

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

Efecto de la aplicación de plaguicidas en la mortalidad de *Apis mellifera* L. bajo condiciones de laboratorio, 2024

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGRÓNOMO**

AUTORES:

Bach. Huaman Guido, Miguel Anthoni

Bach. Medina Melendez, Angela Miluska

ASESOR:

Ms. Herrera Cherres, Santos

ORCID: 0000-0002-8880-063X

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2025

DEDICATORIA

A Dios, por su constante presencia en mi vida, por darme la paz y la fortaleza para afrontar los retos de cada día.

A mi familia, por ser mi motor y enseñarme que con esfuerzo todo es posible.

A mi madre, Julissa y a mi padre, Miguel, por su amor incondicional y por ser ejemplo de entrega y fortaleza.

A mi hermana Fátima, por su enorme cariño y por acompañarme siempre.

A mis abuelos paternos, Víctor y Carmen, y a mis abuelos maternos, Juan y Victoria, por sus sabias palabras y el legado de amor que han sembrado en mí.

A mis amigos, por haber estado siempre a mi lado, compartiendo sueños, desafíos y recuerdos que quedarán conmigo para siempre.

A mis profesores, por apasionarme con cada enseñanza a amar esta hermosa carrera.

A Lucas y Kira, mis fieles compañeros, por alegrar mis días con su cariño incondicional.

Miguel Anthoni Huaman Guido

DEDICATORIA

A Dios, por darme vida, por escuchar mis oraciones, por darme fuerzas cada vez que la vida se complica y por guiarme hacia mis metas.

A mi familia Melendez: mis abuelos Francisca y Catalino, mi madre Tania y mi hermana Alejandra, por brindarme su apoyo incondicional en mis estudios, y por ser una de mis más grandes motivaciones para salir adelante.

A todos mis amigos y amigas, por acompañarme en el camino de la vida y compartir junto a mí experiencias que siempre recordaré.

A mis docentes de la universidad, por todas las enseñanzas que me transmitieron en cada una de sus clases.

A mis cuatro gatos, en especial a Karin, por su fiel compañía durante estos 10 últimos años.

Angela Miluska Medina Melendez

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarnos salud, fortaleza y bendiciones durante cada momento de nuestras vidas.

A nuestras familias por los valores que nos inculcaron y por apoyarnos durante nuestra etapa universitaria.

A nuestras amistades, por cada consejo, risa o palabra de aliento que nos brindaron cuando lo necesitábamos.

A todos los ingenieros que conforman la plana docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la Universidad Nacional del Santa, por contribuir en nuestra formación académica y personal.

Al Ing. Juan Cerna, a Liberato Torre y a todo el personal que conforma la organización “SEDIR”, por proporcionarnos el apoyo necesario para la ejecución de la tesis.

Al equipo de trabajo de la empresa Grupo Bozzo SAC, por su contribución para el desarrollo de esta investigación.

Angela Miluska Medina Melendez

Miguel Anthoni Huaman Guido

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	14
1.1.	Descripción y formulación del problema	14
1.2.	Objetivos	16
1.2.1.	Objetivo general	16
1.2.2.	Objetivos específicos	16
1.3.	Formulación de la hipótesis	17
1.4.	Justificación e importancia	17
II.	MARCO TEÓRICO.....	19
2.1.	Antecedentes	19
2.2.	Marco conceptual	21
2.2.1.	Taxonomía de <i>Apis mellifera</i> L.	21
2.2.2.	Conformación de la colmena de <i>Apis mellifera</i> L.	22
2.2.3.	Morfología de <i>Apis mellifera</i> L.	22
2.2.4.	Ciclo biológico de <i>Apis mellifera</i> L.	23
2.2.5.	Reproducción de <i>Apis mellifera</i> L.	24
2.2.6.	Alimentación de <i>Apis mellifera</i> L.	25
2.2.7.	Plaguicidas.....	25
2.2.8.	Clasificación de los plaguicidas	26
2.2.9.	Plaguicidas en estudio	29
III.	METODOLOGÍA	34
3.1.	Área experimental	34
3.1.1.	Ubicación	34
3.1.2.	Características del área experimental	35
3.2.	Materiales.....	36
3.2.1.	Equipos	36
3.2.2.	Materiales de apicultura	36
3.2.3.	Materiales de laboratorio.....	36

3.2.4.	<i>Materiales de escritorio</i>	37
3.2.5.	<i>Material biológico</i>	37
3.2.6.	<i>Productos químicos</i>	37
3.3.	Diseño de la investigación	37
3.4.	Tratamientos en estudio	39
3.5.	Población y muestra	41
3.5.1.	<i>Población</i>	41
3.5.2.	<i>Muestra</i>	41
3.6.	Variables de estudio	41
3.6.1.	<i>Variable dependiente</i>	41
3.6.2.	<i>Variable independiente</i>	41
3.7.	Procedimiento	43
3.7.1.	<i>Instalación de las abejas en el laboratorio</i>	43
3.7.2.	<i>Rotulado de instrumentos y área de trabajo</i>	43
3.7.3.	<i>Preparación de tratamientos</i>	43
3.7.4.	<i>Evaluación de los resultados</i>	44
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1.	Resultados	45
4.1.1.	<i>Aplicación por contacto</i>	45
4.1.2.	<i>Suministro por ingestión</i>	62
4.2.	Discusión	81
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
5.1.	Conclusiones	82
5.2.	Recomendaciones	83
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
VII.	ANEXOS	92

ÍNDICE DE TABLAS

1: Características biológicas y morfológicas de las castas de <i>Apis mellifera</i> L.....	23
2: Duración del ciclo biológico de las castas de <i>Apis mellifera</i> L.....	24
3: Clasificación de los plaguicidas	26
4: Clasificación IRAC de los principales grupos químicos de insecticidas	27
5: Clasificación FRAC de los principales grupos químicos de fungicidas	28
6: Clasificación de los herbicidas según su modo de acción	29
7: Características del área experimental	34
8: Características climáticas en el distrito de Moro	35
9: Características del laboratorio.....	36
10: DBCA de la investigación	38
11: Información de los plaguicidas	40
12: Descripción de los tratamientos.....	40
13: Operacionalización de las variables.....	42
14: Porcentajes de mortalidad de <i>Apis mellifera</i> L. a 1 hora de exposición a los plaguicidas en aplicación por contacto.....	45
15: Porcentajes de mortalidad de <i>Apis mellifera</i> L. a 3 horas de exposición de los plaguicidas en aplicación por contacto.....	47
16: Porcentajes de mortalidad de <i>Apis mellifera</i> L. a 6 horas de exposición de los plaguicidas en aplicación por contacto.....	50
17: Porcentajes de mortalidad de <i>Apis mellifera</i> L. a 12 horas de exposición de los plaguicidas en aplicación por contacto.....	52
18: Porcentajes de mortalidad de <i>Apis mellifera</i> L. a 24 horas de exposición de los plaguicidas en aplicación por contacto.....	54
19: Porcentajes de mortalidad de <i>Apis mellifera</i> L. a 36 horas de exposición de los plaguicidas en aplicación por contacto.....	56
20: Porcentajes de mortalidad de <i>Apis mellifera</i> L. a 48 horas de exposición de los plaguicidas en aplicación por contacto.....	58
21: Análisis de varianza de la mortalidad de abejas <i>Apis mellifera</i> L. en aplicación de plaguicidas por contacto	60
22: Comparación de medias con la prueba Tukey de la mortalidad de abejas <i>Apis mellifera</i> L. en aplicación por contacto.....	61
23: Porcentajes de mortalidad de <i>Apis mellifera</i> L. a 1 hora de exposición de los plaguicidas suministrados por ingestión.....	62

<i>24: Porcentajes de mortalidad de Apis mellifera L. a 3 horas de exposición de los plaguicidas suministrados por ingestión.....</i>	<i>65</i>
<i>25: Porcentajes de mortalidad de Apis mellifera L. a 6 horas de exposición de los plaguicidas suministrados por ingestión.....</i>	<i>67</i>
<i>26: Porcentajes de mortalidad de Apis mellifera L. a 12 horas de exposición de los plaguicidas suministrados por ingestión.....</i>	<i>69</i>
<i>27: Porcentajes de mortalidad de Apis mellifera L. a 24 horas de exposición de los plaguicidas suministrados por ingestión.....</i>	<i>71</i>
<i>28: Porcentajes de mortalidad de Apis mellifera L. a 36 horas de exposición de los plaguicidas suministrados por ingestión.....</i>	<i>74</i>
<i>29: Porcentajes de mortalidad de Apis mellifera L. a 48 horas de exposición de los plaguicidas suministrados por ingestión.....</i>	<i>76</i>
<i>30: Análisis de varianza de la mortalidad de abejas Apis mellifera L. en el suministro de plaguicida por ingestión.....</i>	<i>78</i>
<i>31: Comparación de medias con la prueba Tukey de la mortalidad de abejas Apis mellifera L. suministrado por ingestión</i>	<i>80</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>1: Ciclo de vida de las abejas.....</i>	<i>24</i>
<i>2: Área experimental de la investigación</i>	<i>34</i>
<i>3: Croquis del diseño experimental.....</i>	<i>39</i>
<i>4: Gráfico del porcentaje de mortalidad según horas de evaluación en aplicación por contacto</i>	<i>61</i>
<i>5: Gráfico del porcentaje de mortalidad según horas de evaluación suministrado por ingestión.....</i>	<i>79</i>

ÍNDICE DE ANEXOS

1: Formato de evaluación de mortalidad para plaguicidas suministrados por ingestión	92
2: Formato de evaluación de mortalidad para plaguicidas aplicados por contacto.....	93
3: Resultados de la evaluación del tratamiento testigo aplicado por contacto.	94
4: Resultados de la evaluación del tratamiento de Thiametoxam + Lambda-cihalotrina aplicado por contacto.....	95
5: Resultados de la evaluación del tratamiento de Alfacipermetrina aplicado por contacto	96
6: Resultados de la evaluación del tratamiento de Spinosad aplicado por contacto.....	97
7: Resultados de la evaluación del tratamiento de Thiabendazole aplicado por contacto	98
8: Resultados de la evaluación del tratamiento de Procloraz aplicado por contacto ...	99
9: Resultados de la evaluación del tratamiento de Glifosato aplicado por contacto ..	100
10: Resultados de la evaluación del tratamiento testigo suministrado por ingestión..	101
11: Resultados de la evaluación del tratamiento de Thiametoxam + Lambda-cihalotrina suministrado por ingestión	102
12: Resultados de la evaluación del tratamiento de Alfacipermetrina suministrado por ingestión.....	103
13: Resultados de la evaluación del tratamiento de Spinosad suministrado por ingestión	104
14: Resultados de la evaluación del tratamiento de Thiabendazole suministrado por ingestión.....	105
15: Resultados de la evaluación del tratamiento de Procloraz suministrado por ingestión	106
16: Resultados de la evaluación del tratamiento de Glifosato suministrado por ingestión	107
17: Monitoreo de colmenas	108
18: Implementación y rotulado de materiales de laboratorio.....	108
19: Preparación de tratamientos.....	109
20: Dilución de plaguicidas	109
21: Llenado de aspersores para aplicación por contacto.....	110
22: Preparación de alimento contaminado con plaguicidas suministrado por ingestión	110

<i>23: Aspersión de plaguicidas dentro de las cajas acrílicas con abejas en aplicación por contacto</i>	<i>111</i>
<i>24: Consumo de alimento contaminado por plaguicidas suministrados por ingestión</i>	<i>111</i>
<i>25: Mortalidad en aplicación de plaguicidas por contacto</i>	<i>112</i>
<i>26: Mortalidad en suministro de plaguicidas por ingestión</i>	<i>112</i>
<i>27: Evaluación de mortalidad de los tratamientos</i>	<i>113</i>
<i>28: Registro de mortalidad de los tratamientos</i>	<i>113</i>

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la aplicación de plaguicidas en la mortalidad de *Apis mellifera* Linnaeus bajo condiciones de laboratorio. Los tratamientos en estudio fueron: T0 (Testigo), T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina), T2 (Alfacipermetrina), T3 (Spinosad), T4 (Thiabendazole), T5 (Procloraz), y T6 (Glifosato), los cuales se aplicaron a las abejas por contacto y se suministraron por ingestión, utilizando un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). La evaluación de la mortalidad se registró luego de 1, 3, 6, 12, 24, 36 y 48 horas después de la aplicación de los tratamientos. En los resultados se observó que, en el caso de los plaguicidas aplicados por contacto, el T1, T2 y T3 registraron los valores de mortalidad más altos, alcanzando el 100%. Mientras que, en los plaguicidas suministrados por ingestión, el T1 y T2 alcanzaron 99% y 100% de mortalidad respectivamente, concluyendo que los plaguicidas de estos tratamientos fueron los más letales para las abejas.

Palabras clave: Plaguicidas, mortalidad, *Apis mellifera* L.

ABSTRACT

The present investigation aimed to determine the effect of pesticide application on the mortality of *Apis mellifera* Linnaeus under laboratory conditions. The treatments studied were: T0 (Control), T1 (Thiamethoxam + Lambda-cyhalothrin), T2 (Alphacypermethrin), T3 (Spinosad), T4 (Thiabendazole), T5 (Prochloraz), and T6 (Glyphosate), which were applied to bees by contact and supplied by ingestion, using a Completely Randomized Block Design (CRBD). Mortality assessments will be recorded after 1, 3, 6, 12, 24, 36, and 48 hours after treatment application. The results will show that, in the case of pesticides applied by contact, T1, T2, and T3 recorded the highest mortality values, reaching 100%. While in the pesticides administered by ingestion, T1 and T2 reached 99% and 100% mortality respectively, concluding that the pesticides in these treatments were the most lethal to bees.

Keywords: Pesticides, mortality, *Apis mellifera* L.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción y formulación del problema

Las abejas *Apis mellifera* L. son insectos de gran importancia para la humanidad debido a la capacidad que poseen para polinizar diversas especies de plantas, así mismo, garantizan la producción de insumos alimenticios como miel, jalea real y el polen. (Abdel-Kader et al.2021) Sin embargo, estos insectos son uno de los más amenazados y afectados por las aplicaciones de plaguicidas en la agricultura que forman parte de las medidas de control de insectos, enfermedades y malezas que dañan a los cultivos, por lo que, el uso de estos productos químicos causa un aumento de la mortalidad de las abejas y, por consiguiente, pone en riesgo la estabilidad y el equilibrio de los ecosistemas, la preservación de la biodiversidad y la seguridad alimentaria de toda la población. (Real et al., 2022)

Esta preocupación se ve respaldada por afirmaciones como la de Goulson (2015), quien revela que en los últimos 50 años se ha observado un descenso considerable de la población de abejas a nivel mundial. En este sentido, la Organización para las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] en el 2019 declara cifras alarmantes respecto a la situación de las abejas, revelando que la mortalidad a causa del uso de plaguicidas ha incrementado en un 35% respecto a años anteriores, por lo tanto, estos insectos están en peligro inminente ya que pueden ser intoxicados ya sea directamente por la exposición a los plaguicidas o también pueden ser afectados al consumir polen contaminado. (Parra, 2024)

A nivel internacional, existe información acerca de los daños que ocasionan los plaguicidas en las abejas, tal como Sepulveda manifiesta que en el año 2023 se registraron un promedio de 300 colmenas afectadas en Colombia, calculando la muerte de un promedio de 24 millones de abejas; por el contrario, el Diario Digital La Razón.co en el

año 2024 recalca que la cifra aumentó a 520 colmenas afectadas, por lo que, la mortalidad en realidad superó los 62 millones de abejas. Por otro lado, De León señala que en el año 2024 un grupo de apicultores en México alertaron pérdidas significativas de sus abejas, destacando que aproximadamente el 30% de una población de 12,000 colmenas fueron perjudicadas.

En el contexto nacional, diversos medios advierten un aumento en la muerte de abejas a causa de los plaguicidas, así como el diario Andina destaca que en el año 2019 durante la polinización en el cultivo de “palto” *Persea amerciana* en Lambayeque, un 30% de 600 colmenas resultaron envenenadas. De igual modo, el diario La República revela que en el 2019 un grupo de agricultores de Cusco denunciaron la muerte masiva de abejas y lo relacionaron con la aplicación del plaguicidas en sus campos. De manera similar ocurrió cuando Agraria.pe anuncia en el año 2024 que en Moyobamba se registró una disminución en la población de abejas entre el 25% y 30%.

En el ámbito local, en el valle de Nepeña, específicamente en el distrito de Moro, según el último reporte realizado por Áncash Noticias en el 2023 y avalado por el Servicio para el Desarrollo Integral Rural (SEDIR), existen alrededor de 45 apicultores que manejan un promedio de 150 colmenas, además de otras 94 colmenas que le pertenecen a SEDIR y que son instaladas en los campos con el propósito de criar abejas o para la polinización y producción de cultivos de importancia agronómica que predominan en la zona, principalmente *Persea americana* y *Manguifera indica*.

De lo anterior expuesto, el director de operaciones y técnico en apicultura de SEDIR, el apicultor Torre (2024) en una comunicación personal expresa su preocupación por la situación de las abejas en los campos del distrito de Moro debido a los hallazgos de abejas muertas en las piqueras de las colmenas luego realizarse aplicaciones fitosanitarias. Sin embargo, resalta la ausencia de investigaciones y estudios científicos

que comprueben si los diversos tipos de plaguicidas que se comercializan y aplican a los cultivos representan una amenaza para la población de abejas.

Al respecto, uno de los momentos críticos en los cultivos es precisamente la etapa fenológica de floración, en donde muchas plantas se encuentran más susceptibles al ataque de numerosas plagas y enfermedades que pueden perjudicar directamente la cantidad y calidad de la producción final. Para combatir este problema, el mercado de agroquímicos ofrece una amplia variedad de opciones en productos con diferentes ingredientes activos, no obstante, en esta etapa las abejas están más expuestas a las aplicaciones de plaguicidas y presentan mayor riesgo de intoxicación.

A partir de lo manifestado anteriormente, nos formulamos la siguiente pregunta: ¿Cuál será el efecto de la aplicación de plaguicidas en la mortalidad de *Apis mellifera* L. bajo condiciones de laboratorio?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la aplicación de plaguicidas en la mortalidad de *Apis mellifera* L. bajo condiciones de laboratorio.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el porcentaje de mortalidad de *Apis mellifera* L. de los diferentes plaguicidas aplicados por contacto.
- Evaluar el porcentaje de mortalidad de *Apis mellifera* L. de los diferentes plaguicidas suministrados por ingestión.

1.3. Formulación de la hipótesis

Por lo menos uno de los tratamientos causará más del 30% de mortalidad de *Apis mellifera* L. bajo condiciones de laboratorio.

1.4. Justificación e importancia

La aplicación de plaguicidas es una de las principales alternativas a las que se recurre para combatir plagas, enfermedades y malezas que afectan a los cultivos, sin embargo, muchas veces no se toman en cuenta las repercusiones en organismos no objetivo, como es el caso de las abejas. Por lo expuesto anteriormente, la presente investigación se justifica desde el punto de vista ambiental por la necesidad que existe de determinar el efecto de los plaguicidas en la mortalidad de *Apis mellifera* L., en búsqueda de promover un uso consciente y responsable de los plaguicidas, así como para fomentar la agricultura sostenible y conservación de la biodiversidad en los agroecosistemas.

En este sentido, desde el punto de vista social, podemos resaltar que los productos químicos asociados a la mortalidad de abejas no solo representan un riesgo hacia otros polinizadores y organismos benéficos expuestos a la aplicación de plaguicidas, sino también generan daño a corto y/o largo plazo hacia la salud humana. Por lo que, la presente investigación, servirá para incentivar la producción de alimentos inocuos, así como para intensificar la protección del personal que manipula o aplica los productos en campo y evitar el contacto directo con los insumos tóxicos.

Además, desde el punto de vista económico, el cuidado de la población de abejas contribuirá monetariamente en las personas que se dedican al sector agropecuario ya que aumentará la productividad y la calidad de los cultivos que son polinizados por estos insectos. Así mismo, beneficiará significativamente a los apicultores, debido a que esta labor genera empleo y representa una buena fuente de ingresos a través de la crianza de abejas y el alquiler de colmenas a otros campos de cultivo, así como por la venta de

productos con una gran demanda de consumo que son elaborados por las abejas como es el caso de la miel, jalea y otros productos apícolas.

Finalmente, desde el punto de vista académico, la información recopilada será crucial para identificar los ingredientes activos de los diferentes tipos de plaguicidas (insecticidas, fungicidas o herbicidas) que representan un mayor riesgo de intoxicación y mortalidad para las abejas durante la etapa fenológica de floración de los cultivos, a partir de lo cual pueden surgir nuevas ideas de investigaciones semejantes que aborden esta problemática y aporten más conocimiento para tomar mejores decisiones en el manejo de plagas, enfermedades y malezas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Abdel razik (2019) en su trabajo de investigación “Toxicidad y efectos secundarios de algunos insecticidas aplicados en campos de algodón sobre *Apis mellifera*” determinó la toxicidad de insecticidas como Dipel (B.t. 6.4% WP), Abamectina (Vertemic 1.8% EC), Spinosad (Tracer 24%SC), Emamectin benzoate (Excellent 1.9% EC), Lambda-cihalotrina (Lambada 5% CE), Clorpirifos, (Dorsil 48% EC) y Piridalil (Pleo 50% EC). Tras 7 días de aplicación, registró el mayor porcentaje de mortalidad con Lambda-cihalotrina y Spinosad (48.89 y 46.67%), seguidos de Abamectina y Clorpirifos (37.78 y 35.56%).

Eden (2020) en su trabajo de investigación “Pesticidas comerciales en la mortalidad de *Apis mellifera* L.” realizó ensayos de laboratorio con pruebas de contacto e ingestión de los pesticidas: Roundup SL (glifosato), Lannate 40 SP (metomil), Cipermax Super 10 CE (alfacipermetrina), Regent SC (fipronil), Tracer 120 SC (spinosad), GF-120 CB (spinosad), Absolute 60 SC (spinetoram), Movento 150 OD (spirotetramat), Lorsban 4 EC (clorpirifos) y Confidor 350 SC (imidacloprid). Luego de 72 horas de evaluación, demostró que casi todos los pesticidas ocasionaron 100% de mortalidad, a excepción de GF-120 CB (spinosad), Roundup SL (glifosato) y Movento 150 OD (spirotetramat) que en la prueba de contacto registraron mortalidades de 44.50, 54.90 y 66.10%; mientras que en la prueba de ingestión estos mismos productos registraron mortalidades de 98.25, 62.22 y 98.56% respectivamente.

Shehata, Sheref, Khalil, y Desuky (2021) en el trabajo de investigación “El efecto tóxico de algunos bioinsecticidas sobre las abejas melíferas forrajeras” evaluaron la toxicidad por vía oral y por contacto de los insecticidas: Clorpirifos, Alfa-cipermetrina, Spinosad, *B. thuringiensis* y Aceite de naranja, bajo condiciones de laboratorio y a dosis

de campo recomendadas. Emplearon abejas de más de 21 días que fueron colocadas en jaulas. Tras 24 y 48 hrs de aplicación de la dosis comercial, descubrieron Clorpirifos obtuvo los mayores porcentajes de mortalidad: 96% por vía oral y 50% contacto directo.

Akca y Saruhan (2022) en su trabajo de investigación “Efectos de algunos insecticidas sobre las abejas (*Apis mellifera*)” investigaron los efectos de la aplicación tópica, de contacto y residual de ocho insecticidas. A las 48 horas, los resultados del estudio demostraron que el impacto de la aplicación tópica fue bajo en todos los pesticidas, mientras que la mayor mortalidad por efecto de contacto se observó con Thiametoxam (100%), Zeta-cipermetrina (90%), Metiocarb (85%), Alfa-cipermetrina (80%), Spinosad (75%), Tiametoxam + Lambda-cihalotrina (70%), Tiacloprid + Deltametrina (50%) e Indoxacarb (40%).

Haón (2022) en su trabajo de investigación “Evaluación de efectos letales de insumos agrícolas en abejas melíferas (*Apis mellifera*)” realizó ensayos de consumo de alimento, mortalidad y tiempo letal medio de 5 tratamientos: Evergreen (Fertilizante foliar); Energy Track (Fertilizante foliar); Imidalaq SC (Imidacloprid); Oxhitane (Mancozeb + Oxicloruro de Cobre) y el tratamiento testigo. A las 36 primeras horas de exposición a la dosis comercial, encontró que el mayor porcentaje de mortalidad de abejas lo obtuvo Imidalaq (Imidacloprid) y Energy Track (Fertilizante foliar) con registros de mortalidad de 50% y 47.5% respectivamente, seguido del fungicida Oxithane (Mancozeb + Oxicloruro de Cobre), el cual obtuvo 22.5% de mortalidad. Los resultados del estudio confirman que algunos fertilizantes foliares y fungicidas también ocasionan efectos negativos en las abejas.

Guamushig (2023) en su trabajo de investigación “Efecto de seis plaguicidas sobre mortalidad en la especie de abeja: *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae)” estudió la mortalidad de la dosis de etiqueta de seis plaguicidas durante cinco días. Descubrió que

los agroquímicos Bravo 720 (Chlorothalonil), Imidalaq (Imidacloprod) y Cyperpac (Cipermetrina) fueron los de mayor incidencia en la mortalidad con valores de 90, 92 y 88% respectivamente. Por otro lado, los productos Stam-one (Propanil 480), Glifosato (Glifosato), y Ridolmil gold (Metalaxyl) obtuvieron valores de mortalidad de 84, 76, y 72 % respectivamente

Wesonga et al (2023) en su trabajo de investigación “Impacto de la exposición oral aguda al paraquat y al glifosato en el consumo de alimentos y las tasas de supervivencia de la abeja africana *Apis mellifera scutellata* (Hymenoptera: Apidae)” expuso a *Apis mellifera scutellata* a concentraciones de campo de los herbicidas paraquat y glifosato. En sus resultados específicos de la exposición a glifosato o en dosis de 4 mg/ml, 6 mg/ml y 8 mg/ml reflejaron tasas de mortalidad a las 24 horas cercanas al 12.5%, 50% y 62.5% respectivamente, mientras que, a las 48 horas de evaluación, estas tasas aumentaron a 37.5%, 62.5% y 85.5% respectivamente.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Taxonomía de *Apis mellifera* L.

La especie *Apis mellifera* L. o también llamada abeja europea, pertenece a uno de los grupos más importantes de insectos benéficos que se encuentran en el orden de los Hymenopteros. Además, son parte de la Superfamilia Apoidea y Familia Apidae. (Lizárraga, 2022, como se citó en De Jaime, 2003)

Reino	: Animal
Filo	: Arthropoda
Clase	: Insecta
Orden	: Hymenoptera

Superfamilia : Apoidea

Familia : Apidae

Género : *Apis*

Especie : *Apis mellifera* Linnaeus, 1758

2.2.2. Conformación de la colmena de *Apis mellifera* L.

Dentro de las castas que conforman una colmena de abejas se encuentran la reina, las obreras y los zánganos. En este sentido, Vásquez, Sangerman y Schwentesius (2021) indican que el número de abejas en una colmena es variable. En una colmena de aproximadamente 50000 abejas, el 60 % pueden ser abejas obreras, que suelen volar en un área aproximada entre 150 y 200 metros alrededor de la colmena.

Por otro lado, Michelle (2021) revela que la población de zánganos en una colmena puede alcanzar entre 400 y 500 individuos.

2.2.3. Morfología de *Apis mellifera* L.

EducaMadrid (2012) describe a las abejas como insectos de coloración parda oscura con un tamaño promedio de 1,5 cm en el caso de las abejas obreras y 2 cm las abejas reinas y los zánganos. Las obreras tienen en el tercer par de patas unas cestillas que sirven para transportar polen. El abdomen es segmentado, y en el anillo final poseen un aguijón venenoso. Presentan ojos simples (ocelos) y su aparato bucal es tipo lamedor.

Tabla 1

Características biológicas y morfológicas de las castas de Apis mellifera L.

Característica	Reina	Obrera	Zángano
Tamaño	18-20 mm	12-13 mm	15 mm
Longitud de proboscis	Muy corta	57 mm	Corta
Aguijón	Presente	Presente	Ausente
Duración de su desarrollo	16 días	21 días	24 días

Nota. Adaptado de *Abeja melífera* , por Educamadrid, 2012.

2.2.4. Ciclo biológico de Apis mellifera L.

Michelle (2021) destaca que el ciclo biológico varía según la función que tiene una abeja dentro de la colmena, de modo que el huevo de una abeja reina puede dar origen a una abeja obrera o a una reina.

- Abeja obrera: Su ciclo se extiende a lo largo de 21 días desde la postura hasta que eclosiona el huevo, luego de ese periodo desempeñan múltiples funciones dentro de la colmena.
- Zángano: Su ciclo abarca alrededor de 24 días desde la postura hasta la eclosión del huevo y finaliza cuando copula con la reina.
- Abeja reina: Su ciclo comprende de 15 a 16 días, desde el momento en que es depositado su huevo hasta que finalmente nace. Tras una semana de emerger de su celda, las reinas se dirigen a lugares específicos para sus vuelos de apareamiento con los zánganos.

El Departamento de Sanidad Animal (2018) menciona que el proceso de metamorfosis abarca varias etapas: desde el huevo, larva y pupa. Una vez completadas estas etapas, emergen como un individuo adulto.

Tabla 2

Duración del ciclo biológico de las castas de Apis mellifera L.

Estadío	Reina	Obrera	Zángano
Huevo	3 días	3	3-4
Larva	5-6	5-6	6-7
Periodo de reposo	2	3	2-3
Pupa	4-5	10	8-10
Tiempo de fertilidad	23	N/A	38

Nota. Fuente: Departamento de Sanidad Animal (2018)

Figura 1

Ciclo de vida de las abejas



Nota. Fuente: Romero (2024)

2.2.5. Reproducción de *Apis mellifera* L.

Según el Departamento de Sanidad Animal (2018) una reina realiza su primer vuelo de apareamiento entre cuatro y diez días después de emerger. Se puede aparear hasta con 17 zánganos, y almacenar el semen en una espermateca durante varios años. Posterior al apareamiento, las reinas comienzan a poner huevos entre dos y cuatro días después, llegando a ovipositar de 500 a 2500 diariamente.

Los huevos fecundados pueden dar origen a una abeja reina o abejas obreras, dependiendo de la celda en la que se desarrolla y su dieta, mientras que, los zánganos provienen de huevos no fertilizados (partenogénesis). (Departamento de Sanidad Animal, 2018) De acuerdo con Michelle (2021) los zánganos se congregan en áreas específicas en un radio de aproximadamente 5 km, pero tras la cópula, su vida llega a su fin.

2.2.6. Alimentación de *Apis mellifera* L.

Una abeja reina crece en una celda especial y son alimentadas por las obreras exclusivamente con jalea real durante todo su ciclo de vida, mientras que las futuras obreras reciben una mezcla de polen y néctar, alimento considerado menos nutritivo. (Departamento de Sanidad Animal, 2018)

Nubin y Nurulalia (2022) destacan que la supervivencia de las abejas se basa en recursos vitales como la miel y el suministro de agua. La miel es esencial para alimentar a las crías, abejas obreras de la colmena, los zánganos y la reina, mientras que el agua cumple funciones como la extracción de minerales y la regulación del nido, especialmente en condiciones calurosas.

2.2.7. Plaguicidas

Los plaguicidas se definen como cualquier sustancia destinada a erradicar, regular, prevenir, mitigar o repeler la presencia de organismos perjudiciales. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015)

Karam, Ramírez, y Patric (2004) destacan que la mayoría de los plaguicidas se utilizan principalmente en la agricultura, sin embargo, cuando se aplican en formas inapropiadas o en cantidades excesivas, pueden ocasionar daños a los cultivos de interés y al medio ambiente, además de representar un riesgo para la salud humana.

2.2.8. Clasificación de los plaguicidas

En la actualidad, los compuestos de plaguicidas más empleados están dirigidos al control de insectos, hongos, ácaros y malezas. (Bedmar, 2011)

Tabla 3

Clasificación de los plaguicidas

Clasificación	Ejemplos
Según el hospedante en el que actúan	Insecticidas, Fungicidas, Herbicidas, Acaricidas, Nematicidas.
Según su grupo químico	- Insecticidas: Clorados, Organofosforados, Carbamatos, Piretroides, Nitroguanidinas, Benzoilureas. - Fungicidas: Triazoles, Bencimidazoles, Metoxiacrilatos, Derivados del Benceno, Diticarbamatos. - Herbicidas: Sulfitos, Imidazolinonas, Triazinas.
Según su comportamiento en la planta	Sistémicos y de Contacto.
Según su especificidad en la plaga	Selectivos y No Selectivos.
Según vía de ingreso	Contacto, ingestión e inhalación
Según modo de acción	- Clasificación IRAC (Insecticide Resistance Action Committe) - Clasificación FRAC (Fungicide Resistance Action Committee) - HRAC (Herbicide Resistance Action Committe)

Nota. Fuente: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2018)

- **Insecticidas**

Son sustancias químicas empleadas para controlar o eliminar insectos. Estos productos se encuentran disponibles en diversas formas, desde polvos humectables, aerosoles, gases, gránulos, soluciones oleosas, concentrados emulsionables, etc. (Institución Nacional de Salud Publica, 2020)

Los insecticidas se pueden clasificar de diferentes maneras. Sin embargo, destacan cuatro grupos más significativos que son Organoclorados, Organofosforados, Carbamatos, Piretroides y Neonicotinoides. (Ponce et al., 2006)

Tabla 4

Clasificación IRAC de los principales grupos químicos de insecticidas

Punto de acción primario	Grupo químico	Ejemplos
Inhibidores de la acetilcolinesterasa	1A Carbamatos	Alicarb, Metomil, Pirimicarb
	1B Organofosforados	Clorpirifos, Malation, Profenofos
Moduladores del canal de sodio	3A Piretroides	Lambda-cihalotrina, Cipermetrina, Alfacipermetrina, Deltametrina
	Piretrinas	Piretrinas
Moduladores competitivos del receptor nicotínico de la acetilcolina	4A Neonicotinoides	Acetamiprid, Imidacloprid, Thiametoxam
Moduladores alostéricos del receptor nicotínico de la acetilcolina – sitio I	5 Spinosinas	Spinosad, Spinotoram

Nota. Fuente: IRAC (2019)

- **Fungicidas**

Es una sustancia que tiene como objetivo actuar contra enfermedades causadas por hongos. (Melgajero, 2011) Los fungicidas son ampliamente empleados en diversos ámbitos, su uso en la agricultura busca proteger los cultivos y semillas, tanto durante su etapa en campo como en almacenamiento y/o traslado. (Reigart y Roberts, 1999)

Existen dos tipos principales de fungicidas: los de contacto, los cuales actúan únicamente en la superficie donde se aplican para impedir la germinación de los esporangios, y los sistémicos, que son absorbidos a través del follaje o las raíces y se desplazan por toda la planta. Estos fungicidas afectan diversas etapas del ciclo de vida del hongo patógeno. (Pérez y Forbes, 2014)

Tabla 5

Clasificación FRAC de los principales grupos químicos de fungicidas

Modo de acción	Grupo químico	Ejemplos
Proteínas motoras y citoesqueleto	B1 Benzimidazoles	Tiabendazol, Metil tiofanato
Biosíntesis de esterol en las membranas	G1 Imidazoles Triazoles	Imazalil, Procloraz Difenoconazol, Tebuconazol, Bromuconazol, Ciproconazol, Fenbuconazol
Actividad de contacto multi-sitio	M3 Ditiocarbamatos	Mancozeb, Metrian, Tiran

Nota. Fuente: FRAC (2019)

- **Herbicidas**

Son productos químicos diseñados para controlar el crecimiento de plantas no deseadas (malezas), cada uno con su propia composición química y mecanismo de acción específico. (Mayorga , Guillen y Díaz, 2019) Los herbicidas son herramientas ampliamente empleadas, y su uso adecuado resulta fundamental para un control eficiente de las malezas. Sin embargo, cuando no se aplican de manera adecuada, pueden ocasionar daños tanto a los cultivos como a la salud humana y al equilibrio de los ecosistemas. Por lo tanto, es imperativo no solo garantizar la eficacia en el control

de las malezas, sino también promover prácticas agrícolas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. (Mejía, 2020)

Tabla 6

Clasificación de los herbicidas según su modo de acción

Grupo	Modo de acción
I	Inh. Síntesis de lípidos
II	Inh. Síntesis de aminoácidos
III	Auxinas sintéticas
IV	Inh. Crecimiento de plántulas
V	Inh. Fotosíntesis
VI	Inh. Síntesis de pigmentos
VII	Destruyentes de membranas

Nota. Fuente: SOMECIMA (2020)

2.2.9. Plaguicidas en estudio

- Thiametoxam

El Thiametoxam es un insecticida de amplio espectro registrado en muchos países para su uso contra insectos chupadores y masticadores en diferentes cultivos. (Food and Agriculture Organization, 2010) Tiene una fórmula molecular de $C_8H_{10}ClN_5O_3S$ y una masa molecular de 292,2 g/mol. (Tomlin, 2011, como se citó en Oliveira, 2017)

El Thiametoxam se ha consolidado en el mercado como un producto esencial en los programas de control de insectos, debido a su actividad de amplio espectro, bajas dosis de aplicación, excelente absorción y translocación en las plantas. (Maienfisch et al., 2001)

Es un insecticida del grupo químico de los neonicotinoides (Tomlin, 2003, como se citó en Hilton, 2015) Este insecticida actúa por contacto e ingestión, es antagonista del receptor nicotínico de la acetilcolina y afecta a las sinapsis del sistema nervioso central de los insectos. (Vademecum México, 2010) Los neonicotinoides, que provienen de la nicotina, son uno de los insecticidas más empleados y tienen efectos neurotóxicos sobre los insectos. (De Carvalho et al., 2024)

No se descompone fácilmente, por lo que puede permanecer en el suelo, los cultivos y los productos alimenticios durante un largo tiempo. Esta característica implica que el thiametoxam puede acumularse en el ambiente, lo que genera riesgos importantes para los seres vivos. Además, este compuesto se absorbe rápidamente cuando se ingiere por vía oral, lo que aumenta aún más su potencial de daño. (Kalil et al., 2023)

- Lambda-cihalotrina

La lambdacihalotrina es un compuesto químico que forma parte de los piretroides sintéticos. (Tessi, 2023), posee actividad por contacto e ingestión, no sistémico, con buen efecto de impacto y buena persistencia que actúa sobre el sistema nervioso de los insectos alterando el flujo de iones a través de la membrana nerviosa. (Vademecum España, 2010)

Su fórmula es $C_{23}H_{19}ClF_3NO_3$ y controla un amplio rango de insectos como áfidos, lepidópteros o coleópteros en diversos cultivos. (Instituto Regional de Estudios de Sustancias Tóxicas, 2012)

La Lambda-cihalotrina afecta los canales iónicos que son cruciales para el funcionamiento de varios tejidos en el cuerpo, incluyendo tanto el sistema nervioso como el muscular. Al interferir con estos canales, altera los procesos fisiológicos

normales, lo que afecta el comportamiento y la actividad de los insectos, causando su muerte. (Abdul et al., 2024)

- **Alfacipermetrina**

La alfacipermetrina es un insecticida sintético derivado de las piretrinas naturales presentes en las flores de *Chrysanthemum cinerariaefolium*. (Coalova, 2022)

Tiene acción por contacto como por ingestión, además presenta un amplio espectro de efectividad. Este principio activo se emplea para eliminar tanto a larvas como los insectos adultos. (Mihaljević, 2019)

La alfacipermetrina se distingue de la cipermetrina convencional porque contiene el 100% de sus isómeros ópticos en forma cis en su estructura molecular. Esto le otorga a la alfacipermetrina una mayor potencia en comparación con la cipermetrina convencional, ya que los isómeros cis tienen una mayor actividad insecticida, mejorando su capacidad para eliminar plagas. (Agropsa, 2025)

- **Spinosad**

Abdel-Kader, Abdel-Lateef, Abdelmonem, y Yousif (2021) mencionan que el Spinosad es un agente de control de insectos derivado de la fermentación de la bacteria actinomiceto, *Saccharopolyspora spinosa*. Spinosad se utiliza como bioinsecticida en agricultura ecológica, consiste en una mezcla de la espinosina A (componente principal) y la espinosina D, las más biológicamente activas. (Christen et al., 2019)

Este afecta los receptores de acetilcolina en el sistema nervioso de los insectos, siendo útil en el control de plagas en diversos cultivos. (Pereira et al., 2018)

El Spinosad, es un plaguicida que se aplica principalmente mediante aspersión, garantizando así su eficacia en el control de plagas específicas. (MAPA, 2019, como se citó en RD Marques, MAPA Lima & RC Bernardes 2020) Spinosad ha reportado efectos acumulativos y toxicidad para organismos no objetivo, incluidas las abejas. (Pereira et al., 2018)

- **Thiabendazole**

El compuesto químico Tiabendazol se utiliza como fungicida para obstaculizar el desarrollo y crecimiento del hongo al interferir con sus procesos celulares. (Viteri et al., 2020). Thiabendazole se distingue por su eficacia contra diversas enfermedades fúngicas, ofreciendo una protección amplia y confiable. (Camarasa, 2012)

Thiabendazol es fundamental para gestionar adecuadamente los hongos que afectan la madera en los cultivos de palto Hass. Entre los patógenos más comunes que controla en este tipo de cultivo se encuentran diversas especies de *Lasiodiplodia*, las cuales pueden ocasionar decoloración en los vasos conductores, formación de canchales en la madera y la muerte regresiva de las ramas. (Tadey & Escobedo, 2021)

- **Prochloraz**

El Prochloraz es uno de los fungicidas más utilizados en la agricultura. Pertenece al grupo de los imidazoles, que actúan inhibiendo la producción de esterol en las membranas de organismos patógenos. (AGQ Labs, 2019) Prochloraz es un fungicida de amplio espectro de degradación rápida en diversos metabolitos, pero que posee una elevada toxicidad. Este fungicida es ampliamente empleado para controlar diversas enfermedades en los cultivos. (Casas, 2018)

Desde los años 90, el fungicida prochloraz ha ganado popularidad entre los productores del cultivo palto, principalmente por su efectividad en el control de

enfermedades como la antracnosis, que es causada por diversas especies de hongos del género *Colletotrichum* spp. (Redagrícola, 2020) Este compuesto suele aplicarse junto con otros fungicidas, lo que contribuye significativamente a la sinergia entre ellos y ayuda a retardar el desarrollo de resistencia de patógenos. (Plant hormones, 2021)

- **Glifosato**

El glifosato es un compuesto orgánico de naturaleza ácida, compuesto por una molécula de glicina enlazada con otra de fosfometilo. Se trata de un herbicida de no selectivo lo que significa que tiene efecto en una amplia diversidad de plantas, y su uso está extendido en múltiples cultivos agrícolas. (Burger y Fernández, 2004)

Es ampliamente utilizado para la eliminación de malezas, siendo el herbicida más popular y lucrativo a nivel global. (Torres, 2017) Las investigaciones sobre sus impactos en la fauna es algo limitada, estudios han revelado alteraciones en el desarrollo de larvas de abejas y en la flora intestinal de las abejas adultas. (Herrera, 2024)

La característica no selectiva de este producto implica que puede acabar con cualquier planta que toca, interfiriendo con las proteínas que regulan su crecimiento. Además, su aplicación también puede perjudicar a los polinizadores, esenciales para la agricultura. (Soto, 2023)

III. METODOLOGÍA

3.1. Área experimental

3.1.1. Ubicación

La investigación se desarrolló en el laboratorio del Centro de Investigación y Emprendimiento Agrícola (CIEA) ubicado en el distrito de Moro, provincia del Santa, departamento de Ancash, Perú.

Tabla 7

Características del área experimental

Características	Laboratorio
Latitud	9°08'27" S
Longitud	78°11'21" O
Altitud	426 msnm

Nota. Recopilado de Google Earth (2024)

Figura 2

Área experimental de la investigación



Nota. Fuente: Google Earth (2024)

3.1.2. Características del área experimental

En la Tabla 8, se observan los valores de temperatura y humedad relativa del distrito de Moro que la estación meteorológica más cercana registró durante los meses de investigación.

Tabla 8

Características climáticas en el distrito de Moro

Valores registrados		Septiembre 2024	Octubre 2024	Noviembre 2024
Temperatura	Mínima	10.9 °C	13.6 °C	13.3 °C
	Máxima	27.5 °C	28.8 °C	28.2 °C
	Promedio	17.4 °C	18.9 °C	19.8 °C
Humedad relativa	Mínima	53%	50%	54%
	Máxima	95%	95%	93%
	Promedio	79.2%	77.7%	76.2%

Nota. Recopilado de estación meteorológica Hacienda Vinchamarca, Moro (2024)

En la Tabla 9, se observan los valores de las características ambientales que se registraron a nivel de laboratorio por medio de un termohigrómetro digital. Se midieron las condiciones de temperatura y humedad durante el periodo de duración de la investigación, y se mantuvieron las condiciones dentro de los valores óptimos para el confinamiento de las abejas. El laboratorio del Centro de Investigación y Experimentación Agrícola (CIEA) tiene un área de 16 m² y fue el lugar donde se aplicaron los tratamientos con plaguicidas.

Tabla 9*Características del laboratorio*

Valores registrados		Octubre 2024	Noviembre 2024		
		Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3
Temperatura	Mínima	20 °C	20°C	20°C	20°C
	Máxima	28 °C	28 °C	28 °C	28 °C
	Promedio	24 °C	24 °C	24 °C	24 °C
Humedad relativa	Mínima	70%	70%	70%	70%
	Máxima	80%	80%	80%	80%
	Promedio	75%	75%	75%	75%

3.2. Materiales

3.2.1. Equipos

- Laptop
- Cámara fotográfica
- Termohigrómetro digital
- Balanza gramera
- Impresora

3.2.2. Materiales de apicultura

- Traje de apicultor
- Ahumador
- Palanca

3.2.3. Materiales de laboratorio

- Jaulas acrílicas de 22cm x11cm x10cm
- Etiquetas adhesivas para rotular
- Plumón indeleble
- Mascarilla con filtro

- Guantes quirúrgicos
- Bata de laboratorio
- Aspersores
- Recipientes para alimentos
- Jeringas
- Agua destilada
- Pasta alimenticia

3.2.4. *Materiales de escritorio*

- Hojas bond
- Lapiceros
- Formato de evaluación de mortalidad

3.2.5. *Material biológico*

- “Abejas europeas” *Apis mellifera* L.

3.2.6. *Productos químicos*

- Insecticida comercial con ingrediente activo Thiametoxam (141 g/L) + Lambda-cihalotrina (106 g/L)
- Insecticida comercial con ingrediente activo Alfacipermetrina (100 g/L)
- Insecticida comercial con ingrediente activo Spinosad. (240 g/L)
- Fungicida comercial con ingrediente activo Thiabendazole (500 g//L)
- Fungicida comercial con ingrediente activo Procloraz (450 g//L)
- Herbicida comercial con ingrediente activo Glifosato (757 g//L)

3.3. *Diseño de la investigación*

El estudio se desarrolló bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), aplicando el mismo esquema experimental para evaluar la toxicidad de

los plaguicidas en *Apis mellifera* L. mediante dos formas: aplicación por contacto y suministro por ingestión. Para cada uno, se establecieron siete tratamientos en total: seis tratamientos con plaguicidas y un testigo. El estudio contó con un total de 56 unidades experimentales, en la que cada unidad experimental estuvo conformada por una caja acrílica de 25 individuos de *Apis mellifera* L. (Tabla 10). Se realizó el diseño DBCA con la finalidad controlar posibles fuentes naturales de mortalidad, asegurando no afectaran significativamente los resultados.

El modelo estadístico aplicado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + t_j + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} =Efecto de los insecticidas por plaguicidas, en repetición

μ =Efecto de los plaguicidas sobre *Apis mellifera* L.

β_i =Efecto de Bloque

t_j =Efecto del insecticida

ϵ_{ij} =Efecto del error experimental

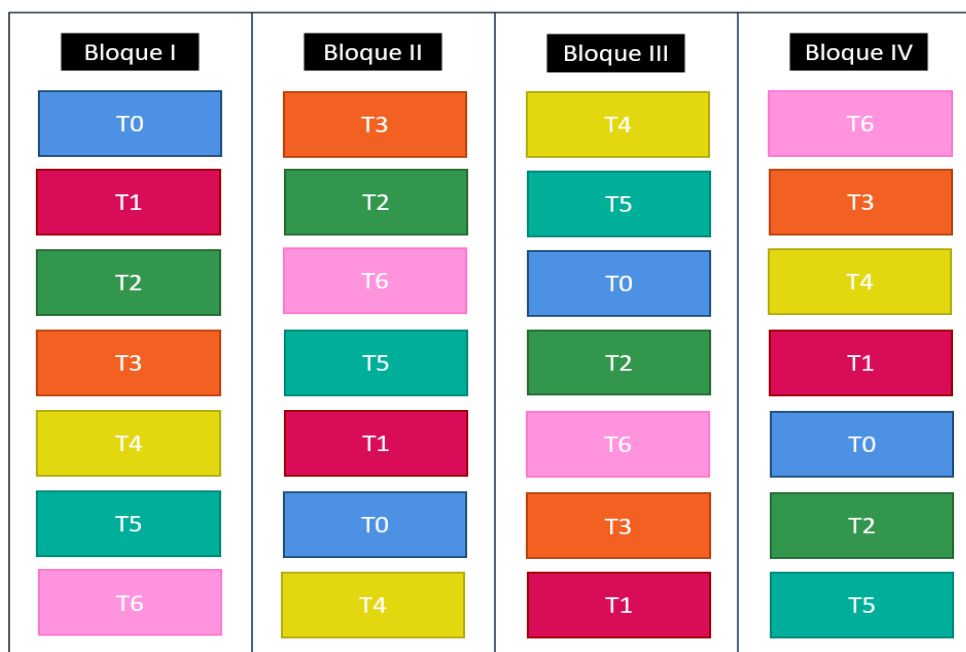
Tabla 10

DBCA de la investigación

Tratamientos	Bloques				Total
	I	II	III	IV	
T0	25	25	25	25	100
T1	25	25	25	25	100
T2	25	25	25	25	100
T3	25	25	25	25	100
T4	25	25	25	25	100
T5	25	25	25	25	100
T6	25	25	25	25	100
Total					700

Figura 3

Croquis del diseño experimental



3.4. Tratamientos en estudio

Los tratamientos consistieron en la aplicación de plaguicidas por contacto y suministro por ingestión. Dentro de los cuales se utilizaron tres insecticidas (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina, Alfacipermetrina y Spinosad), dos fungicidas (Thiabendazole y Procloraz) y un herbicida (Glifosato).

Estos plaguicidas son utilizados con frecuencia en el distrito de Moro, el cual es una zona de producción frutícola, particularmente en cultivos de palto y mango. Por ello, las dosis empleadas, así como los cultivos y plagas objetivo considerados, corresponden a las prácticas agrícolas habituales en la zona.

Tabla 11*Información de los plaguicidas*

Producto	Concentración	Dosis comercial	Cultivo recomendado	Plaga objetivo
Thiametoxam+				
Lambda-cihalotrina	141 g/L + 106 g/L	100 ml / cil	Palto	<i>Thrips tabaci</i>
Alfacipermetrina	100 g/L	250 ml / cil	Palto	<i>Oiketicus kirbyi</i>
Spinosad	240 g/L	20-30 ml /cil	Palto y mango	<i>Thrips tabaci</i>
Thiabendazole	500 g/L	150-200 ml / cil	Mango	<i>Oidium mangiferae</i>
Procloraz	450 g/L	150-200 ml / cil	Palto	<i>Botrytis cinerea</i> <i>Cladosporium herbarum</i>
Glifosato	757 g/Kg	2 Kg / cil	Palto	<i>Amaranthus dubius</i>

Tabla 12*Descripción de los tratamientos*

Tratamiento	Producto aplicado	Dosis diluida
T0	Agua destilada	---
T1	Thiametoxam+ Lambda-cihalotrina	0.5 ml / L
T2	Alfacipermetrina	1.5 ml / L
T3	Spinosad	0.15 ml / L
T4	Thiabendazole	2 ml / L
T5	Procloraz	1 ml / L
T6	Glifosato	10 gr /L

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población estuvo constituida por una colmena de abejas obtenida del apiario del Servicio para el Desarrollo Rural Integral (SEDIR) en el distrito de Moro.

3.5.2. Muestra

Se utilizó una muestra de 1400 abejas, distribuidas en un total de 56 unidades experimentales, los tratamientos en estudio fueron aplicados por contacto a 28 unidades experimentales y suministrados por ingestión a las otras 28 unidades experimentales.

3.6. Variables de estudio

3.6.1. Variable dependiente

El porcentaje de mortalidad de *Apis mellifera* L. luego de aplicarse los tratamientos.

3.6.2. Variable independiente

Aplicación de los plaguicidas: Thiametoxam + Lambda-cihalotrina, Alfacipermetrina, Spinosad, Thiabendazole, Procloraz, y Glifosato.

Tabla 13*Operacionalización de las variables*

Variables	Definición conceptual	Dimensión operacional	Dimensiones de la variable	Indicadores	Unidad de medida	Instrumentos y técnicas de medidas
<i>Apis mellifera</i> L. (Dependiente)	Es un himenóptero color pardo negruzco y vello rojizo que vive en colonias y produce miel.	Evaluación de la mortalidad de abejas al aplicar los plaguicidas.	Mortalidad	Porcentaje de mortalidad a causa de los plaguicidas	%	Medición directa: Conteo de abejas muertas y cálculo del porcentaje de mortalidad con respecto al total de abejas evaluadas.
Plaguicidas (Independiente)	Son sustancias químicas utilizadas para controlar, prevenir o destruir las plagas.	Aplicación de la dosis comercial de los plaguicidas	Plaguicidas (insecticidas, fungicidas y herbicida)	Dosis comercial de cada producto	ML	Aplicación de los plaguicidas con aspersor (por contacto) y suministro por medio de un cebo tóxico (por ingestión)

3.7. Procedimiento

3.7.1. *Instalación de las abejas en el laboratorio*

Se trasladó una colmena de abejas desde el apiario del Servicio para el Desarrollo Rural Integral (SEDIR) hasta el laboratorio del Centro de Investigación y Emprendimiento Agrícola (CIEA) de SEDIR, donde colocaron 25 abejas en cada una de las jaulas acrílicas.

3.7.2. *Rotulado de instrumentos y área de trabajo*

Para garantizar un manejo adecuado y evitar la contaminación cruzada, se rotuló y etiquetó de todos los instrumentos y materiales según el tratamiento que se iba a aplicar.

3.7.3. *Preparación de tratamientos*

- Aplicación por contacto

Para la aplicación por contacto, se diluyó en 1 litro de agua la dosis de cada plaguicida según su ficha técnica y se colocó en frascos atomizadores (aspersores). Se aplicó cinco aspersiones de los plaguicidas dentro de las cajas acrílicas de cada tratamiento, de modo que cayeran directamente sobre las abejas. El método de aplicación fue determinante para evaluar la mortalidad a la exposición directa de plaguicidas, simulando una aplicación fitosanitaria en campo.

- Suministro por ingestión

Para el tratamiento por ingestión, las soluciones de 1 litro de los plaguicidas fueron extraídas con jeringas de 1 ml y se aplicó 0.3 ml de la solución a 3 gr de alimento de cada tratamiento. El cebo tóxico fue una mezcla de la dosis de plaguicidas con una pasta alimenticia denominada “Candy”, que consta de una combinación entre miel y azúcar en una proporción 1:1.

El líquido se distribuyó dentro del alimento de forma homogénea. Este método fue utilizado para evaluar la mortalidad cuando las abejas ingieren alimentos contaminados por plaguicidas.

3.7.4. Evaluación de los resultados

- Evaluación de mortalidad

Se contabilizó la cantidad de abejas muertas después de 1,3,6,12,24,36 y 48 horas después de la aplicación de los tratamientos y se registró en los formatos de evaluación de mortalidad para cada tratamiento (Anexo 1 y Anexo 2)

- Corrección de mortalidad

Se realizó la corrección de la mortalidad con la fórmula de Abbott, que es una herramienta que se emplea para distinguir el efecto de un tratamiento con plaguicidas del efecto causado por factores naturales cuando se registra mortalidad en el tratamiento testigo.

La fórmula de Abbott utilizada para calcular la mortalidad corregida es la siguiente:

$$\frac{(\% \text{mortalidad de la prueba} - \% \text{mortalidad del control})}{(100 - \text{mortalidad del control})} * 100$$

- Procesamiento de los datos

Los datos recopilados en los formatos de evaluación se digitaron en Microsoft Excel de acuerdo al tiempo de evaluación. El análisis estadístico se realizó en el programa SPSS donde se obtuvo el análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existe diferencia significativa entre los tratamientos y mediante la prueba Tukey se compararon las medias de los tratamientos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

Los resultados se presentan en términos de porcentaje de mortalidad según el tiempo de evaluación. A lo largo de los diferentes periodos de observación, los resultados mostraron variabilidad en la toxicidad de los plaguicidas dependiendo del tiempo de exposición.

4.1.1. Aplicación por contacto

Tabla 14

Porcentajes de mortalidad de Apis mellifera L. a 1 hora de exposición a los plaguicidas en aplicación por contacto

Plaguicidas	Dosis	Mortalidad según repeticiones (%)				Mortalidad promedio (%)	Mortalidad corregida
		I	II	III	IV		
T0: Testigo	-	4%	4%	8%	12%	7%	-
T1: Thiametoxam + Lambda-cihalotrina	0.5 ml/l	36%	32%	20%	36%	31%	26%
T2: Alfacipermetrina	1.5 ml/l	48%	40%	36%	48%	43%	39%
T3: Spinosad	0.15 ml/l	8%	20%	12%	12%	13%	6%
T4: Thiabendazole	2 ml/l	36%	8%	8%	8%	15%	9%
T5: Procloraz	1 ml/l	8%	4%	16%	12%	10%	3%
T6: Glifosato	10 gr/l	8%	12%	8%	12%	10%	3%

En la Tabla 14, se presenta el primer registro de los porcentajes de mortalidad de *Apis mellifera* L. a 1 hora de exposición a los tratamientos aplicados por contacto.

El T0 (Testigo), sin exposición a plaguicidas, presentó una mortalidad promedio de 7%, con una leve variabilidad entre los bloques del 4% al 12%. Este valor demuestra que el testigo presentó una tasa baja de mortalidad sin la intervención de plaguicidas.

En cuanto a los insecticidas, el T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) registró una mortalidad promedio de 31%, lo que representa un incremento significativo en comparación con el testigo. La mortalidad entre los bloques varió entre 20% y 36%, indicando una diferencia en la respuesta, pero reflejando un efecto tóxico desde la primera hora de exposición.

El T2 (Alfacipermetrina) presentó una mortalidad promedio de 43%, siendo el insecticida más letal a esta hora. La mortalidad entre los bloques varió de 36% a 48%, lo que sugiere que Alfacipermetrina tuvo un impacto fuerte en las abejas, a pesar de que la exposición inicial fue a solo 1 hora.

Por otro lado, el T3 (Spinosad) registró una mortalidad promedio de 13%, significativamente menor que los otros insecticidas. Las mortalidades en los bloques oscilaron entre 8% y 20%, lo que indica que Spinosad tuvo un efecto menos letal en comparación anteriores, aunque aun así causó una mortalidad considerable.

En los fungicidas, el T4 (Thiabendazole) causó una mortalidad promedio de 15%, con una variabilidad entre los bloques del 8% al 36%. A pesar de que la mortalidad fue mayor que el testigo, el efecto de este fungicida fue moderado en comparación con los insecticidas, reflejando una toxicidad más baja a corto plazo.

El T5 (Procloraz) presentó una mortalidad promedio de 10%, con un rango de variación entre los bloques del 4% al 16%. Este fungicida tuvo un impacto aún menor en las abejas a comparación de Thiabendazole, lo que sugiere que su toxicidad es baja en las primeras horas de exposición.

Finalmente, el T6 (Glifosato), el único herbicida evaluado, evidenció una mortalidad promedio de 10%, con una variación de la mortalidad entre los bloques del 8% al 12%.

Aunque el herbicida demostró un efecto tóxico sobre las abejas, fue el tratamiento con menor impacto.

La mortalidad corregida demostró que los tratamientos tuvieron una ligera interferencia de las condiciones externas frente a la mortalidad registrada por los plaguicidas en la primera hora de evaluación. Los insecticidas T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) y T2 (Alfacipermetrina) presentaron mortalidades corregidas de 26% y 39%, frente a 31% y 43% de mortalidades registradas. El T3 (Spinosad) presentó una mortalidad corregida del 6%, a comparación del 13% de mortalidad registrada. Los fungicidas T4 (Thiabendazole) y T5 (Procloraz) tuvieron mortalidades corregidas de 9% y 3%, ligeramente diferentes al 15% y 10% de mortalidad registrada. Por último, el herbicida T6 (Glifosato) tuvo una mortalidad corregida de 3%, frente al 10% de mortalidad registrada.

Tabla 15

Porcentajes de mortalidad de Apis mellifera L. a 3 horas de exposición de los plaguicidas en aplicación por contacto

Plaguicidas	Dosis	Mortalidad según repeticiones (%)				Mortalidad promedio (%)	Mortalidad corregida
		I	II	III	IV		
T0: Testigo	-	4%	4%	8%	16%	8%	-
T1: Thiametoxam + Lambda-cihalotrina	0.5 ml/l	68%	56%	80%	72%	69%	66%
T2: Alfacipermetrina	1.5 ml/l	84%	72%	76%	64%	74%	72%
T3: Spinosad	0.15 ml/l	16%	84%	20%	60%	45%	40%
T4: Thiabendazole	2 ml/l	40%	60%	12%	28%	35%	29%
T5: Procloraz	1 ml/l	28%	8%	36%	52%	31%	25%
T6: Glifosato	10 gr/l	16%	60%	16%	20%	28%	22%

En la Tabla 15, se presentan los porcentajes de mortalidad a las 3 horas de exposición. Al comparar estos resultados con los obtenidos a 1 hora (Tabla 14), se observa un aumento generalizado en la mortalidad.

El T0 (Testigo), que previamente registró una mortalidad promedio de 7% a 1 hora (Tabla 14), presentó una mortalidad promedio de 8%. Aunque la mortalidad en el testigo aumentó 1%, el impacto siguió siendo mínimo, con una variabilidad entre los bloques del 4% al 16%. Esta leve diferencia sugiere que, sin la intervención de plaguicidas, la mortalidad de las abejas es relativamente baja.

En cuanto a los insecticidas, el T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) registró una mortalidad promedio de 69%, un aumento considerable respecto al 31% de mortalidad observada a 1 hora de evaluación (Tabla 14). La mortalidad en los bloques varió entre 56% y 80%, lo que refleja un impacto tóxico más alto en comparación con la evaluación a 1 hora, confirmando que el efecto de este insecticida se intensifica con el tiempo.

El T2 (Alfacipermetrina) presentó una mortalidad promedio de 74%, también aumentó respecto al 43% de mortalidad a 1 hora (Tabla 14). Las mortalidades en los bloques variaron entre 64% y 84%, indicando un alto impacto tóxico de este plaguicida. En comparación con el insecticida T1, Alfacipermetrina demostró un efecto muy fuerte, incluso a las 3 horas, pero con una ligera variabilidad entre los bloques.

El T3 (Spinosad) registró una mortalidad promedio de 45%, un aumento notable respecto al 13% de mortalidad observada a 1 hora (Tabla 14). La mortalidad entre los bloques varió entre 16% y 84%, lo que indica diferencias en la respuesta de las abejas, pero en general, Spinosad tuvo un impacto más moderado que los otros insecticidas.

En los fungicidas, el T4 (Thiabendazole) registró una mortalidad promedio de 35%, un incremento respecto al 15% observado a 1 hora (Tabla 14). La mortalidad en los bloques

varió entre 12% y 60%, lo que evidenció una mayor variabilidad en la respuesta, pero con un impacto moderado comparado con los insecticidas.

El T5 (Procloraz) presentó una mortalidad promedio de 23%, un aumento respecto al 10% de mortalidad a 1 hora (Tabla 14). Con una variabilidad entre los bloques del 8% al 52%, este fungicida demostró una mortalidad más baja en comparación con Thiabendazole, pero su impacto fue mayor que el testigo.

Finalmente, el T6 (Glifosato), el herbicida, presentó una mortalidad promedio de 20%, un incremento respecto al 10% de mortalidad a 1 hora (Tabla 14). La mortalidad entre bloques varió entre 16% y 60%, lo que evidenció una respuesta más variable en comparación con la evaluación anterior. Aunque el herbicida tuvo el menor impacto en comparación con los insecticidas y fungicidas, su mortalidad aumentó de manera moderada.

La mortalidad corregida demostró que los tratamientos tuvieron una ligera interferencia de las condiciones externas frente a la mortalidad registrada por los plaguicidas a las 3 horas de evaluación. Los insecticidas T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) y T2 (Alfacipermetrina) presentaron mortalidades corregidas de 66% y 72%, frente a 69% y 74% de mortalidades registradas. El T3 (Spinosad) presentó una mortalidad corregida del 40%, a comparación del 45% de mortalidad registrada. Los fungicidas T4 (Thiabendazole) y T5 (Procloraz) tuvieron mortalidades corregidas de 29 y 25%, moderadamente diferentes al 35% y 31% de mortalidad registrada. Por último, el herbicida T6 (Glifosato) tuvo una mortalidad corregida de 22%, frente al 28% de mortalidad registrada.

Tabla 16

Porcentajes de mortalidad de Apis mellifera L. a 6 horas de exposición de los plaguicidas en aplicación por contacto

Plaguicidas	Dosis	Mortalidad según repeticiones (%)				Mortalidad promedio (%)	Mortalidad corregida
		I	II	III	IV		
T0: Testigo	-	8%	4%	20%	24%	14%	-
T1: Thiametoxam + Lambda-cihalotrina	0.5 ml/l	88%	72%	84%	100%	86%	84%
T2: Alfacipermetrina	1.5 ml/l	88%	88%	84%	100%	90%	88%
T3: Spinosad	0.15 ml/l	36%	96%	40%	72%	61%	55%
T4: Thiabendazole	2 ml/l	40%	64%	20%	32%	39%	29%
T5: Procloraz	1 ml/l	28%	16%	60%	80%	46%	37%
T6: Glifosato	10 gr/l	20%	64%	28%	28%	35%	24%

En la Tabla 16, se presentan los porcentajes de mortalidad de *Apis mellifera* L. a 6 horas de exposición. Al comparar estos resultados con los de la Tabla 15 (a 3 horas de exposición), se observa un incremento general en la mortalidad.

El T0 (Testigo), que a 3 horas presentó una mortalidad promedio de 8% (Tabla 15), registró una mortalidad promedio de 14%. La variabilidad de la mortalidad entre los bloques del 4% al 24%. Aunque el aumento fue moderado, tuvo una mortalidad considerada baja.

En los insecticidas, el T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) registró un incremento importante en la mortalidad, alcanzando un promedio de 86%, en comparación con el 69% observado a 3 horas (Tabla 15). La mortalidad en los bloques varió entre 72% y 100%, reflejando un efecto tóxico más fuerte con el paso del tiempo.

El T2 (Alfacipermetrina) continuó siendo el insecticida más letal, con una mortalidad promedio de 90%, un aumento respecto a la mortalidad de 74% observada a las 3 horas

(Tabla 15). La mortalidad entre los bloques varió entre 84% y 100%, demostrando una alta toxicidad a lo largo del tiempo.

El T3 (Spinosad) registró una mortalidad promedio de 61%, evidenciando un notable aumento respecto al 45% observado a 3 horas (Tabla 15). Las mortalidades en los bloques variaron entre 36% y 96%, reflejando una mayor variabilidad en la respuesta. Aunque fue menos tóxico que s otros insecticidas, Spinosad tuvo un impacto considerable en ciertos bloques.

En cuanto a los fungicidas, el T4 (Thiabendazole) registró un incremento en la mortalidad, alcanzando un promedio de 39%, en comparación con el 35% observado a 3 horas (Tabla 15). La mortalidad en los bloques varió entre 20% y 64%, lo que reflejó una variabilidad en la respuesta de las abejas, pero fue relativamente moderado en comparación con los insecticidas.

El T5 (Procloraz) registró una mortalidad promedio de 46%, lo que marcó un aumento respecto a los 23% observados a 3 horas (Tabla 15). La mortalidad entre los bloques varió entre 16% y 80%, lo que indicó una respuesta más variable, sin embargo, demostró un impacto fuerte para algunos bloques.

Finalmente, el T6 (Glifosato) registró una mortalidad promedio de 35%, un incremento respecto al 28% observado a 3 horas (Tabla 15). Las mortalidades entre los bloques oscilaron entre 20% y 64%, lo que reflejó una variabilidad notable, pero continuó siendo el plaguicida con menor impacto en comparación con los insecticidas y los fungicidas.

La mortalidad corregida demostró que los tratamientos tuvieron una ligera interferencia de las condiciones externas frente a la mortalidad registrada por los plaguicidas a las 6 horas de evaluación. Los insecticidas T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) y T2 (Alfacipermetrina) presentaron mortalidades corregidas de 84% y 88%, frente a 90% y 86% de mortalidades registradas. El T3 (Spinosad) presentó una mortalidad corregida

del 55%, a comparación del 61% de mortalidad registrada. Los fungicidas T4 (Thiabendazole) y T5 (Procloraz) tuvieron mortalidades corregidas de 29% y 37%, moderadamente diferentes al 39% y 46% de mortalidad registrada. Por último, el herbicida T6 (Glifosato) tuvo una mortalidad corregida de 24%, frente al 35% de mortalidad registrada.

Tabla 17

Porcentajes de mortalidad de Apis mellifera L. a 12 horas de exposición de los plaguicidas en aplicación por contacto

Plaguicidas	Dosis	Mortalidad según repeticiones (%)				Mortalidad promedio (%)	Mortalidad corregida
		I	II	III	IV		
T0: Testigo	-	12%	4%	24%	28%	17%	-
T1: Thiametoxam + Lambda-cihalotrina	0.5 ml/l	96%	80%	92%	100%	92%	90%
T2: Alfacipermetrina	1.5 ml/l	96%	100%	88%	100%	96%	95%
T3: Spinosad	0.15 ml/l	84%	100%	76%	92%	88%	86%
T4: Thiabendazole	2 ml/l	44%	64%	28%	36%	43%	31%
T5: Procloraz	1 ml/l	28%	28%	76%	92%	56%	47%
T6: Glifosato	10 gr/l	20%	64%	48%	32%	41%	29%

En la Tabla 16, se presentan los porcentajes de mortalidad de *Apis mellifera* L. a 12 horas de exposición. Al comparar estos resultados con los de la Tabla 16 (a 6 horas de exposición), se observa un incremento generalizado en la mortalidad, especialmente en los insecticidas.

El T0 (Testigo), que a las 6 horas presentó una mortalidad promedio de 14% (Tabla 15), registró un aumento en la mortalidad, alcanzando el 17%. La mortalidad en los bloques varió entre 4% y 28%, lo que reflejó una ligera variabilidad, pero mantuvo niveles bajos de mortalidad en comparación con los plaguicidas.

En cuanto a los insecticidas, el T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) registró una mortalidad promedio de 92%, lo que representó un notable aumento respecto a la mortalidad de 86% observada a 6 horas (Tabla 16). La mortalidad entre los bloques varió de 80% a 100%, lo que reflejó un fuerte efecto tóxico con el paso del tiempo.

El T2 (Alfacipermetrina) también demostró un aumento considerable en la mortalidad, alcanzando un promedio de 96%, en comparación con el 90% observado a las 6 horas (Tabla 16). Las mortalidades en los bloques variaron entre 88% y 100%, lo que indicó una alta toxicidad de este plaguicida.

El T3 (Spinosad) registró una mortalidad promedio de 88%, un incremento respecto al 61% observado a 6 horas (Tabla 16). Las mortalidades en los bloques variaron entre 76% y 100%, lo que reflejó un impacto significativo en las abejas, aunque menos letal que los otros insecticidas.

En los fungicidas, el T4 (Thiabendazole) registró un aumento en la mortalidad, alcanzando un promedio de 43%, en comparación con el 39% observado a 6 horas (Tabla 16). Las mortalidades en los bloques variaron entre 28% y 64%, lo que reflejó una ligera variabilidad, pero continuó siendo moderado en comparación con los insecticidas.

El T5 (Procloraz) presentó una mortalidad promedio de 56%, un aumento respecto al 46% observados a 6 horas (Tabla 16). La mortalidad entre los bloques varió entre 28% y 92%, lo que indicó una mayor dispersión en la respuesta de las abejas, pero en general, este fungicida siguió teniendo un impacto moderado.

Finalmente, el T6 (Glifosato) mostró una mortalidad promedio de 41%, un incremento respecto al 35% observado a 6 horas (Tabla 16). Las mortalidades entre los bloques variaron entre 20% y 64%, reflejando una variabilidad considerable, pero herbicida siguió siendo el plaguicida con el menor impacto.

La mortalidad corregida demostró que los tratamientos tuvieron una moderada interferencia de las condiciones externas frente a la mortalidad registrada por los plaguicidas a las 12 horas de evaluación. Los insecticidas T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) y T2 (Alfacipermetrina) presentaron mortalidades corregidas de 90% y 95%, frente a 92% y 96% de mortalidades registradas. El T3 (Spinosad) presentó una mortalidad corregida del 86%, a comparación del 88% de mortalidad registrada. Los fungicidas T4 (Thiabendazole) y T5 (Procloraz) tuvieron mortalidades corregidas de 31% y 47%, moderadamente diferentes al 43% y 56% de mortalidad registrada. Por último, el herbicida T6 (Glifosato) tuvo una mortalidad corregida de 29%, frente al 41% de mortalidad registrada.

Tabla 18

Porcentajes de mortalidad de Apis mellifera L. a 24 horas de exposición de los plaguicidas en aplicación por contacto

Plaguicidas	Dosis	Mortalidad según repeticiones (%)				Mortalidad promedio (%)	Mortalidad corregida
		I	II	III	IV		
T0: Testigo	-	12%	4%	24%	28%	17%	-
T1: Thiametoxam + Lambda-cihalotrina	0.5 ml/l	100%	92%	100%	100%	98%	98%
T2: Alfacipermetrina	1.5 ml/l	100%	100%	100%	100%	100%	100%
T3: Spinosad	0.15 ml/l	100%	100%	100%	100%	100%	100%
T4: Thiabendazole	2 ml/l	44%	64%	36%	36%	45%	34%
T5: Procloraz	1 ml/l	28%	32%	96%	100%	64%	57%
T6: Glifosato	10 gr/l	28%	72%	76%	44%	55%	46%

En la Tabla 17, se presentan los porcentajes de mortalidad a las 24 horas de exposición.

Al comparar estos resultados con los de la Tabla 17 (a 12 horas de exposición), se

observa un incremento en la mortalidad, particularmente en los insecticidas, aunque también se aprecian algunas variaciones en los fungicidas y el herbicida.

El T0 (Testigo), que a las 12 horas mostró una mortalidad promedio de 17% (Tabla 17), se mantuvo constante a 24 horas con una mortalidad promedio de 17%. La mortalidad en los bloques siguió siendo baja y varió entre 4% y 28%.

En cuanto a los insecticidas, el T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) registró un aumento en la mortalidad, alcanzando un promedio de 98%, en comparación con el 92% observado a 12 horas (Tabla 17). La mortalidad en los bloques variaron entre 92% y 100%, lo que reflejó una toxicidad extremadamente alta.

El T2 (Alfacipermetrina) registró una mortalidad promedio de 100%, un aumento respecto al 96% observado a las 12 horas (Tabla 17). La mortalidad en los bloques fue de 100% en todos los casos, lo que indicó toxicidad uniforme total de este plaguicida.

El T3 (Spinosad) también registró un aumento en la mortalidad, alcanzando un promedio de 100%, en comparación con el 88% observado a las 12 horas (Tabla 17). Al igual que Alfacipermetrina, la mortalidad entre los bloques fue de 100% en todos los casos.

En los fungicidas, el T4 (Thiabendazole) registró una mortalidad promedio de 45%, lo que significó una variación mínima respecto al 43% observado a las 12 horas (Tabla 17). Las mortalidades entre los bloques variaron entre 36% y 64%, indicando que el efecto de este fungicida fue moderadamente variable.

El T5 (Procloraz) registró una mortalidad promedio de 64%, un aumento respecto a los 56% observados a las 12 horas (Tabla 17). La mortalidad entre los bloques varió entre 28% y 100%, lo que reflejó una gran variabilidad en la respuesta de las abejas.

Finalmente, el T6 (Glifosato) registró una mortalidad promedio de 55%, un incremento respecto al 41% observado a las 12 horas (Tabla 17). Las mortalidades entre los bloques

variaron entre 28% y 76%, lo que reflejó una variabilidad considerable a pesar que tuvo un impacto menor en comparación con los insecticidas y fungicidas.

La mortalidad corregida demostró que los tratamientos tuvieron una moderada interferencia de las condiciones externas frente a la mortalidad registrada por los plaguicidas a las 24 horas de evaluación. Los insecticidas T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina), T2 (Alfacipermetrina) y T3 (Spinosad) presentaron mortalidades corregidas de 98%, 100% y 100% respectivamente, valores iguales a la mortalidad registrada de cada uno. Los fungicidas T4 (Thiabendazole) y T5 (Procloraz) tuvieron mortalidades corregidas de 34% y 57%, moderadamente diferentes al 45% y 64% de mortalidad registrada. Por último, el herbicida T6 (Glifosato) tuvo una mortalidad corregida de 46%, frente al 55% de mortalidad registrada.

Tabla 19

Porcentajes de mortalidad de Apis mellifera L. a 36 horas de exposición de los plaguicidas en aplicación por contacto

Plaguicidas	Dosis	Mortalidad según repeticiones (%)				Mortalidad promedio (%)	Mortalidad corregida
		I	II	III	IV		
T0: Testigo	-	12%	12%	28%	28%	20%	-
T1: Thiametoxam + Lambda-cihalotrina	0.5 ml/l	100%	100%	100%	100%	100%	100%
T2: Alfacipermetrina	1.5 ml/l	100%	100%	100%	100%	100%	100%
T3: Spinosad	0.15 ml/l	100%	100%	100%	100%	100%	100%
T4: Thiabendazole	2 ml/l	48%	64%	68%	56%	59%	49%
T5: Procloraz	1 ml/l	40%	40%	96%	100%	69%	61%
T6: Glifosato	10 gr/l	32%	72%	80%	44%	57%	46%

En la Tabla 19, se presentan los porcentajes de mortalidad a las 36 horas de exposición.

Al comparar estos resultados con los de la Tabla 18 (a 24 horas de exposición), se

observa que la mortalidad continúa aumentando en general, especialmente en los insecticidas.

El T0 (Testigo), que a las 24 horas mostró una mortalidad promedio de 17% (Tabla 18), evidenció un aumento leve a las 36 horas, alcanzando un promedio de 20%. Las mortalidades en los bloques variaron entre 12% y 28%, lo que indica que sin exposición a plaguicidas la mortalidad continúa siendo baja.

En cuanto a los insecticidas, el T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) llegó al 100% de mortalidad a las 36 horas, al igual que el T2 (Alfacipermetrina) y T3 (Spinosad) que alcanzaron el 100 % de mortalidad a las 24 horas (Tabla 18), demostrando un impacto letal sobre las abejas.

En los fungicidas, el T4 (Thiabendazole) registró un leve aumento en la mortalidad, alcanzando un el 59%, comparado con el 45% observado a las 24 horas (Tabla 18). Las mortalidades entre los bloques variaron entre 48% y 68%, lo que reflejó una mayor dispersión en los efectos, pero siguió siendo moderado en comparación con los insecticidas.

El T5 (Procloraz) registró una mortalidad promedio de 69%, un aumento respecto al 64% observado a las 24 horas (Tabla 18). La mortalidad entre los bloques varió entre 40% y 100%, lo que indicó una mayor variabilidad en la respuesta de las abejas. A pesar de esta variabilidad, Procloraz siguió mostrando un impacto más alto en comparación con Thiabendazole, aunque menos letal que los insecticidas.

Finalmente, el T6 (Glifosato) registró una mortalidad promedio de 57%, un aumento respecto al 55% observado a las 24 horas (Tabla 18). Las mortalidades entre los bloques variaron entre 32% y 80%, lo que reflejó una variabilidad considerable. Aunque el herbicida siguió siendo el plaguicida con el menor impacto, su mortalidad scontinué aumentando con el paso del tiempo.

La mortalidad corregida demostró que los tratamientos tuvieron una moderada interferencia de las condiciones externas frente a la mortalidad registrada por los plaguicidas a las 36 horas de evaluación. Los insecticidas T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina), T2 (Alfacipermetrina) y T3 (Spinosad) presentaron mortalidades corregidas de 100%, valores iguales a la mortalidad registrada para cada uno. Los fungicidas T4 (Thiabendazole) y T5 (Procloraz) tuvieron mortalidades corregidas de 49% y 61%, moderadamente diferentes al 59% y 69% de mortalidad registrada. Por último, el herbicida T6 (Glifosato) tuvo una mortalidad corregida de 46%, frente al 57% de mortalidad registrada.

Tabla 20

Porcentajes de mortalidad de Apis mellifera L. a 48 horas de exposición de los plaguicidas en aplicación por contacto

Plaguicidas	Dosis	Mortalidad según repeticiones (%)				Mortalidad promedio (%)	Mortalidad corregida
		I	II	III	IV		
T0: Testigo	-	16%	20%	28%	32%	24%	-
T1: Thiametoxam + Lambda-cihalotrina	0.5 ml/l	100%	100%	100%	100%	100%	100%
T2: Alfacipermetrina	1.5 ml/l	100%	100%	100%	100%	100%	100%
T3: Spinosad	0.15 ml/l	100%	100%	100%	100%	100%	100%
T4: Thiabendazole	2 ml/l	52%	84%	84%	80%	75%	67%
T5: Procloraz	1 ml/l	44%	60%	96%	100%	75%	67%
T6: Glifosato	10 gr/l	36%	84%	96%	52%	67%	57%

En la Tabla 20, se presentan los porcentajes de mortalidad a las 48 horas de exposición, la última evaluación. Al compararlos con los datos de la Tabla 19 (a 36 horas de

exposición), se observa un aumento en la mortalidad en los tratamientos que aún no llegaban al 100% de mortalidad.

El T0 (Testigo), que a las 36 horas mostró una mortalidad promedio de 20% (Tabla 19), experimentó un incremento a las 48 horas, alcanzando un promedio de 24%. La mortalidad en los bloques varió entre 16% y 32%, lo que indicó que el efecto del testigo sigue siendo bajo, pero con un leve aumento a medida que avanza el tiempo de exposición.

En cuanto a los insecticidas, el T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina), T2 (Alfacipermetrina) y T3 (Spinosad), fueron los únicos tratamientos que llegaron a registrar 100% de mortalidad desde las 36 horas de evaluación (Tabla 19).

En los fungicidas, el T4 (Thiabendazole) registró un incremento en la mortalidad, alcanzando un promedio de 75%, en comparación con el 59% observado a las 36 horas (Tabla 19). Las mortalidades en los bloques variaron entre 52% y 84%, lo que reflejó un impacto más uniforme que a las 36 horas, aunque siguió siendo considerablemente menor en comparación con los insecticidas.

El T5 (Procloraz) también registró un aumento en la mortalidad, alcanzando un promedio de 75%, comparado con el 69% observado a las 36 horas (Tabla 19). Las mortalidades en los bloques variaron entre 44% y 100%, lo que indicó una mayor variabilidad en los efectos, pero un impacto general más alto que a las 36 horas.

Finalmente, el T6 (Glifosato) registró un aumento en la mortalidad, alcanzando un promedio de 67%, en comparación con el 57% observado a las 36 horas (Tabla 19). Las mortalidades en los bloques variaron entre 36% y 96%, lo que reflejó una mayor variabilidad y un impacto más considerable que en la evaluación anterior, siendo uno de los plaguicidas con menor toxicidad en comparación con los insecticidas.

La mortalidad corregida demostró que los tratamientos tuvieron una moderada interferencia de las condiciones externas frente a la mortalidad registrada por los plaguicidas a las 48 horas de evaluación. Los insecticidas T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina), T2 (Alfacipermetrina) y T3 (Spinosad) presentaron mortalidades corregidas de 100%, al igual que la mortalidad registrada para cada uno. Los fungicidas T4 (Thiabendazole) y T5 (Procloraz) ambos tuvieron mortalidades corregidas de 67%, moderadamente diferentes al 75% de mortalidad registrada para ambos. Por último, el herbicida T6 (Glifosato) tuvo una mortalidad corregida de 57%, frente al 67% de mortalidad registrada.

Tabla 21

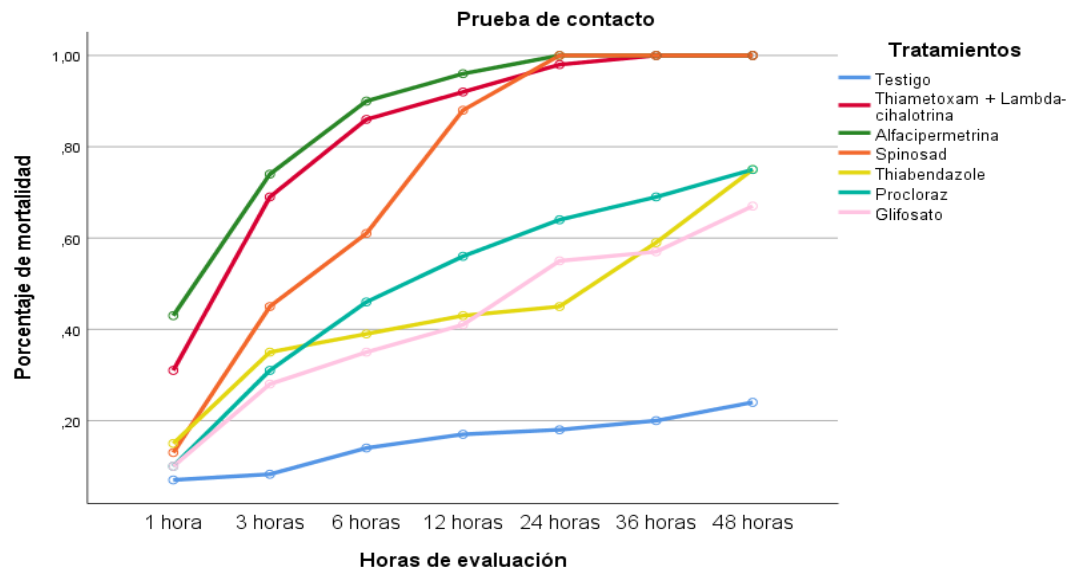
*Análisis de varianza de la mortalidad de abejas *Apis mellifera* L. en la aplicación de plaguicidas por contacto*

Origen	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	10.866	6	1.811	24.649	0.000
Bloques	0.393	3	0.131	1.998	0.116
Error	12.183	186	0.065		
Total corregido	23.441	195			

El análisis de varianza demuestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p = 0.000 < 0.05$), y que los plaguicidas afectan de distinta manera en la mortalidad de las abejas *Apis mellifera* L. Sin embargo, los bloques no presentan diferencias significativas ($p = 0.116 > 0.05$), lo que sugiere los bloques son homogéneos y este diseño estadístico no sería adecuado para los plaguicidas aplicados por contacto.

Figura 4

Gráfico del porcentaje de mortalidad según horas de evaluación en aplicación por contacto



El grafico muestra como a través de las horas todos los tratamientos se incrementan, sin embargo, se observa una pendiente muy elevada para todos los tratamientos con plaguicidas dentro de las primeras 3 y 6 horas de evaluación.

Tabla 22

*Comparación de medias con la prueba Tukey de la mortalidad de abejas *Apis mellifera* L. en aplicación por contacto*

Tratamiento	Media	Significancia
T0: Testigo	0.1546	a
T6: Glifosato	0.4186	b
T4: Thiabendazole	0.4443	b
T5: Procloraz	0.5014	b
T3: Spinosad	0.7243	c
T1:Thiametoxam + Lambda-cihalotrina	0.8229	c
T2: Alfacipermetrina	0.8614	c

La prueba de Tukey para los tratamientos aplicados por contacto revela que el T0 (Testigo) presentó la mortalidad más baja, con una media de 0.1546, siendo significativamente distinta de los demás tratamientos. El herbicida T6 (Glifosato), el fungicida T4 (Thiabendazole) y el fungicida Procloraz (T5) presentaron las mortalidades bajas con medias de 0.4186, 0.4443 y 0.5014 respectivamente, sin diferencias significativas entre ellos. En cuanto a los insecticidas, T3 (Spinosad), T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) y T2 (Alfacipermetrina) registraron las mortalidades más altas, sin diferencias significativas entre sí, con medias de 0.7243, 0.8229 y 0.8614 respectivamente, lo que indica que estos tres fueron los más letales en la aplicación por contacto.

4.1.2. Suministro por ingestión

Tabla 23

*Porcentajes de mortalidad de *Apis mellifera* L. a 1 hora de exposición de los plaguicidas suministrados por ingestión*

Plaguicidas	Dosis	Mortalidad según repeticiones (%)				Mortalidad promedio (%)	Mortalidad corregida
		I	II	III	IV		
T0: Testigo	-	8%	0%	0%	8%	4%	-
T1: Thiametoxam + Lambda-cihalotrina	0.5 ml/l	68%	20%	24%	8%	30%	27%
T2: Alfacipermetrina	1.5 ml/l	92%	24%	0%	12%	32%	29%
T3: Spinosad	0.15 ml/l	12%	12%	12%	88%	31%	28%
T4: Thiabendazole	2 ml/l	12%	12%	8%	0%	8%	4%
T5: Procloraz	1 ml/l	12%	8%	28%	16%	16%	13%
T6: Glifosato	10 gr/l	4%	8%	8%	12%	8%	4%

En la Tabla 23, se presentan los porcentajes de mortalidad a 1 hora de exposición a los plaguicidas suministrados por ingestión. Esta evaluación muestra que, en general, la mortalidad es moderada, aunque existen diferencias notables entre los plaguicidas.

El T0 (Testigo), sin exposición a plaguicidas, registró una mortalidad promedio de 4%, con valores en los bloques que variaron entre 0% y 8%. Estos valores fueron homogéneos, ya que las abejas no estuvieron expuestas a ningún tratamiento, resultando en una mortalidad baja entre los bloques.

En los insecticidas, el T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) registró una mortalidad promedio de 30%. La mortalidad en los bloques varió entre 8% y 68%, lo que reflejó una variabilidad considerable en la respuesta de las abejas a este tratamiento. Esto sugirió que el efecto tóxico de esta combinación de insecticidas no fue homogéneo, afectando a las abejas de manera desigual.

El T2 (Alfacipermetrina) registró una mortalidad promedio de 32%, la más alta entre los insecticidas a esta hora de exposición. Las mortalidades en los bloques variaron entre 0% y 92%, lo que mostró una notable dispersión en la respuesta de las abejas. Aunque algunas abejas no presentaron mortalidad posiblemente por una inadecuada ingesta del alimento, otras experimentaron un impacto muy fuerte, indicando que Alfacipermetrina tuvo un efecto tóxico alto.

El T3 (Spinosad) presentó una mortalidad promedio de 31%, la mortalidad en los bloques varió del 12% al 88%. Al igual que Alfacipermetrina, mostró una gran variabilidad, sugiriendo que el impacto de Spinosad depende de la sensibilidad individual de las abejas, pero sigue teniendo un efecto considerable.

En cuanto a los fungicidas, el T4 (Thiabendazole) mostró una mortalidad promedio de 8%, con variabilidad en los bloques entre 0% y 12%. Esta mortalidad fue bastante baja

y homogénea entre los bloques, lo que sugiere que Thiabendazole tuvo un efecto tóxico mínimo.

El T5 (Procloraz) registró una mortalidad promedio de 16%, con variabilidad en la mortalidad de los bloques entre 8% y 28%. Aunque su mortalidad fue mayor que la de Thiabendazole, su impacto fue moderado en comparación con los insecticidas.

Finalmente, el herbicida T6 (Glifosato) registró una mortalidad promedio de 8%, con variabilidad de la mortalidad en los bloques entre 4% y 12%. Esta mortalidad fue similar a la observada con Thiabendazole y T0, indicando que Glifosato tuvo un impacto bajo con una respuesta homogénea entre los bloques.

La mortalidad corregida demostró que los tratamientos tuvieron una leve interferencia de las condiciones externas frente a la mortalidad registrada por los plaguicidas a la primera hora de evaluación. En el caso de los insecticidas, el T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) tuvo una mortalidad corregida de 27% a comparación del 30% de mortalidad registrada, por otro lado, T2 (Alfacipermetrina) obtuvo 29% de mortalidad corregida frente a 32% de mortalidad registrada y T3 (Spinosad) presentó 28% de mortalidad corregida frente a 31% de mortalidad registrada. En los fungicidas, el T4 (Thiabendazole) y T5 (Procloraz) presentaron mortalidades corregidas del 4.% y 13% a comparación de 8% y 16% de mortalidades registradas. El herbicida, T6 (Glifosato) presentó la mortalidad corregida más baja, del 4%, comparándolo con el 8% de mortalidad registrada.

Tabla 24

Porcentajes de mortalidad de Apis mellifera L. a 3 horas de exposición de los plaguicidas suministrados por ingestión

Plaguicidas	Dosis	Mortalidad según repeticiones (%)				Mortalidad promedio (%)	Mortalidad corregida
		I	II	III	IV		
T0: Testigo	-	12%	0%	8%	16%	9%	-
T1: Thiametoxam + Lambda-cihalotrina	0.5 ml/l	96%	36%	52%	60%	61%	57%
T2: Alfacipermetrina	1.5 ml/l	96%	52%	20%	64%	58%	54%
T3: Spinosad	0.15 ml/l	12%	52%	32%	92%	47%	42%
T4: Thiabendazole	2 ml/l	20%	32%	20%	32%	26%	19%
T5: Procloraz	1 ml/l	20%	20%	36%	76%	38%	32%
T6: Glifosato	10 gr/l	8%	12%	16%	56%	23%	15%

En la Tabla 24, se presentan los porcentajes de mortalidad a las 3 horas de exposición a los plaguicidas suministrados por ingestión.

A las 3 horas de exposición, se observó un aumento en la mortalidad promedio de todos los plaguicidas en comparación con la medición a 1 hora (Tabla 23), lo que indica que el efecto tóxico de los plaguicidas aumenta con el tiempo.

En el T0 (Testigo), la mortalidad promedio aumentó ligeramente, registrando un 9% frente al 4% observado a la 1 hora (Tabla 23).

En cuanto a los insecticidas, el T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) registró un aumento notable en la mortalidad, pasando de un 30% a 1 hora de evaluación (Tabla 23), incrementó a un 61% de mortalidad a las 3 horas. La mortalidad en los bloques varió entre 36% y 96%, lo que indicó un efecto variable pero letal en las abejas.

El T2 (Alfacipermetrina) también mostró un aumento en la mortalidad promedio, que de 32% registrado a 1 hora (Tabla 23), incrementó a un 58% de mortalidad a las 3 horas.

Las mortalidades en los bloques variaron entre 20% y 96%, lo que evidenció una variabilidad significativa.

El T3 (Spinosad) registró una mortalidad promedio de 47%, un aumento respecto al 31% observado a 1 hora (Tabla 23). Las variabilidades entre mortalidades en los bloques oscilaron entre 12% y 92%, lo que también sugirió que el efecto de Spinosad tuvo un impacto fuerte en algunas abejas.

En los fungicidas, el T4 (Thiabendazole) registró una mortalidad promedio de 26%, que representó un ligero aumento respecto al 8% de mortalidad a 1 hora (Tabla 23). Las mortalidades en los bloques variaron entre 20% y 32%, lo que sugirió que Thiabendazole tuvo un impacto bajo.

El T5 (Procloraz) registró una mortalidad promedio de 38%, un incremento significativo respecto al 16% observado a 1 hora (Tabla 23). Las mortalidades en los bloques variaron entre 20% y 76%, lo que indicó que Procloraz tuvo un impacto más fuerte que el anterior fungicida.

Finalmente, el herbicida T6 (Glifosato) registró una mortalidad promedio de 23%, un aumento respecto al 8% a 1 hora (Tabla 23). Las mortalidades en los bloques variaron entre 8% y 56%, indicando que Glifosato tuvo un efecto limitado sobre las abejas.

La mortalidad corregida demostró que los tratamientos tuvieron una leve interferencia de las condiciones externas frente a la mortalidad registrada por los plaguicidas a las 3 horas de evaluación. En el caso de los insecticidas, el T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) tuvo una mortalidad corregida de 57% a comparación del 61% de mortalidad registrada, por otro lado, T2 (Alfacipermetrina) obtuvo 54% de mortalidad corregida frente a 58% de mortalidad registrada y T3 (Spinosad) presentó 42% de mortalidad corregida frente a 47% de mortalidad registrada. En los fungicidas, el T4 (Thiabendazole) y T5 (Procloraz) presentaron mortalidades corregidas del 19% y 32%

a comparación de 26% y 28% de mortalidades registradas. El herbicida, T6 (Glifosato) presentó la mortalidad corregida más baja, del 15%, comparándolo con el 23% de mortalidad registrada.

Tabla 25

Porcentajes de mortalidad de Apis mellifera L. a 6 horas de exposición de los plaguicidas suministrados por ingestión

Plaguicidas	Dosis	Mortalidad según repeticiones (%)				Mortalidad promedio (%)	Mortalidad corregida
		I	II	III	IV		
T0: Testigo	-	16%	0%	12%	16%	11%	-
T1: Thiametoxam + Lambda-cihalotrina	0.5 ml/l	96%	36%	76%	92%	75%	72%
T2: Alfacipermetrina	1.5 ml/l	100%	64%	60%	88%	78%	75%
T3: Spinosad	0.15 ml/l	12%	68%	56%	96%	58%	53%
T4: Thiabendazole	2 ml/l	20%	32%	28%	56%	34%	26%
T5: Procloraz	1 ml/l	20%	20%	48%	92%	45%	38%
T6: Glifosato	10 gr/l	8%	12%	24%	92%	34%	26%

En la Tabla 25, se presentan los porcentajes de mortalidad a las 6 horas de exposición a los plaguicidas suministrados por ingestión. A continuación, se comparan los resultados con los observados a 3 horas en la Tabla 24.

En el T0 (Testigo), la mortalidad promedio aumentó ligeramente de 9% registrado a las 3 horas (Tabla 24), a 11% registrado a las 6 horas, lo que siguió indicando un impacto mínimo pero creciente de la exposición sin plaguicidas a lo largo del tiempo.

En cuanto a los insecticidas, el T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) registró una mortalidad promedio de 75%, lo que significó un aumento considerable respecto al 61% observado a 3 horas (Tabla 24). Las mortalidades en los bloques variaron entre 36% y

96%, lo que reflejó que, aunque hay variabilidad entre las abejas, el impacto de este insecticida fue alto.

El T2 (Alfacipermetrina) registró una mortalidad promedio de 78%, un aumento respecto al 58% observado a 3 horas (Tabla 24). Las mortalidades en los bloques oscilaron entre 60% y 100%, siendo uno de los tratamientos más letales, pero con una variabilidad considerable entre los bloques.

El T3 (Spinosad) registró una mortalidad promedio de 58%, el cual aumentó comparando con el 47% registrado a las 3 horas (Tabla 24). Las mortalidades en los bloques variaron entre 12% y 96%, lo que indica una gran variabilidad en la respuesta.

En los fungicidas, el T4 (Thiabendazole) registró una mortalidad promedio de 34%, lo que representó un aumento respecto al 26% observado a 3 horas (Tabla 24). Las mortalidades en los bloques variaron entre 20% y 56%, lo que reflejó un impacto de bajo a moderado.

El T5 (Procloraz) registró una mortalidad promedio de 45%, un incremento respecto al 38% observado a 3 horas (Tabla 24). Las mortalidades en los bloques variaron entre 20% y 92%, lo que indicó que Procloraz tuvo un impacto variable, pero en algunos bloques la mortalidad fue muy alta.

Finalmente, el herbicida T6 (Glifosato) registró una mortalidad promedio de 34%, un aumento respecto al 23% observado a 3 horas (Tabla 24). Las mortalidades en los bloques variaron entre 8% y 92%, lo que mostró una gran variabilidad en la respuesta de las abejas a este herbicida.

La mortalidad corregida demostró que los tratamientos tuvieron una leve interferencia de las condiciones externas frente a la mortalidad registrada por los plaguicidas a las 6 horas de evaluación. En el caso de los insecticidas, el T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina)

tuvo una mortalidad corregida de 72% a comparación del 75% de mortalidad registrada, por otro lado, T2 (Alfacipermetrina) obtuvo 75% de mortalidad corregida frente a 78% de mortalidad registrada y T3 (Spinosad) presentó 53% de mortalidad corregida frente a 58% de mortalidad registrada. En los fungicidas, el T4 (Thiabendazole) y T5 (Procloraz) presentaron mortalidades corregidas del 26% y 38% a comparación de 34% y 45% de mortalidades registradas. El herbicida, T6 (Glifosato) presentó la mortalidad corregida más baja, del 26%, comparándolo con el 34% de mortalidad registrada.

Tabla 26

Porcentajes de mortalidad de Apis mellifera L. a 12 horas de exposición de los plaguicidas suministrados por ingestión

Plaguicidas	Dosis	Mortalidad según repeticiones (%)				Mortalidad promedio (%)	Mortalidad corregida
		I	II	III	IV		
T0: Testigo	-	16%	0%	16%	20%	13%	-
T1: Thiametoxam + Lambda-cihalotrina	0.5 ml/l	96%	56%	84%	96%	83%	80%
T2: Alfacipermetrina	1.5 ml/l	100%	80%	80%	96%	89%	87%
T3: Spinosad	0.15 ml/l	16%	72%	64%	100%	63%	57%
T4: Thiabendazole	2 ml/l	20%	36%	44%	60%	40%	31%
T5: Procloraz	1 ml/l	20%	40%	72%	96%	57%	51%
T6: Glifosato	10 gr/l	8%	12%	28%	96%	36%	26%

En la Tabla 26, se presentan los porcentajes de mortalidad a las 12 horas de ingestión a los plaguicidas suministrados por ingestión, donde se observa un aumento generalizado en la mortalidad promedio.

El T0 (Testigo) registró una mortalidad promedio de 13%, que fue un aumento con respecto al 11% observado a las 6 horas (Tabla 25). Este incremento fue leve, pero significó un impacto mínimo de la exposición sin plaguicidas a lo largo del tiempo.

En cuanto a los insecticidas, el T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) registró una mortalidad promedio de 83%, un incremento notable respecto al 75% registrado a las 6 horas (Tabla 25). Las mortalidades en los bloques variaron entre 56% y 96%, lo que demostró un impacto extremadamente alto de este insecticida.

El T2 (Alfacipermetrina) registró una mortalidad promedio de 89%, que fue un aumento respecto al 78% observado a las 6 horas (Tabla 25). Las mortalidades en los bloques oscilaron entre 80% y 100%, lo que indicó que Alfacipermetrina fue uno de los tratamientos más homogéneos y letales para las abejas.

El T3 (Spinosad) registró una mortalidad promedio de 63%, un aumento significativo respecto al 58% observado a las 6 horas (Tabla 25). Las mortalidades en los bloques variaron entre 16% y 100%, demostrando una mortalidad variable y moderada en comparación con los insecticidas más tóxico

En los fungicidas, el T4 (Thiabendazole) registró una mortalidad promedio de 40%, un aumento respecto al 34% observado a las 6 horas (Tabla 25). Las mortalidades en los bloques variaron entre 20% y 60%, lo que reflejó un efecto variable y de menor impacto frente a los otros tratamientos.

El T5 (Procloraz) registró una mortalidad promedio de 57%, un aumento significativo respecto al 45% registrado a las 6 horas (Tabla 25). Las mortalidades en los bloques variaron entre 20% y 96%, lo que indicó que Procloraz tuvo un impacto variable, volviéndose más letal con el tiempo.

Finalmente, el herbicida T6 (Glifosato) registró una mortalidad promedio de 36%, un incremento respecto al 34% observado a las 6 horas (Tabla 25). Las mortalidades en los bloques varían entre 8% y 96%, lo que demostró una considerable variabilidad en la respuesta de las abejas, sin embargo, Glifosato fue uno de los plaguicidas con menor impacto.

La mortalidad corregida demostró que los tratamientos tuvieron una leve interferencia de las condiciones externas frente a la mortalidad registrada por los plaguicidas a las 12 horas de evaluación. En el caso de los insecticidas, el T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) tuvo una mortalidad corregida de 80% a comparación del 83% de mortalidad registrada, por otro lado, T2 (Alfacipermetrina) obtuvo 87% de mortalidad corregida frente a 89% de mortalidad registrada y T3 (Spinosad) presentó 57% de mortalidad corregida frente a 63% de mortalidad registrada. En los fungicidas, el T4 (Thiabendazole) y T5 (Procloraz) presentaron mortalidades corregidas del 31% y 51% a comparación de 40% y 57% de mortalidades registradas. El herbicida, T6 (Glifosato) presentó la mortalidad corregida más baja, del 26%, comparándolo con el 36% de mortalidad registrada.

Tabla 27

Porcentajes de mortalidad de Apis mellifera L. a 24 horas de exposición de los plaguicidas suministrados por ingestión

Plaguicidas	Dosis	Mortalidad según repeticiones (%)				Mortalidad promedio (%)	Mortalidad corregida
		I	II	III	IV		
T0: Testigo	-	16%	0%	20%	24%	15%	-
T1: Thiametoxam + Lambda-cihalotrina	0.5 ml/l	100%	84%	88%	100%	93%	92%
T2: Alfacipermetrina	1.5 ml/l	100%	96%	96%	100%	98%	98%
T3: Spinosad	0.15 ml/l	20%	72%	80%	100%	68%	62%
T4: Thiabendazole	2 ml/l	20%	40%	48%	68%	44%	34%
T5: Procloraz	1 ml/l	28%	64%	80%	100%	68%	62%
T6: Glifosato	10 gr/l	12%	28%	32%	100%	43%	33%

En la Tabla 27, se presentan los porcentajes de mortalidad. A las 24 horas de exposición, se observa un aumento en la mortalidad promedio en casi todos los tratamientos.

El T0 (Testigo) registró una mortalidad promedio de 15%, lo que fue un ligero aumento respecto al 13% registrado a las 12 horas (Tabla 26). A pesar de este aumento, la mortalidad en el grupo testigo siguió siendo baja, lo que refuerza que la exposición sin plaguicidas sigue siendo relativamente inofensiva para las abejas.

En cuanto a los insecticidas, el T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) registró una mortalidad promedio de 93%, un incremento significativo respecto al 83% observado a las 12 horas (Tabla 26). Las mortalidades en los bloques variaron entre 84% y 100%, lo reflejó un impacto extremadamente alto a lo largo del tiempo.

El T2 (Alfacipermetrina) registró una mortalidad promedio de 98%, que fue un ligero aumento respecto al 89% registrado a las 12 horas (Tabla 26). Las mortalidades en los bloques variaron entre 96% y 100%, lo que confirma que Alfacipermetrina fue uno de los plaguicidas más letales para las abejas, con un impacto muy constante a lo largo del tiempo.

El T3 (Spinosad) registró una mortalidad promedio de 68%, un incremento respecto al 63% observado a las 12 horas (Tabla 26). Las mortalidades en los bloques variaron entre 20% y 100%, lo que indica que, aunque el incremento fue notable, la variabilidad entre bloques fue significativa.

En los fungicidas, el T4 (Thiabendazole) registró una mortalidad promedio de 44%, un leve aumento respecto al 40% observado a las 12 horas (Tabla 26). Las mortalidades en los bloques variaron entre 20% y 68%, lo que indica que Thiabendazole tuvo un impacto moderado y más bajo en comparación con los insecticidas.

El T5 (Procloraz) registró una mortalidad promedio de 68%, un aumento considerable respecto al 57% registrado a las 12 horas (Tabla 26). Las mortalidades en los bloques

variaron entre 28% y 100%, lo que reflejó que Procloraz fue un fungicida con un impacto variable pero significativo, especialmente en algunos bloques.

Finalmente, el herbicida T6 (Glifosato) registró una mortalidad promedio de 43%, un aumento respecto al 36% observado a las 12 horas (Tabla 26). Las mortalidades en los bloques variaron entre 12% y 100%, lo que evidenció una considerable variabilidad en la respuesta de las abejas a pesar que el Glifosato fue uno de los plaguicidas con menor impacto, su mortalidad continuó aumentando con el tiempo de exposición.

La mortalidad corregida demostró que los tratamientos tuvieron una leve interferencia de las condiciones externas frente a la mortalidad registrada por los plaguicidas a las 24 horas de evaluación. En el caso de los insecticidas, el T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) tuvo una mortalidad corregida de 92% a comparación del 93% de mortalidad registrada, por otro lado, T2 (Alfacipermetrina) obtuvo 98% de mortalidad corregida, lo mismo que la mortalidad registrada, T3 (Spinosad) presentó 62% de mortalidad corregida frente a 68% de mortalidad registrada. En los fungicidas, el T4 (Thiabendazole) y T5 (Procloraz) presentaron mortalidades corregidas del 34% y 62% a comparación de 44% y 68% de mortalidades registradas. El herbicida, T6 (Glifosato) presentó la mortalidad corregida más baja, del 33%, comparándolo con el 43% de mortalidad registrada.

Tabla 28

Porcentajes de mortalidad de Apis mellifera L. a 36 horas de exposición de los plaguicidas suministrados por ingestión

Plaguicidas	Dosis	Mortalidad según repeticiones (%)				Mortalidad promedio (%)	Mortalidad corregida
		I	II	III	IV		
T0: Testigo	-	16%	0%	20%	24%	15%	-
T1: Thiametoxam + Lambda-cihalotrina	0.5 ml/l	100%	96%	96%	100%	98%	98%
T2: Alfacipermetrina	1.5 ml/l	100%	96%	100%	100%	99%	99%
T3: Spinosad	0.15 ml/l	20%	96%	96%	100%	78%	74%
T4: Thiabendazole	2 ml/l	20%	44%	52%	72%	47%	38%
T5: Procloraz	1 ml/l	28%	88%	100%	100%	79%	75%
T6: Glifosato	10 gr/l	12%	28%	32%	100%	43%	33%

En la Tabla 28, se presentan los porcentajes de mortalidad de *Apis mellifera* L. a las 36 horas de exposición a plaguicidas suministrados por ingestión.

En cuanto al T0 (Testigo), la mortalidad promedio a las 36 horas fue del 15%, lo que representó un pequeño incremento respecto al 13% observado a las 24 horas (Tabla 27). Aunque la mortalidad fue baja en comparación con los tratamientos con plaguicidas, el incremento sugiere que la exposición continua puede tener un efecto acumulativo sobre las abejas, aunque no letal.

En los insecticidas, el T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) registró una mortalidad promedio del 98% a las 36 horas, lo que fue un aumento respecto al 93% registrado a las 24 horas (Tabla 27). La mortalidad en los bloques varió entre 96% y 100%. Este plaguicida siguió mostrando una alta letalidad incluso a largo plazo, similar a los resultados obtenidos en la tabla anterior.

El T2 (Alfacipermetrina) registró una mortalidad promedio del 99% a las 36 horas, ligeramente superior al 98% observado a las 24 horas (Tabla 27). La mortalidad en los bloques estuvo comprendida entre 96% y 100%. Este plaguicida mostró un efecto persistente y letal.

El T3 (Spinosad) registró una mortalidad promedio del 78% a las 36 horas, un incremento respecto al 68% registrado a las 24 horas (Tabla 27). La mortalidad en los bloques varió entre 96% y 100%. Aunque Spinosad fue menos letal que Thiametoxam + Lambda-cihalotrina o Alfacipermetrina, su mortalidad aumentó con el tiempo, indicando un efecto acumulativo, aunque no tan fuerte como en los insecticidas mencionados.

En los fungicidas, el T4 (Thiabendazole), registró una mortalidad promedio del 47% a las 36 horas, ligeramente superior al 44% observado a las 24 horas (Tabla 27). Las mortalidades en los bloques variaron entre 20% y 72%, mostrando un efecto variado y creciente con el tiempo. Este fungicida fue menos letal que los insecticidas, pero su mortalidad aumentó en el tiempo.

El T5 (Procloraz) registró una mortalidad promedio del 79% a las 36 horas, lo que marcó un incremento importante respecto al 68% registrado a las 24 horas (Tabla 27). Las mortalidades en los bloques oscilaron entre 28% y 100%, lo que reflejó una alta variabilidad y letalidad con el tiempo de exposición.

Finalmente, el herbicida T6 (Glifosato) registró una mortalidad promedio del 43% a las 36 horas, lo que fue similar al 43% observado a las 24 horas (Tabla 27). Las mortalidades en los bloques variaron entre 12% y 100%, lo que indicó una alta variabilidad en el impacto del Glifosato. Aunque fue uno de los plaguicidas menos letales en comparación con los otros, su mortalidad aumentó ligeramente a lo largo del tiempo de exposición.

La mortalidad corregida demostró que los tratamientos tuvieron una leve interferencia de las condiciones externas frente a la mortalidad registrada por los plaguicidas a las 36 horas de evaluación. En el caso de los insecticidas, el T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) tuvo una mortalidad corregida de 98% y T2 (Alfacipermetrina) obtuvo 99% de mortalidad corregida, en ambos casos igual a la mortalidad promedio de cada uno, T3 (Spinosad) presentó 74% de mortalidad corregida frente a 78% de mortalidad registrada. En los fungicidas, el T4 (Thiabendazole) y T5 (Procloraz) presentaron mortalidades corregidas del 38% y 75% a comparación de 47% y 79% de mortalidades registradas. El herbicida, T6 (Glifosato) presentó la mortalidad corregida más baja, del 33%, comparándolo con el 43% de mortalidad registrada.

Tabla 29

Porcentajes de mortalidad de Apis mellifera L. a 48 horas de exposición de los plaguicidas suministrados por ingestión

Plaguicidas	Dosis	Mortalidad según repeticiones (%)				Mortalidad promedio (%)	Mortalidad corregida
		I	II	III	IV		
T0: Testigo	-	16%	4%	24%	24%	17%	-
T1: Thiametoxam + Lambda-cihalotrina	0.5 ml/l	100%	96%	100%	100%	99%	99%
T2: Alfacipermetrina	1.5 ml/l	100%	100%	100%	100%	100%	100%
T3: Spinosad	0.15 ml/l	36%	100%	96%	100%	83%	80%
T4: Thiabendazole	2 ml/l	32%	72%	56%	80%	60%	52%
T5: Procloraz	1 ml/l	36%	92%	100%	100%	82%	78%
T6: Glifosato	10 gr/l	12%	28%	36%	100%	44%	33%

En la Tabla 29, se presentan los porcentajes de mortalidad de *Apis mellifera* L. a las 48 horas de exposición

En cuanto al T0 (Testigo), la mortalidad promedio fue del 17% a las 48 horas, lo que representó un pequeño incremento respecto al 15% observado a las 36 horas (Tabla 28).

Aunque la mortalidad fue baja en comparación con los plaguicidas, el incremento fue leve y muestra un efecto acumulativo de la exposición continua.

En los plaguicidas, T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) registró una mortalidad promedio del 99% a las 48 horas, lo que fue un aumento muy leve respecto al 98% registrado a las 36 horas (Tabla 28). Las mortalidades en los bloques variaron entre 96% y 100%, lo que reflejó su alta letalidad homogénea.

El T2 (Alfacipermetrina) registró una mortalidad promedio del 100% a las 48 horas, lo que marcó un ligero aumento en comparación con el 99% de las 36 horas (Tabla 28). Las mortalidades en los bloques fueron todas del 100%, lo que demostró que este plaguicida tiene un efecto letal continuo a lo largo del tiempo y su capacidad para causar la muerte de las abejas es máxima.

El T3 (Spinosad) registró una mortalidad promedio del 83% a las 48 horas, lo que representó un incremento con respecto al 78% observado a las 36 horas (Tabla 28). Las mortalidades en los bloques variaron entre 36% y 100%, indicando una mayor variabilidad en su efecto. Aunque Spinosad fue menos letal que los insecticidas mencionados previamente, la mortalidad aumenta significativamente con el tiempo, lo que sugiere un efecto acumulativo.

El fungicida T4 (Thiabendazole), registró una mortalidad promedio del 60% a las 48 horas, lo que representó un incremento notable respecto al 47% a las 36 horas (Tabla 28). Las mortalidades en los bloques variaron entre 32% y 80%, lo que indica que, aunque el fungicida no es tan letal como los insecticidas, su efecto fue variable y se incrementaba con el tiempo de exposición.

El T5 (Procloraz) registró una mortalidad promedio del 82% a las 48 horas, un aumento respecto al 79% observado a las 36 horas (Tabla 28). Las mortalidades en los bloques

variaron entre 36% y 100%, reflejando una alta variabilidad que se incrementa con el tiempo, colocándolo entre los plaguicidas más tóxicos.

Finalmente, el herbicida T6 (Glifosato) registró una mortalidad promedio del 44% a las 48 horas, lo que es un incremento respecto al 43% observado a las 36 horas (Tabla 28). Las mortalidades en los bloques variaron entre 12% y 100%, demostró una alta variabilidad a pesar que el Glifosato fue uno de los plaguicidas menos letales.

La mortalidad corregida demostró que los tratamientos tuvieron una ligera interferencia de las condiciones externas frente a la mortalidad registrada por los plaguicidas a las 48 horas de evaluación. En el caso de los insecticidas, el T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) y T2 (Alfacipermetrina) obtuvieron mortalidades corregidas de 99% y 100% respectivamente, al igual que la mortalidad registrada para cada uno, el T3 (Spinosad) presentó 80% de mortalidad corregida frente a 83% de mortalidad registrada. En los fungicidas, el T4 (Thiabendazole) y T5 (Procloraz) presentaron mortalidades corregidas del 52% y 78% a comparación de 60% y 82% de mortalidades registradas. El herbicida, T6 (Glifosato) presentó la mortalidad corregida más baja, del 33%, comparándolo con el 44% de mortalidad registrada.

Tabla 30

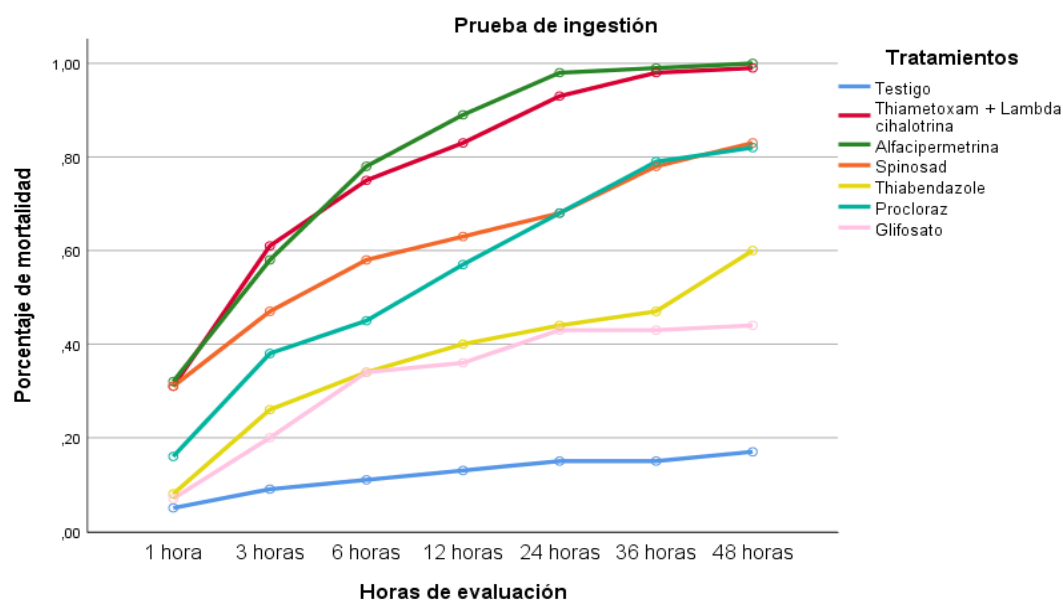
*Análisis de varianza de la mortalidad de abejas *Apis mellifera* L. en el suministro de plaguicidas por ingestión*

Origen	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	10,203	6	1,700	24,072	,000
Bloques	2,669	3	,890	12,597	,000
Error	13,139	186	,071		
Total corregido	26,011	195			

El análisis de varianza muestra que tanto los tratamientos ($p= 0.000 < 0.05$) como los bloques ($p= 0.000 < 0.05$) tienen un efecto significativo sobre la mortalidad de las abejas *Apis mellifera* L. Esto indica que el diseño estadístico es apropiado para la aplicación de los plaguicidas cuando se suministran por medio de ingestión.

Figura 5

Gráfico del porcentaje de mortalidad según horas de evaluación de los plaguicidas suministrados por ingestión



El grafico muestra como a través de las horas todos los tratamientos se incrementan, sin embargo, se observa una pendiente muy elevada para todos los tratamientos con plaguicidas dentro de las primeras 3 y 6 horas de evaluación.

Tabla 31

Comparación de medias con la prueba Tukey de la mortalidad de abejas Apis mellifera L. suministrado por ingestión

Tratamiento	Media	Significancia
T0: Testigo	0.1214	a
T6: Glifosato	0.3243	ab
T4: Thiabendazole	0.3700	bc
T5: Procloraz	0.5500	cd
T3: Spinosad	0.6114	de
T1:Thiametoxam + Lambda-cihalotrina	0.7714	e
T2: Alfacipermetrina	0.7914	e

La prueba de Tukey para los tratamientos suministrados por ingestión demuestra que el T0 (Testigo) presentó la mortalidad más baja, con una media de 0.1214, siendo significativamente distinta de los demás tratamientos. El herbicida T6 (Glifosato) registró una media de 0.3243. lo que significa que presentó mortalidad ligeramente moderada. Los fungicidas T4 (Thiabendazole) y T5 (Procloraz) registraron medias de 0.3700 y 0.5500 respectivamente, así como el insecticida T3 (Spinosad) registró una media de 0.6114. todos considerados como plaguicidas de mortalidad media. Por último, los insecticidas T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) y el T2 (Alfacipermetrina) obtuvieron medias de 0.7714 y 0.7514, ambos fueron los más tóxicos y sin diferencias significativas entre sí.

4.2. Discusión

- En la aplicación de los plaguicidas por contacto, el T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina), T2 (Alfacipermetrina) y T3 (Spinosad) alcanzaron el 100% de mortalidad de *Apis mellifera* L., estos resultados fueron superiores a los de Akca y Saruhan (2022) quienes en su investigación registraron la mayor mortalidad de abejas en Alfa-cipermetrina (80%), Spinosad (75%) y Thiametoxam + Lambda-cihalotrina (70%), demostrando que los insecticidas fueron los plaguicidas más tóxicos. Por otro lado, el T4 (Thiabendazole) y el T5 (Procloraz) alcanzaron 67% de mortalidad, lo que evidenció su efecto tóxico sobre las abejas, no obstante, Haón (2022) aplicó en su investigación un fungicida por contacto con ingrediente activo Mancozeb + Oxidloruro de Cobre, y obtuvo una mortalidad más baja, de tan solo 22.5%. Finalmente, el T6 (Glifosato) registró una mortalidad en abejas de 57%, un valor muy semejante a Edén (2020) quien en su investigación aplicó glifosato por contacto y registró 54.90% de mortalidad.
- En el suministro de los plaguicidas por ingestión, la mayor mortalidad la obtuvieron el T1(Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) y T2 (Alfacipermetrina) registrando 99% y 100% de mortalidad, seguido de T3 (Spinosad) con 80%, resultados que se aproximan a los de Eden (2020) quien al aplicar por ingestión los plaguicidas mencionados registró 100% de mortalidad. En el caso del T4 (Thiabendazole) y T5 (Procloraz) registraron mortalidades de 52% y 78% respectivamente, evidenciando una notable diferencia en la mortalidad dependiendo del tipo de fungicida que se aplica por ingestión. En el T6 (Glifosato) a una concentración de 10 mg/ml registró 33% de mortalidad, al compararlo con Wesonga et al. (2023), quienes en su investigación reportaron 85.5% de mortalidad al utilizar este mismo plaguicida a una concentración de 8 mg/ml.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Las aplicaciones de plaguicidas por contacto causaron un alto porcentaje de mortalidad en *Apis mellifera* L. bajo condiciones de laboratorio, destacando los insecticidas T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina), T2 (Alfacipermetrina) y T3 (Spinosad), que alcanzaron hasta un 100% de mortalidad. Incluso plaguicidas no dirigidos a insectos, como los fungicidas T4 (Thiabendazole) y T5 (Procloraz), así como el herbicida T6 (Glifosato), que superaron el 30% de mortalidad que se formuló en la hipótesis.
- Los plaguicidas suministrados por ingestión que causaron mayor porcentaje de mortalidad en *Apis mellifera* L., fueron los insecticidas T1 (Thiametoxam + Lambda-cihalotrina) y T2 (Alfacipermetrina) con mortalidades de 99% y 100% respectivamente, seguidos por T3 (Spinosad) con 80% de mortalidad. Incluso los fungicidas T4 (Thiabendazole) y T5 (Procloraz), así como el herbicida T6 (Glifosato), a pesar de no ser plaguicidas dirigidos a insectos, también superaron el 30% de mortalidad que se formuló en la hipótesis.

5.2. Recomendaciones

- Para evitar realizar aplicaciones de plaguicidas que pueden causar mortalidad de las abejas durante la etapa fenológica de floración, se debe monitorear los cultivos mediante evaluaciones de sanidad que permitan establecer los momentos oportunos para una aplicación fitosanitaria.
- De ser necesario realizar aplicaciones fitosanitarias en la etapa de floración, se debe proteger las colmenas para evitar el contacto directo con los plaguicidas y suministrar alimento propio a las colmenas para evitar el consumo de alimento contaminado en campo.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdel razik, M. (2019). Toxicity and side effects of some insecticides applied in cotton fields on *Apis mellifera*. *Environmental Science and Pollution Research* , 26(5). doi:10.1007/s11356-018-04061-6
- Abdel-Kader, S., Abdel-Lateef, M., Abdelmonem, A., y Yousif, A. (2021). Effect of Sub-lethal Doses of Clothianidin and Spinosad insecticides on Honeybee Larvae. *Al-Azhar Journal of Agricultural Research*, 46(2), 182-190. https://ajar.journals.ekb.eg/article_245648_babba36e1cb7300142816d6b40c6049d.pdf
- Abdul, M., Thakur, M., Vallabuni, S., Sharma, S., Hashem, A., y Abd, E. (2024). *Toxicological Impact of Lambda-Cyhalothrin on Apis Mellifera: Comparative Analysis Under Semi-Field and Field Conditions*. <https://sciendo.com/article/10.2478/jas-2024-0007>
- AGQ Labs. (2019). *Análisis de prochloraz y residuos de pesticidas*. <https://agqlabs.co/2019/08/26/analisis-de-prochloraz-y-residuos-de-pesticidas/>
- Agraria.pe. (24 de abril de 2024). Investigan causas de muerte masiva de abejas en Moyobamba. *Agencia agraria de noticias*. <https://agraria.pe/noticias/investigan-causas-de-muerte-masiva-de-abejas-en-moyobamba-35486>
- Agropsa. (2025). *Kithax 10*. <https://www.agropsa.com.pe/kithax.html#:~:text=La%20alfacipermetrina%20se%20diferencia%20de,le%20da%20una%20mayor%20eficacia.&text=Control%20de%20plagas%20voladoras%20como,%2C%20ara%C3%B1as%2C%20chinchas%20y%20hormigas.>
- Akca, R., y Saruhan, I. (2022). The effects of some insecticides on honeybees (*Apis mellifera*). *Israel Journal of Ecology and Evolution*, 69(1-2), 37-43. doi:10.21203/rs.3.rs-1152410/v1
- Áncash Noticias. (2 de junio de 2023). El valle de Nepeña tiene más de 200 colmenas para producción de miel de abeja. <https://ancashnoticias.com/2023/06/02/el-valle-de-nepeña-tiene-mas-de-200-colmenas-para-produccion-de-miel-de-abeja/>

- Andina. (20 de septiembre de 2019). Apicultores de Lambayeque reportan muerte masiva de abejas en Virú. <https://andina.pe/agencia/noticia-apicultores-lambayeque-reportan-muerte-masiva-abejas-viru-767208.aspx>
- Bedmar, J. (2011). *Información especial sobre plaguicidas agrícolas*.
<https://www.agro.uba.ar/users/semmarti/Usotierra/CH%20Plaguicidas%20fin.PDF>
- Burger, M., y Fernández, S. (2004). *Exposición al herbicida glifosato: aspectos clínicos toxicológicos*. <http://www.scielo.edu.uy/pdf/rmu/v20n3/v20n3a06.pdf>
- Camarasa, A. (2012). *Beneficios de tiabendazol en conservación*.
https://www.phytoma.com/images/pdf/237_SV_tiabendazol_tecnidex.pdf
- Casas, R. (2018). *Caracterización estructural de residuos de plaguicidas en la industria alimentaria: metabolito de Procloraz bts 40348*.
<https://crea.ujaen.es/jspui/bitstream/10953.1/21366/1/TFM%20Final.pdf>
- Christen, V., krebs, J., Bunter, I., y Fent, K. (2019). *El biopesticida spinosad induce alteraciones transcripcionales en genes asociados con la producción de energía en abejas melíferas (Apis mellifera) en concentraciones subletales*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030438941930679X>
- Coalova, I. (2022). *Toxicodinamia individual y conjunta de formulados comerciales de glifosato y cipermetrina de aplicación agronómica*.
https://hdl.handle.net/20.500.12110/tesis_n7217_Coalova
- De Carvalho, R., Soares, T., Dos Santos, A., Soares, G., y Pereira, D. (2024). Theoretical and Experimental Study of the Stability of Thiamethoxam Under Different Environmental Conditions. *Processes*, 12(11), 2328.
<https://doi.org/10.3390/pr12112328>
- De León, M. (27 de enero de 2024). Denuncian una nueva ola masiva de muerte de abejas en Campeche. *WIRED*. <https://es.wired.com/articulos/denuncian-una-nueva-ola-de-muerte-de-abejas-en-campeche>
- Departamento de Sanidad Animal . (2018). *Manual Manejo Sanitario Apícola. División de Protección*.

https://www.sag.cl/sites/default/files/manual_gestion_productiva-sanitaria_apicola-sag-2018.pdf

Diario Digital La Razón.co. (2024). Muerte masiva de abejas en apiario de Montería afectó 500 colmenas. <https://larazon.co/monteria/muerte-masiva-de-abejas-en-apiario-de-monteria-afecto-500-colmenas/>

Eden, B. (2020). *Pesticidas comerciales en la mortalidad de Apis mellifera L.* [Tesis para optar título profesional, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4405>

EducaMadrid. (2012). *Abeja melífera: Apis mellifera Linnaeus, 1758.* <https://animalandia.educa.madrid.org/ficha.php?id=443>

Food and Agriculture Organization. (2010). *Thiamethoxam.* https://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/Evaluation10/Thiamethoxam.pdf

FRAC. (2019). *Clasificación de los fungicidas y bactericidas según el modo de acción.* https://fmcagro.es/img/folleto_Clasificaci%C3%B3n%20de%20fungicidas%20y%20bactericidas%20seg%C3%BAn%20el%20modo%20de%20acci%C3%B3n.pdf

Guamushig, E. (2023). *Efecto de seis plaguicidas sobre mortalidad en la especie de abeja: Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae)* [Tesis para obtener título profesional, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí] <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/4603/1/ULEAM-AGRO-0127.pdf>

Haón, J. (2022). *Evaluación de efectos letales de insumos agrícolas en abejas melíferas (Apis mellifera)* [Tesis para obtener título profesional, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/5c91365f-0b59-40e3-8c75-61d0a48a9c7b/content>

Herrera, P. (2024). Glifosato: ¿es un herbicida peligroso para nuestra salud? https://unamglobal.unam.mx/global_revista/glifosato-es-un-herbicida-peligroso-para-nuestra-salud/

- Hilton, M., Jarvis, T., y Ricketts, D. (2015). The degradation rate of thiamethoxam in European field studies. *Pest Management Science*, 72(2), 388-397.
<https://doi.org/10.1002/ps.4024>
- Institución Nacional de Salud Pública. (2020). *Los insecticidas*.
<https://www.insp.mx/avisos/4736-insecticidas.html>
- Instituto Regional de Estudios de Sustancias Tóxicas . (2012). *Lambda-cihalotrina*.
<https://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/120-cihalotrina-lambda>
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2018). *Plaguicidas Químicos, Composición y Formulaciones, Etiquetado, Clasificación toxicológica, Residuos y Métodos de Aplicación*.
<https://www.manualfitosanitario.com/InfoNews/INTA%20Aplicacion%20eficiente%20de%20fitosanitarios%20Cap%202.%20%20Formulaciones.pdf>
- IRAC. (2021). *Clasificación del modo de acción de insecticidas y acaricidas*.
<https://irac-online.org/documents/clasificacion-del-modo-de-accion-de-insecticidas-y-acaricidas/>
- Jiménez, E. (2009). *Métodos de Control de Plagas*.
<https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10J61me.pdf>
- Kalil, H., Ahmed, S., Mohamed, D., Shaheen, M., y Sabik, L. (2023). *An Overview of Thiamethoxam Toxicity*. <https://www.iscientific.org/wp-content/uploads/195-ijcbs-23-24-10-195e.pdf>
- Karam, M., Ramírez, G., y Patric, L. (2004). *Plaguicidas y salud de la población*.
<https://www.redalyc.org/pdf/104/10411304.pdf>
- La República. (8 de agosto de 2019). Cusco: agricultores denuncian que plan del Estado causó muerte masiva de abejas por mal uso de plaguicida [VIDEO].
<https://larepublica.pe/sociedad/2019/08/08/cusco-agricultores-denuncian-que-proyecto-del-estado-causo-muerte-masiva-de-abejas-por-mal-uso-de-plaguicida>
- Lizárraga, A. (2022). Innovación agraria y la promoción de abejas silvestres en los agroecosistemas en el Perú. *Instituto Nacional de Innovación Agraria*.
<https://hdl.handle.net/20.500.12955/2040>

- Maienfisch, P., Máxima, A., Brandl, F., Fisher, W., Hofer, D., Kayser, H., . . . Widmer, H. (2001). Chemistry and biology of thiamethoxam: a second generation neonicotinoid. *Pest management science*, 57(10), 906-913.
<https://doi.org/10.1002/ps.365>
- Mayorga , D., Guillen , R., y Díaz, S. (2019). Uso de herbicidas en el control de malezas. Importancia de su conocimiento para el profesional agrónomo. *Opuntia brava*, 11(1). doi:10.35195/ob.v11i1.712
- Mejía, J. (6 de abril de 2020). *AMISTAR TECHNOLOGY: “del bosque para los cultivos”*. de <https://www.metroflorcolombia.com/amistar-technology-del-bosque-para-los-cultivos/>
- Melgajero, J. (2011). *Mecanismo de acción de los fungicidas*.
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19031/64405_64953.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mexico, V. (2010). *Alfacipermetrina*.
<https://www.buscador.portaltecnologico.com/vademecum/mex/producto-tecnico/7884/ALFA%20CIPERMETRINA>
- Michelle, M. (2021). *Análisis comparativo entre los métodos Alley y Miller en la reproducción de abejas reinas (Apis mellifera)* [Tesis para obtener título profesional, Universidad Técnica de Cotopaxi]
<https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/3d08b2af-0db2-483f-b31e-5baa8214b354/content>
- Mihaljević, I. (2019). *Application of conventional insecticides and their impact on the natural ecosystems and food safety*. <https://core.ac.uk/works/10327236/>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2015). *Uso seguro de plaguicidas e insumos agrícolas*. <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/ais-2015/uso-plaguicidas.pdf>
- Nubin, L., y Nurulalia, L. (2022). Attractiveness and toxicity of two insecticides to *Tetragonula laeviceps* (Apidae: Meliponinae). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 974(1). doi:10.1088/1755-1315/974/1/012015

- Oliveira, P. (2017). *Caracterização química dos neonicotinóides em águas superficiais via cromatografia líquida de alta eficiência acoplada a espectrometria de massas em tandem (hplc – ms/ms)*.
https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/49/015/49015738.pdf?r=1
- Organización para las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). *Las abejas son imprescindibles para el futuro de la alimentación*.
<https://www.fao.org/newsroom/story/Why-we-need-bees-for-a-nutritious-future/es>
- Parra, S. (2024). Día Mundial de las Abejas: ¿Por qué están en peligro?. *National Geographic España*. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/cuando-y-por-que-se-celebra-dia-mundial-abejas-por-que-estan-peligro_19943#:~:text=Las%20abejas%20est%C3%A1n%20en%20peligro,afectadas%20al%20consumir%20polen%20contaminado.
- Pereira, M., Morais, K., Vaner, H., Gonzaga, W., Miranda, R., Serrao, J., y Ferreira, G. (2018). Efectos mediados por spinosad sobre la capacidad de caminar, el intestino medio y los túbulos de Malpighi de las abejas obreras africanizadas. *Pest management science*, 74(6), 1311-1318. <https://doi.org/10.1002/ps.48153>
- Pérez, W., y Forbes, G. (2014). ¿Qué es un fungicida?. <http://cipotato.org>
- Plant hormones. (2021). *Introducción Detallada De Prochloraz*.
<https://www.bestplanthormones.com/info/detail-introduction-of-prochloraz-62025954.html>
- Ponce, G., Cantú, P., Flores, A., Badii, M., Zapata, R., López, B., y Fernández, I. (2006). *Modo de acción de los insecticidas*.
<https://respyn.uanl.mx/index.php/respyn/article/view/178>
- Marques, R., Lima, M., Marques, R., y Bernardes, R. (2020). Una formulación a base de Spinosad reduce la supervivencia y altera el comportamiento de la abeja sin aguijón *Plebeia lucii*. *Neotropical entomology*, 49, 578-585.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s13744-020-00766-x>
- Real, N., Rivera, J., Alcántara, G., Rojas, G., Morales, A., y Pérez, J. (2022). Las abejas sin aguijón (Tribu Meliponini) en los agroecosistemas de América Latina.

Revista mexicana de ciencias agrícolas, 13(2), 331-344.

doi:10.29312/remexca.v13i2.2866

- Redagícola. (2020). *Prochloraz, cambios en límites no frenarían incorporación de fungicidas biológicos*. <https://redagricola.com/prochloraz-cambios-en-limites-no-frenarian-incorporacion-de-fungicidas-biologicos/>
- Reigart, R., y Roberts, J. (1999). *Reconocimiento y Manejo de los Envenenamientos por Pesticidas*. https://espanol.epa.gov/sites/default/files/2018-07/documents/reconocimiento_y_manejo_de_los_envenenamientos_por_pesticidas-_quinta_edicion.pdf
- Sepulveda, L. (2023). Alerta por la muerte de 24 millones de abejas en Qundío. *EL TIEMPO- Armenia*. <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/abejas-en-el-quindio-se-estan-muriendo-por-exciticidas-772110>
- Shehata, L., Sheref, R., Khalil, S., y Desuky, W. (2021). The Toxic Effect of some Bio Insecticides on Honey Bee Foraging Workers. *Journal of Plant Protection and Pathology*, 12(10), 753-754. doi:10.21608/jppp.2021.210238
- SOMECIMA (2020). *Clasificación y uso de los herbicidas por su modo y mecanismo de acción*. <https://somecima.com/wp-content/uploads/2020/12/CLASIFICACION-DE-HERBICIDAS-POR-MODO-Y-MECANISMO.pdf>
- Soto, B. (2023). Glifosato, el controvertido herbicida permitido por la UE. https://www.nationalgeographic.com.es/medio-ambiente/glifosato-controvertido-herbicida-aprobado-por-ue_21094
- Tadey, S., y Escobedo, V. (2021). *Aplicación de thiabendazole, hymexazol y fludioxonil para el control preventivo de Lasiodiplodia sp. en palto 'Hass'*. https://www.avocadosource.com/journals/memorias_vcla/2021/Memorias_VI_CLA_2021_PG_302-309.pdf
- Tessi, D. (2023). *Toxic effects of lambda-cyhalothrin and acetamiprid on freshwater mussels*. <https://avesis.gazi.edu.tr/dosya?id=34422911-0d37-468e-ab79-45d3e6246ef0>

- Torres, B. (2017). *Herbicida que envenena*.
<https://www.uv.mx/cienciauv/files/2017/09/029-CYL-GLIFOSFATO-02.pdf>
- Vademecum España. (2010). *Lambda-cihalotrin*.
<https://www.buscador.portaltecnologico.com/vademecum/esp/producto-tecnico/140/LAMBDA%20CIHALOTRIN>
- Vademecum México. (2010). *Producto técnico: Tiametoxam*.
<https://www.buscador.portaltecnologico.com/vademecum/mex/producto-tecnico/8356/TIAMETOXAM>
- Vásquez, A., Sangerman, D., y Schwentesius, R. (2021). Caracterización de especies de abejas nativas y su relación biocultural en la Mixteca oaxaqueña. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(1), 101-113.
doi:10.29312/remexca.v12i1.2788
- Viteri, J., Romero, H., Mena, E., y Narváez, J. (2020). *Análisis epidemiológico de la toxicidad asociada a la utilización de plaguicidas en la parroquia Benítez*.
<https://dilemascontemporaneoseduccionpoliticaayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/2128/2184>
- Wesonga, Z., Bargul, J., Paredes, J., Dubois, T., y Lattorf, M. (2023). Impact of acute oral exposure to paraquat and glyphosate on food consumption and survival rates of the African honeybee *Apis mellifera scutellata* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae). *International Journal of Tropical Insect Science*, 43(5), 1513-1521 <https://doi.org/10.1007/s42690-023-01064-w>

VII. ANEXOS

Anexo 1

Formato de evaluación de mortalidad para plaguicidas suministrados por ingestión

FORMATO DE EVALUACIÓN DE MORTALIDAD DE ABEJAS (*Apis mellifera* L.) PARA PLAGUICIDAS SUMINISTRADOS POR INGESTIÓN

Fecha de evaluación:

Hora de evaluación:

Tratamiento:

Nº de Bloque:

Número de tratamiento	Horas de evaluación	Número de abejas evaluadas	% abejas vivas	Número de abejas muertas	% abejas muertas	Observaciones
	1					
	3					
	6					
	12					
	24					
	48					
	60					
	72					

Anexo 2

Formato de evaluación de mortalidad para plaguicidas aplicados por contacto

FORMATO DE EVALUACIÓN DE MORTALIDAD DE ABEJAS (*Apis mellifera* L.) PARA PLAGUICIDAS APLICADOS POR CONTACTO

Fecha de evaluación:

Hora de evaluación:

Tratamiento:

Nº de Bloque:

Número de tratamiento	Horas de evaluación	Número de abejas evaluadas	% abejas vivas	Número de abejas muertas	% abejas muertas	Observaciones
	1					
	3					
	6					
	12					
	24					
	48					
	60					
	72					

Anexo 3

Resultados de la evaluación del tratamiento testigo aplicado por contacto

TRATAMIENTO	HORA DE EVALUACIÓN	REPETICION	TOTAL ABEJAS EVALUADAS	N ABEJAS VIVAS	% ABEJAS VIVAS	N ABEJAS MUERTAS	% ABEJAS MUERTAS
T0	1 H	R1	25	24	96%	1	4%
	3 H	R1	25	24	96%	1	4%
	6 H	R1	25	23	92%	2	8%
	12 H	R1	25	22	88%	3	12%
	24 H	R1	25	22	88%	3	12%
	36 H	R1	25	22	88%	3	12%
	48 H	R1	25	21	84%	4	16%
T0	1 H	R2	25	24	96%	1	4%
	3 H	R2	25	24	96%	1	4%
	6 H	R2	25	24	96%	1	4%
	12 H	R2	25	24	96%	1	4%
	24 H	R2	25	24	96%	1	4%
	36 H	R2	25	22	88%	3	12%
	48 H	R2	25	20	80%	5	20%
T0	1 H	R3	25	23	92%	2	8%
	3 H	R3	25	23	92%	2	8%
	6 H	R3	25	20	80%	5	20%
	12 H	R3	25	19	76%	6	24%
	24 H	R3	25	19	76%	6	24%
	36 H	R3	25	18	72%	7	28%
	48 H	R3	25	18	72%	7	28%
T0	1 H	R4	25	22	88%	3	12%
	3 H	R4	25	21	84%	4	16%
	6 H	R4	25	19	76%	6	24%
	12 H	R4	25	18	72%	7	28%
	24 H	R4	25	18	72%	7	28%
	36 H	R4	25	18	72%	7	28%
	48 H	R4	25	17	68%	8	32%

Anexo 4

Resultados de la evaluación del tratamiento de Thiametoxam + Lambda-cihalotrina aplicado por contacto

TRATAMIENTO	HORA DE EVALUACIÓN	REPETICION	TOTAL ABEJAS EVALUADAS	N ABEJAS VIVAS	% ABEJAS VIVAS	N ABEJAS MUERTAS	% ABEJAS MUERTAS
T1	1 H	R1	25	16	64%	9	36%
	3 H	R1	25	8	32%	17	68%
	6 H	R1	25	3	12%	22	88%
	12 H	R1	25	1	4%	24	96%
	24 H	R1	25	0	0%	25	100%
	36 H	R1	25	0	0%	25	100%
	48 H	R1	25	0	0%	25	100%
T1	1 H	R2	25	17	68%	8	32%
	3 H	R2	25	11	44%	14	56%
	6 H	R2	25	7	28%	18	72%
	12 H	R2	25	5	20%	20	80%
	24 H	R2	25	2	8%	23	92%
	36 H	R2	25	0	0%	25	100%
	48 H	R2	25	0	0%	25	100%
T1	1 H	R3	25	20	80%	5	20%
	3 H	R3	25	5	20%	20	80%
	6 H	R3	25	4	16%	21	84%
	12 H	R3	25	2	8%	23	92%
	24 H	R3	25	0	0%	25	100%
	36 H	R3	25	0	0%	25	100%
	48 H	R3	25	0	0%	25	100%
T1	1 H	R4	25	16	64%	9	36%
	3 H	R4	25	8	32%	18	72%
	6 H	R4	25	0	0%	25	100%
	12 H	R4	25	0	0%	25	100%
	24 H	R4	25	0	0%	25	100%
	36 H	R4	25	0	0%	25	100%
	48 H	R4	25	0	0%	25	100%

Anexo 5

Resultados de la evaluación del tratamiento de Alfacipermetrina aplicado por contacto

TRATAMIENTO	HORA DE EVALUACIÓN	REPETICION	TOTAL ABEJAS EVALUADAS	N ABEJAS VIVAS	% ABEJAS VIVAS	N ABEJAS MUERTAS	% ABEJAS MUERTAS
T2	1 H	R1	25	13	52%	12	48%
	3 H	R1	25	4	16%	21	84%
	6 H	R1	25	3	12%	22	88%
	12 H	R1	25	1	4%	24	96%
	24 H	R1	25	0	0%	25	100%
	36 H	R1	25	0	0%	25	100%
	48 H	R1	25	0	0%	25	100%
T2	1 H	R2	25	15	60%	10	40%
	3 H	R2	25	7	28%	18	72%
	6 H	R2	25	3	12%	22	88%
	12 H	R2	25	0	0%	25	100%
	24 H	R2	25	0	0%	25	100%
	36 H	R2	25	0	0%	25	100%
	48 H	R2	25	0	0%	25	100%
T2	1 H	R3	25	16	64%	9	36%
	3 H	R3	25	6	24%	19	76%
	6 H	R3	25	4	16%	21	84%
	12 H	R3	25	3	12%	22	88%
	24 H	R3	25	0	0%	25	100%
	36 H	R3	25	0	0%	25	100%
	48 H	R3	25	0	0%	25	100%
T2	1 H	R4	25	13	52%	12	48%
	3 H	R4	25	9	36%	16	64%
	6 H	R4	25	0	0%	25	100%
	12 H	R4	25	0	0%	25	100%
	24 H	R4	25	0	0%	25	100%
	36 H	R4	25	0	0%	25	100%
	48 H	R4	25	0	0%	25	100%

Anexo 6

Resultados de la evaluación del tratamiento de Spinosad aplicado por contacto

TRATAMIENTO	HORA DE EVALUACIÓN	REPETICION	TOTAL ABEJAS EVALUADAS	N ABEJAS VIVAS	% ABEJAS VIVAS	N ABEJAS MUERTAS	% ABEJAS MUERTAS
T3	1 H	R1	25	23	92%	2	8%
	3 H	R1	25	21	84%	4	16%
	6 H	R1	25	19	76%	6	24%
	12 H	R1	25	4	16%	21	84%
	24 H	R1	25	0	0%	25	100%
	36 H	R1	25	0	0%	25	100%
	48 H	R1	25	0	0%	25	100%
T3	1 H	R2	25	20	80%	5	20%
	3 H	R2	25	4	16%	21	84%
	6 H	R2	25	1	4%	24	96%
	12 H	R2	25	0	0%	25	100%
	24 H	R2	25	0	0%	25	100%
	36 H	R2	25	0	0%	25	100%
	48 H	R2	25	0	0%	25	100%
T3	1 H	R3	25	22	88%	3	12%
	3 H	R3	25	20	80%	5	20%
	6 H	R3	25	17	68%	8	32%
	12 H	R3	25	6	24%	19	76%
	24 H	R3	25	0	0%	25	100%
	36 H	R3	25	0	0%	25	100%
	48 H	R3	25	0	0%	25	100%
T3	1 H	R4	25	22	88%	3	12%
	3 H	R4	25	10	40%	15	60%
	6 H	R4	25	7	28%	18	72%
	12 H	R4	25	2	8%	23	92%
	24 H	R4	25	0	0%	25	100%
	36 H	R4	25	0	0%	25	100%
	48 H	R4	25	0	0%	25	100%

Anexo 7

Resultados de la evaluación del tratamiento de Thiabendazole aplicado por contacto

TRATAMIENTO	HORA DE EVALUACIÓN	REPETICION	TOTAL ABEJAS EVALUADAS	N ABEJAS VIVAS	% ABEJAS VIVAS	N ABEJAS MUERTAS	% ABEJAS MUERTAS
T4	1 H	R1	25	16	64%	9	36%
	3 H	R1	25	15	60%	10	40%
	6 H	R1	25	15	60%	10	40%
	12 H	R1	25	14	56%	11	44%
	24 H	R1	25	14	56%	11	44%
	36 H	R1	25	13	52%	12	48%
	48 H	R1	25	12	48%	13	52%
T4	1 H	R2	25	23	92%	2	8%
	3 H	R2	25	10	40%	15	60%
	6 H	R2	25	9	36%	16	64%
	12 H	R2	25	9	36%	16	64%
	24 H	R2	25	9	36%	16	64%
	36 H	R2	25	9	36%	16	64%
	48 H	R2	25	4	16%	21	84%
T4	1 H	R3	25	23	92%	2	8%
	3 H	R3	25	22	88%	3	12%
	6 H	R3	25	20	80%	5	20%
	12 H	R3	25	18	72%	7	28%
	24 H	R3	25	16	64%	9	36%
	36 H	R3	25	8	32%	17	68%
	48 H	R3	25	4	16%	21	84%
T4	1 H	R4	25	23	92%	2	8%
	3 H	R4	25	18	72%	7	28%
	6 H	R4	25	17	68%	8	32%
	12 H	R4	25	16	64%	9	36%
	24 H	R4	25	16	64%	9	36%
	36 H	R4	25	11	44%	14	56%
	48 H	R4	25	5	20%	20	80%

Anexo 8

Resultados de la evaluación del tratamiento de Procloraz aplicado por contacto

TRATAMIENTO	HORA DE EVALUACIÓN	REPETICION	TOTAL ABEJAS EVALUADAS	N ABEJAS VIVAS	% ABEJAS VIVAS	N ABEJAS MUERTAS	% ABEJAS MUERTAS
T5	1 H	R1	25	23	92%	2	8%
	3 H	R1	25	18	72%	7	28%
	6 H	R1	25	18	72%	7	28%
	12 H	R1	25	18	72%	7	28%
	24 H	R1	25	16	64%	7	28%
	36 H	R1	25	15	60%	10	40%
	48 H	R1	25	14	56%	11	44%
T5	1 H	R2	25	24	96%	1	4%
	3 H	R2	25	23	92%	2	8%
	6 H	R2	25	21	84%	4	16%
	12 H	R2	25	18	72%	7	28%
	24 H	R2	25	17	68%	8	32%
	36 H	R2	25	15	60%	10	40%
	48 H	R2	25	10	40%	15	60%
T5	1 H	R3	25	21	84%	4	16%
	3 H	R3	25	16	64%	9	36%
	6 H	R3	25	10	40%	15	60%
	12 H	R3	25	6	24%	19	76%
	24 H	R3	25	1	4%	24	96%
	36 H	R3	25	1	4%	24	96%
	48 H	R3	25	1	4%	24	96%
T5	1 H	R4	25	22	88%	3	12%
	3 H	R4	25	12	48%	13	52%
	6 H	R4	25	5	20%	20	80%
	12 H	R4	25	2	8%	23	92%
	24 H	R4	25	0	0%	25	100%
	36 H	R4	25	0	0%	25	100%
	48 H	R4	25	0	0%	25	100%

Anexo 9

Resultados de la evaluación del tratamiento de Glifosato aplicado por contacto

TRATAMIENTO	HORA DE EVALUACIÓN	REPETICION	TOTAL ABEJAS EVALUADAS	N ABEJAS VIVAS	% ABEJAS VIVAS	N ABEJAS MUERTAS	% ABEJAS MUERTAS
T6	1 H	R1	25	23	92%	2	8%
	3 H	R1	25	21	84%	4	16%
	6 H	R1	25	20	80%	5	20%
	12 H	R1	25	20	80%	5	20%
	24 H	R1	25	18	72%	7	28%
	36 H	R1	25	17	68%	8	32%
	48 H	R1	25	16	64%	9	36%
T6	1 H	R2	25	22	88%	3	12%
	3 H	R2	25	10	40%	15	60%
	6 H	R2	25	9	36%	16	64%
	12 H	R2	25	9	36%	16	64%
	24 H	R2	25	7	28%	18	72%
	36 H	R2	25	7	28%	18	72%
	48 H	R2	25	4	16%	21	84%
T6	1 H	R3	25	23	92%	2	8%
	3 H	R3	25	21	84%	4	16%
	6 H	R3	25	18	72%	7	28%
	12 H	R3	25	13	52%	12	48%
	24 H	R3	25	6	24%	19	76%
	36 H	R3	25	5	20%	20	80%
	48 H	R3	25	1	4%	24	96%
T6	1 H	R4	25	22	88%	3	12%
	3 H	R4	25	20	80%	5	20%
	6 H	R4	25	18	72%	7	28%
	12 H	R4	25	17	68%	8	32%
	24 H	R4	25	14	56%	11	44%
	36 H	R4	25	14	56%	11	44%
	48 H	R4	25	12	48%	13	52%

Anexo 10

Resultados de la evaluación del tratamiento testigo suministrado por ingestión

TRATAMIENTO	HORA DE EVALUACIÓN	REPETICION	TOTAL ABEJAS EVALUADAS	N ABEJAS VIVAS	% ABEJAS VIVAS	N ABEJAS MUERTAS	% ABEJAS MUERTAS
T0	1 H	R1	25	23	92%	2	8%
	3 H	R1	25	22	88%	3	12%
	6 H	R1	25	21	84%	4	16%
	12 H	R1	25	21	84%	4	16%
	24 H	R1	25	21	84%	4	16%
	36 H	R1	25	21	84%	4	16%
	48 H	R1	25	21	84%	4	16%
T0	1 H	R2	25	25	100%	0	0%
	3 H	R2	25	25	100%	0	0%
	6 H	R2	25	25	100%	0	0%
	12 H	R2	25	25	100%	0	0%
	24 H	R2	25	25	100%	0	0%
	36 H	R2	25	25	100%	0	0%
	48 H	R2	25	24	96%	1	4%
T0	1 H	R3	25	25	100%	0	0%
	3 H	R3	25	23	92%	2	8%
	6 H	R3	25	22	88%	3	12%
	12 H	R3	25	21	84%	4	16%
	24 H	R3	25	20	80%	5	20%
	36 H	R3	25	20	80%	5	20%
	48 H	R3	25	19	76%	6	24%
T0	1 H	R4	25	23	92%	2	8%
	3 H	R4	25	21	84%	4	16%
	6 H	R4	25	21	84%	4	16%
	12 H	R4	25	20	80%	5	20%
	24 H	R4	25	19	76%	6	24%
	36 H	R4	25	19	76%	6	24%
	48 H	R4	25	19	76%	6	24%

Anexo 11

Resultados de la evaluación del tratamiento de Thiametoxam + Lambda-cihalotrina suministrado por ingestión

TRATAMIENTO	HORA DE EVALUACIÓN	REPETICION	TOTAL ABEJAS EVALUADAS	N ABEJAS VIVAS	% ABEJAS VIVAS	N ABEJAS MUERTAS	% ABEJAS MUERTAS
T1	1 H	R1	25	8	32%	17	68%
	3 H	R1	25	1	4%	24	96%
	6 H	R1	25	1	4%	24	96%
	12 H	R1	25	1	4%	24	96%
	24 H	R1	25	0	0%	25	100%
	36 H	R1	25	0	0%	25	100%
	48 H	R1	25	0	0%	25	100%
T1	1 H	R2	25	20	80%	5	20%
	3 H	R2	25	16	64%	9	36%
	6 H	R2	25	16	64%	9	36%
	12 H	R2	25	11	44%	14	56%
	24 H	R2	25	4	16%	21	84%
	36 H	R2	25	1	4%	24	96%
	48 H	R2	25	1	4%	24	96%
T1	1 H	R3	25	19	76%	6	24%
	3 H	R3	25	12	48%	13	52%
	6 H	R3	25	6	24%	19	76%
	12 H	R3	25	4	16%	21	84%
	24 H	R3	25	3	12%	22	88%
	36 H	R3	25	1	4%	24	96%
	48 H	R3	25	0	0%	25	100%
T1	1 H	R4	25	23	92%	2	8%
	3 H	R4	25	10	40%	15	60%
	6 H	R4	25	2	8%	23	92%
	12 H	R4	25	1	4%	24	96%
	24 H	R4	25	0	0%	25	100%
	36 H	R4	25	0	0%	25	100%
	48 H	R4	25	0	0%	25	100%

Anexo 12

Resultados de la evaluación del tratamiento de Alfacipermetrina suministrado por ingestión

TRATAMIENTO	HORA DE EVALUACIÓN	REPETICION	TOTAL ABEJAS EVALUADAS	N ABEJAS VIVAS	% ABEJAS VIVAS	N ABEJAS MUERTAS	% ABEJAS MUERTAS
T2	1 H	R1	25	2	8%	23	92%
	3 H	R1	25	1	4%	24	96%
	6 H	R1	25	0	0%	25	100%
	12 H	R1	25	0	0%	25	100%
	24 H	R1	25	0	0%	25	100%
	36 H	R1	25	0	0%	25	100%
	48 H	R1	25	0	0%	25	100%
T2	1 H	R2	25	19	76%	6	24%
	3 H	R2	25	12	48%	13	52%
	6 H	R2	25	9	36%	16	64%
	12 H	R2	25	5	20%	20	80%
	24 H	R2	25	1	4%	24	96%
	36 H	R2	25	1	4%	24	96%
	48 H	R2	25	0	0%	25	100%
T2	1 H	R3	25	25	100%	0	0%
	3 H	R3	25	20	80%	5	20%
	6 H	R3	25	10	40%	15	60%
	12 H	R3	25	5	20%	20	80%
	24 H	R3	25	1	4%	24	96%
	36 H	R3	25	0	0%	25	100%
	48 H	R3	25	0	0%	25	100%
T2	1 H	R4	25	22	88%	3	12%
	3 H	R4	25	9	36%	16	64%
	6 H	R4	25	3	12%	22	88%
	12 H	R4	25	1	4%	24	96%
	24 H	R4	25	0	0%	25	100%
	36 H	R4	25	0	0%	25	100%
	48 H	R4	25	0	0%	25	100%

Anexo 13

Resultados de la evaluación del tratamiento de Spinosad suministrado por ingestión

TRATAMIENTO	HORA DE EVALUACIÓN	REPETICION	TOTAL ABEJAS EVALUADAS	N ABEJAS VIVAS	% ABEJAS VIVAS	N ABEJAS MUERTAS	% ABEJAS MUERTAS
T3	1 H	R1	25	22	88%	3	12%
	3 H	R1	25	22	88%	3	12%
	6 H	R1	25	22	88%	3	12%
	12 H	R1	25	21	84%	4	16%
	24 H	R1	25	20	80%	5	20%
	36 H	R1	25	20	80%	5	20%
	48 H	R1	25	16	64%	9	36%
T3	1 H	R2	25	22	88%	3	12%
	3 H	R2	25	12	48%	13	52%
	6 H	R2	25	8	32%	17	68%
	12 H	R2	25	7	28%	18	72%
	24 H	R2	25	7	28%	18	72%
	36 H	R2	25	1	4%	24	96%
	48 H	R2	25	0	0%	25	100%
T3	1 H	R3	25	22	88%	3	12%
	3 H	R3	25	17	68%	8	32%
	6 H	R3	25	11	44%	14	56%
	12 H	R3	25	9	36%	16	64%
	24 H	R3	25	5	20%	20	80%
	36 H	R3	25	1	4%	24	96%
	48 H	R3	25	1	4%	24	96%
T3	1 H	R4	25	3	12%	22	88%
	3 H	R4	25	2	8%	23	92%
	6 H	R4	25	1	4%	24	96%
	12 H	R4	25	0	0%	25	100%
	24 H	R4	25	0	0%	25	100%
	36 H	R4	25	0	0%	25	100%
	48 H	R4	25	0	0%	25	100%

Anexo 14

Resultados de la evaluación del tratamiento de Thiabendazole suministrado por ingestión

TRATAMIENTO	HORA DE EVALUACIÓN	REPETICION	TOTAL ABEJAS EVALUADAS	N ABEJAS VIVAS	% ABEJAS VIVAS	N ABEJAS MUERTAS	% ABEJAS MUERTAS
T4	1 H	R1	25	22	88%	3	12%
	3 H	R1	25	20	80%	5	20%
	6 H	R1	25	20	80%	5	20%
	12 H	R1	25	20	80%	5	20%
	24 H	R1	25	20	80%	5	20%
	36 H	R1	25	20	80%	5	20%
	48 H	R1	25	17	68%	8	32%
T4	1 H	R2	25	22	88%	3	12%
	3 H	R2	25	17	68%	8	32%
	6 H	R2	25	17	68%	8	32%
	12 H	R2	25	16	64%	9	36%
	24 H	R2	25	15	60%	10	40%
	36 H	R2	25	14	56%	11	44%
	48 H	R2	25	7	28%	18	72%
T4	1 H	R3	25	23	92%	2	8%
	3 H	R3	25	20	80%	5	20%
	6 H	R3	25	18	72%	7	28%
	12 H	R3	25	14	56%	11	44%
	24 H	R3	25	13	52%	12	48%
	36 H	R3	25	12	48%	13	52%
	48 H	R3	25	11	44%	14	56%
T4	1 H	R4	25	25	100%	0	0%
	3 H	R4	25	17	68%	8	32%
	6 H	R4	25	11	44%	14	56%
	12 H	R4	25	10	40%	15	60%
	24 H	R4	25	8	32%	17	68%
	36 H	R4	25	7	28%	18	72%
	48 H	R4	25	5	20%	20	80%

Anexo 15

Resultados de la evaluación del tratamiento de Procloraz suministrado por ingestión

TRATAMIENTO	HORA DE EVALUACIÓN	REPETICION	TOTAL ABEJAS EVALUADAS	N ABEJAS VIVAS	% ABEJAS VIVAS	N ABEJAS MUERTAS	% ABEJAS MUERTAS
T5	1 H	R1	25	22	88%	3	12%
	3 H	R1	25	20	80%	5	20%
	6 H	R1	25	20	80%	5	20%
	12 H	R1	25	20	80%	5	20%
	24 H	R1	25	18	72%	7	28%
	36 H	R1	25	18	72%	7	28%
	48 H	R1	25	16	64%	9	36%
T5	1 H	R2	25	23	92%	2	8%
	3 H	R2	25	20	80%	5	20%
	6 H	R2	25	20	80%	5	20%
	12 H	R2	25	15	60%	10	40%
	24 H	R2	25	9	36%	16	64%
	36 H	R2	25	3	12%	22	88%
	48 H	R2	25	2	8%	23	92%
T5	1 H	R3	25	18	72%	7	28%
	3 H	R3	25	16	64%	9	36%
	6 H	R3	25	13	52%	12	48%
	12 H	R3	25	7	28%	18	72%
	24 H	R3	25	5	20%	20	80%
	36 H	R3	25	0	0%	25	100%
	48 H	R3	25	0	0%	25	100%
T5	1 H	R4	25	21	84%	4	16%
	3 H	R4	25	6	24%	19	76%
	6 H	R4	25	2	8%	23	92%
	12 H	R4	25	1	4%	24	96%
	24 H	R4	25	0	0%	25	100%
	36 H	R4	25	0	0%	25	100%
	48 H	R4	25	0	0%	25	100%

Anexo 16

Resultados de la evaluación del tratamiento de Glifosato suministrado por ingestión

TRATAMIENTO	HORA DE EVALUACIÓN	REPETICION	TOTAL ABEJAS EVALUADAS	N ABEJAS VIVAS	% ABEJAS VIVAS	N ABEJAS MUERTAS	% ABEJAS MUERTAS
T6	1 H	R1	25	24	96%	1	4%
	3 H	R1	25	23	92%	2	8%
	6 H	R1	25	23	92%	2	8%
	12 H	R1	25	23	92%	2	8%
	24 H	R1	25	22	88%	3	12%
	36 H	R1	25	22	88%	3	12%
	48 H	R1	25	22	88%	3	12%
T6	1 H	R2	25	23	92%	2	8%
	3 H	R2	25	22	88%	3	12%
	6 H	R2	25	22	88%	3	12%
	12 H	R2	25	22	88%	3	12%
	24 H	R2	25	18	72%	7	28%
	36 H	R2	25	18	72%	7	28%
	48 H	R2	25	18	72%	7	28%
T6	1 H	R3	25	23	92%	2	8%
	3 H	R3	25	21	84%	4	16%
	6 H	R3	25	19	76%	6	24%
	12 H	R3	25	18	72%	7	28%
	24 H	R3	25	17	68%	8	32%
	36 H	R3	25	17	68%	8	32%
	48 H	R3	25	16	64%	9	36%
T6	1 H	R4	25	22	88%	3	12%
	3 H	R4	25	11	44%	14	56%
	6 H	R4	25	2	8%	23	92%
	12 H	R4	25	1	4%	24	96%
	24 H	R4	25	0	0%	25	100%
	36 H	R4	25	0	0%	25	100%
	48 H	R4	25	0	0%	25	100%

Anexo 17

Monitoreo de colmenas



Anexo 18

Implementación y rotulado de materiales de laboratorio



Anexo 19

Preparación de tratamientos



Anexo 20

Dilución de plaguicidas



Anexo 21

Llenado de aspersores para aplicación por contacto



Anexo 22

Preparación de alimento contaminado con plaguicidas para el suministro ingestión



Anexo 23

Aspersión de plaguicidas dentro de las cajas acrílicas con abejas en aplicación por contacto



Anexo 24

Consumo de alimento contaminado por plaguicidas suministrados por ingestión



Anexo 25

Mortalidad en aplicación de plaguicidas por contacto



Anexo 26

Mortalidad en suministro de plaguicidas por ingestión



Anexo 27

Evaluación de mortalidad de los tratamientos



Anexo 28

Registro de mortalidad de los tratamientos

