



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS

AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

**“EVALUACIÓN IN VITRO DE DOSIS SUBLETALES DE
CIPERMETRINA 15 EC SOBRE LA ACTIVIDAD MOTORA DE
LAS ABEJAS POLINIZADORAS (*APIS MELLIFERA*).”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO**

AUTOR: CARLOS JAVIER LEON MORENO

DIRECTOR: ING. MANUEL ESTEBAN MALDONADO CORNEJO, MSC

CUENCA – ECUADOR

2023

DIOS PATRIA CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS

AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

**“EVALUACIÓN IN VITRO DE DOSIS SUBLETALES DE
CIPERMETRINA 15 EC SOBRE LA ACTIVIDAD MOTORA DE
LAS ABEJAS POLINIZADORAS (*APIS MELLIFERA*).”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO**

AUTOR: CARLOS JAVIER LEON MORENO

DIRECTOR: ING. MANUEL ESTEBAN MALDONADO CORNEJO, MSC

CUENCA – ECUADOR

2023

DIOS PATRIA CULTURA Y DESARROLLO



Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Carlos Javier León Moreno portador(a) de la cédula de ciudadanía N° 0350151353. Declaro ser el autor de la obra: "**Evaluación In Vitro de dosis subletales de Cipermetrina 15 EC sobre la actividad motora de las abejas polinizadoras (*Apis mellifera*)**", sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **30 de junio de 2023**

F: 

Carlos Javier León Moreno

C.I. 0350151353

CERTIFICACIÓN

Yo Manuel Esteban Maldonado Cornejo con cédula de identidad N° 0171001233 en calidad de director del Trabajo de Titulación con el tema: "Evaluación In Vitro de dosis subletales de Cipermetrina 15 EC sobre la actividad motora de las abejas polinizadoras (*Apis mellifera*)", certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Carlos Javier León Moreno, bajo mi supervisión.



Firmado digitalmente por:
**MANUEL ESTEBAN
MALDONADO CORNEJO**

Ing. Manuel Esteban Maldonado Cornejo, MSc

DIRECTOR

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por abrir las puertas necesarias durante mi carrera y para la culminación de este trabajo.

A mi madre y padre por apoyarme en todo momento, fueron los pilares para que no abandonara en las situaciones más adversas.

A mis maestros y compañeros quienes no solo han compartido conocimientos sino también experiencias y consejos para cumplir este objetivo.

A mi tutor Ing. Manuel Esteban Maldonado Cornejo por estar siempre pendiente y dispuesto a ayudar en todo momento durante la realización de mi tesis.

A la Decana de la unidad y al Ing. Juan Carlos Alvarado por su ayuda para la culminación de este trabajo.

Carlos Javier León Moreno

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios porque me ha guiado durante todo este tiempo, con sus acciones me señaló y cuidó mi camino para llegar hasta este punto en mi carrera universitaria, a mis padres Carlos y Norma porque gracias a ellos puedo cumplir esta meta en mi vida, ya que fueron mi gran pilar y apoyo para seguir adelante, a mi esposa porque siempre ha estado ahí apoyándome con su amor incondicional, finalmente a mis amigos y compañeros de clase por haber culminado esta etapa en nuestras vidas.

Carlos Javier León Moreno

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN.....	I
CERTIFICACIÓN	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	V
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE CUADROS	X
LISTA DE ANEXOS	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
I. CAPÍTULO	1
1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	5
Objetivo General	5
Objetivos Específicos	5
II. CAPÍTULO	6
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1La Apicultura..	6

2.2. Abejas polinizadoras	7
2.3. Clasificación de la abeja	7
2.4. La abeja y su ciclo de vida	8
2.5. Funciones vitales de las abejas	9
2.5.1. Cuanto vive una abeja	10
2.5.1.1 Cuanto vive una abeja sin alimentarse	10
2.6. Comportamiento de la abeja	10
2.6.1 Vuelo de la abeja	11
2.7. Riesgos ambientales para las abejas	11
2.7.1. Relación de la abeja y la agricultura	11
2.7.1.1 Importancia de la polinización en la agricultura	12
2.8. Cuales son los riesgos ambientales que sufren los polinizadores	12
2.8.1. Otros polinizadores	13
2.9. Riesgos de los productos agrícolas que afectan a la abeja	13
2.9.1 Agroquímicos y su efecto en abejas	14
2.9.1.1. Fungicidas	14
2.9.1.2. Herbicidas	15
2.9.1.3 Insecticidas	15
2.10. Riesgos de productos veterinarios que afectan a la abeja	16

2.10.1. Insecticidas de uso veterinario.	16
2.11. Cipermetrina	17
2.11.1 Composición y origen de la cipermetrina	17
2.12. Productos y presentaciones de la cipermetrina en general	18
2.12.1. Usos de la cipermetrina en la veterinaria	18
2.12.2 Productos y presentaciones de la cipermetrina en veterinaria	18
2.13. Efecto y toxicidad de la cipermetrina en los seres vivos	19
2.13.1. Dosis letal media de la cipermetrina	20
2.14. Mal uso de los insecticidas cuando son desechados	20
III. CAPÍTULO	22
3. MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1. Tipo de Estudio	22
3.2. Área de estudio	22
3.3. Materiales	22
3.3.1. Materiales de campo	22
3.3.2. Biológicos	23
3.3.3. Equipos y materiales de laboratorio	23
3.3.4. Reactivos	23
3.4. Variables	23

3.4.1. Variables independientes	23
3.4.2. Variables dependientes	23
3.5. Diseño experimental	23
3.6. Procedimiento	24
3.7. Análisis estadístico	27
IV. CAPÍTULO	28
4. RESULTADOS	28
V. CAPÍTULO	35
5. DISCUSIONES	35
VI. CAPÍTULO	41
6. CONCLUSIONES	41
VII. RECOMENDACIONES	42
VIII. BIBLIOGRAFÍA	43
IX. ANEXOS	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del ensayo	22
Figura 2. Mesa de monitoreo	24
Figura 3. Frascos con malla para evitar contacto directo	25
Figura 4. Tratamientos con 5 abejas en cada frasco	26
Figura 5. Camara de monitoreo	26
Figura 6. Tiempo de vuelo	29
Figura 7. Tiempo de caminar	30
Figura 8. Tiempo de movimiento	31
Figura 9. Tiempo de muerte	32
Figura 10. Regresión para los tiempos de vuelo, caminar, y movimiento	33
Figura 11. Análisis del TL50% para cipermetrina 15ec en abejas(in vitro)	34
Figura 12. Signos de la exposición a vapores tóxicos en abejas	40

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 Cuánto vive una abeja.	10
Cuadro 2 Listado de fungicidas tóxicos para abejas empleados en la agricultura.	14
Cuadro 3 Listados de herbicidas empleados en la agricultura tóxicos para abejas.	15
Cuadro 4 Listado de insecticidas empleados en la agricultura tóxicos para abejas	15
Cuadro 5 Insecticidas de uso veterinario	16
Cuadro 6 Productos y presentaciones de la cipermetrina .	18
Cuadro 7. Tabla de frecuencias de los tiempos monitoreados.	28

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Captura de las abejas obreras(Apiario Ucacue).	52
Anexo 2. Abejas capturadas y ya dentro del laboratorio.	52
Anexo 3. Preparación de equipo en el laboratorio.	53
Anexo 4. Colocación del químico dentro de los frascos.	53
Anexo 5. Colocación de las abejas dentro de los frascos.	54
Anexo 6. Obtención de datos de las variables (día 1).	54
Anexo 7. Obtención de datos de las variables (día 2).	55
Anexo 8. Obtención de datos de las variables (día3).	56
Anexo 9. Obtención de datos de las variables (día 4).	57

RESUMEN

El uso de insecticidas afecta la población de abejas (*Apis mellifera*), llegando a dañar poblaciones completas de estos, disminuyendo su actividad de polinización. El objetivo de la presente investigación fue evaluar los efectos de la exposición In Vitro de Cipermetrina 15 EC, diluido en dosis bajas, sobre la actividad motora de las abejas, como evidencia de los riesgos del mal uso de estos productos y de su residualidad. Se utilizó 80 abejas en la edad de polinizadoras divididas en 4 tratamientos donde T1-150 ppm, T2-75 ppm, T3-37,5 ppm y T4-testigo, los cuales fueron monitoreados y analizados de acuerdo a tiempo de vuelo, tiempo de caminar, tiempo de detenimiento y tiempo de muerte. Determinado que los tratamientos presentan una diferencia estadística ($p < 0,05$) con respecto al testigo en el tiempo de vuelo y en el tiempo de caminar reflejándose el efecto inmediato del producto, en cuanto a los tiempos de muerte y detenimiento los valores no reflejaron diferencia frente al testigo ($p > 0,05$). Finalmente, en el Tiempo Letal Medio obtenido con la prueba de Probit de este producto cuando este no tiene contacto con el insecto en condiciones in vitro, es de 242 minutos, bajo una dosis estimada efectiva de 108 ppm. Concluyendo que por más que las especificaciones del producto indiquen que este es de contacto, ambientes donde este se encuentra expuesto presentan un riesgo para la abeja, además de existir una clara confirmación de que estos insectos son muy frágiles a condiciones ambientales químicas y térmicas externas.

Palabras clave: Insecticida, Tiempo Letal, Polinización, In Vitro.

ABSTRACT

The bee population (*Apis mellifera*) is being harmed by using insecticides, which could even damage entire bee colonies and decrease their pollination activity. This research aimed to evaluate the effects of in vitro exposure to low-diluted cypermethrin 15 EC on the motor activity of bees, providing evidence of the risks associated with insecticide misuse and their residual levels. A total of 80 bees at the pollinator age were used and divided into four treatments: T1-150 ppm, T2-75 ppm, T3-37.5 ppm, and T4-control group. They were monitored and analyzed according to the parameters like flight, walking, stopping, and death time. It was determined that the treatments showed a statistical difference ($p < 0.05$) compared to the control group in terms of flight time and walking time, which immediately demonstrated the effect of the product. As for the time of death and stop, the values showed no difference concerning the control ($p > 0.05$). Finally, the Median Lethal Time obtained with the Probit analysis of this product when it has no contact with the insect under in vitro conditions is 242 minutes, along with an estimated effective dose of 108 ppm. In conclusion, although the product specifications indicate that this is a contact product, the environments in which it is exposed present a risk to bees. Besides, there is a clear confirmation that these insects are very fragile to external chemical and thermal environmental conditions.

Keywords: Insecticide, Lethal Time, Pollination, In Vitro.

I. CAPÍTULO

1. INTRODUCCIÓN

Los insecticidas son muy comunes en las prácticas agrícolas en Ecuador. Sin embargo, también son usados dentro de las formulaciones para elaborar productos de uso veterinario, tal es el caso de la cipermetrina, la cual es un piretroide sintético de categoría II. Este insecticida está compuesto por sustancias agroquímicas, con una acción fulminante contra las plagas presentes en animales o plantas. La cipermetrina de uso veterinario elimina pulgas, garrapatas, moscas, piojos y ácaros presentes en animales domésticos y ganado. Esta sustancia agroquímica puede ser tóxica para algunas especies presentes en el área de fumigación, como es el caso de las colmenas de abejas (*Apis mellifera*) (Germania, 2017).

La cipermetrina ataca indirectamente a las abejas, dependiendo de la dosis en la que se aplique, puede llegar a ser subletal o letal, no solamente ocasiona la muerte en abejas, sino que también puede producir efectos colaterales, como por ejemplo; causar problemas en las actividades diarias de la colmena, daña los órganos de los individuos y puede llegar a alterar la actividad normal celular a lo largo de la vida de la abeja, tales como; transporte, eliminación de enzimas y hormonas, producción de energía y la síntesis. A nivel sistémico, afecta a la respuesta inmune, ciclo reproductivo y provoca una mala funcionalidad del sistema nervioso (Martin, 2018).

En la actualidad, se ha tenido un aumento considerable en la población humana, lo que ha provocado que se demande en mayor cantidad los alimentos de origen vegetal y animal. Para el cuidado de plagas los agricultores utilizan insecticidas moderadamente tóxicos o tóxicos, debido a esto se está provocando el desaparecimiento progresivo de la apicultura en Ecuador (Johann, 2019).

Según el estudio realizado por la Universidad Estatal de Arizona (2020), las abejas son las productoras de un tercio de los alimentos a nivel mundial, gracias a su actividad polinizadora. La desaparición de estos insectos provocaría una crisis mundial afectando no solamente la economía, sino también se tendría un desequilibrio por tratar de cubrir la demanda de alimentos vegetales importantes en la dieta humana.

El insecticida, plaguicida o cualquier sustancia agroquímica que entra en contacto con las abejas y las “moja” penetra su cuerpo provocando la muerte, y no solo eso, durante cierto tiempo estas sustancias tóxicas permanecen en el ambiente, produciendo efectos subletales capaces de deteriorar la salud de la colmena entera (Coppa & Huerta, 2011).

Según el estudio realizado por Alvarado (2017), el uso de insecticidas es frecuente en Ecuador, en especial en la zona agraria, debido a que se tiene muchos casos de enfermedades por parásitos en animales.

Según AGROCALIDAD (2020) la dosis recomendada de cipermetrina es a razón de 150 ppm (mg/l). AGROLAND (2019), expone que en Ecuador se utiliza la cipermetrina de modo tópico en animales como; bovinos, caninos, porcinos, caprinos y aves. Así también, en bovinos de leche en producción, baños de aspersion e inmersión.

La presente investigación surge a partir de concientizar sobre el mal uso de insecticidas, los riesgos de sus residuos y el mal manejo de sus desechos; y tiene la finalidad de abordar los efectos toxicológicos de la cipermetrina “considerado un producto de contacto” y dar a conocer como este insecticida afecta la actividad motora de las abejas polinizadoras, a su vez, se expondrá las consecuencias de someter a las abejas bajo ciertas dosis de cipermetrina, en ambientes controlados. Es por eso que surge la siguiente Hipótesis o pregunta de Investigación:

La cipermetrina utilizada como Ectoparásito en Ganadería, diluida en dosis inferiores a la dosis mínima comercial de 150 ppm, ¿Afecta la actividad motora de las abejas polinizadoras, bajo un ambiente controlado, como signo de afectación a la colmena, sin necesidad de que tenga contacto directo con la abeja?

El estudio realizado por Coppa y Huerta (2011), detalla las consecuencias del uso de insecticidas, herbicidas y fungicidas en predios apícolas, en donde expone que estas sustancias agroquímicas pueden provocar efectos letales y subletales; como efecto letal se tiene la muerte del individuo cuando esta sustancia entra en contacto con el cuerpo de la abeja, así también, los efectos subletales en esta investigación fueron; la abeja no muere pero se ve afectada su nutrición, comunicación con las demás abejas, memoria, modifica su comportamiento y la termorregulación. De tal modo que se debilita a la colmena y se disminuye la resistencia a parásitos y agentes patógenos.

A su vez, el estudio realizado por Dawit et al. (2015), expone los efectos de algunos productos químicos a nivel de laboratorio, para esta investigación se utilizaron abejas de 21 a 24 días de edad, posteriormente se las colocó en jaulas de 15 x 10 x 15 cm para pruebas de fumigación, contacto y alimentación. Finalmente se expusieron a estas abejas a dosis comerciales recomendadas de seis insecticidas, los resultados obtenidos de esta práctica fueron; en todas las pruebas de alimentación y contacto las abejas murieron a las pocas horas de la exposición, en la prueba de fumigación no se tuvo mortalidad hasta la tercera hora y posterior a esto se obtuvo la mortalidad en un lapso de 24 horas. En este artículo se evidenció que todos los insecticidas son tóxicos y causan la mortalidad en las abejas, algunos son más agresivos por lo que el tiempo de mortalidad es variable.

Por otro lado, Encalada (2022), realizó un estudio en donde expuso a 16 zánganos a diferentes dosis de glifosato (0,25; 0,15; 0,10 y 0,05%), por lo cual se obtuvieron cuatro tratamientos, en este trabajo las variables evaluadas fueron el tiempo

de vuelo, muerte, caminar y detenimiento. Como resultado se obtuvo que el glifosato es tóxico incluso en dosis recomendadas, provocando la muerte de los zánganos y su única diferencia es que conforme varía la dosis, variará el tiempo de mortalidad. El estudio realizado por Luna et al. (2018), utilizó la prueba de contacto, colocando las abejas en cajas Petri con la dosis de insecticida recomendada durante diferentes tiempos, el insecticida utilizado fue de tipo botánico y los resultados que se obtuvieron fue un 25% de la mortalidad en cada uno de los tratamientos realizados, por lo que este autor sugiere el uso de este tipo de insecticidas, ya que, representa una sustancia de riesgo bajo para los polinizadores.

Cabe recalcar que el producto a ser utilizado es la cipermetrina 15 EC, debido a que la principal diferencia entre la cipermetrina 25 EC y la 15 EC, de acuerdo con AGROLAND (2019), es que la 25 EC es un piretroide que se caracteriza por tener actividad adulticida, ovicida y excelente larvicida, generalmente es utilizada en cultivos de maíz, papas, tomates, cebollas, etc. ya que estos suelen presentar gusanos, a su vez la dosis recomendada es de 200 a 250 cc/ha, a diferencia de la cipermetrina 15 EC que de acuerdo con AUROFARMA (2019), la dosis y vía recomendada es; mezclar 1 ml de producto en 1000 ml o 1 litro de agua para baños de aspersion o inmersión, esta cipermetrina 15 EC es comúnmente utilizada para el control de ectoparásitos presentes en animales como; pulgas, garrapatas, moscas, piojos, entre otros.

En base a estos antecedentes se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo General

- Evaluar los efectos de la exposición In Vitro de Cipermetrina 15 EC, en dosis inferiores a la recomendada por la casa comercial, sobre la actividad motora de las abejas polinizadoras (*Apis mellifera*).

Objetivos Especificos

- Monitorear la actividad, sobrevivencia y actividad In Vitro de las abejas polinizadoras expuestas a dosis bajas de cipermetrina.
- Determinar el Tiempo Letal 50% de la Cipermetrina 15 EC sobre la abeja polinizadora, en relación a las dosis inferiores a las recomendadas por la casa comercial.

II. CAPÍTULO

2. MARCO TEÓRICO

2.1. La Apicultura

La apicultura constituye la manipulación de una colmena de abejas siempre basada en el entendimiento de las características biológicas de la especie (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2018; VIVANCO et al., 2020). La interacción entre las abejas y el hombre para consumo de miel data de más de 10000 a 20000 años (Chirsanova et al., 2021), sin embargo, se considera verdadera Apicultura cuando el ser humano modificó la forma de obtener miel, pasando de recolectarla a cuidar de la colmena para beneficiarse de sus productos (Cepeda & Teanga, 2018; Chirsanova et al., 2021; Zattara & Aizen, 2021).

Es una de las actividades agrícolas más comunes a nivel global (EROĞLU, 2020). En el mundo existen más de 56 billones de colmenas y se produce aproximadamente 1,2 toneladas de miel al año, siendo China el mayor productor (Chirsanova et al., 2021; EROĞLU, 2020). Los principales consumidores de miel a nivel mundial son Italia, Francia e Inglaterra (Chirsanova et al., 2021). En Ecuador el promedio de producción anual por colmena es de 35 kg de miel (Cepeda & Teanga, 2018). Según el MAG la producción melífera genera 0,1% del PIB nacional, y la mayor parte de apicultores se encuentran en la región Sierra (Cepeda & Teanga, 2018; Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2018; VIVANCO et al., 2020). Debido a la baja producción del país se considera una actividad no aprovechada, además solo el 10%

de apicultores obtienen beneficios comerciales (Cepeda & Teanga, 2018; Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2018; VIVANCO et al., 2020).

2.2. Abejas polinizadoras

Las abejas polinizadoras desempeñan varios papeles en la naturaleza, pero su rol esencial como su nombre lo dice es la polinización de plantas ya que recolectan el néctar de las flores y lo utilizan para hacer miel, el polen también, las flores de las plantas son polinizadas, permitiéndoles producir semillas y frutos (Universidad Estatal de Arizona, 2020).

Las abejas obreras o polinizadoras son las encargadas en realizar todos los trabajos en la colmena, tienen diferentes funciones y cada una de estas se encuentran definidas de acuerdo a la edad y factores ambientales, tales como la floración y el clima, (Germania, 2017). Según el estudio realizado por la Universidad Estatal de Arizona (2020), todas las abejas obreras son hembras, estas cambian de tareas conforme van envejeciendo. Las abejas jóvenes primero realizan tareas dentro de la colmena, como cuidar las jóvenes larvas o a la reina. Posteriormente luego de estar unas semanas dentro del nido las abejas jóvenes realizan tareas en el exterior y dan sus primeros vuelos, la búsqueda de alimento es una de las tareas más complicadas y peligrosas en la colmena, por esta razón es la última tarea que realiza la abeja.

2.3. Clasificación de La Abeja

La Abeja pertenece al Orden Hymenoptera Superfamilia Apoidea Epifamilia Anthophila dentro del cual se encuentran más de 20000 especies y las siete familias principales son: Melittidae, Andrenidae, Halictidae, Collectidae, Megachilidae, Apidae y Stenotritidae (Steffan et al., 2019; Zattara & Aizen, 2021). Dentro de la Apicultura la

familia más importante es Apidae donde se encuentran las abejas melíferas con aguijón, abejas sin aguijón y los abejorros meleros (Buchori et al., 2022).

En Ecuador la principal especie de producción melífera es *Apis mellifera* una Abeja con aguijón (Villacrés-Granda et al., 2021). *Apis mellifera* se distribuye por todo el mundo en diversas condiciones climáticas, se han descrito entre 20 a 30 subespecies basándose en identificación morfométrica y molecular (Roubik, 2023). En el país también existen abejas sin aguijón que producen miel como los géneros: *Melipona sp.*, *Cephalotrigona sp.*, *Paratrigona sp.*, entre otros; su utilización se limita al autoconsumo dentro de pueblos originarios del país (Villacrés-Granda et al., 2021).

2.4. La Abeja y su Ciclo de Vida

En una colmena se encuentran 3 tipos de abejas: la reina es la única hembra fértil, las obreras son hembras infértiles y los zánganos son machos (Arteaga, 2022). La reina cópula con varios zánganos fuera de la colmena, después coloca los huevos dentro de las celdillas del panal. Los huevos fecundados se convierten en abejas y los huevos no fecundados darán origen a los zánganos (Arteaga, 2022; VAROL & YÜCEL, 2019).

El ciclo de desarrollo de una abeja obrera dura aproximadamente 21 días desde que nace hasta que se convierte en adulta (Arteaga, 2022). El huevo eclosiona en el cuarto día post ovoposición, el estadio de larva dura del día 4 al día 12 post ovoposición, del día 13 al día 20 permanecen en estadio de pupa y el día 21 se

transforman en adultos (Maiwald et al., 2023). En los 3 días posteriores se realizará la diferenciación entre obrera y reina por medio de la alimentación, la futura reina se alimenta únicamente de jalea real mientras que la abeja obrera a partir del cuarto día empieza a comer pan de abeja; una mezcla de miel con polen (Arteaga, 2022; Maiwald et al., 2023). La reina tiene un ciclo de desarrollo de 16 días y el zángano de 24 días (Arteaga, 2022).

2.5. Funciones Vitales de la Abeja

Las funciones vitales de las abejas son: alimentación, interacción en la colmena y reproducción (Arteaga, 2022). La alimentación de las abejas se basa en néctar y polen, el primero se obtiene de las flores mediante succión y provee carbohidratos especialmente glucosa y fructosa (Branchiccela, 2020). El polen es una fuente rica de aminoácidos, vitaminas y lípidos; su consumo permite el desarrollo del individuo, aporta al fortalecimiento del sistema inmune del individuo y de la colmena, las abejas recolectan polen en sus patas y cada una puede cargar hasta 15000 granos de polen (Arteaga, 2022; Branchiccela, 2020; Morammazi & Shokrollahi, 2020).

Las abejas son individuos eusociales con un alto nivel de organización, en la colmena los 3 tipos de abejas cumplen una función específica: los zánganos fertilizan a la nueva reina copulando con ella durante el vuelo, después de la cópula mueren inmediatamente o en los días posteriores. La reina pone los huevos y los fecunda con la esperma que almacena en una bolsa llamada espermateca; además regula la actividad de todos los individuos de la colonia mediante la liberación de feromonas. Las

obreras se encargan de alimentar a las crías, vigilar el panal, recolectar el néctar y polen; cada obrera tiene una actividad definida desde que se convierte en adulta (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2018; VIVANCO et al., 2020).

2.5.1. Cuanto Vive una Abeja.

Cuadro 1. Tiempo de vida de una abeja.

Tipo de abeja	Período de vida
Abeja Obrera	90 días
Abeja Reina	3 años
	Después de la cópula
Zángano	Sin cópula (60-90 días)

Fuente: (VIVANCO et al., 2020).

2.5.1.1 Cuanto Vive una Abeja sin Alimentarse.

De acuerdo con (Araujo & Arias, 2021) las abejas sin alimento pueden sobrevivir de 3-5 semanas ya que dejan de generar cera y se alimentan de larvas hasta agotar sus recursos sin embargo entran en estado de desnutrición.

2.6. Comportamiento de la Abeja

Las abejas se comportan de acuerdo con la función que desempeñan en la colmena. La abeja reina regula con feromonas el comportamiento de los otros miembros de la colmena. Las obreras recolectoras suelen ir a varias flores de la misma especie por esta razón se consideran polinizadores eficaces (Li et al., 2022).

Las abejas también poseen un comportamiento higiénico que les permite detectar y eliminar brotes de enfermedades en abejas adultas o en la colmena, las adultas remueven y/o se comen la parte que muestre alguna anomalía en la colmena, ya que usan su propio veneno como desinfectante, estos comportamientos permiten mantener la salud de la colonia (Walsh et al., 2020).

2.6.1. Vuelo de la Abeja.

El vuelo de las abejas es una de sus actividades más importantes: las obreras requieren volar para recolectar néctar y polen, llegando a realizar de 10 a 15 vuelos por día y visitando unas 100 flores por cada vuelo, recorriendo así entre unos 40 a 100km por vuelo y esto lo realizan durante al menos unos 21 días (Spivak & Danka, 2021).

2.7. Riesgos Ambientales para las abejas

2.7.1 Relación de la Abeja y la Agricultura

Las abejas son los principales polinizadores del mundo y son fundamentales para la alimentación humana. Las abejas polinizan entre el 70 a 85% de los cultivos para alimentación y el 90% de las plantas silvestres del planeta (BRANCHICCELA et al., 2022; Li et al., 2022). Existe una relación simbiótica entre la abeja y las plantas polinizadas, por lo tanto, la pérdida de una afectará directamente a la otra (Altives, 2019).

El descenso de la población de abejas es inminente a pesar de su rol importante en la alimentación, debido a varios factores ambientales derivados de la acción antropogénica el 30% de las abejas ha desaparecido, ya que al estar cerca de sistemas agrícolas intensivos tienen mayor riesgo de intoxicarse con insecticidas y tener desnutrición porque se reduce la cantidad y variedad de polen (Altives, 2019; Li et al., 2022; Morammazi & Shokrollahi, 2020).

2.7.1.1 Importancia de la Polinización en la Agricultura.

La polinización es fundamental para la agricultura porque aumenta el rendimiento agrícola ya que interviene directamente en el ciclo biológico de los cultivos y además nos brinda mayor seguridad alimentaria (Li et al., 2022). Las abejas se consideran los polinizadores más eficientes debido a su vuelo rápido, comportamiento polinizador y la gran cantidad de polen que pueden llevar (Altives, 2019).

2.8 Cuáles son los Riesgos Ambientales que sufren los Polinizadores.

Los principales riesgos ambientales de los polinizadores son: la desnutrición, fragmentación o destrucción de su hábitat y la contaminación con pesticidas (VIT, 2022).

En el caso de las abejas los monocultivos están asociados con la desnutrición debido a la escasez de polen (BRANCHICCELA et al., 2022).

El cambio climático representa una de las principales amenazas, las sociedades humanas, además se encuentran los parásitos externos que limitan drásticamente su rendimiento (Maldonado et al, 2017).

Debido a la urbanización y los distintos estilos de vida, se pierden grandes extensiones verdes, lo que pone en peligro los ecosistemas por el exceso de CO_2 (calentamiento global), entran en peligro las distintas especies (*Apis mellifera*), que forman parte de la cadena alimentaria del hombre (Verde, 2014).

2.8.1 Otros Polinizadores.

La polinización se puede generar por el viento, vertebrados como murciélagos y colibríes, insectos invertebrados. El grupo de los insectos son los más importantes, dentro de los grupos polinizadores tenemos: Abejas, escarabajos, mariposas y algunos dípteros (Altives, 2019).

2.9 Riesgos de Productos Agrícolas que afectan a la abeja

La agricultura a nivel mundial, con el fin de potenciar el rendimiento de la producción agrícola, utiliza productos químicos sintéticos para el control de plagas, insectos y hongos; así como para controlar la maleza en las explotaciones. Situación que expone directa e indirectamente a las poblaciones de abejas e insectos polinizadores silvestres con la mezcla de estos compuestos (Haón, 2022).

La situación actual de las colonias de abejas es preocupante; la densidad poblacional disminuye significativamente debido al uso extensivo de agroquímicos, ya

que estos causan su muerte por contacto, ingestión, de polen, néctar, resina y agua contaminada; en otros casos también pueden afectar su actividad o influir en su longevidad o potencial productivo (Cajamarca Carrasco et al., 2020; Ramírez, 2022).

2.9.1 Agroquímicos y su efecto en abejas.

Los agroquímicos no solo son responsables de la muerte de las abejas, sino también del efecto subletal donde la abeja no muere, también muestra una afección en su nutrición, su sistema de comunicación, su comportamiento, su termorregulación y su memoria. Esto da como consecuencia el debilitamiento y disminución de la resistencia de la colmena a patógenos y parásitos (Haón, 2022).

2.9.1.1 Fungicidas.

Los fungicidas son usados para el control de hongos, creando una barrera en la superficie de la hoja y el hongo, pero estos compuestos pueden llegar a ser letales o subletales para las abejas y otros polinizadores cuando este grupo se combina con otros grupos de pesticidas (Haón, 2022).

Cuadro 2. *Listado de fungicidas tóxicos para abejas empleados en la agricultura*

Molécula activa	Uso
Fenbuconazole	Aplicación al follaje
Pristino- Piratrocrobina + Boscalib	

Fuente: (Haón, 2022; Mendoza Arroyo et al., 2019)

2.9.1.2 Herbicidas.

Los herbicidas son compuestos químicos utilizados para el control de malezas, estos tienen un efecto perjudicial indirecto en las

abejas al limitar la presencia de flores y, por tanto, recursos de néctar y polen (Haón, 2022).

Cuadro 3. Listado de herbicidas empleados en la agricultura tóxicos para abejas

Molécula activa	Uso
Diclofop metil	Control de malezas
Glifosato	

Fuente: (Haón, 2022)

2.9.1.3 Insecticidas.

Los insecticidas son sustancias creadas para el control de plagas de insectos, entre ellos se encuentran los neonicotinoides, organofosforados, carbamatos y piretroides que afectan directamente (envenenamiento o efecto subletal) e indirectamente (contaminación de recursos alimenticios: polen o néctar) a las abejas (Haón, 2022).

Cuadro 4. Listado de insecticidas empleados en la agricultura tóxicos para abejas

Molécula activa	Uso
Sulfoxaflor	Aplicación foliar
Dimetoato	Aplicación al follaje de los cultivos
Cipermetrina	Aplicación al follaje de los cultivos

Listado de insecticidas empleados en la agricultura tóxicos para abejas

Fuente: (Haón, 2022)

2.10 Riesgos de Productos Veterinarios que afectan a la abeja

Las abejas son importantes polinizadores de los pastos para la alimentación animal, por lo tanto, están estrechamente relacionadas con la ganadería y los productos veterinarios que se utilizan para dicha actividad. En los últimos años se han

detectado residuos de moléculas tóxicas de uso veterinario en miel de abeja, entre las más comunes se encuentran antibióticos, acaricidas e insecticidas (Araujo & Arias, 2021).

Los antibióticos como el cloranfenicol y la doxiciclina, pueden causar reacciones de hipersensibilidad, Toxicidad e inmunosuprimir a las abejas (Araujo & Arias, 2021). En el estudio de (Leska et al., 2021) sobre toxicidad de los acaricidas en abejas el Spirodiclofen y el Spiromesifen; mientras que el amitraz, abamectin a y chlorfenapyr resultaron ser menos tóxicos en este ensayo, los acaricidas se suelen utilizar en panales para controlar infestaciones con *Varroa destructor*, sin embargo, la mortalidad de las abejas es de aproximadamente 30 % al 100% dependiendo del producto (Leska et al., 2021; Morsy et al., 2022). También se ha demostrado que la peregrinación pone en alto riesgo la salud de las abejas (Darwish et al., 2022).

2.10.1 Insecticidas de Uso Veterinaria.

Cuadro 5. *Insecticidas de uso veterinario*

PRINCIPIO ACTIVO	FABRICANTE
Amitraz	INTEROC SA
Alfa cipermetrina	SOLVESA ECUADOR
Fipronil	SHARDA DEL ECUADOR
Deltametrina	AGROTA CIA
Lufenuron	AVGUST ECUADOR SA, DUPOCSA, SYNGENTA, AGROCHILE SA
Permetrina	FARMAGRO SA
Cipermetrina	NEDERAGRO SA, DUPOCSA, BIESTERFELD

Fuente: (AGROCALIDAD, 2022)

2.11 Cipermetrina

2.11.1 Composición y Origen de la Cipermetrina

Las piretrinas son originalmente plaguicidas naturales que son obtenidas de ciertas especies de crisantemos; en el caso de la cipermetrina, se obtiene del *Chrysanthemum cinerariaefolium*, pero en la actualidad son sintetizados para crear sustancias más estables y con mejor efecto residual (Rodríguez Villalba & Chifteian Rosso, 2018).

La cipermetrina es un derivado sintético del ácido crisantémico, siendo su nombre químico: alfa-ciano-3-fenoxi-bencil éster del ácido 2,2-dimetil ciclopropanocarboxílico. Este piretroide pertenece al tipo II de los piretroides debido a que presenta el grupo ciano (-CN) en la posición α lo que le confiere una mayor actividad insecticida que los del Tipo I (Anguiano & Ferrari, 2019; Rodríguez Villalba & Chifteian Rosso, 2018).

2.12. Productos y Presentaciones de la Cipermetrina en General

La cipermetrina puede encontrarse en varios productos utilizados en los hogares como los insecticidas para moscas, cucarachas y arañas, entre los cuales se mencionan marcas como Baygon, Pix y Raid. Se pueden encontrar estos productos en aerosoles, spray líquidos y tabletas de humo (ARCSA, 2018).

En el ámbito veterinario existen productos a base de este compuesto usados como antiparasitarios externos. En medicina de grandes especies se usan en concentrados de emulsiones para baños de inmersión en el ganado, en cambio en la medicina de pequeñas especies se encuentran en el mercado en shampoos y jabones medicados (ARCSA, 2018).

2.12.1. Usos de la Cipermetrina en la Medicina Veterinaria.

El uso que se da en el sector veterinario a la cipermetrina está dado principalmente como un antiparasitario externo, donde los principales ectoparásitos en los cuales se indica este compuesto son en infestaciones de moscas. Miasis, pulgas, chinches, piojos, garrapatas y ácaros (Restrepo, 2021).

2.12.2. Productos y Presentaciones de la Cipermetrina en la Medicina Veterinaria.

Cuadro 6. Productos y presentaciones de la Cipermetrina

PRODUCTO	PRESENTACIONES	FABRICANTE
Peluchin	Jabón en barra: 35g/90gr	FAVETEX S.A
Cipermetrina Genfar 15%	Concentrado para baños: 20ml /1000ml	Laboratorios Genfar S.A
Cipermetrina Carval	Concentrado emulsionable: 20ml /1L	RATAR LTDA
Cipermetrina Lavetec	Concentrado: 20ml / 100ml /500ml /1000ml	LAVETEC LTDA
Active con cipermetrina	Shampoo: 120ml / 250ml / 500ml /2000ml	AGROALIMENTAR CIA LTDA
Pet Spa Medicado	Shampoo: 60ml / 120ml/ 240ml/ 250ml/ 260ml / 500ml /1000ml /3780ml	CARVAGU SA

Cipermetrina 15ec	Concentrado emulsionable: 20ml /100ml/ 500ml / 1000ml	AUROFARMA
-------------------	--	-----------

Fuente: (AGROCALIDAD, 2022; AUROFARMA, 2020; CARVAL, 2019; FAVETEX, 2021; GENFAR, 2020; LAVETEC, 2018)

2.13. Efecto y Toxicidad de la Cipermetrina en los seres Vivos

La cipermetrina se considera un tóxico de clase II el cual en mamíferos y el ser humano generalmente no produce una toxicidad muy severa a excepción de los casos en los que se haya inhalado, ingerido o exista un contacto con los ojos o un contacto con la piel muy prolongado, en los cuales se puede observar en los individuos signos de intoxicación como será; tos seca, falta de aire, ardor en los ojos y nariz, cefalea, visión borrosa, lagrimeo y náuseas (Coalova, 2018; Who, 2019; WHO, 2021).

En el caso de los insectos y abejas este compuesto es considerado neurotóxico ya que posee un mecanismo de acción capaz de causar daño en el sistema nervioso de los insectos debido a que produce alteraciones en los canales iónicos de sodio causando en los mismos contracciones involuntarias e hipersensibilidad (Coalova, 2018; Noboa, 2022).

2.13.1. Dosis Letal media de la Cipermetrina.

La Dosis letal media (DL_{50}) de cipermetrina indicada por la OMS en ratas es de 250mg/kg, mientras que en abejas melíferas por vía de contacto es de 0.0061 ug/abeja, mientras que por vía oral se ha determinado una DL_{50} de 0.013ug/abeja (Coalova, 2018; Who, 2019).

2.14. Mal uso de los insecticidas cuando son desechados.

El uso de insecticidas, incluso dentro de las regulaciones prescritas conlleva a tener consecuencias perjudiciales para el ambiente. Estos efectos son exacerbados por el mal uso y abuso de los mismos. El Mar de Aral en Asia Central es considerado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP), como el peor ejemplo en el mundo de cómo las prácticas agrícolas mal planificadas y mal ejecutadas han devastado una región que una vez fue productiva. La excesiva abundancia de residuos de insecticidas ha llegado a presentar daños perjudiciales en la ecología. Los ejemplos más claros se relacionan con los efectos acumulados por los residuos de insecticidas en las fuentes hídricas que drenan las áreas agrícolas que resultan excesivamente tóxicos para una variedad de invertebrados acuáticos y demás individuos que se suministran de dicho lugar (Devine, et al. 2008).

La contaminación ambiental por plaguicidas está dada fundamentalmente por aplicaciones directas en los cultivos agrícolas, lavado inadecuado de tanques contenedores, filtraciones en los depósitos de almacenamiento y residuos descargados y dispuestos en el suelo, derrames accidentales, el uso inadecuado de los mismos por parte de la población, que frecuentemente son empleados para contener agua y alimentos en los hogares ante el desconocimiento de los efectos adversos que provocan en la salud. Los restos de estos plaguicidas se dispersan en el ambiente y se convierten en contaminantes para los sistemas biótico (animales y plantas

principalmente) y abiótico (suelo, aire y agua) amenazando su estabilidad y representando un peligro de salud pública. Factores como sus propiedades físicas y químicas, el clima, las condiciones geomorfológicas de los suelos y las condiciones hidrogeológicas y meteorológicas de las zonas, definen la ruta que siguen los mismos en el ambiente. La unión de estos factores provoca su distribución en la naturaleza (Puerto ,et al. 2014).

III. CAPÍTULO

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo de estudio

El presente proyecto fue un estudio de tipo cuantitativo y experimental, debido a la recopilación y análisis de datos. Así mismo, se realizó la determinación de variables físicas con la finalidad de contrastar la hipótesis planteada.

3.2. Área de estudio

La presente investigación se realizó en la Universidad Católica de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, la misma que está ubicada en la Provincia del Azuay del Cantón Cuenca Centro-Sur de la región interandina de Ecuador, en la hoya del río Paute, a una altitud de 2550 metros sobre el nivel del mar y con un clima andino de 15 grados Celsius en promedio (Figura 1).



Figure 1: Ubicación del ensayo

Fuente: (Google Maps, 2021)

3.3. Materiales

3.3.1. Materiales de Campo:

- Palanca tipo J
- Ahumador
- Cartón
- Cepillo para desabejar
- Fósforos

- Libreta de campo
- Letreros de identificación

3.3.2. Biológicos

- Familia de abejas (*Apis mellifera*), 30 a 60 días.

3.3.3. Equipos y materiales de laboratorio

- Equipos de protección (velo, guantes, overol y botas).
 - Computadora
 - Cámaras

3.3.4. Reactivos

- Cipermetrina 15 EC Aurofarma

3.4. Variables

3.4.1. Variables independientes

- Dosis de cipermetrina (150 ppm, 75 ppm, 37.5 ppm)
- Edad (30-60 días)
- Abejas (*Apis mellifera*)

3.4.2. Variables dependientes

- Exposición a cipermetrina (tiempo de vuelo, caminar, muerte y detenimiento)

3.5. Diseño experimental

Para este experimento se utilizó abejas (*Apis mellifera*) entre 30 a 60 días de edad, teniendo en cuenta que en esa edad las abejas polinizadoras son las encargadas en recolectar el néctar, polen y agua, para toda la colmena. Cada Unidad experimental fue formada por 5 abejas que fueron evaluadas y monitoreadas individualmente, donde los tratamientos que se realizaron en el diseño experimental fueron 4, con 4 repeticiones por cada tratamiento, que fueron distribuidos completamente al azar en la mesa de monitoreo (Figura 2).

T1: Dosis de 150 ppm

T2: Dosis de 75 ppm

T3: Dosis de 37.5 ppm

T4: tratamiento testigo

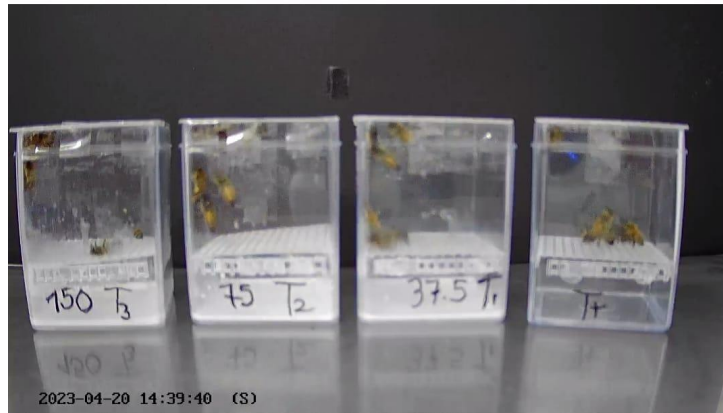


Figura 2. Mesa de Monitoreo

Las variables que se evaluaron fueron:

- Tiempo de vuelo
- Tiempo de caminar
- Tiempo de muerte
- Tiempo de detenimiento

3.6. Procedimiento

El procedimiento a seguir fue el siguiente:

Se utilizaron 80 abejas en total, que fueron colocadas en frascos de 250 ml, los cuales fueron colocados con una malla en la tapa para su respectiva oxigenación. Utilizamos 20 abejas por tratamiento divididos en 4 repeticiones con 5 abejas cada uno. Por lo cual se introdujeron 5 abejas en cada frasco, llegando así a colocar 4 frascos por día. *(Nunca hubo contacto del producto con la abeja)*



Figura 3. Frascos con malla para evitar contacto directo

Se utilizó la cipermetrina de uso veterinario de Aurofarma o también llamada cipermetrina 15 EC, y se utilizó en 3 dosis (150 ppm, 75 ppm y 37.5 ppm), y el cuarto frasco llevó a las abejas testigos.

Las dosis que se establecieron fueron dadas por las dosis recomendadas en los adjuntos del producto. Dosis 1, dosis de 150 ppm del producto; Dosis 2, 75 ppm de la dosis recomendada y por último Dosis 3, 37.5 ppm.

En el tratamiento T1 se colocó 5 abejas por cada frasco teniendo en cuenta que son 5 abejas por cada repetición teniendo un total de 20 abejas y que fueron sometidas a unas dosis bajas de 150 ppm; en el tratamiento T2 de igual manera 20 abejas distribuidas en 5 abejas por cada frasco y se sometieron a una dosis recomendada de 75 ppm; luego en el tratamiento T3 se sometió a las abejas, 5 en cada frasco a una dosis de 37.5 ppm y finalmente en el cuarto frasco estas abejas sin exposición a ninguna cipermetrina actuaron como control. Para la aplicación se utilizó frascos de 250 ml donde se procedió a aplicar una rejilla que nos ha servido para que las abejas no tengan contacto directo con el químico, mismo que se vertió 5 ml de la mezcla con sus respectivas dosis de cada tratamiento.



Figura 4. Tratamientos con 5 abejas en cada frasco

El procedimiento fue el mismo para las diferentes dosis de exposición.

Se llevó a cabo un monitoreo mediante cámaras (Figura 3) de los parámetros como: actividad y sobrevivencia de forma individual. Estos datos fueron registrados en una base de datos.

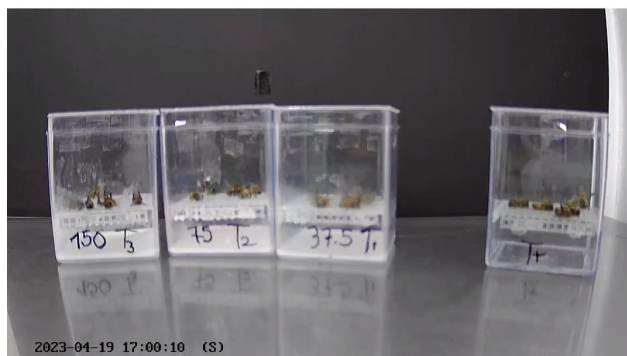


Figura 5. Cámara de Monitoreo

Se determinó el tiempo letal del producto para cada abeja polinizadora. Se trabajó con una medición de tiempo gracias a las cámaras las cuales registran en su video la hora en las diferentes exposiciones a cipermetrina y con ello se verificó el tiempo de vuelo, tiempo de caminar, tiempo de detenimiento y tiempo muerte. Este procedimiento se repitió en las 3 dosis de exposición a cipermetrina.

Finalmente, estos resultados se compararon con los obtenidos en el frasco sin exposición a la cipermetrina, con la finalidad de observar las afecciones que sufrieron las abejas sometidas a las diferentes dosis de este insecticida.

3.7. Análisis Estadístico

El Análisis estadístico se realizó por medio de un ADEVA de un Diseño Completamente al Azar, en base a la media de cada unidad experimental, con la prueba posterior (post-hoc) de Tukey ($p < 0,05$), para muestras balanceadas.

El tiempo letal del producto cuando no tiene contacto con la abeja, se lo determinó con una regresión de los diferentes tiempos en base a las dosis y tiempos registrados, y el análisis probabilístico de PROBIT.

IV. CAPÍTULO

4. RESULTADOS

Las observaciones de análisis de estos resultados se basan en las siguientes formas de recoger las observaciones:

Posterior a la recolección de las abejas en la colmena se procedió a llevarlas al laboratorio donde se la colocó en los frascos con las respectivas dosis del químico, una vez dentro las abejas, en un cuadro se tomaba un tiempo inicial de cada uno de los tratamientos para posterior observar y determinar las distintas variables y sus tiempos individuales y grupales de Vuelo, Caminata, Movimiento y Muerte.

Cuadro 7. Tabla de ADEVA de las Frecuencias de los Tiempos Monitoreados

Variable	Tiempo de Vuelo	Tiempo de Caminar	Tiempo de Movimiento	Tiempo de Muerte
Testigo	25,67(+/-5,13) ^b	34,50(+/-12,37) ^b	55,00(+/-6,08) ^c	327,33(+/-162,93) ^b
37,5 ppm	9,00(+/-4,36) ^a	13,67(+/-3,21) ^a	34,33(+/-2,52) ^b	368,67(+/-102,00) ^b
75 ppm	13,25(+/-4,99) ^a	15,75(+/-5,56) ^a	33,00(+/-4,08) ^b	352,00(+/-43,71) ^b
150 ppm	8,00(+/-1,00) ^a	12,00(+/-3,56) ^a	21,25(+/-2,06) ^a	137,25(+/-82,43) ^a
Valor p	0,002	0,004	0,001	0,049

El cuadro 7 representa los tiempos en que el grupo de abejas (20) de cada tratamiento vio afectada su actividad motora: vuelo, caminar, movimiento y muerte. En la propia tabla de frecuencias se observa el valor p, determinado del respectivo análisis de varianza entre tratamiento y variable. Es así que el tiempo de vuelo no se ve afectado por la dosis utilizada, aunque sí guarda diferencias con respecto al testigo ($p=0,002$), de igual forma el tiempo de caminar guarda el mismo patrón entre dosis frente al testigo ($p=0,004$). El análisis del tiempo de movimiento determinó que a 150 ppm las abejas dejan de moverse y se dan la vuelta, más rápido en comparación que a 75 ppm y 37.5ppm, y con respecto al valor del testigo también guardan diferencias estadísticas ($p=0,001$), finalmente en el tiempo de muerte monitoreado, cuando las patas de las abejas dejaron de tener movimiento, las diferencias también fueron significativas ($p=0,049$), en este caso los individuos sometidos a 150 ppm, tuvieron un menor tiempo de muerte con respecto al resto de grupos incluido el testigo.

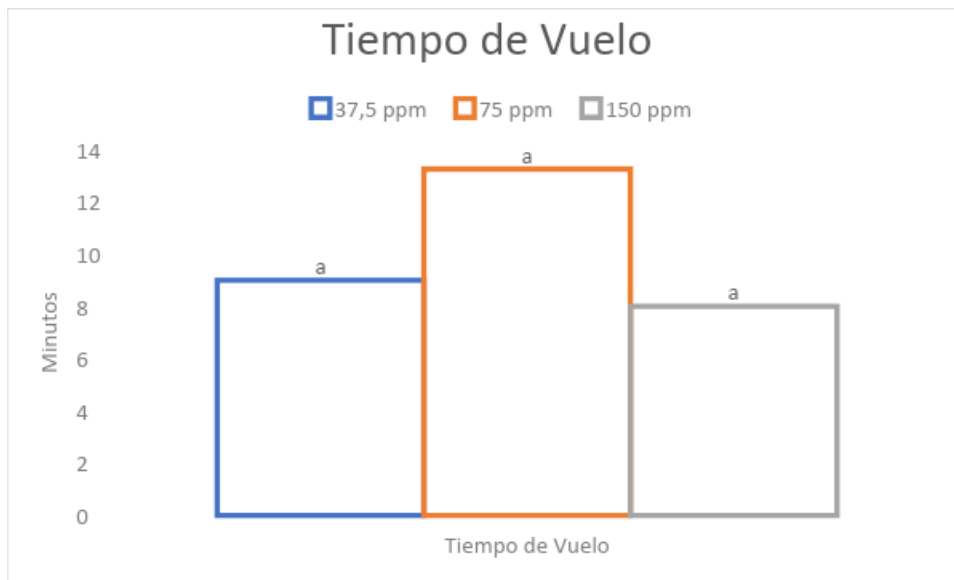


Figura 6. Tiempo de Vuelo

La Figura 6 refleja los diferentes valores de Tiempos de vuelo entre tratamientos que recibieron una dosis distinta de la Cipermetrina utilizada, y dónde se puede observar que indistintamente de la dosis el efecto sobre el tiempo de vuelo es similar ($p > 0,05$), por lo que tienen el mismo literal. En este caso el uso de cipermetrina sin importar la dosis produce una afectación sobre el tiempo de vuelo de las abejas, es necesario considerar que este tiempo además de verse limitado por el producto químico, también tiene un factor de afectación debido a las condiciones ambientales (in-vitro) de la experimentación.

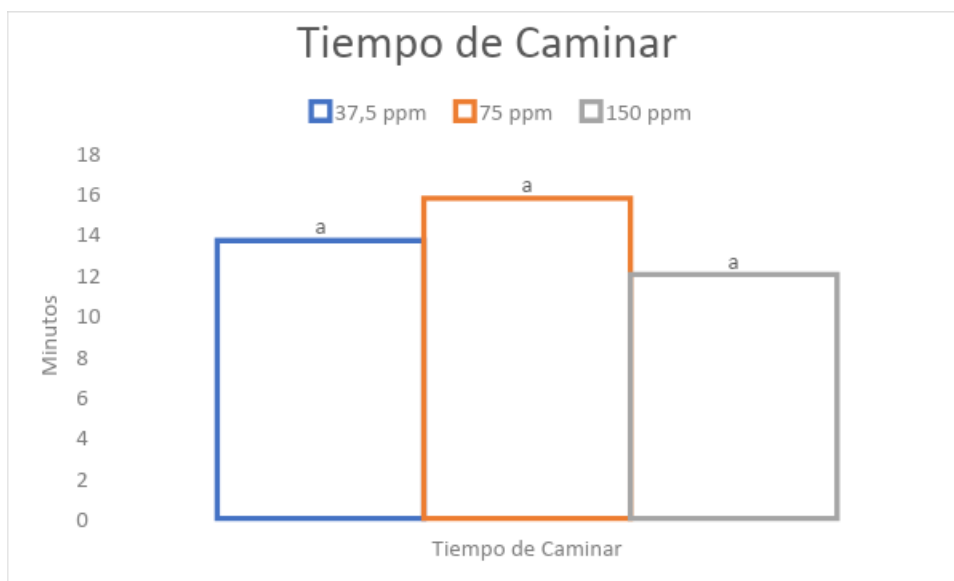


Figura 7. Tiempo de Caminar

De igual forma La Figura 7 refleja los diferentes valores de Tiempos de Caminar entre tratamientos que recibieron una dosis distinta de la Cipermetrina utilizada, y dónde se puede observar que indistintamente de la dosis el efecto sobre el tiempo de caminar es similar ($p>0,05$), por lo que tienen el mismo literal. En este caso el uso de cipermetrina sin importar la dosis produce una afectación sobre el tiempo de caminar de las abejas, es necesario considerar que este tiempo además de verse limitado por el producto químico, también tiene un factor de afectación debido a las condiciones ambientales (in-vitro) de la experimentación, como también sucede en el tiempo de vuelo.

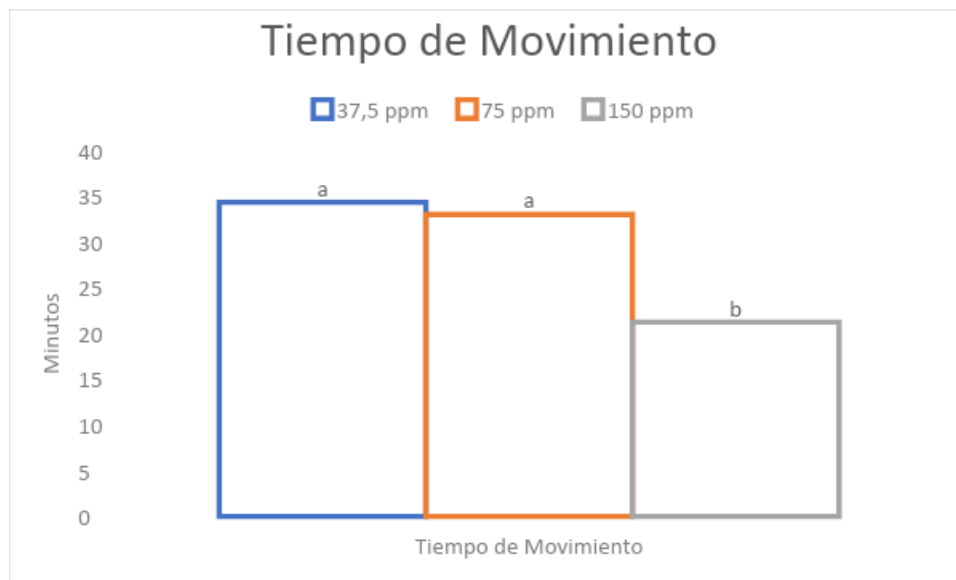


Figura 8. Tiempo de Movimiento

En el caso de la Figura 8 refleja los diferentes valores de Tiempos de Movimiento entre tratamientos que recibieron una dosis distinta de la Cipermetrina utilizada, y dónde se puede observar que la dosis de 150 ppm tiene un mayor efecto sobre el tiempo de Movimiento ($p<0,05$), por lo que tienen distinto literal. En este caso el uso de cipermetrina produce una afectación sobre el tiempo de movimiento de las abejas, por lo que el rango de mayor afectación supera los 75 ppm. También es necesario considerar las condiciones ambientales (in-vitro) de la experimentación como en los otros casos.

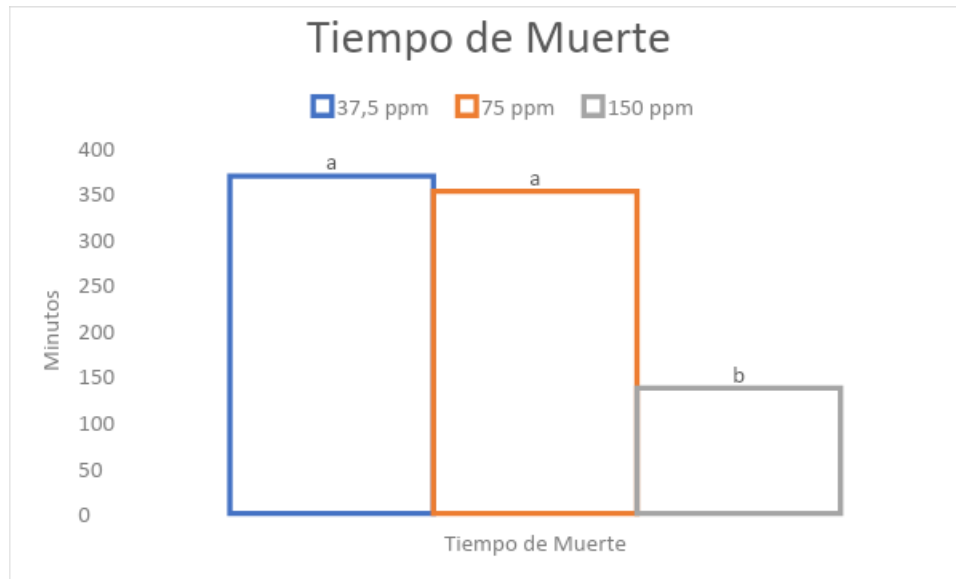


Figura 9. Tiempo de Muerte

Por último, en el caso de la Figura 9 se refleja los diferentes valores de Tiempos de Muerte entre tratamientos que recibieron una dosis distinta de la Cipermetrina utilizada, y dónde se puede observar también que la dosis de 150 ppm, tiene un mayor efecto sobre el tiempo de Muerte ($p < 0,05$), por lo que tienen distinto literal. En este caso el uso de cipermetrina produce una afectación mayor sobre el tiempo de muerte de las abejas, por lo que el rango de mayor afectación supera los 75 ppm y también es necesario considerar las condiciones ambientales (in-vitro) de la experimentación como se lo hace en los otros casos.

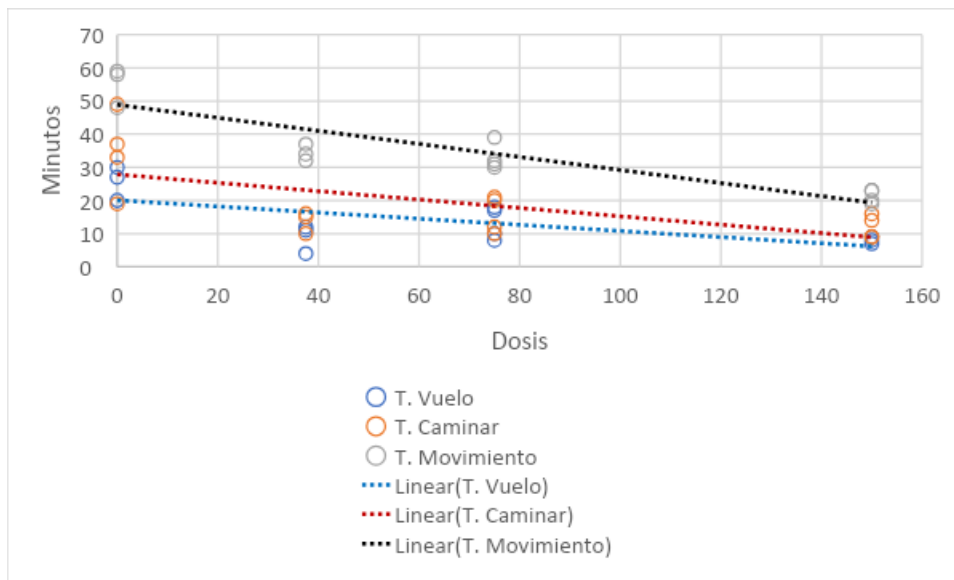


Figura 10. Regresión para los Tiempos de Vuelo, Caminar y Movimiento

La Figura 10 visualiza en la regresión el efecto de las diferentes dosis en el tiempo de la movilidad de la abeja y por ende su efecto. Los valores R^2 de la regresión son valores medios para Tiempo de Movimiento y Tiempo de Vuelo, y son altos para Tiempo de Caminar, por lo que su nivel de confianza aún puede ser reforzado en otros estudios, sin embargo, ejemplifica muy bien el orden lógico del efecto de la cipermetrina que va: 1. Vuelo, 2. Caminar 3. Movimiento. También se puede observar en las pendientes que se generan entre la línea con respecto al eje de las ordenadas, los casos en que el efecto del ambiente de experimentación es mayor (menor inclinación es equivalente a un mayor efecto), pudiendo ser este factor el que afecta el valor de confianza de la regresión.

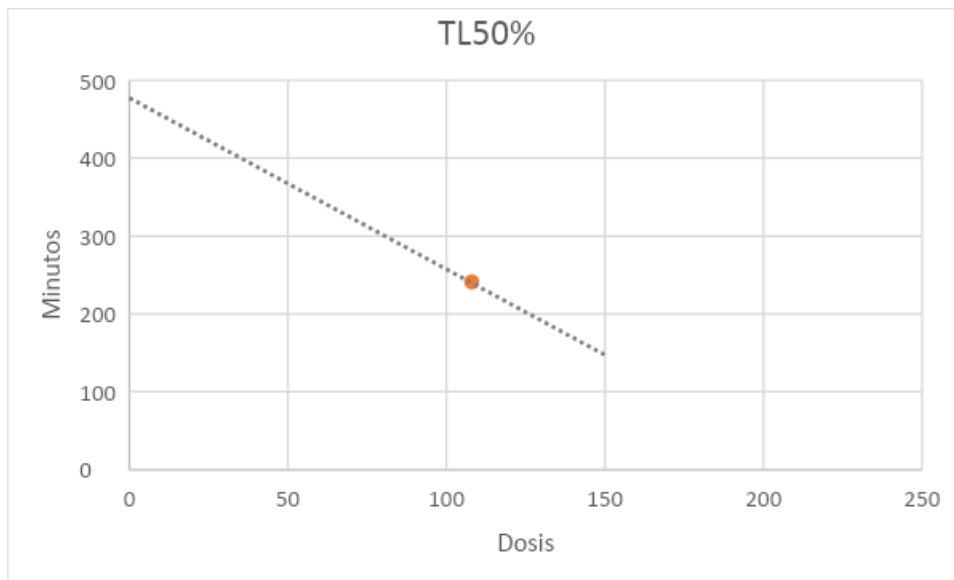


Figura 11 Análisis del TL50% para Cipermetrina 15EC en Abejas (In-Vitro)

El análisis provisto en la Figura 11 es el reflejo de un análisis para el tiempo de vida medio con respecto a los tiempos de muerte analizados. La regresión producto de este análisis ($y = -2,2017x + 477,47$), es confiable ($R^2=0,743$), y en ella se pudo determinar que la TL50% de este producto en condiciones in vitro, cuando no existe contacto directo con la abeja es de 242 minutos, bajo una dosis estimada de mayor efecto de 108 ppm de esta cipermetrina. Este. Puede observar de color naranja en la misma figura.

V. CAPÍTULO

5. DISCUSIÓN

Hace varios años se consideraba que el conocimiento de la DL50 era suficiente para evaluar y prevenir el riesgo de mortalidad en abejas; pero actualmente se conoce que ésta variará según varios factores como la especie de abeja y la preparación comercial (efecto antagónico o sinérgico) (Carrasco et al., 2012; Ojeda, 2019). Carrasco et al., 2012 en su estudio realizado en Uruguay demostró que las abejas híbridas encontradas en su país mostraban valores de DL50 diferentes a los de la Unión Europea y que los efectos tóxicos de las formulaciones evaluadas difieren de las referencias europeas, por lo que sugiere que la evaluación ecotoxicológica debería realizarse por cada preparado comercial y no solo por principio activo.

Los resultados mostrados en nuestro estudio con respecto al tiempo de muerte de las abejas que los grupos expuestos indirectamente a cipermetrina en concentraciones de 150 ppm y el grupo testigo, obtuvieron los dos valores mayores en comparación a los grupos con concentraciones de 37.5ppm y 75 ppm, siendo un hallazgo interesante el hecho de tener la posibilidad de encontrar que el grupo testigo presenta un valor de mortalidad casi similar con los otros dos grupos; lo que según el experimento realizado por Ojeda, 2019 nos indica que estas diferencias pueden darse debido principalmente a que la mortalidad natural va depender de muchos factores entre los que se menciona la edad de las abejas, la estación del año (invierno) y el tamaño poblacional de la colonia (mayor) pueden ocasionar valores de mortalidad más elevadas durante estos periodos Ojeda, 2019.

Yu Cheng et al., 2020 sugiere también que estas alteraciones en las investigaciones se pueden dar debido a la edad que tenían los insectos, esto porque en

su ensayo determinó que la mortalidad de abejas en estudio va ser mayor en abejas con grupos de edad aleatoria mencionando que a los 4 días de edad existía un aumento del 32% de muertes mientras que a los 42 días llegaban a una mortalidad del 77 al 100% en condiciones de laboratorio, por lo que recomienda que para obtener datos más confiables se estandarice la edad de los insectos(abejas) a muestrear, ya que la edad tenía una gran influencia sobre la susceptibilidad de los organismos a los plaguicidas y por ende de la mortalidad de los individuos Yu Cheng et al., 2020.

Eden et al., 2020 estudiaron la mortalidad de *Apis mellifera* por acción de pesticidas dentro de condiciones de laboratorio, en su experimento las abejas fueron expuestas a alfa cipermetrina en concentración de 0.15% por contacto directo mediante aplicación tópica y por contacto indirecto mediante ingestión. En este estudio la cipermetrina por contacto directo demostró tener mayor toxicidad, el tiempo de muerte de las abejas en contacto con alfa cipermetrina al 0.15% alcanzó el 100% a partir de las 24 horas post exposición mientras que el tiempo de muerte de las abejas en caso de ingestión de alfa cipermetrina 0.15% alcanzó el 100% en 48 horas (Eden et al., 2020).

Por el contrario, Mazi et al., 2020 analizaron la mortalidad aguda de *Apis mellifera* por contacto indirecto y directo de cipermetrina en varias concentraciones (2.2, 4.8, 10.65, 21.42 y 51.52 ng/ul), la tasa de mortalidad se determinó durante 24 horas en 3 momentos: 1, 4 y 24 horas post exposición. Las abejas que se expusieron a contacto tópico con cipermetrina obtuvieron una dosis letal 100 (DL100%) en 24 horas a una concentración de 51.52ng/ul (Mazi et al., 2020). Mientras que las abejas que se expusieron a contacto indirecto con cipermetrina a una concentración de 51.52 ng/ul. obtuvieron una DL100 a las 4 horas (Mazi et al., 2020). Dentro de este estudio se demostró que, a mayor concentración de cipermetrina, menor tiempo de vida para las abejas (Mazi et al., 2020).

Así mismo, Shehata et al., 2021 obtuvo resultados similares donde la DL50 de alfa cipermetrina por contacto indirecto mediante ingestión del pesticida a concentración de 47 ppm en la primera dosis y 48 ppm en segunda dosis. La dosis letal

50% por contacto directo con alfa cipermetrina fue de 20 ppm. (Shehata et al., 2021). En este estudio el clorpirifos resultó ser el pesticida más tóxico para abejas obreras en 24 horas (Shehata et al., 2021).

Liu et al., 2022 demuestra en su estudio que hay especies de abejas que son más susceptibles a los piretroides, los autores examinaron la toxicidad de varios pesticidas incluyendo la beta cipermetrina en las abejas de las especies *Apis mellifera lingustica* y *Apis cerana*, obteniendo como resultado que la DL50 de *Apis cerana* (DL50= 0.1687 ug/abeja) era menor a la de la otra especie *Apis mellifera lingustica* (DL50= 0.2815 ug/abeja), por lo tanto, la toxicidad debe evaluarse por especie. Liu et al., 2022

Christen & Fent, 2017 y Christen et al., 2019 encontró una regulación positiva de la transcripción de la vitelogenina al estar las abejas en contacto con la cipermetrina, lo que tiene una relación directa con el rendimiento de forrajeo en las obreras mencionándose que al encontrarse altos niveles de la misma las trabajadoras buscaban más polen, lo que producía una alteración del nivel de proteína con consecuencias en la salud de las abejas y por tal motivo el comportamiento y la vida útil de las abejas melíferas se observaba afectado.

En el presente estudio se determinó una TL50 de 242 minutos (4.03 horas) siendo así que los presentes resultados no están completamente de acuerdo con los hallazgos de otros autores (Pashte & Patil, 2018; Yu Cheng et al., 2020). Esto debido a la variabilidad de las especies de abejas, diferentes formulaciones, diferentes concentraciones y condiciones experimentales (Pashte & Patil, 2018; Yu Cheng et al., 2020).

La cipermetrina es un piretroide considerado como neurotóxico para los insectos incluidas las abejas. Según el estudio realizado por Christen & Fent, 2017 menciona que la cipermetrina tiene un efecto sobre los receptores nAChR, los cuales son los encargados de la transmisión de las señales en el sistema nervioso de los insectos, por lo que podemos observar después de la exposición de estos compuestos,

una pérdida en la funcionalidad de la señalización neuronal lo que se traduce en una pérdida en la coordinación y habilidades de vuelo en las abejas. Christen & Fent, 2017

De acuerdo con Mokkapati et al., 2022 la cipermetrina al metabolizarse puede generar un metabolito llamado ácido permetrinico para su eliminación, también puede eliminarse sin sufrir alteraciones. En el estudio toxicocinético de la cipermetrina, esta molécula demostró tener gran estabilidad pues la cantidad ingerida y la cantidad excretada de cipermetrina y su metabolito ácido permetrinico no tuvieron diferencia significativa, Mokkapati et al., 2022. También dentro de la investigación se evidenció que la eliminación de cipermetrina inicia rápidamente posterior a la ingestión y se puede alargar hasta 8 días posterior a la desintoxicación del individuo, la toxicocinética se observó en la abeja de la especie *Osmia bicornis*. Mokkapati et al., 2022

Los pesticidas además pueden afectar la transcripción de ARN de las abejas *Apis mellifera*, en la investigación de Fent et al. 2020 expusieron a las abejas a cipermetrina en concentraciones ambientales, en el experimento las abejas fueron expuestas a cipermetrina por contacto indirecto mediante ingestión a dos concentraciones (0.3ng/abeja y 3ng/abeja) durante 48 horas (Fent, Schmid, et al., 2020). Los resultados obtenidos demostraron que la exposición a cipermetrina altera la expresión de genes de estructura muscular, funciones motoras y proteínas metabólicas como la esterase b1 (Fent, Schmid, et al., 2020; Mazi et al., 2020). Además, las abejas al tener contacto mediante ingestión o contacto por aplicación tópica con cipermetrina evidencian síntomas de intoxicación neurológica como incoordinación motora, temblores y convulsiones (Mazi et al., 2020).

También se ha demostrado que los pesticidas pueden alterar la actividad enzimática de las abejas de la especie *Apis mellifera*, la actividad de la enzima Anhidrasa carbónica de *Apis mellifera* (AmCA) puede ser alterada por la exposición a cipermetrina y otros pesticidas en dosis muy bajas, en el caso de la cipermetrina la concentración de inhibición del 50% de la actividad enzimática fue de $IC_{50} = 0,0078 \pm 0,0003 \text{ uM}$ Soydan et al., 2020 la anhidrasa carbónica se relaciona con 2 genes que

intervienen en la actividad recolectora de polen y néctar; y además de la danza de las abejas (Feng et al., 2022).

Se ha demostrado que la exposición a pesticidas puede alterar la actividad endocrina cerebral de las abejas melíferas de la especie *Apis mellifera*, en este estudio la cipermetrina por contacto indirecto mediante ingestión de una concentración de 30 ng/abeja a las 24 h presentó una regulación ascendente de la transcripción de la proteína principal de la jalea real, al administrar cipermetrina a una concentración de 30 ng/abeja a las 72h presentó regulación ascendente de los transcritos y péptido similar a la insulina, las alteraciones endocrinas pueden alterar el equilibrio de la colmena pues existen variaciones hormonales entre las abejas nodrizas y abejas recolectoras que hacen que mantengan su trabajo en la colmena (Fent, Haltiner, et al., 2020).

La Figura 12, expone esta afección, mediante la evidencia de vómitos inmediatos que se lograron captar en la Filmación de los eventos, además de la presencia de lengua salida en los tratamientos, en este estudio.

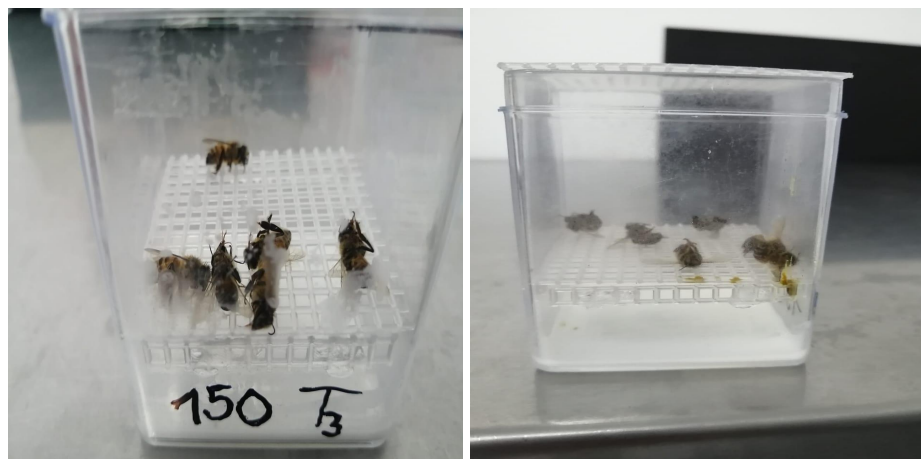


Figura 12. Signos de la Exposición a vapores tóxicos en abejas

La producción en las abejas puede verse afectada también ya que (Christen & Fent, 2017) en su estudio demostró molecularmente que la cipermetrina tuvo efectos

negativos sobre las tres vías del sistema inmunitario porque éste inhibe la expresión del gen defensin-2, dorsal 2 encargado de estas funciones, en consecuencia, la abeja se vuelve más susceptible a los patógenos disminuyendo de esta manera las poblaciones de abejas melíferas y por ende de la producción de miel (Christen & Fent, 2017)

VI. CAPÍTULO

6. CONCLUSIONES

Con la presente investigación concluimos que existe afección en las abejas por medio de insecticidas que son de contacto por más que sus dosis estén diluidas, sin embargo, es necesario profundizar en el efecto de estas diluciones. Tenemos que el tiempo de vuelo presenta diferencia con testigo ($p=0,002$), de igual forma la diferencia del tiempo de caminar frente al testigo ($p=0,004$), el tiempo de movimiento determinó que la mayor dosis (150 ppm) afecta mayormente en comparación a las dosis de 75 ppm y 37,5 ppm con diferencia estadística ($p=0,001$), y finalmente el tiempo de muerte con respecto al testigo no fueron muy significativas con diferencia ($p=0,049$), lo que podría deberse a que habían superado ya los animales tres horas fuera del panal, lo que pudo causar y facilitar su muerte.

Concluyendo que a dosis de 150 ppm el tiempo de muerte es menor con respecto a los demás grupos, pero que existe un factor ambiental que debe ser considerado.

En el tiempo de vuelo se pudo observar que indistintamente de las dosis el tiempo de vuelo es similar ($p>0,05$), por lo que sin importar las dosis el tiempo de vuelo se ve afectado, aduciendo a que existe un efecto de vapores tóxicos sobre la abeja.

En el tiempo de caminar igual se observó que sin importar las dosis el efecto sobre el tiempo de caminar es similar ($p>0,05$) entre tratamientos, determinando así, que si existe afección, mientras en el tiempo de movimiento se observó que las dosis de 150 ppm tiene un mayor efecto ($p<0,05$), por lo que el rango de mayor afectación determinado posteriormente con la prueba de probabilidad fue de 108 ppm.

El tiempo de muerte tuvo un amplio rango de fluctuación y fue de 248 minutos, sin embargo, es necesario considerar el efecto ambiental en estos casos.

VII. RECOMENDACIONES

Mantener un hábitat adecuado para la supervivencia de las abejas, evitando los insecticidas los mismos que vienen en muchas formas y presentaciones, aunque no son sistémicos, existeafección durante la fumigación y tiempo después ya que existe partículas que se disipan en el ambiente, por lo que lo ideal sería realizar una fumigación temprana o en la tarde ya que este es el momento de menor actividad en la colmena para así minimizar laafección a estos insectos.

Incentivar a la sociedad entera a controlar las distintas plagas en animales y plantaciones, de manera correcta, esto mediante el correcto uso de los insecticidas, como es el caso de las dosis, no excedernos en las mismas, el correcto manejo de desechos post fumigación, para de esta manera minimizar el daño a los polinizadores.

Fortalecer el adecuado manejo de los desechos químicos mediante charlas a los distintos productores que no tienen un adecuado conocimiento de cómo manejar los desechos químicos de un manera correcta sin generarafección al medio ambiente y por ende a los distintos insectos benéficos que pueden ser perjudicados.

Realizar estudios similares con otros productos de uso veterinario como residuos de jabones, champús y artículos de higiene de animales de granja con mayor número de muestras, así como también no solo valorar los principios activos sino también los diluyentes de estos productos que actúan como sinérgicos y/o antagonistas.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Agrocalidad. (2022a). *Lista de plaguicidas*. Obtenido de: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2022/10/Lista-de-plaguicidas-y-productos-afines-de-uso-agr%C3%ADcola-registrados-07-oct-2022.xls>
- Agrocalidad. (2022b). *Productos veterinarios*. Obtenido de: <https://www.agrocalidad.gob.ec/direccion-de-registro-de-insumos-pecuarios/>
- AGROLAND. (2019). *Insecticidas*. Agroland. Obtenido de: <https://www.agro-land.cl/>.
- Alvarado, R. (2017). *Evaluación de la efectividad de la cipermetrina, deltametrina, fipronil, triclorfón como antiparasitarios externos en cuyes* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo] Repositorio institucional ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2117>.
- Altives, S. (2019). *Acción de los insectos polinizadores y su importancia en la agricultura en la campiña de huacho* [Tesis doctoral, Universidad Nacional José Faustino Sanchez Carrión]. <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/2852/SEGUNDO%20ROLANDO%20ALVITES%20VIGO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Anguiano, O. L., & Ferrari, A. (2019). *Riesgo ecotoxicológico de plaguicidas utilizados en argentina*.
- Araujo, N. de S., & Arias, M. C. (2021). Gene expression and epigenetics reveal species-specific mechanisms acting upon common molecular pathways in the evolution of task division in bees. *Scientific Reports*, 11(1), 3654. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75432-8>

- Arcsa. (2018). *Reporte de plaguicidas*. Obtenido de:
https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/12/Reporte_plaguicidas_ARCSA_12_2017.pdf
- Arteaga, C. (2022). *Problemas Sanitarios En Apis Mellifera En La Región Sierra Del Ecuador* [Tesis De Pregrado, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16285/1/17T01700.pdf>
- Aurofarma. (2020). *Cipermetrin*. Obtenido de:
<https://aurofarma.com/images/CIPERMETRINA%2015%20EC.pdf>
- Branchiccela, M. (2020). *Rol de la nutrición de la abeja Apis mellifera en la infección con los patógenos de mayor importancia apícola* [Tesis doctoral, Universidad de la República Uruguay].
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/30745/1/uy24-19762.pdf>
- BRANCHICCELA, M., INVERNIZZI, C., ZUNINO, P., & ANTÚNEZ, K. (2022). *Informe final publicable de proyecto Efecto de la nutrición y división de tareas en la respuesta inmune de abejas Apis mellifera*.
https://redi.anii.org.uy/jspui/bitstream/20.500.12381/624/1/Informe_final_publicable__FCE_3_2018_1_148431.pdf
- Buchori, D., Rizali, A., Priawandiputra, W., Raffiudin, R., Sartiami, D., Pujiastuti, Y., Jauharlina, Pradana, M. G., Meilin, A., Leatemia, J. A., Sudiarta, I. P., Rustam, R., Nelly, N., Lestari, P., Syahputra, E., Hasriyanti, Watung, J. F., Daud, I. D. A., Hariani, N., ... Johannis, M. (2022). Beekeeping and Managed Bee Diversity in Indonesia: Perspective and Preference of Beekeepers. *Diversity*, 14(1), 52. <https://doi.org/10.3390/d14010052>

- Carrasco, L., Mendoza, Y., & Branchiccela, M. (2012). Toxicidad aguda de abejas uruguayas: discrepancias con valores de referencia internacionales. *INIA*, 59–61. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7024/1/112761091012112205.pdf>
- Carval. (2019). *Cipermetrina*. Carval. https://carvalcorp.co/soluciones_productos/cipermetrina-carval/
- Cepeda, C., & Teanga, C. (2018). *La apicultura como atractivo turístico del cantón montúfar-ecuador*. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10153/2/02%20TUR%20144%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Chirsanova, A., Capcanari, T., Boistean, A., & Khanchel, I. (2021). Bee honey: history, characteristics, properties, benefits and adulteration in the beekeeping sector. *Journal of Social Sciences*, 4(3), 98–114. [https://doi.org/10.52326/jss.utm.2021.4\(3\).11](https://doi.org/10.52326/jss.utm.2021.4(3).11)
- Christen, V., & Fent, K. (2017). Exposure of honey bees (*Apis mellifera*) to different classes of insecticides exhibit distinct molecular effect patterns at concentrations that mimic environmental contamination. *Environmental Pollution*, 226, 48–59. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.04.003>
- Christen, V., Vogel, M. S., Hettich, T., & Fent, K. (2019). A Vitellogenin Antibody in Honey Bees (*Apis mellifera*): Characterization and Application as Potential Biomarker for Insecticide Exposure. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 38(5), 1074–1083. <https://doi.org/10.1002/ETC.4383>
- Coalova, I. (2018). *Toxicodinamia individual y conjunta de formulados comerciales de glifosato y cipermetrina de aplicación agronómica* [Universidad de Buenos Aires]. https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n7217_Coalova.pdf

- Coppa, R., & Huerta, G. (2011). Pesticidas vs Abejas. *Agricultura*, 80-84. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp_inta_agricultura20.
- Darwish, M., Ali, A., & Aly, M. (2022). Study the Influence of Three Acaricides on Honeybee Workers *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) under Laboratory Conditions. *Journal of Plant Protection and Pathology*, 13(8), 185–189. <https://doi.org/10.21608/jppp.2022.145931.1084>
- Dawit, M., Tebkew, D., & Kumar, A. (2015). Efectos de algunos productos químicos insecticidas en condición de laboratorio de las abejas *Apis mellifera*. *Revista africana de agricultura*, 1295-1500. <http://www.academicjournals.org/AJAR>
- Devine, G., Eza, D., Oigusuku, E., Furlong, M. (2008). Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Rev Peru Med Exp Salud Pública*. ; 25(1): 74-100. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v25n1/a11v25n1>
- Puerto, A., Suárez, S., Palacio, D. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3), 372-387. [Fecha de Consulta 22 de Mayo de 2023]. ISSN: 0253-1751. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223240764010>
- Eden, B., Martos, A., & Chura, J. (2020). Vista de Efecto de pesticidas de uso agrícola en la mortalidad de *Apis mellifera* L. bajo condiciones de laboratorio. *Revista Peruana de Entomología*, 55(2), 19–25. <https://www.revperuentomol.com.pe/index.php/rev-peru-entomol/article/view/1103/1096>
- Encalada, E. (2022). *Calidad funcional y morfometría de espermatozoides del zángano expuestos a glifosato* [Tesis para médico veterinario, Universidad Católica de Cuenca]. Cuenca: Repositorio UCACUE.

- Eroğlu, Ö. (2020). Historical development and current status of beekeeping in turkey and the world. *Atlas Journal*, 6(27), 345–354. <https://doi.org/10.31568/atlas.433>
- Favetex. (2021). *Jabón cipermetrina*. Obtenido de: <https://favetex.com/producto/jabon-cipermetrina/>
- Feng, W., Huang, J., Zhang, Z., Nie, H., Lin, Y., Li, Z., & Su, S. (2022). Understanding of Waggle Dance in the Honey Bee (*Apis mellifera*) from the Perspective of Long Non-Coding RNA. *Insects*, 13(2), 111. <https://doi.org/10.3390/insects13020111>
- Fent, K., Haltiner, T., Kunz, P., & Christen, V. (2020). Insecticides cause transcriptional alterations of endocrine related genes in the brain of honey bee foragers. *Chemosphere*, 260, 127542. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127542>
- Fent, K., Schmid, M., & Christen, V. (2020). Global transcriptome analysis reveals relevant effects at environmental concentrations of cypermethrin in honey bees (*Apis mellifera*). *Elsevier*, 259(113715). <https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2019.113715>
- Genfar. (2020). *Cipermetrina 15% antiparasitario externo para bovinos - genfar - cipermetrina 15% - piretroide - concentrado para baños*. Obtenido de: https://parasitipedia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=616&Itemid=731
- Germania, R. (2017). *Implementación, mejoramiento y desarrollo en la producción y comercialización de miel de abeja* [Tesis de maestría, Universidad Central del Ecuador] Repositorio institucional UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1557>.
- González, P. (2020). *Efecto y regulación de los plaguicidas sobre las abejas*. Chile: Asesoría técnica Parlamentaria. segunda editorial. <https://atp.bcn.cl>.

- Google Maps. (2021). Consultado el 12 de enero de 2023. Obtenido de:
<https://www.google.com.ec/maps/@-2.881172,78.9598203,329m/data=!3m1!1e3>.
- Haón, D. (2022). *Evaluación de efectos letales de insumos agrícolas en abejas melíferas (Apis mellifera)* [Universidad Técnica Estatal de Quevedo].
<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6660>
- Johann, F. (2019). *Efecto colmena*. Obtenido de Las abejas en el reino animal.
<https://www.efectocolmena.com/las-abejas-en-el-reino-animal/>.
- Lavetec. (2018). *Cipermetrina 20 %*. Obtenido de:
<https://lavetec.com.ec/producto/cipermetrina-20/>
- Leska, A., Nowak, A., Nowak, I., & Górczyńska, A. (2021). Effects of Insecticides and Microbiological Contaminants on *Apis mellifera* Health. *Molecules*, 26(16), 5080.
<https://doi.org/10.3390/molecules26165080>
- Li, Z., Ma, R., Wang, L., Wang, Y., Qin, Q., Chen, L., Dang, X., & Zhou, Z. (2022). Starvation stress affects iron metabolism in honeybee *Apis mellifera*. *Biologia*, 77(8), 2133–2148.
<https://doi.org/10.1007/s11756-022-01098-4>
- Liu, Q., He, Q., Zhang, S., Chai, Y., Gao, Q., Xiao, J., Fang, Q., Yu, L., & Cao, H. (2022). Toxic effects of detected pyrethroid pesticides on honeybee (*Apis mellifera ligustica* Spin and *Apis cerana cerana* Fabricius). *Scientific Reports*, 12(1), 16695.
<https://doi.org/10.1038/s41598-022-20925-x>
- Luna, A., Lomeli, R., Rodríguez, E., Tovar, H., & Vanegas, J. (2018). Toxicidad de un insecticida botánico sobre *Bombus Impatiens* y *Apis mellifera*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(7), 1-11.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v9n7/2007-0934-remexca-9-07-1423.pdf>

- Maiwald, F., Haas, J., Hertlein, G., Lueke, B., Roesner, J., & Nauen, R. (2023). Expression profile of the entire detoxification gene inventory of the western honeybee, *Apis mellifera* across life stages. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 192, 105410. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2023.105410>
- Maldonado, A., Tenorio, L., Vázquez, Y., Villalobos, M., Velázquez, V., Ortega, C., & Valladares, B. (2017). Varroasis: enfoque ambiental y económico. Una revisión. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 18(9), 1-12
- Martin, N. (2018). *Daño colateral en abejas por la exposición a pesticidas de uso agrícola*. Colombia: Arenas. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6742103>.
- Mazi, S., Vroumsia, T., Yahangar, M.-N., Malla, M., Zroumba, D., & Mazi, S. (2020). Determination of Acute Lethal Doses of Acetamiprid and Cypermethrin for the Native Bee *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in Cameroon. *Open Journal of Ecology*, 10(07), 404–417. <https://doi.org/10.4236/OJE.2020.107026>
- Mendoza Arroyo, M., García Aguilera, L., Hernández Ruiz, J., & Ruiz Nieto, J. (2019). *Ecotoxicología de pesticidas agrícolas empleados en cultivos de temporal en Valle de Santiago, Gto.* 844–851.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2018). *Ecuador tiene potencial para la apicultura*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Obtenido de: <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-tiene-potencial-para-la-apicultura/>
- Mokkapati, J. S., Bednarska, A. J., Choczyński, M., & Laskowski, R. (2022). Toxicokinetics of three insecticides in the female adult solitary bee *Osmia bicornis*. *Environmental Pollution*, 293, 118610. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118610>

- Morammazi, S., & Shokrollahi, B. (2020). The pattern of HSP70 gene expression, flight activity and temperature in *Apis mellifera* meda colonies. *Journal of Thermal Biology*, 91, 102647. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102647>
- Morsy, A., Radwan, A., & Elhosseney, E. (2022). Evaluation of acaricide toxicity to the parasitic mite (*Varroa destructor*), honeybee workers (*Apis mellifera* L.) and their residues in honey and beeswax. *International Journal of Scientific*, 5(2), 29–50. https://ijrsrd.journals.ekb.eg/article_273920_41303e4ea0f041a27c14ddb747995949.pdf
- Noboa, C. (2022). *Cambio de plaguicidas para la disminución del impacto ambiental generado en el proceso de desinsectación de áreas industriales* [Universidad Internacional Sek]. <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/4553/1/Noboa%20L%c3%b3pez%20Camilo%20Francisco.pdf>
- Ojeda, P. (2019). *Evaluación de apiarios como herramienta toxicológica* [Universidad de la República Uruguay]. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/3969/1/uy24-15944.pdf>
- Ortiz, R., Villadiego, J., & Cardona, C. (2011). Valoración de los impactos ambientales otales generados por el uso de plaguicidas en actividades ganaderas en el municipio de Pamplona- Norte de Santander - Colombia.
- Pashte, V., & Patil, C. (2018). View of Toxicity and Poisoning Symptoms of selected Insecticides to Honey Bees (*Apis mellifera mellifera* L.). *Archivo Biologic Science*, 70(1), 5–12. https://www.serbiosoc.org.rs/arch/index.php/abs/article/view/1441/pdf_116
- Restrepo, J. (2021). *Fundamentos de farmacología y terapéutica veterinaria*. Fondo Editorial. https://www.google.com/search?q=arroba+signo&rlz=1C1UEAD_esEC1032

- Rodríguez Villalba, M. N., & Chifteian Rosso, I. (2018). *Determinación CL50 96 horas de cipermetrina y malatión para Australoheros facetus en condiciones de laboratorio* [Universidad de la República de Uruguay].
<https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy:8080/xmlui/handle/123456789/1413>
- Rossi, M., Ferrer, G., Cabeleiro, F., & Cabrera, F. (2020). *Recopilación sobre las evidencias científicas de los impactos de los agrotóxicos en las abejas*. España.
https://www.apiservices.biz/documents/articulos-es/abejas_y_agrotoxicos.pdf
- Roubik, D. W. (2023). Stingless Bee (Apidae: Apinae: Meliponini) Ecology. *Annual Review of Entomology*, 68(1), 231–256. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120120-103938>
- Shehata, L., Sheref, R., Khalil, S., & 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. <https://doi.org/10.21608/jppp.2021.210238>
- Soydan, E., Olcay, A. C., Bilir, G., Taş, Ö., Şentürk, M., Ekinci, D., & Supuran, C. T. (2020). Investigation of pesticides on honey bee carbonic anhydrase inhibition. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 35(1), 1923–1927.
<https://doi.org/10.1080/14756366.2020.1835885>
- Spivak, M., & Danka, R. G. (2021). Perspectives on hygienic behavior in *Apis mellifera* and other social insects. *Apidologie*, 52(1), 1–16.
<https://doi.org/10.1007/s13592-020-00784-z>
- Steffan, S. A., Dharampal, P. S., Danforth, B. N., Gaines-Day, H. R., Takizawa, Y., & Chikaraishi, Y. (2019). Omnivory in Bees: Elevated Trophic Positions among All Major Bee Families. *The American Naturalist*, 194(3), 414–421.
<https://doi.org/10.1086/704281>

Universidad Estatal de Arizona. (2020). La historia de las abejas melíferas. *Revista School of life science*, 14(2),1-23.

<https://askabiologist.asu.edu/anatom%20de-abejas-mel%20feras>

VAROL, E., & YÜCEL, B. (2019). The Effects of Environmental Problems on Honey Bees in view of Sustainable Life. *Mellifera*, 19(2), 23–32.

https://dergipark.org.tr/en/pub/mellifera/issue/51162/665765#article_cite

Verde, M. (2014). Apicultura y seguridad alimentaria. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(1),25-31.

Villacrés-Granda, I., Coello, D., Proaño, A., Ballesteros, I., Roubik, D. W., Jijón, G., Granda-Albuja, G., Granda-Albuja, S., Abreu-Naranjo, R., Maza, F., Tejera, E., González-Paramás, A. M., Bullón, P., & Alvarez-Suarez, J. M. (2021). Honey quality parameters, chemical composition and antimicrobial activity in twelve Ecuadorian stingless bees (Apidae: Apinae: Meliponini) tested against multiresistant human pathogens. *LWT*, 140, 110737. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110737>

Vit, P. (2022). A honey authenticity test by interphase emulsion reveals biosurfactant activity and biotechnology in the stingless bee nest of *Scaptotrigona vitorum* “catiana” from ecuador. *Interciencia*, 47(10), 416–425.

https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2022/10/01_6935_A_Vit_v47n10_10.pdf

Vivanco, I., Rosillo Willian, Villavicencio, B., & Macias, V. (2020). El mercado de la producción de miel de abeja en la provincia del Guayas (Ecuador). *Revista Espacios*, 41(29), 318–328.

<http://asesoresvirtualesalala.revistaespacios.com/a20v41n29/a20v41n29p23.pdf>

- Walsh, E. M., Sweet, S., Knap, A., Ing, N., & Rangel, J. (2020). Queen honey bee (*Apis mellifera*) pheromone and reproductive behavior are affected by pesticide exposure during development. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 74(3), 33. <https://doi.org/10.1007/s00265-020-2810-9>
- Who. (2019). *Clasificación recomendada por la OMS de los plaguicidas por el peligro que presentan y directrices para la clasificación 2019*. <http://apps.who.int/bookorders>.
- WHO. (2021). *ICSC 0246 - CYPERMETHRIN*. Obtenido de: <https://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0246.htm>
- Yu Cheng, Z., Caren, J., Reddy, G. V. P., Li, W., & Yao, J. (2020). Effect of age on insecticide susceptibility and enzymatic activities of three detoxification enzymes and one invertase in honey bee workers (*Apis mellifera*). *Elsevier*, 238. <https://doi.org/10.1016/J.CBPC.2020.108844>
- Zattara, E. E., & Aizen, M. A. (2021). Worldwide occurrence records suggest a global decline in bee species richness. *One Earth*, 4(1), 114–123. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.12.005>

IX. ANEXOS

Anexo 1: Captura de abejas obreras (Apiario Ucacue).



Anexo 2: Abejas capturadas y ya dentro del laboratorio.



Anexo 3: Preparación de equipo en el Laboratorio.



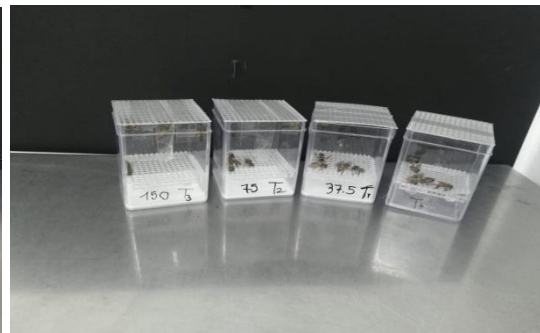
Anexo 4: Colocación del químico dentro de los frascos.



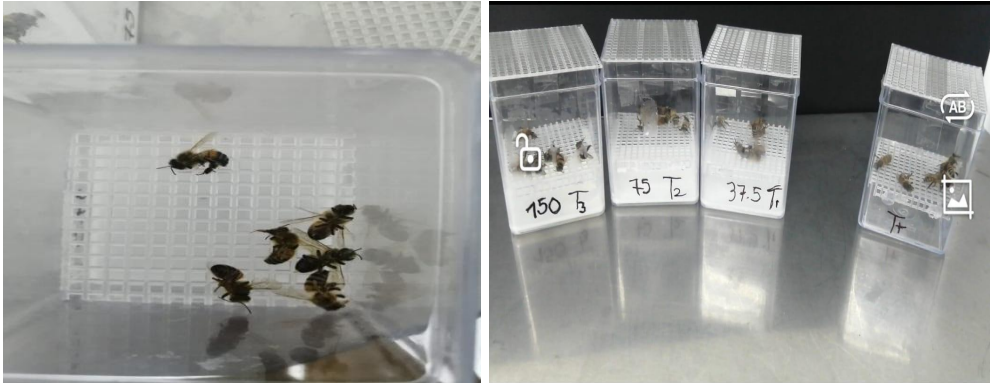
Anexo 5: Colocación de las abejas dentro de los frascos.



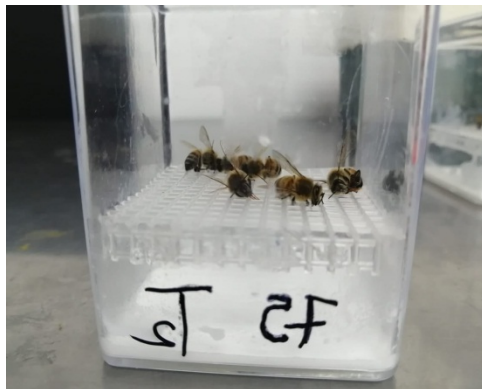
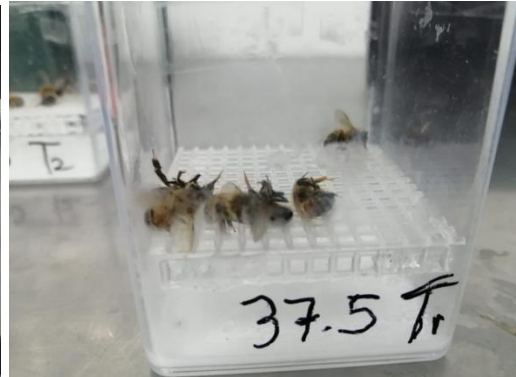
Anexo 6: Obtención de datos de las variables (día 1).



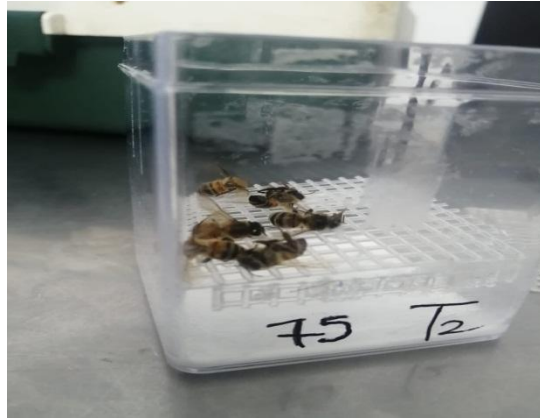
Anexo 7: Obtención de datos de las variables (día 2).



Anexo 8: Obtención de datos de las variables (día 3).



Anexo 9: Obtención de datos de las variables (día 4).





Carlos Javier León Moreno portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0350151353**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Evaluación In Vitro de dosis subletales de Cipermetrina 15 EC sobre la actividad motora de las abejas polinizadoras (*Apis mellifera*)”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **30 de Junio de 2023**

Carlos Javier León Moreno

C.I. 0350151353