

Toxicidade do óleo de Neem e do extrato de alho para *Apis mellifera* L.

Toxicity of Neem oil and garlic extract for *Apis mellifera* L.

Toxicidad del aceite de Neem y del extracto de ajo para *Apis mellifera* L.

Jonatan Nunes Pires¹
Miguelangelo Ziegler Arboitte²
Vitória Alves Pereira³
Nestor Valtir Panzenhagen⁴
Fabiana da Silva Andersson⁵

RECEBIDO EM 08/01/2024
ACEITO EM 24/05/2024

RESUMO

O objetivo do estudo foi determinar a taxa de sobrevivência de abelhas *Apis mellifera* L., após o contato com produtos de origem botânica (azadiractina e alicina), utilizados como inseticidas naturais na agricultura ecológica. Testaram-se quatro tratamentos: sacarose + água (solução testemunha - ST); óleo de Neem a 1,2% + solução testemunha (ON1); óleo de Neem a 2,0% + solução testemunha (ON2) e Alicina + solução testemunha (AL). Foram feitas quatro repetições por tratamento, sendo cada repetição formada por um grupo de 20 abelhas, as quais foram acomodadas em gaiolas, em ambiente controlado.

¹ Instituto Federal Catarinense, *Campus* Santa Rosa do Sul, Santa Rosa do Sul, SC, Brasil
nunespiresjonatan@gmail.com – <https://orcid.org/0000-0002-6439-469X>

² Instituto Federal Catarinense, *Campus* Santa Rosa do Sul, Santa Rosa do Sul, SC, Brasil.
miguelangelo.arboitte@ifc.edu.br – <http://orcid.org/0000-0002-9174-0017>

³ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Dois Vizinhos, Dois Vizinhos, PR, Brasil.
vitoriaalvespereira@alunos.utfpr.edu.br – <https://orcid.org/0000-0002-2547-1007>

⁴ Instituto Federal Catarinense, *Campus* Santa Rosa do Sul, Santa Rosa do Sul, SC, Brasil
nestor.panzenhagen@ifc.edu.br – <https://orcid.org/0000-0002-8384-1141>

⁵ Instituto Federal Catarinense, *Campus* Santa Rosa do Sul, Santa Rosa do Sul, SC, Brasil
fabiana.andersson@ifc.edu.br – <https://orcid.org/0000-0002-4465-3893>

Após o contato com os tratamentos, as avaliações foram realizadas de hora em hora até a 24^a hora e, posteriormente, na 48^a hora. Nas primeiras 24 horas, foram observadas taxas de sobrevivência de 83,75; 87,50; 20,00 e 48,75% nos tratamentos ST; ON1; ON2 e AL, respectivamente. Após 48 horas, as taxas de sobrevivência observadas decresceram para 53,75; 47,50; 3,75 e 38,75%, para ST, ON1, ON2 e AL, respectivamente. Os resultados obtidos nesse estudo mostraram que os produtos de origem botânica, dependendo da concentração utilizada, podem ser tóxicos para as abelhas.

PALAVRAS-CHAVE: alicina; azadiractina; distúrbio do colapso da colônia; inseticidas naturais.

ABSTRACT

The aim of the study was to determine the survival rate of *Apis mellifera* L. bees within after contact with products botanical origin (azadirachtin and allacin), used as natural insecticides in ecological agriculture. Four treatments were tested: sucrose + water (control solution - ST); 1.2% Neem oil + control solution (ON1); 2.0% Neem oil + control solution (ON2); and allacin + control solution (AL). Four replications were made for treatments, each reproduction consisting of a group of 20 bees, which were housed in cages in a controlled environment. After contact with the treatments assessments were carried out was hour until the 24th hour and, subsequently, at the 48th. In the first 24 hours, survivor rates of 83.75% where observed; 87.50%; 20.00%, and 48.75% in ST treatments; ON1; ON2, and AL, respectively. After 48 hours, the observed survival rates decreased to 53.75%; 47.50%; 3.75%, and 38.75% for ST, ON1, ON2, and AL, respectively. The results obtained in this study demonstrated that products botanical origin depending on the concentration used can be toxic to bees.

KEYWORDS: bees; allacin; azadirachtin; colony collapse disorder; natural insecticides.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la tasa de supervivencia de las abejas *Apis mellifera* L. tras el contacto con productos botánicos (azadirachtina y alicina), utilizados como insecticidas naturales en la agricultura ecológica. Se probaron cuatro tratamientos: sacarosa + agua (solución control - ST); aceite de Neem al 1,2% + solución control (ON1); aceite de Neem al 2,0% + solución control (ON2); y alicina + solución Control (AL). Se realizaron cuatro réplicas para los tratamientos,

consistindo cada repetição em um grupo de 20 abejas, las cuales fueron alojadas en jaulas en un ambiente controlado. Después del contacto con el tratamiento se realizarán valoraciones desde una hora hasta la hora 24, y posteriormente en la hora 48. En las primeras 24 horas se observaron tasas de supervivencia del 83,75%; 87,50%; 20,00% y 48,75% en tratamientos ST, ON1, ON2 y AL, respectivamente. Después de 48 horas, las tasas de supervivencia observadas disminuyeron al 53,75%; 47,50%; 3,75% y 38,75% en para ST, ON1, ON2 y AL, respectivamente. Los resultados obtenidos en este estudio demostraron que los productos de origen botánicos, dependiendo de la concentración utilizada, pueden ser tóxicos para las abejas.

PALABRAS CLAVE: abejas; alicina; azadirachtina; desorden de colapso de colônias; insecticidas naturales.

1 Introdução

Os agentes polinizadores são responsáveis pela transferência de pólen entre plantas, garantindo grande variabilidade genética e permitindo que várias espécies de plantas permaneçam produtivas até hoje. A necessidade de polinização cruzada, realizada por agentes polinizadores, ocorre na maioria das culturas comerciais. Por outro lado, em algumas culturas, alguns polinizadores podem diminuir a taxa de fecundação, seja por não realizar a polinização e/ou por coletar o pólen disponível. Um exemplo disso ocorre na cultura do maracujá azedo (*Passiflora edulis* Sims.), em que a visitação por abelhas como a *Apis mellifera* L. prejudica a produção de frutos, pois esses insetos coletam o pólen e, assim, diminuem a sua disponibilidade para a polinização (Souza, 2021). Outro exemplo é a abelha arapuá (*Trigona spinipes* Fabr.) que causa danos em frutos de bananeira (Araújo *et al.*, 2023) e pitaya (*Hylocereus undatus*) (Alves *et al.*, 2018).

Devido à carência de produtos seletivos registrados para essas culturas, produtos à base de essências naturais (óleos, extratos e macerados) têm sido utilizados para repelir ou matar insetos (Figueiredo, 2021). Entre esses

produtos destacam-se aqueles à base de alicina (extrato à base de alho) ou óleo de Neem (*Azadirachta indica*), os quais atuam como agentes dispersantes das abelhas, por contato ou ingestão (Santos, 2013; Deleito; Borja, 2008).

A alicina (dialil tiosulfinato) é um composto natural de defesa do alho (*Allium sativum* L.). É devido à presença do enxofre em sua estrutura que a alicina possui cheiro e sabor característicos, além de possuir muitas propriedades biológicas (Santos, 2013). Já o óleo de Neem contém o tetranortriterpenóide azadiractina em sua composição. Esse componente atua sobre os insetos de diferentes formas, como: agente antialimentação, regulador do crescimento, inibidor da reprodução e repelente de postura (Deleito; Borja, 2008).

A agricultura orgânica tem representatividade na região do litoral norte gaúcho (Gonçalves, 2008; Amaral et al., 2021) e sul catarinense (Oltramari; Zoldan; Altmann, 2002), onde a utilização de produtos contendo azadiractina ou alicina é muito difundida pelos agricultores orgânicos.

Nesse contexto, estudos de observação quanto à repelência ou ao tempo de vida das abelhas tornam-se necessários e importantes. Dessa forma, este estudo contribuirá com informações sobre o uso e as dosagens de produtos naturais e seus efeitos nas abelhas, cujos dados poderão ser divulgados aos fruticultores e a outros produtores rurais.

O objetivo do estudo foi determinar a toxicidade da azadiractina e da alicina para as abelhas *Apis mellifera* L., durante um período de 24 horas e 48 horas, após o contato com os produtos.

2 Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Instituto Federal Catarinense (IFC), *Campus* Santa Rosa do Sul, nas instalações do Laboratório de Abelhas, localizado nas

coordenadas de latitude 29°09'71.91" S e longitude 49°81'07.42" W, a 12 metros de altitude em relação ao nível do mar (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, 2020).

As abelhas operárias foram coletadas com o auxílio de recipientes livres de contaminantes, em colônias do apiário didático do IFC, *Campus* Santa Rosa do Sul. Foram coletadas abelhas aderidas aos favos, muitas das quais estavam nas fases da vida conhecidas como faxineiras, nutrizes e cerígenas.

O bioensaio foi conduzido em sala climatizada, com temperatura entre 30 e 36°C e umidade relativa do ar entre 60% e 70%. Para controlar a temperatura do ambiente, uma lâmpada incandescente de 90 watts foi posicionada sobre a bancada junto a um aquecedor. Para o controle da umidade, recipientes com papelões embebidos em água fervente foram utilizados, e a água fervente era adicionada sempre que a umidade estava abaixo de 68%.

Os tratamentos testados foram: sacarose + água, na proporção de 1:1 (solução testemunha - ST); óleo de Neem a 1,2% + solução testemunha (ON1); óleo de Neem 2,0% + solução testemunha (ON2); Alicina + solução testemunha (AL).

O experimento consistiu em quatro tratamentos e quatro repetições. Cada repetição envolveu um grupo de 20 abelhas, as quais foram atordoadas em geladeira, a uma temperatura de 2°C, por cinco minutos. Após essa etapa, elas foram acomodadas em gaiolas feitas de tubos de PVC (20 cm de altura x 15 cm de diâmetro), vedadas com tela antiáfídica de 50 mesh (Abati *et al.*, 2021).

Cada tubo, junto com seu respectivo tratamento, recebeu uma bola de algodão hidrófilo embebida na solução testemunha por 10 segundos. Essas bolas de algodão foram inseridas nos tubos com o auxílio de uma pinça. A solução testemunha foi usada como veículo em todos os tratamentos para estimular o consumo pelas abelhas. As soluções foram preparadas em recipientes plásticos de 1 litro e identificadas de acordo com as dosagens recomendadas pelos fabricantes (Tabela 1).

TABELA 1 – Descrição dos produtos utilizados para testar a toxicidade do óleo de Neem e do extrato de alho em *Apis mellifera* L.

Produto e nome do tratamento	Princípio ativo	Concentração	Dose recomendada	Dose final
Testemunha - ST	Água + açúcar	500ml/500g	-	500ml/500g
Óleo de Neem - ON1	Azadiractina	1,2g/L	250mL/30L	8,3ml + 1 L de solução
Óleo de Neem - ON 2	Azadiractina	2,0g/L	250mL/30L	2,5ml + 1L de solução
Alicina + Dlimonene + Extrato cítrico - AL	Enxofre + Alicina	*	250mL/100L	8,3ml + 1 L de solução

*Não consta a concentração do produto comercial.

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

O bioensaio foi acompanhado visualmente de forma contínua por 24 horas, com avaliações realizadas a cada hora, com registros do tempo de repelência e sobrevivência das abelhas. Após as primeiras 24 horas, as abelhas mortas foram removidas, deixando apenas as vivas nos tubos para a avaliação das 48 horas.

Para contabilizar as abelhas mortas, as observações levaram em conta o seu comportamento, incluindo movimentos das pernas, antenas e abdômen. Cessando completamente esses aspectos, mesmo com estímulos associados à probóscide exposta/externalizada, o que é considerado um sinal característico de intoxicação, a morte foi contabilizada (Libardoni *et al.*, 2020).

Os dados foram tabulados em planilha do Excel®, e a análise dos dados foi realizada no software PATS 4.1, em que foi gerado gráfico térmico. No gráfico, as cores mais claras representam alta taxa de sobrevivência das abelhas, e a

cor vermelho mais escuro, baixa taxa de sobrevivência das abelhas no período de 48 horas.

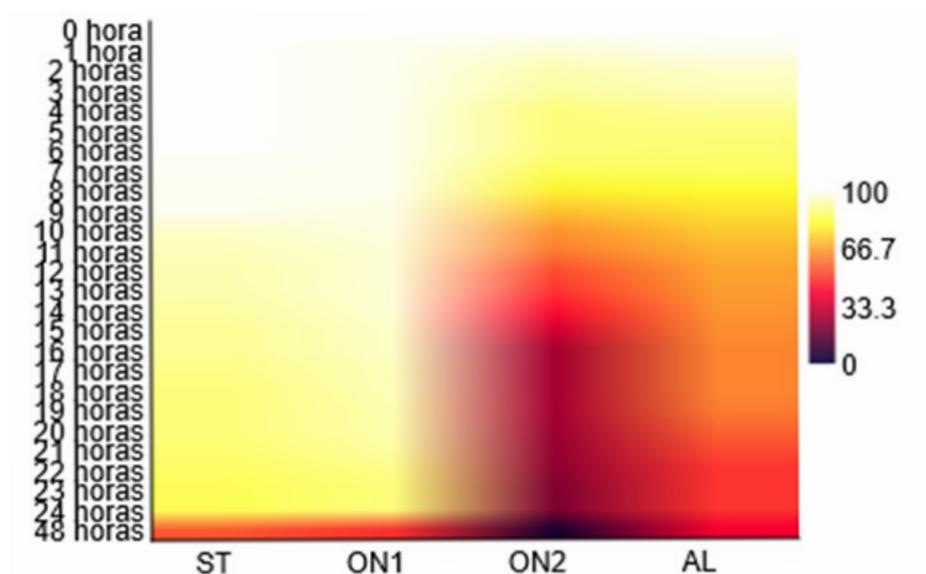
Para a análise estatística, utilizou-se o pacote estatístico disponibilizado pelo software PATS 4.1, realizando o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, e as diferenças entre as médias dos tratamentos pelo teste de Dunn, considerando o nível de significância de 5%. Já a curva de sobrevivência de Kaplan-Meier foi determinada utilizando a planilha do Excel®. Posteriormente, submeteu-se à análise de regressão para determinação do tempo de sobrevivência das abelhas em cada tratamento.

3 Resultados e Discussão

Após uma hora de observação, foi detectado que o tratamento ON2, onde se testou a solução com 2,0 g/L de óleo de Neem, causou o efeito knockdown, no qual todas as abelhas ficaram no fundo da gaiola apresentando movimentos desordenados, como tremores e movimentos desordenados das pernas, antenas e abdômen, como descrito por Abati *et al.* (2021).

O gráfico térmico (Figura 1) avalia os tratamentos em relação ao índice de sobrevivência das abelhas de hora a hora. Nesse aspecto, observou-se que a sobrevivência das abelhas ficou próxima de 100%, mesmo após 24 horas do contato com os tratamentos para ST e ON1, respectivamente.

FIGURA 1- Gráfico termal avaliativo após aplicação dos tratamentos Testemunha (ST), óleo de Neem 1,2% (ON1), óleo de Neem 2,0% (ON2); alicina (AL) em *Apis mellifera* L.



Fonte: elaborado pelos autores
(2024).

As abelhas submetidas aos tratamentos ON2 (2 g/L de óleo de Neem) e AL (alicina) começaram a morrer logo na primeira hora do bioensaio (Figura 1). Por outro lado, nas primeiras horas, observou-se baixo índice de letalidade nas abelhas submetidas ao tratamento ON1 (1,2 g/L de óleo de Neem). No tratamento testemunha (ST), a letalidade de abelhas começou a ser observada após sete horas do início do experimento (Figura 1). Mas, nos tratamentos ON2 e AL, a sobrevivência começou a decrescer já na primeira hora, acentuando-se após a terceira hora de observação, em que atingiu o valor de 75% (indicado pela cor amarela alaranjada) de sobrevivência, diminuindo progressivamente para 55% (cor vermelha) e 80% (vermelho mais intenso), nas 24 e 48 horas da avaliação (Figura 1).

Em seguida, o teste de Kruskal-Wallis mostrou diferenças de letalidade entre os tratamentos testados ($p < 0,0001$) nas 24 e 48 horas da avaliação (Tabela 2).

TABELA 2 – Percentual médio de sobrevivência das abelhas *Apis mellifera* L., após aplicação dos tratamentos testemunha (ST), óleo de Neem 1,2% (ON1), alicina (AL) e óleo de Neem 2,0% (ON2).

	Período (horas)	ST	ON1	AL	ON2	P
Sobrevivência (%)	24	83,75 Aa	87,50 Aa	48,75 Ba	20,00 Ba	0,0001 0,0001
	48	53,75 Ab	47,50 Ab	38,75 Ab	3,75 Bb	
P		0,03389	0,02535	0,02535	0,02535	

Mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não representam diferença estatística, pelo teste de Dunn. Fonte: elaborado pelos autores (2024).

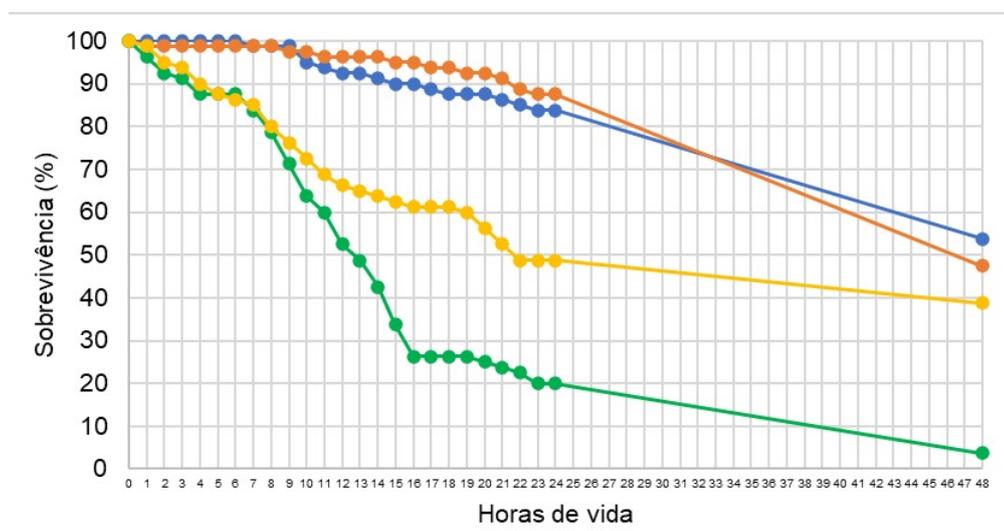
O tratamento ON2 apresentou maior letalidade para as operárias de *Apis mellifera* L., com taxa de sobrevivência de apenas 20% nas primeiras 24 horas e de 3,75% ao final das 48 horas, não diferindo estatisticamente do tratamento AL (Tabela 2). Por outro lado, observou-se alta taxa de sobrevivência no tratamento ST e no ON1, com 83,75% e 87,5% de abelhas vivas, após 24 horas, e 53,75% e 47,5% ao término das 48 horas, respectivamente (Tabela 2 e Figura 2). Esses resultados permitem classificar os tratamentos em dois grupos de letalidade, sendo ON1 de baixa letalidade, e o ON2 e AL no grupo de alta letalidade. A taxa de sobrevivência observada na solução testemunha (ST) é, segundo Abbott (1987), considerada de origem natural, não estando associada aos efeitos dos produtos.

O produto à base de óleo de Neem aumenta a mortalidade de indivíduos adultos de *A. mellifera* L, em função do tempo de exposição, conforme relato de Xavier *et al.* (2009). Segundo esses autores, outros inseticidas botânicos, como de extrato de alho, rotenona e óleos de eucalipto, citronela e andiroba, podem causar mortalidade intermediária após 24 horas de exposição às

concentrações recomendadas desses inseticidas. Ao comparar a taxa de sobrevivência entre os períodos de 24 e 48 horas, todos os tratamentos apresentaram diferença, demonstrando efeito residual dos produtos (Tabela 2). Para Malaspina (1979), o nível de toxicidade de um produto está relacionado ao tempo de exposição e concentração do produto utilizado.

A curva de sobrevivência de Kaplan-Mayer (Figura 2) indicou que os tratamentos ON2 e AL são comparáveis entre si ($p=0,2034$), apresentando baixa letalidade às abelhas, enquanto os tratamentos ST e ON1 apresentaram similaridades ($p=0,55082$) apresentando alta letalidade.

FIGURA 2 - Curva de sobrevivência de Kaplan-Mayer, após aplicação dos tratamentos em abelhas *Apis mellifera* L., em que tratamento testemunha (ST) em azul; Óleo de Neem 1,2% (ON1) em laranja; Óleo de Neem 2,0% (ON2) em verde e Alicina (AL) em amarelo.



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

A análise complementar da curva de sobrevivência de Kaplan-Mayer evidenciou diferenças nos índices de sobrevivência entre ST x ON2; ST

x AL; ON1 x AL; e distinções entre ON1 e ON2 e similaridade entre ST x ON1 (Figura 2).

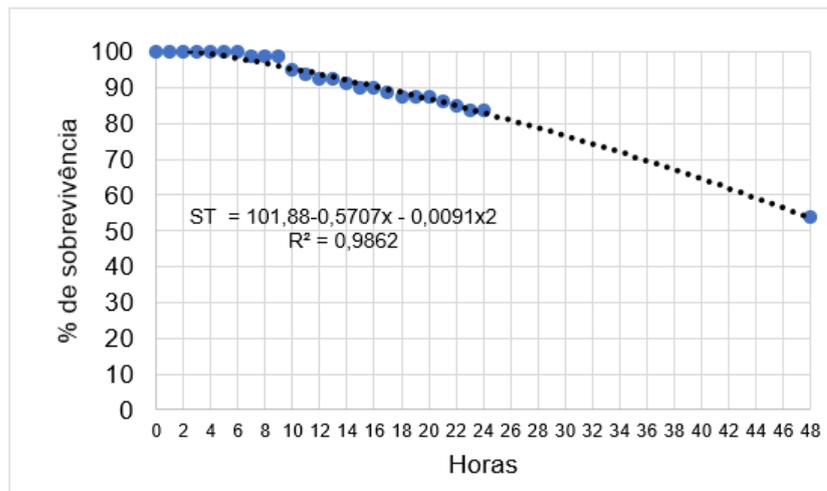
A partir dos resultados, ficou perceptível que a taxa de sobrevivência das abelhas, em cada tratamento, apresenta diferença entre os grupos não tóxicos e tóxicos. No grupo não tóxico, até a 10^a hora, houve poucas mortes. A partir desse ponto até a 24^a hora, o declínio foi gradual, alcançando cerca de 15% de mortalidade, e esse número triplicou até a 48^a hora (Figura 2). Já, no grupo tóxico, as mortes começaram já nas primeiras horas do experimento, com ON2 e AL apresentando semelhanças até a 8^a hora, indicando toxicidade imediata no contato com as abelhas (Figura 2).

Os inseticidas podem afetar as abelhas por três meios de contaminação: contato, quando são atingidas durante o voo; por partículas de produtos, no momento da aplicação ou por contato com superfícies contaminadas; por ingestão do pólen e do néctar, quando contaminado por inseticidas sistêmicos e absorvidos pelo tecido vegetal; e por fumigação, quando partículas de inseticidas que ainda estão suspensas após aplicação em área de lavoura (Malaspina, 1979). Essas formas de contaminação podem diminuir o número de abelhas na colônia, podendo levar a colônia ao conhecido distúrbio do colapso da colônia (CCD).

As curvas de sobrevivências de Kaplan-Mayer foram analisadas individualmente pela análise de regressão, em que “x” corresponde às horas em que as abelhas estão sob os efeitos dos tratamentos. Os coeficientes de determinação mais altos ocorreram nas equações do modelo quadrático para os tratamentos ST (Figura 3) e ON1 (Figura 4), valores de 0,9862 e 0,9660, respectivamente. Já para os tratamentos ON2 (Figura 5) e Al (Figura 6), o modelo de regressão melhor representado pelos coeficientes de determinação foi o linear, apresentando valores de 0,7947 e 0,8347, respectivamente.

No tratamento ST, em que o coeficiente de determinação apresentou valor de 0,9862 (Figura 3), a sobrevivência estimada das abelhas foi de 79 horas nas condições proporcionadas pelo tratamento.

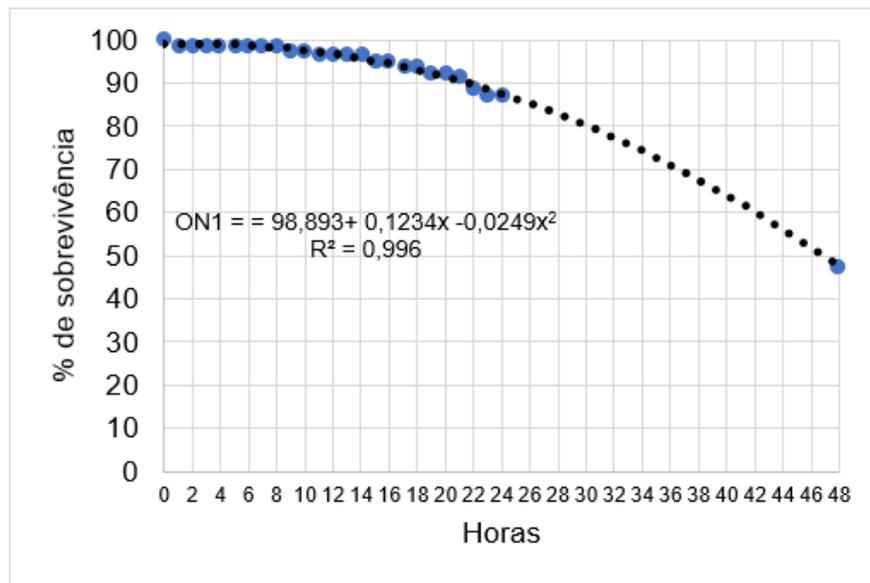
FIGURA 3 - Curva de sobrevivências de Kaplan-Mayer estimada pela equação de regressão aplicada ao tratamento Testemunha (ST).



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

No tratamento ON1, classificado no grupo não tóxico, o coeficiente de determinação apresentou o maior valor, R^2 de 0,9940 (Figura 4), estimando a sobrevivência das abelhas por 65 horas, ao ser aplicada a equação de regressão nas condições experimentais. Assim, a sobrevivência do tratamento ON1 estimada pela equação de regressão foi inferior em 14 horas quando comparado ao ST e superior ao ON2 em 32 horas e ao AL em 7 horas.

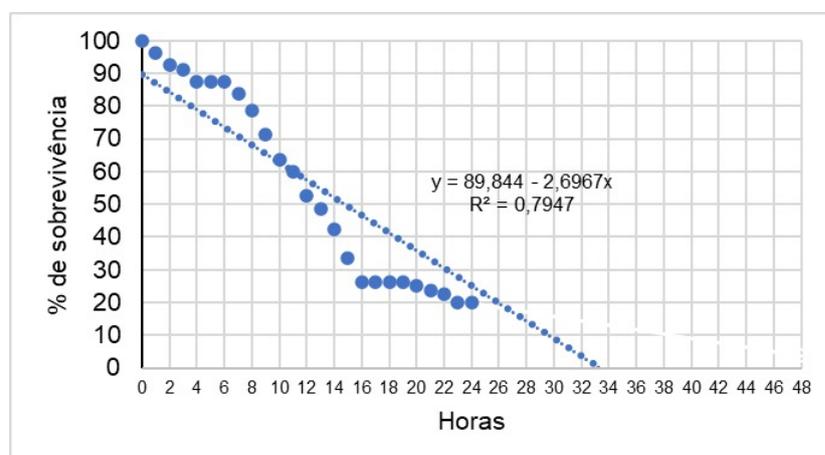
FIGURA 4 - Curva de sobrevivências de Kaplan-Mayer estimada pela equação de regressão aplicada ao tratamento Óleo de Neem 1,2% (ON1).



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

O tratamento ON2, do grupo classificado como tóxico, apresentou menor coeficiente de determinação entre os tratamentos analisados, com valor de 0,7904 (Figura 5), estimando a menor sobrevivência das abelhas *Apis mellifera* L. em 33 horas, ao ser aplicada a equação de regressão nas condições experimentais.

FIGURA 5 - Curva de sobrevivências de Kaplan-Mayer estimada pela equação de regressão aplicada ao tratamento Óleo de Neem 2,0% (ON2).



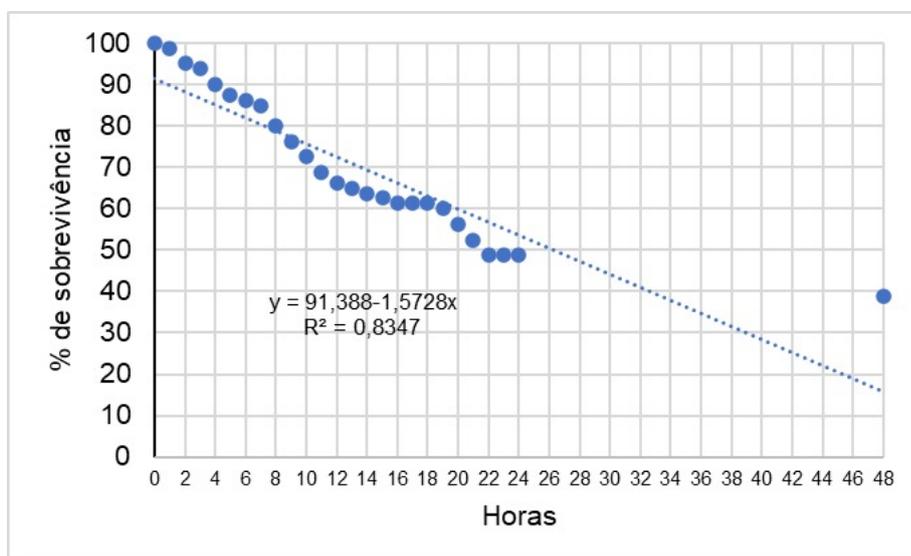
Fonte: elaborado pelos autores (2024).

O tratamento ON2 apresentou taxa de sobrevivência de 87,5% até a 6ª hora de avaliação. Em seguida, a taxa decaiu exponencialmente até a 16ª hora. Logo, mostrou-se mais tóxico que os demais produtos, mantendo a taxa de sobrevivência em 26,25% a 24,20% até a 24ª hora, com letalidade total na 34ª hora (Figura 5).

Comportamento semelhante na 16ª hora foi observado no tratamento AL (Figura 6), decrescendo com menor intensidade após esse horário, com picos de letalidade na 18ª a 21ª hora. Nas condições do experimento, a mortalidade total das abelhas no tratamento AL ocorreria, conforme a equação de regressão, na 58ª hora (Figura 6).

É constatado e explícito que os pesticidas sintéticos matam as abelhas (Sánchez-Bayo; Wyckhuys, 2019; Abati *et al.*, 2021). No entanto, os resultados aqui apresentados evidenciam que inseticidas naturais também causam mortalidade de insetos não alvos, como os polinizadores. Ainda são escassas as pesquisas que comprovam a letalidade de inseticidas naturais, por isso a importância dos resultados apresentados e da continuidade de testes com diferentes produtos e concentrações.

FIGURA 6 - Curva de sobrevivências de Kaplan-Mayer estimada pela equação de regressão aplicada ao tratamento Alicina (AL).



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Extratos vegetais contendo azadiractina e alicina são formados por vários compostos químicos, os quais podem afetar a fisiologia dos insetos, sendo considerados como uma alternativa eficiente e sustentável para o manejo integrado de pragas (Canazart *et al.*, 2021). Porém, os resultados obtidos neste estudo demonstraram que os extratos vegetais também devem passar por controles mais rígidos, e seus aplicadores precisam de treinamentos de boas práticas de aplicação, para que não ocasionem mortalidade de polinizadores. O efeito nocivo do óleo de Neem, que pertence ao grupo das azadiractinas, pode ser explicado principalmente por atuar como inibidor da alimentação, além de seus efeitos como inibidor da reprodução, na repelência de postura e na regulação do crescimento (Deleito; Borja, 2008). O extrato de alho é letal por interferir nos fatores bioquímicos e fisiológicos dos insetos (Canazart *et al.*, 2021).

Nesse contexto, as diferenças nas horas de sobrevivência das abelhas – constatadas entre os tratamentos – podem influenciar quando esses são aplicados a campo. Pode haver variações nos manejos durante as aplicações e estimar o possível efeito residual do produto sobre insetos polinizadores com interesse na produção de alimentos como mel e própolis, os quais são representados pelas abelhas *Apis mellifera* L. e melíponas.

Xavier *et al.* (2009) também encontraram o aumento da mortalidade das operárias em exposição aos inseticidas à base de Neem e extrato de alho, em proporções semelhantes. Nesse estudo, o Neem foi mais tóxico. Como pode ser observado, produtos naturais com o foco no controle de pragas em lavouras podem gerar efeitos nocivos nas abelhas, assim como os sintéticos, por isso, há a necessidade da convivência sustentável e harmônica entre a agricultura e as abelhas.

A implantação de práticas que impeçam a contaminação das abelhas é premente. Assim, é preciso aplicar os produtos em horários com menor taxa

de forrageamento das abelhas, evitando o contato dessas com os inseticidas. Como opções, tem-se o período ao final da tarde, em que a presença de abelhas nas lavouras é menor (Picanço, 2010). Além disso, elas normalmente voltarão somente no dia posterior, a exemplo da cultura da pitaya (*Hylocereus undatus*), cujo pico de visitação de abelhas ocorre às oito horas da manhã (Gomes *et al.*, 2012).

Opções como fechar o alvado das colônias de abelhas sociais, preservando as abelhas no interior da colmeia enquanto há toxicidade, também são válidas para abelhas sociais. Porém, essa ação não será eficiente para as abelhas solitárias, que ocorrem naturalmente nos biomas e foram catalogadas por Minussi; Alves-dos-Santos (2007) e Semprebon *et al.* (2023) no ambiente em que foi realizado o presente estudo. Ainda há a possibilidade do uso seguro desses produtos sem prejudicar o ambiente natural, utilizando dosagens corretas, em horários mais propícios, com o devido treinamento de aplicadores. Caso contrário, haverá morte das abelhas.

4 Conclusão

Produtos de origem botânica podem ser tóxicos para as abelhas dependendo da concentração utilizada. O óleo de Neem a 1,2% mostra-se pouco nocivo contra as abelhas. Já o extrato de alho e o óleo de Neem a 2,0% apresentam efeitos nocivos, ocasionando morte de abelhas.

Referências

ABATI, R. *et al.* Bees and pesticides: the research impact and scientometrics relations. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, p. 32282-32298, 2021.

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 3. n. 2, p. 302-303. 1987.

ALVES, D. de A. *et al.* Ataque de *Trigona spinipes* (Fabr.) (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae) em pitaiá *Hylocereus undatus* (Haw.) e *Hylocereus polyrhizus* (Weber) (Cactaceae) em Couto de Magalhães de Minas, Minas Gerais, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 11, n. 3, p. 223–225, 2018. Disponível em: <https://www.entomobrasilis.org/index.php/ebras/article/view/ebrasilis.v11i3.753>. Acesso em: 20 de abr. de 2018.

AMARAL, L. de P. *et al.* Variabilidade espacial em sistema agroflorestal silvibananeiro, no litoral do Rio Grande do Sul, com gvSIG. *Nativa*, v.9, n.1, p.44–53, 2021. Disponível em: <https://periodicos-cientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/11111>. Acesso em: 25 de abr. de 2024.

ARAÚJO, R. de C. M. dos S. *et al.* Conhecimento etnoentomológico de indígenas Pankararu: integrações agrícolas para conservação de populações de *Trigona spinipes* (FABR. 1973). **JNT Facit Business and Technology Journal**, v. 01, n. 41, p 167-200, 2023. Disponível em: <https://jnt1.websiteseuro.com/index.php/JNT/article/view/2259>. Acesso em: 20 de abr. de 2024.

CANAZART, D. A. *et al.* Efeito inseticida do óleo essencial de alho em ovos de *Diatraea Saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). **Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 7, p. 01-02, 2021. Disponível em: <https://sustenerere.co/index.php/rica/article/view/5836>. Acesso em: 13 de jul. de 2023.

DELEITO, C. S. R.; BORJA, G. E. M. Nin (*Azadirachta indica*): uma alternativa no controle de mosca na pecuária. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 28, n. 6, p. 293-298, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pvb/a/wfgBwS7qC3bB8BFmDDWdf7P/> Acesso em: 10 de jun.2023.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA - EPAGRI/CIRAM. **Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina**, Florianópolis, SC, 2020. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/>. Acesso em: 10 de jun.2023.

FIGUEIREDO, A. R. de. **Óleos essenciais com atividade antimicrobiana a fitopatógenos de interesse em *Passiflora edulis* Sims**. 2021. Tese (Doutorado em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2021. Disponível em: <https://rima.ufrj.br/jspui/handle/20.500.14407/9879>. Acesso em: 26 de abr. de 2024.

GOMES, G. *et al.* Frequência de visitas de abelhas (*Apis mellifera*) em plantas de gergelim (*Sesamum indicum*) e girassol (*Helianthus annuus*). In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., 2012, Tocantins. **Anais [...]** Tocantins: CONNEPI, 2012. Disponível em: <https://prop.iftto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/schedConf/presentations>. Acesso em: 24 de jul. de 2023.

GONÇALVES, A. L. R. **Ecological agriculture in the Torres region of Rio Grande do Sul, Brazil: trade-offs or synergies?** 2008 Tese (PhD. Natural Resources) - Cornell University, Ithaca, 2008. Disponível em: <http://m.centroecologico.org.br/teses/13>. Acesso em: 21 abr. 2024.

LIBARDONI, G. *et al.* Impacto de nematoides entomopatogênicos sobre operárias de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) africanizada. **Semina: ciências agrárias**, v. 41, n. 6, Supl. 2, p. 3441–3448, 2020. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/38448>. Acesso em: 8 mai. 2023.

MALASPINA, O. **Estudo genético da resistência ao DDT e relação com outros caracteres em *Apis mellifera*** (Hymenoptera, Apidae). 1979. Dissertação (Mestrado em Zoologia de Invertebrados) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 1979.

MINUSSI, L.C.; ALVES-DOS-SANTOS, I. Abelhas nativas versus *Apis mellifera* Linnaeus, espécie exótica (Hymenoptera, Apidae). **Bioscience Journal**, v. 23, n.0, 2007. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6806>. Acesso em: 12 mai. de 2023.

OLTRAMARI, A.C.; ZOLDAN, P.; ALTMANN, R. **Agricultura orgânica em Santa Catarina**. Florianópolis: Instituto Cepa/SC, 2002. Disponível em: https://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/organicos.pdf. Acesso em: 26 de abr. 2024.

PICANÇO, M.C. **Manejo integrado de pragas**. Viçosa: UFV, 2010. Disponível em: https://www.ica.ufmg.br/wp-content/uploads/2017/06/apostila_entomologia_2010.pdf. Acesso em: 26 de abr. de 2024.

SÁNCHEZ-BAYO, F.; WYCKHUYS, K. A. G. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. **Biological Conservation**, v. 232, p. 8-27, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320718313636>. Acesso em: 8 de jun. de 2023.

SANTOS, F. P. dos. **Efeitos antioxidantes da alicina**: uma breve revisão. 2013. Monografia (Graduação em Farmácia) - Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unifaema.edu.br/handle/123456789/340>. Acesso em: 10 jun. 2023.

SEMPREBON, D. P. *et al.* Biodiversidade de polinizadores no bioma Mata Atlântica em visitação a flores de canola. **Cuadernos de Educación y Desarrollo** v.15, n. 6, p.5400–5415. 2023. Disponível em: <https://ojs.europublications.com/ojs/index.php/ced/article/view/1472>. Acesso em 12 mai de 2023.

SOUZA, L.S. **Influência da composi o da paisagem na estrutura o da assembleia de abelhas e na poliniza o do maracujá**. 2021. Disserta o (Mestrado em Ecologia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2021. <http://icts.unb.br/jspui/handle/10482/42903>. Acesso em: 29 abr. de 2024.

XAVIER, V. M. *et al.* Toxicidade de inseticidas bot nicos   *Apis mellifera* polinizadora do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009, Viçosa. **Anais [...]** Viçosa: Consórcio Pesquisa Café, 2009. Disponível em: <http://www.consorciopesquisacafe.com.br/index.php/consorcio/separador2/simposio-de-pesquisa-dos-cafes-do-brasil/547-anais-do-vi-simposio-de-pesquisa-dos-cafes-do-brasil>. Acesso em: 11 de ago de 2023.