunha absoluta	3	0.3	± 0,4	0,07672
	Tiametoxam (3 horas)	0	0	± 0	

*Foram utilizadas 42 abelhas expostas ao tratamento testemunha absoluta, pois 8 abelhas das 50 selecionadas morreram durante as avaliações.

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Pesquisadores relatam que o contato das abelhas com produtos químicos pode causar efeitos letais e subletais, podendo alterar o comportamento natural das abelhas, como por exemplo a capacidade de voo, e comprometer a manutenção e sobrevivência de toda colônia em longo prazo ^(11, 12). 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 ⁽³⁰⁾.



Considerações Finais

Em condições de laboratório, o inseticida Clorantraniliprole + Abamectina, independente do tempo de exposição após a pulverização, foi altamente tóxico para *A. mellifera* após o contato com resíduos do produto em folhas de meloeiro. Os resultados obtidos neste estudo irão auxiliar aos produtores a traçarem estratégias de manejo menos agressivas a abelha *A. mellifera*, contribuindo com a preservação e manutenção deste polinizador em áreas agrícolas. Além disso, os resultados também serão utilizados para subsidiar novas pesquisas, especialmente em campo, visando mitigar ao máximo os riscos da exposição da abelha melífera aos resíduos de Clorantraniliprole + Abamectina em folhas de meloeiro.

Referências

1. Pires CSS, Pereira FM, Lopes MTR, Nocelli RCF, Malaspina O, Pettis JS, et al. Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD? Pesq Agrop Bras. 2016;51(5):1-21. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000500003>.
2. Klein AM, Freitas BM, Bomfim GA, Boreux V, Fornoff F, Oliveira MO. A Polinização Agrícola por Insetos no Brasil: Um Guia para Fazendeiros, Agricultores, Extensionistas, Políticos e Conservacionistas. Natu Cons and Land Ecol. 2020;149:1-162. doi: <https://doi.org/10.6094/UNIFR/151237>.
3. Fontes PCR. Olericultura teoria e prática. Viçosa: Editora UFV; 2005.
4. Trindade MAS, Sousa AH, Vasconcelos WE, Freitas RS, Silva AMA, Pereira DS, et al. Avaliação da polinização e estudo comportamental de *Apis mellifera* L. na cultura do meloeiro em Mossoró, RN. Rev Bio Cien Terra. 2004;4:1-11.
5. Sousa RM, Aguiar OS, Freitas BM, Maracajá PB, Azevedo AEC. Requerimentos de polinização do meloeiro (*Cucumis melo* L.) no município de Acaraú-CE. Rev Caatinga. 2009;22(1):238-242.
6. Abati R, Sampaio AR, Maciel RMA, Colombo FC, Libardoni G, Battisti L, et al. Bees and pesticides: The research impact and scientometrics relations. Environ Sci Pollut Res. 2021;28:32282-32298. doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14224-7>.
7. Milford AB, Hatteland BA, Ursin LO. The responsibility of farmers, public authorities and consumers to protect bees from harmful pesticides. J Agric Environ Ethics. 2022;35(13). doi: <https://doi.org/10.1007/s10806-022-09889-0>.



8. Delaplane KS, Mayer DF. Crop pollination by bees. Oxon: CABI Publishing; 2005.
9. Koch H, Weiber P. Exposure of honey bees during pesticide application under field conditions. *Apidologie*. 1997;28(6):439-447. doi: <https://doi.org/10.1051/apido:19970610>.
10. Heard MS, Baas J, Dorne JL, Lahive E, Robinson AG, Rortais A, et al. Comparative toxicity of pesticides and environmental contaminants in bees: Are honey bees a useful proxy for wild bee species? *Sci Total Environ*. 2017;578:357-365. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.180>.
11. Gomes IN, Vieira KIC, Gontijo LM, Resende HC. Honeybee survival and flight capacity are compromised by insecticides used for controlling melon pests in Brazil. *Ecotoxicol*. 2020;29:97-107. doi: <https://doi.org/10.1007/s10646-019-02145-8>.
12. Tosi S, Sfeir C, Carnesecchi E, vanEngelsdorp D, Chauzat MP. Lethal, sublethal, and combined effects of pesticides on bees: A meta-analysis and new risk assessment tools. *Sci Total Environ*. 2022;844:1-12. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156857>.
13. Irac (Comitê de Ação a Resistência a Inseticidas). Versão 9.1. 2018. [citado 10 de fev. 2025]. Disponível em: <https://www.iracbr.org/modo-de-ao-de-inseticidas-e-acaricidas>.
14. Dorneles AL, Vicari CC, De Carvalho FG, Sattler A, Blochtein B, Marsaro Júnior 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.
15. Carmo DDG, Marsaro Júnior AL, Costa TL, Farias E, Ribeiro AV, Picanço MC. 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.
16. Costa EM, Araujo EL, Maia AVP, Silva FEL, Bezerra CES, Silva JG. Toxicity of insecticides used in the Brazilian melon crop to the honey bee *Apis mellifera* under laboratory conditions. *Apidologie*. 2014;45:34-44. doi: <https://doi.org/10.1007/s13592-013-0226-5>.
17. Pinheiro JN, Freitas BM. Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros. *Oec Australis*. 2010;14:266-281.
18. Agrofit. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. [citado 26 abr. 2024]. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons.
19. Abbott WS. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J Econ Entomol*. 1925;18:265-267.
20. Kruskal WH, Wallis WA. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *J Amer Stat Assoc*. 1952;47:583-621. doi: <https://doi.org/10.1080/01621459.1952.10483441>.



21. Therneau T, Lumley T. survival: Survival analysis, including penalised likelihood. R packageversion. 2010; 2: 36-2.
22. R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. 2011. [citado 14 fev. 2024]. Disponível em: <http://www.R-project.org/>.
23. Carvalho SM, Carvalho GA, Carvalho CF, Bueno Filho JDS, Baptista APM. Toxicidade de acaricidas/inseticidas empregados na citricultura para a abelha africanizada *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae). Arq Inst Biol. 2009;76:597-606. doi: <https://doi.org/10.1590/1808-1657v76p5972009>.
24. Cordova D, Benner EA, Sacher MD, Rauh JJ, Sopa JS, Lahm GP, et al. Anthranilic diamides: A new class of insecticides with a novel mode of action, ryanodine receptor activation. Pest Biochem Physiol. 2006;84(3):196-214. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2005.07.005>.
25. Sattelle DB, Cordova D, Cheek TR. Insect ryanodine receptors: Molecular targets for novel pest control chemicals. Invert Neurosci. 2008;8:107. doi: <https://doi.org/10.1007/s10158-008-0076-4>.
26. Dinter A, Brugger K. Chlorantraniliprole: 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. In: Hazards of Pesticides to Bees – 10th International Symposium of the ICP-Bee Protection Group Acute. p. 84-96, 2009.
27. Laurino D, Porporato M, Patetta A, Manino A. Toxicity of neonicotinoid insecticides to honey bees: Laboratory tests. Bull Insectol. 2011;64:107-113.
28. Araujo WL, Godoy MS, Maracaja PB, Coelho WAC, Silva BKA, Rugama AJM, et al. Toxicity of neonicotinoids used in melon culture towards *Apis mellifera* L. Afr J Agric Res. 2017;12(14):1204-1208. doi: <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11843>.
29. Costa EM, Barros CHP, Silva KO, Mendonça AJTM, Cardoso TAL, Bezerra CES, et al. Toxicity of anthranilamides used in cucurbit cultivation on *Apis mellifera*. Comunicata Sci. 2024;15:1-6. doi: <https://doi.org/10.14295/cs.v15.4075>.
30. Brittain C, Potts SG. The potential impacts of insecticides on the life-history traits of bees and the consequences for pollination. Basic Appl Ecol. 2011;12(4):321-331. doi: <https://doi.org/10.1016/j.baae.2010.12.004>.



10.31072/rcf.v15i2.1484

Este é um trabalho de acesso aberto e distribuído sob os Termos da *Creative Commons Attribution License*. A licença permite o uso, a distribuição e a reprodução irrestrita, em qualquer meio, desde que creditado as fontes originais.



Open Access