AGRARIAN
OPEN ACCESS
e-ISSN: 1984-2538

Toxicidade de Imidacloprido + Beta Ciflutrina sobre a abelha africanizada *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae)

Toxicity of Imidacloprid + Beta-Cyfluthrin to the africanized honey bee Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae)

Vitor da Silva Rodrigues
Universidade Federal de Campina Grande
E-mail: vitor.ufcg.123@gmail.com
OrcID: https://orcid.org/0000-0002-5371-4942

Leandro Clemente da Conceiçao
Universidade Federal de Campina Grande
E-mail: leandro.clemente15@gmail.com
OrcID: https://orcid.org/0000-0001-9304-4106

Allysson Jonhnny Torres Mendonça
Universidade Federal de Campina Grande
E-mail: allyssonjonhnny@hotmail.com
OrcID: https://orcid.org/0000-0002-0446-6970

Caio Araújo Esmael de Sousa
Universidade Federal de Campina Grande
E-mail: caio_araujo_pb@hotmail.com
OrcID: https://orcid.org/0000-0001-9483-4118

Ewerton Marinho da Costa
Universidade Federal de Campina Grande
E-mail: ewertonmarinho10@hotmail.com
OrcID: http://orcid.org/0000-0003-4993-7817

Resumo: O uso abusivo de pesticidas tem proporcionado o desaparecimento de abelhas em áreas agrícolas, sendo uma das causas do Distúrbio do Colapso das Colônias e das perdas de colônias em todo o mundo. Para preservar polinizadores em áreas agrícolas é necessário conhecer sobre os impactos dos pesticidas sobre esses agentes. Objetivou-se com o trabalho avaliar a toxicidade do inseticida Imidacloprido + Beta Ciflutrina, nas doses mínima e máxima recomendada pelo fabricante para o controle de pragas em meloeiro, sobre operárias adultas da abelha *Apis mellifera*. A toxicidade de Imidacloprido + Beta Ciflutrina foi avaliada por meio de duas formas distintas de

Esta obra está licenciada com uma licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil

AGRARIAN
OPEN ACCESS
e-ISSN: 1984-2538

exposição das abelhas ao produto: pulverização direta e ingestão de dieta contaminada. Após a exposição, foram avaliadas a mortalidade e o comportamento das abelhas por um período de 72 horas. Independente da dose, o inseticida Imidacloprido + Beta-Ciflutrina foi extramamente tóxico sobre a *A. mellifera* via pulverização direta, ocasionando 100% de mortalidade e apresentando TL_{50} de 3,85 h. Já via oral, Imidacloprido + Beta-Ciflutrina foi menos tóxico para *A. mellifera,* apresentando TL_{50} de 32,98h. Os resultados obtidos reforçam a necessidade de atenção no momento de aplicação de inseticidas nas lavouras de meloeiro, especialmente durante o período de floração e forrageamento das abelhas melíferas.

Palavras-chave: Abelha melifera. Desordem do colapso das colônias. Inseticida. Mortalidade. Perdas de colônias.

Abstract: The abusive use of pesticides has caused to the disappearance of bees in agricultural areas, being one of the causes of Colony Collapse Disorder and colony losses worldwide. To preserve the pollinators in agricultural areas, it is necessary to know about the impacts of pesticides on these agents. The aim of this study was to evaluate the toxicity of the insecticide Imidacloprid + Beta-Cyfluthrin, at the minimum and maximum doses recommended by the manufacturer for pest control in melon crop, on adult workers of the honey bee *Apis mellifera*. The toxicity of Imidacloprid + Beta-Cyfluthrin was evaluated by means of two different ways of exposure of the bees to the product: direct spraying and ingestion of contaminated diet. After exposure, the mortality and behavior of the bees were evaluated for a period of 72 hours. Regardless of the dose, the insecticide Imidacloprid + Beta-Cyfluthrin was extremely toxic to *A. mellifera* via direct spray, causing 100% mortality and presenting a TL50 of 3.85 h. Orally, Imidacloprid + Beta-Cyfluthrin was less toxic to *A. mellifera*, presenting a TL50 of 32.98 h. The results reinforce the need for attention when applying insecticides to melon crops, especially during period the flowering and foraging of honey bees.

Keywords: Honey bee. Colony Collapse Disorder. Insecticide. Mortality. Colony losses.

Data de recebimento: 14/01/2021
Data de aprovação: 01/04/2021
DOI: https://doi.org/10.30612/agrarian.v14i53.13330

1 Introdução

A abelha *Apis mellifera* Linnaeus (Hymenoptera: Apidae) é fundamental para polinização de diversas espécies vegetais exploradas economicamente, como por exemplo, as pertencentes a família botânica Curcubitaceae. Em cultivos comerciais de meloeiro (*Cucumis melo* L.) a adição de colmeias da abelha *A. mellifera* é uma das práticas de manejo essenciais, pois garante a polinização satisfatória e, consequentemente, a obtenção de frutos (Sousa, 2009; Klein *et al*., 2020), o que torna imprescindível a preservação dessa abelha nas áreas de produção.

Esta obra está licenciada com uma licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil

Contudo, durante seu cultivo o meloeiro é severamente atacado por insetos-praga e o controle o químico, por meio do uso de inseticidas sintéticos, é o principal método de controle utilizado (Guimarães *et al*., 2008). Sabe-se que o uso abusivo de pesticidas tem proporcionado o desaparecimento de abelhas em áreas agrícolas, sendo uma das causas da "Colony Collapse Disorder" (CCD) (VanEngelsdorp *et al*., 2009; Pires *et al*., 2016) e das perdas de colônias no Brasil (Castilhos *et al*., 2019). Nesse cenário, um dos grandes desafios é realizar o controle químico sem prejudicar as abelhas.

Em campo, as abelhas podem entrar em contato com os pesticidas basicamente de três formas, contato direto com as gotículas de uma pulverização, residuos nas plantas e também pela ingestão de néctar e coleta de pólen contaminados (Klein *et al.,* 2007; Silva *et al.,* 2015; Cham *et al*., 2017; Heard *et al*., 2017). Os impactos da exposição são principalmente sobre as operárias durante o forrageamento, mas podem atingir toda a colônia (Barganska *et al*., 2016; Cham *et al*., 2017).

Diante disso, é crescente o número de pesquisas visando avaliar a toxicidade de inseticidas sobre abelhas. No Brasil, trabalhos foram realizados com a finalidade de verificar a toxicidade de inseticidas utilizados em cultivo de meloeiro sobre *A. mellifera,* sendo os neonicotinoides Tiametoxam, Imidacloprido e Acetamiprido considerados extremamente tóxicos a esta abelha (Costa *et al*., 2014; Araujo *et al*., 2017).

Especificamente para o inseticida constituído por Imidacloprido + Beta-Ciflutrina, nas doses registradas para uso em meloeiro, não existem informações relacionadas a toxicidade sobre *A. mellifera* em diferentes formas de exposição. Entretanto, Chambó *et al*. (2010) verificaram que o uso do inseticida Imidacloprido + Beta-Ciflutrina causou redução no número de visitas de *A. mellifera* nas inflorescências de girassol. Segundo Pinheiro e Freitas (2010), a falta de informações sobre os efeitos dos produtos fitossanitários sobre polinizadores constitui um dos principais obstáculos para os esforços em busca do uso sustentável desses agentes nas áreas agrícolas.

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a toxicidade do inseticida Imidacloprido + Beta-Ciflutrina, via pulverização direta e ingestão de dieta contaminada, sobre operárias adultas de *A. mellifera.*

2 Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Entomologia (sala climatizada a 25 ± 2 °C, 60 ± 10% UR e fotofase de 12 h) da Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias (UAGRA), pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) em Pombal – PB.

Para realização do trabalho foram utilizadas operárias adultas da abelha africanizada *A. mellifera* provenientes de oito (08) colônias pertencentes ao apiário da UAGRA/CCTA/UFCG. O inseticida avaliado foi o Imidacloprido + Beta-Ciflutrina (Connect®) nas doses mínima e máxima recomendadas pelo fabricante para o controle de pragas em meloeiro. Além do inseticida Imidacloprido + Beta-Ciflutrina foi utilizado o Tiametoxam (Actara®), na dose máxima recomendada para o manejo de pragas em meloeiro, como testemunha positiva (Tabela 1).

Esta obra está licenciada com uma licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil

Tabela 1. Inseticidas e respectivas dosagens (mínima e máxima) que foram avaliados com relação à toxicidade sobre as abelhas africanizadas *Apis mellifera* via pulverização direta e fornecimento de dieta contaminada.

Ingrediente Ativo	Grupo Químico	Dose (g i.a. L^{-1})Utilizada*	Pragas Alvo
Tiametoxam	Neonicotinoide	0,30	*B. tabaci biotipo B Aphis gossypii*
Imidacloprido + Beta-Ciflutrina	Neonicotinoide e Piretróide	0,10 (Imidacloprido) + 0,0125 (Beta-Ciflutrina)	*Myzus persicae Thrips tabaci*
Imidacloprido + Beta-Ciflutrina	Neonicotinoide e Piretróide	0,20 (Imidacloprido) + 0,025 (Beta-Ciflutrina)	*B. tabaci biotipo B*

*Foi considerado um volume médio de calda de 500L ha^{-1} para fins de calculo de diluição.

A toxicidade do inseticida sobre *A. mellifera* foi avaliada em dois bioensaios distintos, correspondentes a duas formas de exposição das abelhas ao produto: pulverização direta sobre abelhas adultas e fornecimento de dieta contaminada com inseticida (oral), seguindo a metodologia utilizada por Costa *et al*. (2014), que utilizaram pulverizadores manuais para simular uma aplicação em campo, tanto sobre as abelhas quanto sobre a dieta. Destaca-se ainda que para o bioensaio com fornecimento de dieta contaminada as abelhas foram privadas de alimentação 2 horas antes do inicio do experimento. Para os dois bioensaios foram utilizadas como arena recipientes plásticos (15 cm de diâmetro X 15 cm de altura) com a extremidade parcialmente coberta (aproximadamente 80% da parte superior) com tela de malha fina e as laterais com aberturas de cerca de 0,1 cm para possibilitar a adequada circulação de ar no ambiente. Em todas as arenas foram adicionadas pasta cândi (dieta artificial de açúcar refinado + mel) em recipientes plásticos de 28 mm de diâmetro e um chumaço de algodão embebido em água destilada (a cada hora a água foi renovada).

Para facilitar o manuseio das abelhas durante a realização dos bioensaios, os insetos foram previamente “anestesiados” (redução da atividade locomotora) por meio da utilização do frio (± 4ºC por 1 minuto). Os bioensaios foram realizados em delineamento inteiramente casualizado composto por 4 tratamentos (T1 - Testemunha absoluta - água destilada; T2 - Testemunha positiva - Inseticida Tiametoxam; T3 - Imidacloprido + Beta-Ciflutrina dose mínima e T4 - Imidacloprido + Beta-Ciflutrina dose máxima) e 10 repetições, sendo cada unidade experimental formada por 10 abelhas adultas provenientes de diferentes colônias. Ressalta-se que os dois bioensaios foram repetidos para aumentar a confiabilidade das informações.

Após a aplicação dos tratamentos foi avaliada a mortalidade e o comportamento (por exemplo, prostração, tremores, paralisia, etc.) das abelhas a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 30, 36, 42, 48, 60 e 72 h após o início da exposição ao inseticida. Salienta-se que no biosenaio com dieta contaminada as avaliações tiveram inicio após a constatação da alimentação. Foram registradas como mortas as abelhas que não responderem a estímulos mecânicos (toques no corpo das abelhas, em cada período de avaliação, com um pincel fino).

A porcentagem de mortalidade foi calculada para cada tratamento e corrigida por meio da equação de Abbott (Abbott, 1925), sendo em seguida aplicado o teste não paramétrico de Kruskal – Wallis ao nível de 5% de significância. Os dados de sobrevivência dos adultos foram analisados utilizando-se o pacote Survival (Therneau e Lumley, 2010) do software R e submetidos à análise de distribuição de Weibull.

Esta obra está licenciada com uma licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil

Os tratamentos com efeitos semelhantes (toxicidade e velocidade de mortalidade) foram agrupados usando contrastes. O tempo letal mediano (TL_{50}) também foi calculado para cada grupo formado. Todas as análises foram realizadas utilizando o software R (R Development Core Team, 2011).

3 Resultados

Foi observado que o inseticida Imidacloprido + Beta-Ciflutrina, independente da dose utilizada, foi extremamente tóxico para *A. mellifera* via pulverização direta, sendo observada a mortalidade de 100% dos insetos, igualando-se a testemunha positiva, o inseticida Tiametoxam. Quando ingerido na dieta artificial, o inseticida Imidacloprido + Beta-Ciflutrina apresentou alta toxicidade sobre *A. mellifera*, ocasionando 87,4% e 88,6% de mortalidade para as doses mínima e máxima, respectivamente, porém foi menos tóxico do que a testemunha positiva que novamente provocou a morte de 100% das abelhas (Tabela 2). Em relação ao comportamento das abelhas, foi observado tanto para pulverização direta quanto para ingestão de dieta contaminada, tremores, prostração e paralisia.

Tabela 2. Mortalidade (%) de abelhas africanizadas *Apis mellifera* expostas à pulverização direta e ingestão de dieta contaminada por inseticidas, Pombal – PB.

Tratamento	Dose (g i.a. L^{-1})	(%) Mortalidade Pulverização direta*	(%) Mortalidade Ingestão*
Água destilada	-	0b	0c
Imidacloprido + Beta-Ciflutrina	0,10 (Imidacloprido) + 0,0125 (Beta-Ciflutrina)	100a	87,4b
Imidacloprido + Beta-Ciflutrina	0,20 (Imidacloprido) + 0,025 (Beta-Ciflutrina)	100a	88,6b
Tiametoxam	0,30	100a	100a

*Mortalidade corrigida pela equação de Abbott (1925). Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Kruskal – Wallis ao nível de 5% de significância.

Em relação à análise de sobrevivência, foi observado que o inseticida Imidacloprido + Beta-Ciflutrina apresentou tempo letal mediano (TL_{50}) diferente do inseticida Tiametoxam, tanto via pulverização sobre as abelhas, quanto via ingestão de dieta contaminada. Quando pulverizado diretamente sobre as abelhas, o inseticida Imidacloprido + Beta-Ciflutrina proporcionou TL_{50} de 3,85h nas doses mínima e máxima, enquanto a testemunha positiva apresentou TL_{50} de 1,12 h (Figura 1). Quando ingerido, o inseticida Imidacloprido + Beta-Ciflutrina apresentou TL_{50} de 32,98h, sendo muito superior ao tempo letal mediano da testemunha positiva, que apresentou TL_{50} de 9,89h (Figura 2).

Esta obra está licenciada com uma licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil

Figura 1: Sobrevivência (%) de abelhas africanizadas *A. mellifera* após pulverização direta dos inseticidas e tempos letais medianos (TL_{50}) em horas.

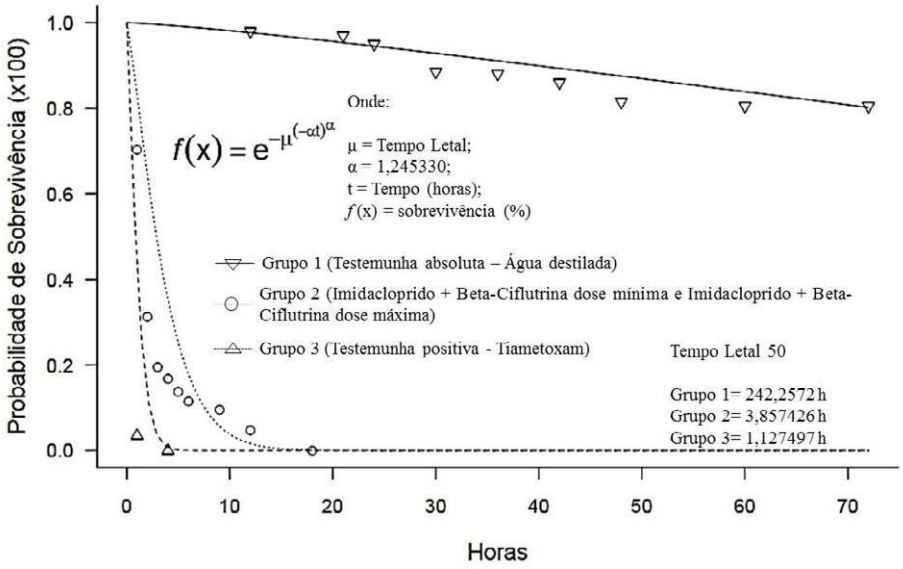
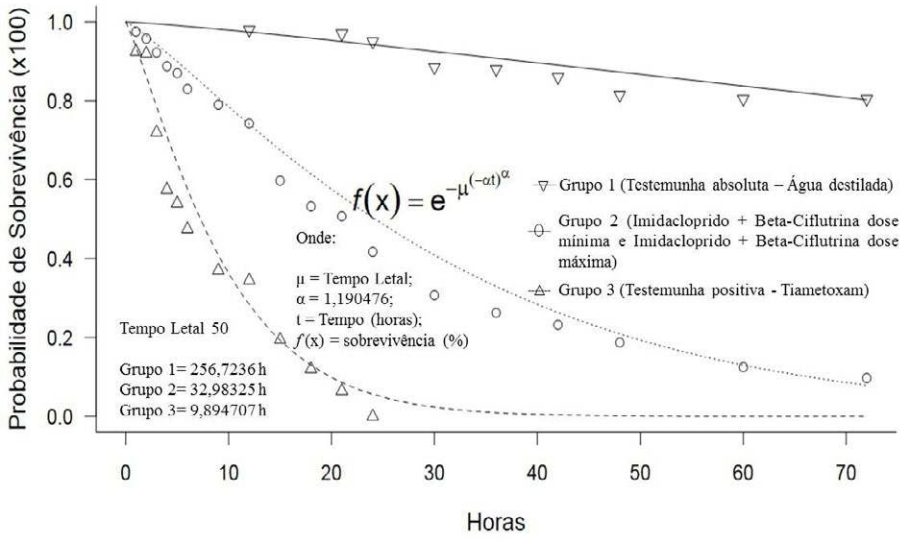


Figura 2. Sobrevivência (%) de abelhas africanizadas *A. mellifera* após fornecimento de dieta contaminada pelos inseticidas e tempos letais medianos (TL_{50}) em horas.



4 Discussão

Os resultados demonstram que, quando aplicado diretamente sobre as abelhas, independente da dose, o inseticida Imidacloprido + Beta-Ciflutrina, produto constituído pelos grupos químicos Neonicotinoide e Piretroide, provocou redução da mobilidade das abelhas e posterior prostração seguida de morte, sendo extremamente tóxico para *A. mellifera* e tão letal quanto o neonicotinoide Tiametoxam, inseticida que já foi

Esta obra está licenciada com uma licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil

relatado em vários estudos como letal as abelhas (Iwasa *et al*., 2004; Carvalho *et al*., 2009; Costa *et al*., 2014; Araújo *et al*., 2017). A toxicidade de Imidacloprido + Beta-Ciflutrina via oral também foi alta sobre *A. mellifera* e a abelha apresentou tremores, prostração e paralisia antes da morte, entretanto, a mortalidade observada foi menor e o tempo letal para esse modo de exposição foi significativamente superior em comparação ao inseticida Tiametoxam, o que significa que Imidacloprido + Beta-Ciflutrina ocasiona mortalidade mais lentamente.

Tanto a mortalidade quanto o comportamento apresentado por *A. mellifera*, independente do modo de exposição, são típicos da intoxicação por inseticidas que agem no sistema nervoso dos insetos, como é o caso dos neonicotinoides e piretroides (Ware & Whitacre, 2004; Nica *et al*., 2004; Ramirez-Romero *et al*., 2004; Costa *et al*., 2014; Araújo *et al*., 2017). Os inseticidas do grupo químico Neonicotinoide atuam como agonistas da acetilcolina e, diferentemente deste neurotransmissor, a molécula dos neonicotinoides não é degradada pela enzima acetilcolinesterase, fazendo com que ocorra a hiperexcitação do sistema nervoso central dos insetos em virtude da transmissão continua de impulsos nervosos (Ware & Whitacre, 2004; Faria, 2009; Irac, 2021). Já os inseticidas do grupo químico Piretroide atuam na transmissão axônica e são moduladores dos canais de sódio, provocando distúrbios locomotores, como por exemplo rápida paralisia, e consequentemente ocasionam a morte dos insetos (Ware & Whitacre, 2004; Nica *et al*., 2004; Irac, 2021).

É importante ressaltar que a menor mortalidade e o maior tempo letal observados para o modo de exposição oral, também já foi relatada por outros pesquisadores para inseticidas neonicotinoides, com exceção do Tiametoxam, e piretroides (Carvalho *et. al*., 2009; Costa *et al*., 2014), reforçando a ideia de que são produtos que causam menos impacto quando ingeridos em relação à exposição direta sobre as abelhas. De acordo com os resultados obtidos, provavelmente, em condições de campo a probabilidade de sobrevivência seria maior quando *A. mellifera* é exposta ao Imidacloprido + Beta-Ciflutrina do que ao Tiametoxam, especialmente para contaminação via ingestão de resíduos do inseticida. Contudo, é importante enfatizar que efeitos não letais provocados por inseticidas, como por exemplo paralisia, prostação, tremores e até mesmo redução de coleta e consumo de alimento, são nocivos, pois podem interferir diretamente na sobrevivencia das abelhas. Chambó *et al*. (2010) relataram que Imidacloprido + Beta-Ciflutrina não ocasinou mortalidade de *A. mellifera* quando o produto foi aplicado nos horários em que não estava havendo forrageamento, entretanto, perceberam redução do número de visitas das abelhas em híbridos de girassol.

Quando avaliado isoladamente, o neonicotinoide Imidacloprido tem sido relatado como prejudicial ao aprendizado das abelhas (Carrillo *et al*., 2013), altamente tóxico e com efeitos nocivos sobre atividades motoras de *A. mellifera* quando expostas ao inseticida por via oral e por meio do contato com o produto diluído (Bovi *et al*., 2018). Já para Beta-Ciflutrina, Rundlof *et al*. (2015), avaliando em condições de campo a mistura de Clotianidina (neonicotinoide) e Beta-Ciflutrina, nas doses recomendadas para o tratamento de sementes de canola, observaram que colônias de *A. mellifera* não foram afetadas por essa mistura de inseticida, porém, houve efeitos adversos sobre outras espécies de abelhas.

Apesar de existirem pesquisas avaliando o efeito de neonicotinoides e piretroides sobre abelhas, ainda são escassas informações sobre o efeito dos produtos que são formulados em mistura com os dois grupos químicos, sendo esses os primeiros resultados para o produto Imidacloprido + Beta-Ciflutrina, nas doses recomendas para o controle de pragas em meloeiro e em diferentes modos de exposição, sobre *A. mellifera*. Os resultados obtidos reforçam a necessidade de atenção no momento de aplicação de inseticidas nas lavouras de meloeiro, sendo recomendado evitar a apli-

Esta obra está licenciada com uma licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil

cação de Imidacloprido + Beta-Ciflutrina durante o período de floração e forrageamento das abelhas. Os resultados obtidos também irão subsidiar novas pesquisas para determinação dos efeitos do produto em condições de campo e com isso contribuir com os esforços globais para redução da mortalidade e declinio de abelhas em áreas agrícolas.

5 Conclusões

Independente da dose, o inseticida Imidacloprido + Beta-Ciflutrina foi extremamente tóxico sobre a *A. mellifera* via pulverização direta.

Imidacloprido + Beta-Ciflutrina foi muito tóxico via oral sobre *A. mellifera*, porém ocasionou menor mortalidade em relação a exposição direta ao inseticida.

Independente da dose e forma de exposição ao Imidacloprido + Beta-Ciflutrina foram constatados distúrbios motores nas abelhas, como tremores, prostração e paralisia após o contato com o inseticida.

Os resultados apresentados reforçam a necessidade de atenção no momento de aplicação de inseticidas nas lavouras de meloeiro, principalmente durante o período de floração da cultura e horários de forrageamento das abelhas.

6 Declaração de conflito de interesses

Eu, Vitor da Silva Rodrigues, autor correspondente do manuscrito intitulado Toxicidade de Imidacloprido + Beta ciflutrina sobre a abelha africanizada *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), e os demais autores, declaramos que NÃO POSSUIMOS CONFLITO DE INTERESSES de ordem: Pessoal, comercial, acadêmica, política e financeira em relação ao manuscrito.

7 Referências bibliográficas

Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(1), 265-267.

Araujo, W. L., Godoy, M. S., Maracaja, P. B., Coelho, W. A. C., Silva, B. K. A., Rugama, A. J. M., Araujo, E. L., & Batista, J. L. (2017).Toxicity of neonicotinoids used in melon culture towards *Apis mellifera* L. *African Journal of Agricultural Research*, 12(14), 1204-1208. http://doi.org/10.5897/AJAR2016.11843

Barganska, Z., Slebioda, M., & Namiesnik, J. (2016). Honey bees and their products: bioindicators of environmental contamination. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 46(3), 235–248. http://doi.org/10.1080/10643389.2015.1078220

Bovi, T. S., Zaluski, R., & Orsi, R. O. (2018).Toxicity and motor changes in africanized honey bees (*Apis mellifera* L.) exposed to fipronil and imidacloprid. *Anais da Academia Brasileira de Ciências,* 90(1), 239-245. http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201820150191

Esta obra está licenciada com uma licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil

Carvalho, S.M., Carvalho, G.A., CArvalho, C.F., Carvalho, J.S.S., & Baptista, A.P.M. (2009).Toxicidade de acaricidas/inseticidas empregados na citricultura para a abelha africanizada *Apis mellifera* L., 1758 (HYMENOPTERA: APIDAE). *Arquivos do Instituto Biológico*, 76(4), 597-606.

Carrillo, M. P., Bovi, T. S., Negrão, A. F., & Orsi, R. O. (2013). Influence of agrochemicals fipronil and imidacloprid on the learning behavior of *Apis mellifera* L. honeybees. *Acta Scientiarum Animal Sciences,* 35(4), 431-434. http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v35i4.18683.

Castilhos, D., Bergamo, G. C., Gramacho, K. P.; & Gonçalves, L. S. (2019). Colony losses in Brazil: a 5-year online survey. *Apidologie*, 50(263), 263–272. https://doi.org/10.1007/s13592-019-00642-7

Chambó, E. D., Garcia, R.C., Oliveira, N.T.E., & Duarte-júnior, J.B. (2010). Aplicação de inseticidas e seus impactos sobre a visitação de abelhas (*Apis mellifera* L.) no girassol (Helianthus annuus L.). *Revista Brasileira de Agroecologia*, 5(1), 37-42.

Cham, K. de O., Rebelo, R. M., Oliveira, R. de P., Ferro, A. A., Vianasilva, F. E. de C., Borges, L. de O., Saretto, C. O. S. D., Tonelli, C. A. M., & Macedo, T.C. (2017). *Manual de avaliação de risco ambiental de agrotóxicos para abelhas.* Brasília, Ibama/Diqua.

Costa, E.M., Araujo, E.L., Maia, A.V.P., Silva, F.E.L., Bezerra, C.E.S., & Silva, J.G. (2014). Toxicity of insecticides used in the Brazilian melon cropto the honey bee *Apis mellifera* under laboratory conditions. *Apidologie*, 45(1), 34-44. https://doi.org/10.1007/s13592-013-0226-5

Comitê de Ação à Resistência a Inseticidas: Irac-BR. (2021). Disponível em: https://www.irac-br.org/modo-de-acao . Acesso em: 28 de março 2021.

Faria, A. B. C. (2009). Revisão sobre alguns grupos de inseticidas utilizados no manejo integrado de pragas florestais. *Ambiência*, 5(2), 345-358.

Guimarães, J. A., Bragasobrinho, R., Azevedo, F. R., Araújo, E. L., Terão, D., & Mesquita, A. L. M. (2008). Manejo integrado de pragas do meloeiro, em: Braga Sobrinho, R., Guimarães, J.A., Freitas, J.A.D., & Terão, D. (Eds.), Produção Integrada de Melão. *EMBRAPA Agroindustria Tropical*, 183–199.

Heard, M. S., Baas, J., Dorne, J. L., Lahive, E., Robinson, A. G., Rortais, A., Spurgeon, D. J., Svendsen, C., & Hesketh, H. (2017). Comparative toxicity of pesticides and environmental contaminants in bees: Are honey bees a useful proxy for wild bee species? *Science of the Total Environment*, 578, 357–365. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.180

Iwasa, T., Motoyama, N., Ambrose, J. T., & Roe, R. M. (2004). Mechanism for the differential toxicity of neonicotinoid insecticides in the honey bee, *Apis mellifera*. *Crop Protection*, 23(5), 371-378. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2003.08.018

Esta obra está licenciada com uma licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil

Klein, A.-M., Vaissiere, B. E., Cane, J. H., Steffan-dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1608), 303–313. https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721

Klein, A. M., Freitas, B. M., Bomfim, G. A., Boreux, V., Fornoff, F., & Oliveira, M. O. A (2020). *Polinização Agrícola por Insetos no Brasil.* Maranguape, Unifreiburg. DOI: https://doi.org/10.6094/UNIFR/151237

Nica, D., Bianu, E., & Chioveanu, G. (2004) A case of acute intoxication with deltamethrin in bee colonies in Romania. *Apiacta,* 39(1), 71–77.

Pinheiro, J. N. & Freitas, B. M. (2010). Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros. *Oecologia Australis*, 14(1), 266-281. https://doi.org/10.4257/oeco.2010.1401.16

Pires, C. S. S., Pereira, F. M., Lopes, M. T. R., Nocelli, R. C. F., Malaspina, O., Pettis, J. S., & Teixeira, E. W. (2016). Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD?. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51(5), 422-442. https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000500003

Ramirez-Romero, R., Chaufaux, J., & Pham-Delègue, M. (2005). Effects of Cry1Ab protoxin, deltamethrin and imidacloprid on the foraging activity and the learning performances of the honeybee *Apis mellifera*, a comparative approach. *Apidologie,* 36(4), 601–611. https://doi.org/10.1051/apido:2005039

Rundlof, M., Andersson, G. K. S., Bommarco, R., Fries, I., Hederstrom, V., Herbertsson, L., Jonsson, O., Klatt, B. K., Pedersen, T. R., Yourstone, J., & Smith, H. G. (2015). Seed coating with a neonicotinoid insecticide negatively affects wild bees. *Nature*, 521, 77-80. https://doi.org/10.1038/nature14420

Silva, I. P., Oliveira, F. A. S., Pedroza, H. P., Gadelha, I. C. N., Melo M. M., Soto-blanco, B. (2015). Pesticide exposure of honeybees (*Apis mellifera*) pollinating melon crops. *Apidologie*, 46(6), 703–715. https://doi.org/10.1007/s13592-015-0360-3

Sousa, R. M., Aguiar, O. S., Freitas, B. M., Neto, A. A. S., & Pereira, T. F. C. (2009). Requerimentos de polinização do meloeiro (*Cucumis melo* L.) no município de Acaraú – CE – Brasil. *Revista Caatinga*,22(1), 238-242.

Therneau, T., & Lumley, T. (2010). Survival: *Survival analysis, including penalised likelihood.* R package version 2.36-2, 2010. Disponível em: <http://CRAN.Rproject.org/package=survival >. Acesso em: 06 mai. 2020.

Vanengelsdorp, D., Evans, J.D., Saegerman, C., Mullin, C., Haubruge, E., Nguyen, B.K., Frazier, M., Frazier, J., Cox-foster, D., Chen, Y., Underwood, R., Tarpy, D.R., & Pettis, J.S. (2009). Colony collapse disorder: a descriptive study. *Plos One*, 4(8), 1-17. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0006481b

Ware, G. W., & Whitacre, D. M. (2004). *The Pesticide Book, 6th edn.* Meister Media Worldwide, Willoughby.

Esta obra está licenciada com uma licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil