



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA ZOOTECNIA

“EVALUACIÓN DE TRES INSECTICIDAS NATURALES A BASE DE ACEITES ESENCIALES DE: EUCALIPTO, MENTA Y CANELA PARA EL CONTROL DE HORMIGAS EN LAS COLMENAS DE ABEJAS DE LA EMPRESA AMBAMIEL”

Trabajo de Titulación
Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:
INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR: JONATHAN ISRAEL NÚÑEZ JORDÁN

DIRECTOR: ING. JULIO ENRIQUE USCA MÉNDEZ, Mgs.

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Jonathan Israel Núñez Jordán

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, JONATHAN ISRAEL NÚÑEZ JORDÁN declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 13 de julio del 2022

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and strokes, representing the name Jonathan Israel Núñez Jordán.

Jonathan Israel Núñez Jordán

180515284-8

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Trabajo Experimental, “**EVALUACIÓN DE TRES INSECTICIDAS NATURALES A BASE DE ACEITES ESENCIALES DE: EUCALIPTO, MENTA Y CANELA PARA EL CONTROL DE HORMIGAS EN LAS COLMENAS DE ABEJAS DE LA EMPRESA AMBAMIEL**” de responsabilidad del señor: **JONATHAN ISRAEL NÚÑEZ JORDÁN**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRES	FIRMA	FECHA
Dr. Ana Rafaela Burgos Mayorga, MsC. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-07-13 _____
Ing. Julio Enrique Usca Méndez, Mgs. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2022-07-13 _____
Ing. Hermenegildo Díaz Berrones, Mgs. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-07-13 _____

DEDICATORIA

A mi madre dedico de manera especial mi esfuerzo investigativo por apoyarme aconsejarme y brindarme todos los medios necesarios para satisfacer mis objetivos por ser aquella que me ha forjado tanto como el individuo que hoy soy y que mi carente incertidumbre alguna le debo mis logros. Te doy mi veraz mimo gracias, amada madre. También a todos aquellos que han permanecido conmigo en las buenas y malas; a todos ellos a mi amigo en especial a mis familiares más cercanos y a los verdaderos amigos que constantemente me apoyaron y fueron causa de mi inspiración para sobrepasar mis metas; y estar fuerte en mis decisiones les agradezco demasiado.

Jonathan

AGRADECIMIENTO

En primera apelación agradezco a mi madre y a toda mi familia que me han apoyado y me han brindado entero, el mimo para retener la sapiencia necesaria para efectuar entero aquello que me propongo. También agradezco a la noble organización Academia Sobresaliente Politécnica de Chimborazo por darme la ocasión de obtener los conocimientos necesarios y casco actividad que me encamina para existir útil en nuestra nación.

Jonathan

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1. Generalidades sobre la <i>Apis mellifera</i>.....	3
<i>1.1.1. Origen.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.2. Características de la biología de las abejas.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.2.1. La reina.....</i>	<i>4</i>
<i>1.1.2.2. Las abejas obreras.....</i>	<i>4</i>
<i>1.1.2.3. Los zánganos.....</i>	<i>5</i>
1.2. Hormigas.....	5
<i>1.2.1. Aspectos generales.....</i>	<i>6</i>
<i>1.2.1.1. Partes de la hormiga.....</i>	<i>6</i>
<i>1.2.1.2. Ciclo biológico de la hormiga.....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.1.3. Tipo de alimentación de la hormiga.....</i>	<i>8</i>
<i>1.2.1.4. Reproducción de la hormiga.....</i>	<i>8</i>
<i>1.2.2. Control.....</i>	<i>8</i>
1.3. Insecticida.....	8
<i>1.3.1. Origen de los insecticidas.....</i>	<i>9</i>
<i>1.3.2. Acción de los insecticidas.....</i>	<i>9</i>
<i>1.3.3. Efectos de los insecticidas en el ser humano.....</i>	<i>10</i>
<i>1.3.4. Clasificación de los insecticidas.....</i>	<i>10</i>
<i>1.3.4.1. Insecticidas sintéticos.....</i>	<i>10</i>
<i>1.3.4.2. Insecticidas naturales.....</i>	<i>10</i>
1.4. Aceites esenciales como insecticida.....	11
<i>1.4.1. Plantas y su efecto insecticida.....</i>	<i>11</i>
<i>1.4.2. Fuente de los aceites esenciales.....</i>	<i>11</i>
<i>1.4.3. Clasificación de los aceites esenciales.....</i>	<i>12</i>

1.4.3.1.	<i>Según su consistencia</i>	12
1.4.3.2.	<i>Según su origen</i>	12
1.4.3.3.	<i>Según el punto de vista químico</i>	12
1.4.4.	<i>Aplicaciones generales</i>	13
1.4.4.1.	<i>Industria fitosanitaria</i>	13
1.4.4.2.	<i>Productos de uso veterinario</i>	13
1.5.	Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>)	13
1.5.1.	<i>Características morfológicas</i>	13
1.5.2.	<i>Clasificación taxonómica</i>	13
1.5.3.	<i>Composición química del aceite esencial de eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>)</i>	14
1.5.4.	<i>Efecto insecticida del eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>)</i>	15
1.6.	Menta (<i>Mentha pulegium</i>)	15
1.6.1.	<i>Clasificación taxonómica</i>	15
1.6.2.	<i>Características morfológicas</i>	16
1.6.3.	<i>Composición química del aceite esencial de menta (<i>Mentha pulegium</i>)</i>	16
1.6.4.	<i>Efecto insecticida del aceite esencial de menta (<i>Mentha pulegium</i>)</i>	17
1.7.	Canela (<i>Cinnamomum verum</i>)	18
1.7.1.	<i>Clasificación morfológicas</i>	18
1.7.2.	<i>Características taxonómicas</i>	18
1.7.3.	<i>Composición química del aceite esencial de canela (<i>Cinnamomum verum</i>)</i>	19
1.7.4.	<i>Efecto insecticida del aceite de canela (<i>Cinnamomum verum</i>)</i>	19

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	20
2.1.	Localización y duración de la investigación	20
2.2.	Unidades experimentales	20
2.3.	Materiales, Equipos e Instalaciones	20
2.3.1.	<i>Materiales</i>	21
2.3.2.	<i>Equipos</i>	21
2.3.3.	<i>Instalaciones</i>	21
2.4.	Tratamiento y diseño experimental	21
2.4.1.	<i>Esquema del experimento</i>	22
2.5.	Mediciones experimentales	23
2.5.1.	<i>Peso</i>	23
2.5.2.	<i>Ganancia de peso (kg)</i>	23
2.5.3.	<i>Cantidad de hormigas</i>	23

2.5.4.	<i>Infestación</i>	23
2.5.5.	<i>Económicos</i>	23
2.6.	Análisis estadístico	23
2.6.1.	<i>Esquema del Análisis de Varianza</i>	23
2.7.	Metodología de la evaluación	24
2.7.1.	<i>Peso de la colmena</i>	24
2.7.1.1.	<i>Peso inicial</i>	24
2.7.1.2.	<i>Peso final</i>	24
2.7.2.	<i>Ganancia de peso</i>	24
2.7.3.	<i>Hormigas muertas/cm²/día</i>	25
2.7.3.1.	<i>Grado de amenaza</i>	25
2.7.4.	<i>Porcentaje de infestación de hormigas</i>	25
2.7.5.	<i>Eficacia de los tratamientos</i>	26
2.7.6.	<i>Análisis económico</i>	26
2.8.	Procedimiento experimental	26
2.8.1.	<i>Programa sanitario</i>	26
2.8.1.1.	<i>Programa de control de parásitos</i>	26
2.8.1.2.	<i>Bioseguridad del apiario</i>	27
2.8.2.	<i>Actividades de campo</i>	27
2.8.2.1.	<i>Manejo de colmenas</i>	27
2.8.3.	<i>Aplicación de tratamientos</i>	27
2.8.3.1.	<i>Testigo</i>	28
2.8.3.2.	<i>Manejo de aceites esenciales</i>	28

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.	29
3.1.	Evaluación de tres insecticidas naturales a base de aceites esenciales para el control de hormigas en las colmenas de abejas.	29
3.1.1.	<i>Peso inicial, kg.</i>	30
3.1.2.	<i>Peso final, kg.</i>	30
3.1.3.	<i>Ganancia de peso, kg</i>	31
3.1.4.	<i>Número de hormigas caídas/cm²/día pre y postaplicación a los tratamientos</i>	33
3.1.5.	<i>Porcentaje de infestación de hormigas pre y postaplicación a los tratamientos.</i>	34
3.1.6.	<i>Eficacia de los tratamientos</i>	37
3.2.	Beneficio/costo	38
	CONCLUSIONES	40

RECOMENDACIONES	41
GLOSARIO	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Clasificación taxonómica del eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>).....	14
Tabla 2-1:	Clasificación taxonómica de la menta (<i>Mentha pulegium</i>)	16
Tabla 3-1:	Clasificación taxonómica de la canela (<i>Cinnamomum verum</i>).....	18
Tabla 1-2:	Condiciones meteorológicas de la parroquia Montalvo	20
Tabla 2-2:	Esquema del experimento	22
Tabla 3-2:	Esquema del ADEVA	24
Tabla 4-2:	Nivel de amenaza de las hormigas según el número promedio de individuos. .	25
Tabla 1-3:	Evaluación de tres insecticidas naturales a base de aceites esenciales: eucalipto, menta y canela para el control de hormigas en las colmenas de abejas de la empresa “Ambamiel”	29
Tabla 2-3:	Costo/colmena tratada de los tratamientos para el control de las hormigas.	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Abeja reina de la colmena	4
Figura 2-1:	Abeja obrera miembro de la colmena.....	5
Figura 3-1:	Zángano miembro de la colmena	5
Figura 4-1:	Anatomía de la hormiga	7
Figura 5-1:	Ciclo biológico de la hormiga	7
Figura 6-1:	Enlace químico del eucaliptol	15
Figura 7-1:	Enlace químico de la pulegona.....	17
Figura 8-1:	Enlace químico de la cinamaldehido.....	19
Figura 1-3:	Mayor acumulación de feromonas en el camino más corto	36

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Peso inicial de las colmenas usadas para la aplicación de aceites esenciales como insecticida.	30
Gráfico 2-3:	Peso final de las colmenas por efecto de la aplicación de aceites esenciales de eucalipto, menta y canela como insecticida.	31
Gráfico 3-3:	Ganancia de peso de las colmenas por efecto de la aplicación de aceites esenciales de eucalipto, menta y canela como insecticida en hormigas.	32
Gráfico 4-3:	Grado de amenaza inicial del número de hormigas caídas/cm ² /día, pertenecientes a las colmenas de la empresa Ambamiel comparado con Gutiérrez y Acuña.	33
Gráfico 5-3:	Determinación final del grado de amenaza según el número de hormigas caídas/cm ² /día, pertenecientes a las colmenas de la empresa Ambamiel comparado con medias de Gutiérrez y Acuña.	34
Gráfico 6-3:	Porcentaje de infestación preaplicación de tratamientos en las colmenas.	35
Gráfico 7-3:	Porcentaje de infestación postaplicación de tratamientos en las colmenas.	35
Gráfico 8-3:	Porcentaje de eficacia de los tratamientos y testigo.	38

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** PESO INICIAL (kg)
- ANEXO B:** PESO FINAL (kg)
- ANEXO C:** GANANCIA DE PESO (kg)
- ANEXO D:** NÚMERO DE HORMIGAS CAÍDAS/cm²/ DÍA PRETRATAMIENTO
- ANEXO E:** NÚMERO DE HORMIGAS CAÍDAS/cm²/ DÍA POSTRATAMIENTO
- ANEXO F:** PORCENTAJE DE INFESTACIÓN/cm² PRETRATAMIENTO
- ANEXO G:** PORCENTAJE DE INFESTACIÓN/cm² POSTRATAMIENTO
- ANEXO H:** PORCENTAJE DE EFICACIA
- ANEXO I:** PESAJE DE LAS COLMENAS Y MANTENIMIENTO DE LOS EMBUDOS
- ANEXO J:** DOSIFICACIÓN Y APLICACIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES EN LOS EMBUDOS.

RESUMEN

El objetivo fue evaluar tres insecticidas naturales a base de aceites esenciales para el control de hormigas de las colmenas apícolas de la empresa Ambamiel, ubicado en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato. Se utilizaron 12 colmenas (*Apis mellifera*) de raza italiana; con peso promedio de 17,23 kg; también se manejó 12 bases metálicas de 0,50 por 0,60 cm con embudos. Para el estudio se aplicó el diseño completamente al azar con 3 repeticiones y 12 unidades experimentales. Se evaluó tres métodos aceites esenciales; (T1) eucalipto (*Eucalyptus glubulus*), (T2) menta (*Menta pulegium*) y (T3) canela (*Cinnamomun verum*) para ser comparados con un tratamiento testigo (T0). Los resultados experimentales fueron sometidos a un análisis de varianza (ADEVA) y a la separación de medias mediante Tukey con un nivel de significancia de ($P \leq 0.05$) y para evaluar la ganancia de pesos de los tratamientos se utilizó la separación de medias según Duncan al 5%, reportando que las variables peso inicial, peso final, número de hormigas caídas/cm²/día/pretratamiento, porcentaje de infestación/cm²/pretratamiento, porcentaje de infestación/cm²/postratamiento y porcentaje de eficacia no reportaron diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, mientras que las variables ganancia de peso y número de hormigas caídas/cm²/día/postratamiento mostraron diferencias significativas ($P < 0,05$); los resultados indicaron que el aceite esencial de eucalipto (T1) fue eficaz para el control y eliminación de las hormigas por sus características de repelencia e insecticida, además, de su durabilidad al medio ambiente, obteniendo en el T0 una mayor rentabilidad y un beneficio/costo de 1,19, es decir que por cada dólar invertido se obtendrá una ganancia de 0,19 centavos. Se concluyó que el uso de los aceites esenciales logró controlar vectores dañinos, también influyó positivamente en el desempeño y producción en las colmenas apícolas. Se recomienda utilizar aceites esenciales como métodos naturales de control de vectores y parásitos en el sector apícola.

Palabras clave: <ZOOTECNIA>, <PRODUCCIÓN APÍCOLA>, <SANIDAD APÍCOLA>, <CONTROL DE HORMIGAS> <TRATAMIENTOS>, <ACEITES ESSENCIALES>, <AMBATO (CANTÓN)>.


D.B.R.A.I.
Ing. Crísthian Castillo

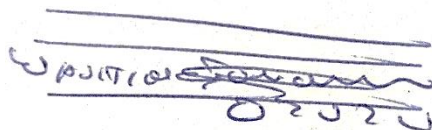


1932-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

The objective was to evaluate natural insecticides based on essential oils to control ants in the bee hives production of the Ambamiel beekeeping farm, located in the Tungurahua Province, Ambato. 12 hives were used (*Apis mellifera*) of Italian breed; with an average weight of 17,23 kg; 12, metallic bases were also used of 0,50 X 0,60 cm with funnels. A totally random designed was applied for the survey with 3 repetitions and 12 experimental units. Three methods of essential oils were evaluated (T1) eucalyptus (*Eucalyptus glubulus*), (T2) mint (*Menta pulegium*) and (T3) cinnamon (*Cinnamomun verum*) to be compared with a control treatment (T0). The experimental results were subdued to a variance analysis (ADEVA) and the separation of the means through Tukey, with a significance level of ($P < 0.05$) and for the evaluation of weight gaining in the treatments, the separation of means according to Duncan at 5%, finding that variables related to initial weight, final weight, number of death ants/cm²/day/pre-treatment, percentage of infestation/ cm²/pre-treatment, percentage of infestation/cm²/post-treatment and efficacy percentage did not report significant differences within the studied treatments. Meanwhile, the following variables weight gain and number of death ants/cm²/day/post-treatment showed significant differences ($P < 0,05$); the results showed that the essential eucalyptus oil (T1) was affective for the control and elimination of ants due to its repellent and insecticidal properties as well as its durability in the environment, obtaining in T0 a higher profitability and a cost-benefit of 1,19. In other words, for each dollar invested there will be a profit of 0, 19 cents. As a conclusion, it was clear that the use of the essential oils managed to control harmful vectors, it also influenced positively in the production and performance of bee hives. It is recommended the use of essential oils as a natural method to control vectors and parasite in the beekeeping sector.

Key words: <ANIMAL HUSBANDRY>, <BEEKEEPING PRODUCTION>, <BEE HEALTH>, <ANTS CONTROL> <TREATMENTS>, < ESSENTIAL OILS>, <AMBATO>.



Lic. Washington Mancero Orozco, Mgs

DOCENTE CARRERA ZOOTECNIA

0601181079-9

1932-DBRA-UTP-2022

INTRODUCCIÓN

La producción apícola contemporánea se encuentra pasando por un problema a nivel mundial y el Ecuador no se encuentra excluido al problema de la patología apícola causada por las hormigas afectando a la abeja melífera propagando enfermedades patógenas y virus, colonias de abejas infestadas que al no ser tratadas mueren o se produce un abandono de la colmena y del apiario, dejando secuelas como el descenso en la polinización en el medio natural, como también la disminución de la producción de miel, polen y otros productos, subproductos de la colmena y se pueden tener ingresos adicionales en la venta de núcleos, colmenas, reinas y alquiler de colmenas para polinización (Moyon, 2013, p.1).

Valega, (2016, p. 30), indica que la producción apícola en el Ecuador cuenta con una ventaja competitiva al poseer únicamente dos estaciones climatológicas (invierno y verano); el invierno y/o la poca floración antes del flujo de néctar, ayudando directamente en la producción agrícola. En el verano la situación es diferente por las condiciones enormemente dóciles de la franja andina del Ecuador razón por lo que los productores apícolas han sentido la necesidad de crear dietas artificiales, la ventaja que representa la alimentación artificial en la apicultura muestra una reducida inversión llegando a ser apenas el 10 % de los costos de producción cosa que en otras especies cuyo valor oscila entre el 60 % - 70 % del costo total de producción.

Los insecticidas se consideran pesticidas que reducen o previenen la reproducción de plagas, optimizando así el crecimiento y el rendimiento de las plantas. Las sustancias cuya composición es de origen puramente químico, además del control de plagas, causan daños a la salud humana y graves daños al medio ambiente, ya que pueden llegar a estar muy contaminadas debido a las altas concentraciones con las que se exponen al medio ambiente (Montaña et al., 2009, p. 183).

Los aceites esenciales de plantas son compuestos aromáticos volátiles, principalmente terpenoides, fenilpropanoides, monoterpenos, sesquiterpenos y alcoholes, estos presentan una amplia gama de actividad insecticida, antimicrobiana y antioxidante, el uso de aceites esenciales de clavo, eucalipto, menta, romero, orégano y canela pueden ser favorables en el apiario. La aplicación de estos productos naturales puede reducir los costos de producción, incentivando a los productores el uso de estos productos (Reyna-Fuentes, 2021, p.114).

Cayuela (2018, párr. 03), señala que el uso de aceites esenciales ha demostrado una buena efectividad en el control de insectos dañinos, respetando el medio ambiente ya que no dejan residuos tóxicos en el suelo ni en el agua ni en los alimentos. Ciertos aceites esenciales han sido apreciados por

sus propiedades repelentes e insecticidas. La propiedad se basa principalmente en el efecto sinérgico de sus ingredientes.

Por los antecedentes expuestos, se plantean los siguientes objetivos: Determinar la eficacia de los aceites esenciales para el control de las hormigas en las colmenas apícolas de la empresa Ambamiel, ubicada en el cantón Ambato de la provincia de Tungurahua. Evaluar el porcentaje de infestación a través de las hormigas muertas recolectadas. Analizar el balance costo de la producción al aplicar los tratamientos de estudio.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Generalidades sobre la *Apis mellifera*

1.1.1. Origen

Según Sibaña, (2015, p.19), Las abejas se aparecieron hace 70 millones de años y progresaron junto con las plantas fanerógamas, por medio de una dependencia simbiótica en la que las primeras obtuvieron todo su alimento y otras sustancias, y las segundas logran su reproducción por medio de la polinización cruzada.

La abeja productora de miel, (*Apis mellifera*) es un insecto social del orden Himenóptera de la clase insecta, que pertenece a la familia Apidae, y se diferencia de otros grupos por poseer glándulas especiales productoras de cera situadas en su abdomen, las que permiten construir los panales en cuyas celdas ovipone la reina, se desarrolla la cría, y se almacena la miel y polen.

Las hormigas son omnipresentes incluso en los ambientes más perturbados, ausentes solo en regiones con glaciares permanentes y cuerpos de agua. Debido a su abundancia, tienen una influencia significativa en muchos hábitats, controlando el crecimiento de la población de otros artrópodos, removiendo y aireando grandes cantidades de suelo en bosques y pastizales, al mismo tiempo que circulan los nutrientes necesarios para otras formas de vida (Octavio et al., 2020, p. 36).

1.1.2. Características de la biología de las abejas

Las abejas son insectos sociales con un alto grado de especialización y organización. Las abejas que descienden de la misma reina se llaman colonia. Su estructura social consta de grupos de abejas con diferentes funciones, llamados “castas” (Vicente, 2016, p.05).

Hay tres castas de abejas en la colmena: reina, obrera y zángano. La abeja reina y obreras son hembras y proceden de huevos fecundados, por lo que son diploides (2n). En cambio, los zánganos son machos y provienen de huevos no fecundados, por lo que son haploides(n) (Vicente, 2016, p.05).

1.1.2.1. *La reina*

Es la figura central de la colonia, la única hembra perfecta y fértil. Se diferencia del resto del por sus 16 mm de longitud y sus alas, que son muy cortas en comparación con el abdomen. Tiene aguijón, pero solo lo usa contra otras reinas (Herrero, 2004, p.05).

La fecundación tiene lugar fuera de la colmena, en lo que se conoce como “vuelo nupcial”, durante el cual parten más tarde un grupo de zánganos, fecundados por los más fuertes y rápidos. Después del apareamiento, vuelve al nido, presumiblemente para nunca volver a salir, llevando de los órganos genitales del zángano al final de su abdomen y con el saco de esperma (saco de esperma) lleno, que contiene de 8 a 12 millones de espermatozoides. A partir de aquí, la reina comienza su misión: poner unos 3.000 huevos al día, y mantener unida al resto de la colmena (Herrero, 2004, p. 05). La abeja reina se observa en la figura 1-1.



Figura 1-1. Abeja reina de la colmena

Fuente: Wild, 2012

1.1.2.2. *Las abejas obreras*

Tomando en consideración sobre las abejas obreras del autor Muñoz, (Herrero, 2004, p. 06), crecen en células normales y forman la población más grande: 70.000 en primavera y alrededor de 20.000 en invierno y realizan muchas funciones. Tan pronto como nacen, actúan como limpiadoras, eliminando los desechos de las celdas, se puede observar a la obrera en la figura 2-1. Al cuarto día, se convierten en nodrizas y alimentan a las larvas y calientan el nido de cría.

Desde el décimo día, la reina es seguida por damas de honor. Actúan entonces como ventiladores, segregando cera, produciendo miel, retirando cuerpos extraños y velando por la seguridad de la colmena.



Figura 2-1. Abeja obrera miembro de la colmena

Fuente: Wild, 2012

1.1.2.3. Los zánganos

De acuerdo con, (Herrero, 2004, p. 07), nacieron de un óvulo no fecundado. En cada colmena, suele haber entre 500 y 1.500, están adaptadas a una doble función: fertilizar a la abeja reina y llevar calor al nido. Su vida útil es corta, de 2 a 3 meses, dependiendo de si hay suficiente néctar o una reina virgen. De lo contrario, serán expulsados de la colmena y cruelmente destruidos, se aprecia en la figura 3-1.



Figura 3-1. Zángano miembro de la colmena

Fuente: Wild, 2012

1.2. Hormigas

Las hormigas de la familia Formicidae son insectos del orden Hymenoptera, grupo en el que también encontramos abejas y avispas; lo que todos tienen en común es tener ganchos en las alas traseras llamados hamulis. Estos ganchos son un rasgo plesiomórfico, es decir, han estado presentes en el grupo desde tiempos ancestrales tempranos.

Sin embargo, no es solo esta característica la que define al grupo, sino también otras características importantes como la alteración de la posición de las glándulas sonares, que surgió como una novedad evolutiva en ancestros más recientes (Escárraga y Guerrero, 2014, p. 01).

1.2.1. Aspectos generales

De acuerdo con Rosero, (2014, p. 04), la hormiga negra u hormiga doméstica es un insecto altamente invasor que se encuentra en la mayor parte del mundo, se encuentra en toda Europa y partes de América del Sur y Asia. Es un insecto membranoso tropical y templado, correspondiente a unas 3500 especies de la familia de los formícidos.

Sus colonias pueden alcanzar un tamaño máximo de alrededor de 15.000 individuos, pero promedian alrededor de 4.000 a 7.000 individuos. La reina puede vivir entre 5 y 12 años. Se encuentran comúnmente en jardines, incluso invaden espacios interiores (Cadart, 1995, p. 420).

Sus hormigueros pueden permanecer bajo tierra o aprovechar las grietas y paredes. Su actividad se desarrolla principalmente en lugares con reservas alimentarias altas (colmenas) donde lo aprovechan para su dieta diaria.

La hormiga obrera busca comida siguiendo vestigios bien precisos alrededor de fuentes de alimentos. Eligen los alimentos dulces, pero también hurtan alimentos con muchas proteínas (Silva, 2013, p. 06).

1.2.1.1. Partes de la hormiga

La cabeza, con los ojos, antenas y aparato bucal (mandíbulas, maxilas, labio). El mesosoma, conjunto de tórax y primer segmento abdominal o propodeo (a veces se le llama también epinoto, aunque es un nombre en desuso) como se puede apreciar en la figura 4-1.

El peciolo, o segundo segmento abdominal, aislado del resto del cuerpo (aunque a veces no demasiado claramente). Este peciolo puede a veces venir acompañado de una tercera constricción entre el tercer y el cuarto segmentos abdominales, estando entonces la cintura formada por dos segmentos, el peciolo y el pos peciolo (Silva, 2013, p. 05).

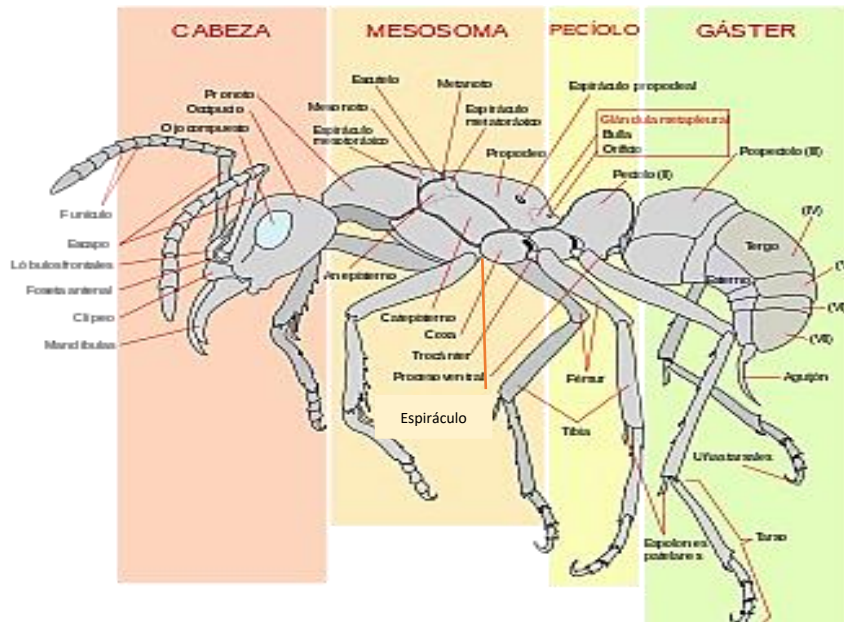


Figura 4-1. Anatomía de la hormiga

Fuente: Rosero, 2014, p. 04

1.2.1.2. Ciclo biológico de la hormiga

La reina fecundada buscará un lugar para poner sus huevos, estos huevos son pequeños y blancos con una superficie pegajosa que los hace fáciles de transportar. Cuando los huevos se convierten en larvas, la abeja reina los alimenta y los cuida. Cuando estas larvas están completamente desarrolladas, tejen un capullo a su alrededor (Pupa) y comienza el período de metamorfosis. Cuando llega el momento, emergen las pupas y las hormigas, que inicialmente son blancas, pero rápidamente se oscurecen y finalmente se vuelven negras, como se ve en la figura 5-1 (Klaus, 2004, p.85, citados en Rosero, 2014, p. 05).

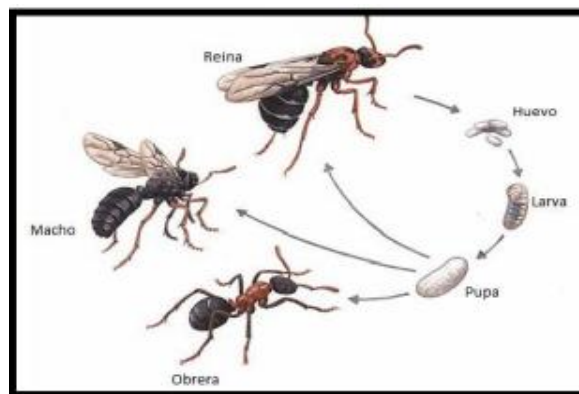


Figura 5-1. Ciclo biológico de la hormiga

Fuente: Rosero, 2014, p. 04

1.2.1.3. Tipo de alimentación de la hormiga

Según Rosero, (2014, p. 07), en general son omnívoros. La gran mayoría de las hormigas consumen una variedad de pequeños insectos que atrapan o mueren, todos desechos orgánicos, así como néctar, miel o agua dulce (mielada). Necesitan una dieta equilibrada de hidratos de carbono y proteínas; En particular, se requieren proteínas para que la abeja reina produzca huevos y para que se desarrollen las larvas.

1.2.1.4. Reproducción de la hormiga

La gran mayoría de las hormigas reinas suelen ser aladas y pierden las alas después del apareamiento. Una vez que emergen del nido tanto las hembras como los machos alados comienzan la búsqueda para la reproducción, esto tiene una duración de 15 días. Se considera a este momento como uno de los más importantes en la colonia, debido a que se trata de su permanencia como especie.

La mayoría de las especies tienen un sistema en el que solo la reina y hembras pueden aparearse. Contrariamente a la creencia popular, algunas especies de hormigas tienen múltiples reinas, mientras que otras pueden sobrevivir sin una reina. Los trabajadores que pueden generar se llaman gamergate (Gallego et al., 2011, p. 39).

1.2.2. Control

Químicamente, la lucha contra las hormigas se realiza con diferentes productos: líquido y polvo seco (pulverización y soplado) a base de clorpirifos y fenitrotión. También se utiliza un cebo granular compuesto por un atrayente y un insecticida cuyo principio activo puede ser sulfluramida o fipronil, que sustituirá al tradicional dodecloro, producto que será prohibido en un futuro muy próximo por su alta toxicidad. El comportamiento de estos insecticidas es efectivo (Cofre, 2012, p.15).

1.3. Insecticida

Un pesticida se considera un compuesto fitoquímico que se usa para matar insectos, generalmente mediante la inhibición de enzimas importantes. El origen etimológico de la palabra insecticida proviene de la palabra latina que literalmente significa matar insectos. Es una especie de desinfectante. Los insecticidas son importantes para el control de plagas en la apicultura o para eliminar todas aquellas nocivas para la salud humana y animal (Rosero, 2014, p.18).

Morishima y Kita, (2010, p. 01), menciona que los productos químicos tienen un efecto inmediato y pueden tratar enfermedades o matar plagas de manera segura y sin mucho esfuerzo. Sin embargo, los productos químicos tienen algunas limitaciones. En el cual, el más importante es la toxicidad, afectando la salud no solo de quienes la usan fumigando sino también de quienes consumen productos agropecuarios.

La aplicación de estas tecnologías químicas a menudo no está respaldada por estudios adecuados de los efectos del uso rutinario de plaguicidas en la estructura y el rendimiento de los sistemas agrícolas. En consecuencia, el uso indiscriminado de pesticidas químicos, en lugar de reducir los problemas de plagas, muchas veces los incrementa, generando serios problemas de producción, ya sea por desequilibrio ecológico o por la aparición de insectos resistentes (Chirinos et al. 2020, p. 03).

La aplicación de insecticidas, incluso dentro de las pautas reglamentarias, puede tener consecuencias ambientales adversas. Estos efectos se ven exacerbados por el uso inapropiado, y hay muchos ejemplos de uso indebido y abuso de plaguicidas (Devine et al. 2008, p. 79).

1.3.1. Origen de los insecticidas

Los primeros compuestos orgánicos son generalmente sustancias derivadas de productos naturales o mezclas de sustancias químicas muy crudas. Se ha demostrado que los extractos de tejidos vegetales triturados son útiles para el control de insectos. Estos extractos se usaban en agricultura antes de que los químicos conocieran su estructura o lograran sintetizar la molécula responsable de la actividad biológica. Entre estos extractos se encuentran los piretroides, rotenoides y nicotinoides, que todavía se obtienen ampliamente a partir de extractos de plantas (Mondragón, 2002, p.02).

1.3.2. Acción de los insecticidas

Los insecticidas pueden actuar sobre una o más etapas del desarrollo de los artrópodos y pueden ser considerados insecticidas, larvicidas e insecticidas respectivamente si eliminan huevos, larvas, larvas o adultos. Los insecticidas pueden ser orales, de contacto, sistémicos y combinados (ingesta de contacto), los cuales pueden entrar en contacto con insectos a través de los alimentos cuando entran en contacto con insectos o vuelan por aire contaminado, generalmente se combinan.

Según Cisneros, (1995, p. 05), para que un insecticida sea mortal para un insecto, debe afectar los sistemas vitales del organismo. Así, por ejemplo, las piretrinas, la nicotina, los plaguicidas organofosforados sintéticos, los carbamatos y los piretroides afectan al sistema nervioso; los tiocianatos afectan el sistema respiratorio; el arsénico destruye la pared intestinal; y los pesticidas

organoclorados afectan los procesos nerviosos axiales. Otros insecticidas modernos afectan la muda o la formación de quitinización del integumento.

1.3.3. Efectos de los insecticidas en el ser humano

Se ha demostrado que la exposición humana a largo plazo a los insecticidas causa indigestión, dolor de cabeza, vómitos, bultos en la piel y dolor en los ojos. También puede causar reacciones alérgicas. Está claro que el uso de pesticidas tiene como objetivo matar a quienes destruyen cultivos y transmiten enfermedades a animales y humanos, pero los organismos que no tienen nada que ver con el daño también se ven afectados, por lo que el impacto de los pesticidas tóxicos generalizados. Considerado un importante problema de salud pública.

1.3.4. Clasificación de los insecticidas

Los insecticidas se pueden clasificar en dos grupos: pesticidas sintéticos y pesticidas naturales o biológicos. Esta clasificación se puede hacer con base en la fuente y el procesamiento obtenido, así como los efectos tóxicos en los seres humanos y el medio ambiente.

1.3.4.1. Insecticidas sintéticos

Los plaguicidas naturales pueden ser de origen biológico, vegetal o mineral. El objetivo común de los tres es destruir o interferir con el comportamiento dañino de la plaga de insectos. Debido a que este propósito cumple con la definición legal de pesticida, todos los productos pesticidas naturales deben cumplir con las reglamentaciones federales y estatales para el registro, venta, transporte, uso, almacenamiento y eliminación (Lacey et al. 2015, p.01).

1.3.4.2. Insecticidas naturales

Los insecticidas a base de extractos de plantas se utilizan para controlar una amplia gama de plagas y son una alternativa para reemplazar o reducir las aplicaciones con pesticidas orgánicos sintéticos. El principio de estos insecticidas se basa en la capacidad de ciertas plantas para producir toxicidad, repeler o inhibir el crecimiento de organismos nocivos, que también pueden afectar la alimentación o inhibir su desove, además de crear una baja toxicidad para los mamíferos y un deterioro más rápido. En el ambiente (Luna et al, 2018, p. 1424).

1.4. Aceites esenciales como insecticida

Las plantas, como organismos que evolucionan con los insectos y microorganismos, pueden desarrollar mecanismos de comunicación debido a la constante presión ambiental y como defensa contra el ataque de insectos, hongos, bacterias, virus y entomopatógenos en la producción, y liberación de sustancias orgánicas como los aceites esenciales (Durán et al, 2020, p.59).

Yang, (2017, p. 137), menciona que muchos aceites esenciales tienen cualidades de toxicidad contra los insectos coleóptera, lepidóptera, hemíptera, díptera, orthoptera phthiraptera y artrópoda isóptera, ya que tienen una serie de métodos de acción, incluida una actividad repelente de insectos. Y antinutritiva, inhibitorio respiratorio, reduciendo el crecimiento y la fertilidad, la destrucción de la cutícula y actividad octopamínica en el sistema nervioso central.

Estos aceites esenciales son una mezcla compleja de varios químicos aromáticos, con una densidad menor que la del agua, solubles en lípidos y solventes orgánicos. Por lo general, se elaboran a partir de metabolitos secundarios de plantas, cuyas concentraciones y composición varían según la especie, los órganos y los métodos de extracción, la temporada de cosecha, las condiciones climáticas y el tipo de suelo (Durán et al, 2020, p.60).

1.4.1. Plantas y su efecto insecticida

Quispe, (2018, p. 52), describe que las plantas bactericidas y repelentes tienen propiedades propias y únicas tales como: astringente (restrictiva, etc.), picante, repulsiva, amarga y químico natural que controla todo el complejo de plagas de las plantas según su raza y dosis (cantidad); es decir, debido a sus propiedades especiales, tienen la capacidad de matar, repeler o reducir las poblaciones de plagas o controlar enfermedades.

1.4.2. Fuente de los aceites esenciales

Los aceites esenciales provienen de las flores, frutas, hojas, raíces, semillas y pieles de vegetales. Por ejemplo, aceite de lavanda extraído de las flores, aceite de pachulí de las hojas y aceite de naranja de la fruta. Los aceites se forman en las partes verdes (que contienen clorofila) de la planta y, a medida que la planta crece, se transportan a otros tejidos, especialmente a los brotes en flor. Se desconoce la función exacta de un aceite esencial en un vegetal; puede ser para atraer insectos para la polinización o para repeler plagas, o puede ser simplemente un mediador metabólico (Silva, 2013, p. 09).

1.4.3. Clasificación de los aceites esenciales

1.4.3.1. Según su consistencia

Según su consistencia, los aceites esenciales se clasifican en esencias líquidas, bálsamos y oleorresinas. Los líquidos son líquidos volátiles a temperatura ambiente. El bálsamo es más viscoso, no volátil y fácil de polimerizar, por ejemplo, Bálsamo de Copaiba, Bálsamo de Perú, Benjuí, Bálsamo de Tolú, Estoraque, etc. Oleorresina, oleosa en forma concentrada y normalmente sustancias líquidas o semisólidas muy viscosas (goma, gutapercha, chicle, balata, oleorresina de pimentón, oleorresina de pimienta negra, oleorresina de clavo, etc.) (Martínez, 2003, p. 1).

1.4.3.2. Según su origen

Según su origen, los aceites esenciales se clasifican en aceites naturales, artificiales y sintéticos. Los naturales se obtienen directamente de fábrica y no sufren transformaciones físicas ni químicas posteriores, debido a los bajos rendimientos son muy caros. Sustancias artificiales obtenidas por procesos de enriquecimiento de una misma esencia con uno o más de sus componentes, por ejemplo, una mezcla de esencias de rosa, geranio y jazmín enriquecido en linalool, o la esencia de anís está enriquecida en el árbol de alfalfa. Los aceites esenciales sintéticos, como su nombre indica, son aceites esenciales creados a partir de una combinación de sus componentes, a menudo derivados de procesos de síntesis química (Martínez, 2003, p. 2).

1.4.3.3. Según el punto de vista químico

Desde un punto de vista químico ya pesar de tener una composición compleja con diferentes clases de sustancias, los aceites esenciales se pueden clasificar según el tipo de sustancia que es su constituyente principal. En consecuencia, los aceites esenciales ricos en monoterpenos se denominan aceites esenciales monoterpenoides (por ejemplo, menta, albahaca, salvia, etc.).

Los ricos en sesquiterpenos son los aceites esenciales sesquiterpenoides (por ejemplo, copaiba, pino, enebro, etc.). Los ricos en fenilpropano son los aceites esenciales fenilpropanoides (por ejemplo, clavo, canela, anís, etc.). Aunque esta clasificación es muy general, es útil para estudiar ciertos aspectos fitoquímicos de los monoterpenos, sesquiterpenos y fenilpropanos (Martínez, 2003, p. 2).

1.4.4. Aplicaciones generales

El consumo industrial de los aceites esenciales es diverso y se utilizan como saborizantes y productos de limpieza. Se utilizan en la producción de champús, licores, cremas, desodorantes e incluso alimentos. La gama de industrias que utilizan aceites esenciales o sus derivados es amplia y variada.

1.4.4.1. Industria fitosanitaria

Cuando los aceites y los hidrolatos (aguas madres) se utilizan para exterminar plagas, se preparan los herbicidas, insecticidas, funguicidas, nematocidas, acaricidas, desodorizantes, desinfectantes, y las mismas categorías se pueden preparar para alejar y controlar plagas (por ejemplo privando su crecimiento) y así se tienen, entre otros los fungistáticos, nematostáticos de origen vegetal que en contraposición con los de origen sintético, presentan muchas ventajas y cada vez tienen más aceptación.

Se usa con mucho éxito la manzanilla para ataques de gota en la papa y el tomate, el ajo y el ají contra la mosca de la papa y los comedores de hojas (Montoya, 2010, pp. 23).

1.4.4.2. Productos de uso veterinario

Alimento para animales, aerosoles y medicamentos y preparaciones antiparásitos.

1.5. Eucalipto (*Eucalyptus globulus*)

1.5.1. Características morfológicas

El eucalipto es un gran árbol; corteza gris; alcanza alturas que pueden superar los 100 metros. Sus hojas son dimórficas, con fuerte olor a cineol; crecen opuestas sobre las ramas jóvenes y luego se alternan y se hacen más pequeñas; color verde; de 10 a 20 cm de largo.

Las flores son grandes, blancas y generalmente crecen solas en las axilas de las hojas. El fruto tiene forma de sombrero de 1,5 a 3 cm de diámetro (Ezequiel, 2015, p. 35).

1.5.2. Clasificación taxonómica

En la tabla 1-1 podemos apreciar la escala taxonómica del eucalipto utilizado para la investigación contra las hormigas en apiarios.

Tabla 1-1: Clasificación taxonómica del eucalipto (*Eucalyptus globulus*)

ESCALA TAXONÓMICA DEL EUCALIPTO	
Reino:	Plantae
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase:	Rosidae
Orden:	Myrtales
Familia:	Myrtaceae
Subfamilia:	Myrtoideae
Tribu:	Eucalypteae
Género:	<i>Eucalyptus</i>
Especie:	<i>Eucalyptus globulus</i>

Fuente: Ezequiel, 2015, p. 34

Realizado por: Núñez, Jonathan, 2022.

1.5.3. Composición química del aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus globulus*)

Granados et al, (2015, p.236), aclara que las especies de eucaliptos son bien conocidas como una fuente rica en aceites esenciales (AE) que, por lo general, se obtienen por medio de vapor o de hidrodestilación.

El ingrediente principal de este aceite es el éter monoterpénico bicíclico 1,3,3-trimetil-2-oxabicyclooctano, comúnmente conocido como eucalyptol o simplemente cineol como se puede observar en la figura 6-1. Además de este cineol, el aceite de eucalipto también incluye pequeñas cantidades de aldehídos volátiles, terpenos, sesquiterpenos, aldehídos aromáticos, alcoholes y fenoles (Quispe, 2018, p. 56).

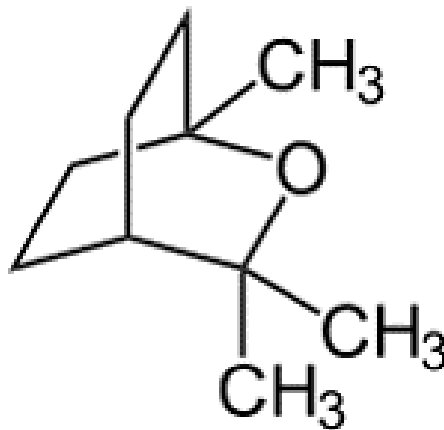


Figura 6-1. Enlace químico del eucalyptol

Fuente: Quispe, 2018, p. 56

1.5.4. Efecto insecticida del eucalipto (*Eucalyptus globulus*)

Regnault-Roger et al, (2004, p.20), demostró que el aceite esencial de *Eucalyptus globulus* tiene actividad adulticida, ovicida y larvicida contra la plaga de grano almacenado *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae).

Los aceites esenciales de *E. globulus* presentan propiedades insecticidas significativas como fumigante y repelente para el control de adultos de *S. zeamais*, esto último se debe a la presencia de 1,8-cineol, compuesto característico del género *Eucalyptus*, siendo un fumigante prometedor, además presenta propiedades antisépticas y bactericidas (González-Guiñez, 2016, p.205).

La toxicidad del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* mostró ser más efectivo sobre hembras adultas de los mosquitos *Anopheles albimanus* (mosquito) (Cárdenas-Castro et al, 2013, p.01).

Según Reyes-Guzmán et al, (2012, p. 385), la fracción volátil de los aceites esenciales de eucalipto, especialmente la de *E. Globulus* ocasionaron una estimulación en la actividad enzimática amilolítica y proteolítica de las progenies de *R. dominica* en trigo, actuando como un insecticida efectivo.

1.6. Menta (*Mentha pulegium*)

1.6.1. Clasificación taxonómica

En la tabla 2-1 podemos apreciar la escala taxonómica de la menta utilizado para la investigación contra las hormigas en apiarios.

Tabla 2-1: Clasificación taxonómica de la menta (*Mentha pulegium*)

ESCALA TAXONÓMICA	
Reino:	Plantae
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	Lamiales
Familia:	Lamiaceae
Subfamilia:	Nepetoideae
Tribu:	Mentheae
Género:	<i>Mentha</i>
Especie:	<i>Mentha pulegium</i>

Fuente: Espinoza, 2021, párr. 15

Realizado por: Núñez, Jonathan, 2022.

1.6.2. Características morfológicas

Según Esteve, (2018, p.79), describe que son perennes, muestran raíces largas y ambiciosas. Tiene un cuerpo cuadrilátero trepador de 5-30 cm de largo. Las hojas son de color verde grisáceo, ovaladas o redondas, de 2 cm de largo. Son opuestas, tienen pecíolos cortos, son más o menos peludos en los lados y todos o solo ligeramente dentados. Las flores son de lirio rosa, púrpura o azul, reunidas en racimos de 10-12, comenzando en el centro del tallo y extendiéndose hasta el final. Cáliz piloso. Semillas muy pequeñas, ovaladas, de color pardo.

1.6.3. Composición química del aceite esencial de menta (*Mentha pulegium*)

El aceite esencia de *M. pulegium* contiene principalmente cetonas como se puede observar en la figura 7-1, destacando entre ellas la pulegona (85-96%), cetonas terpénicas insaturadas, el mayor o menor porcentaje determinará la calidad de la esencia. Otras cetonas presentes en menor concentración son: 1-mentona, d-isomentona, piperitona, piperitenona, isopiperitenona. Además, han sido identificados alcoholes (mentol, 3-octanol, linalol, isomentol, neomentol, neoisomentol); ésteres, como acetato de mentilo, y (alfa y beta-pineno, limoneno, p-cimeno, dipenteno, canfeno).

Afecta la relación de cada componente con el estado de crecimiento del árbol, así como los factores climáticos y ecológicos (Morales, 2019, p. 15).

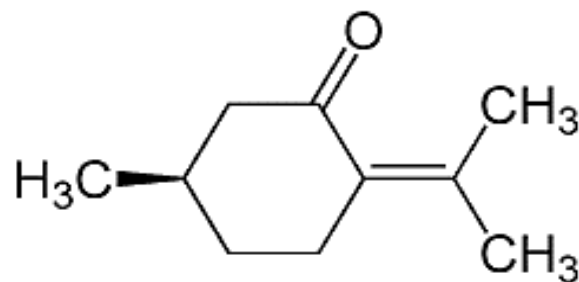


Figura 7-1. Enlace químico de la pulegona

Fuente: Torossi, 2021, p. 05

1.6.4. Efecto insecticida del aceite esencial de menta (*Mentha pulegium*)

Los estudios han evaluado los efectos insecticidas de los aceites esenciales sobre gorgojos del género *Sitophilus*, donde se han probado aceites aromáticos y medicinales; la eficacia insecticida se determinó mediante el porcentaje de mortalidad a las 24 y 48 horas de exposición. Se encontró que varios extractos eran tóxicos para esta plaga, sin embargo, la mayor actividad se atribuyó al aceite esencial de *M. pulegium* (100% de mortalidad) (Lamiri et al, 2001, p. 101).

Además del efecto insecticida del aceite esencial sobre los gorgojos del género *Sitophilus*, la actividad insecticida de los polvos vegetales *C. citratus*, *D. stramonium*, *H. verticillata* y *M. pulegium* también ha demostrado ser un método alternativo para el control gorgojos del maíz en cereales almacenados. La selección del gorgojo del maíz estuvo influenciada por la harina vegetal derivada de las hojas de *C. citratus*, *D. stramonium* y *M. pulegium*, que actuó como repelente en todas las concentraciones probadas (Morales, 2019, p. 16).

El AE de la menta tiene como componente principal pulegona. Al evaluarse la actividad de este aceite mediante ensayos de fumigación sobre *Culex pipiens*, se observaron porcentajes de mortalidad máximos (Al-Sarar, 2014, p. 821).

Los altos valores de mortalidad que encontramos generados por pulegona coinciden con los hallados por Rossi y Palacios, (2015, p. 137), para *Musca domestica*. La aplicación de polvo vegetal *M. pulegium* a *S. zeamais* a 0.03 (p/p) de concentración de mostró datos de mortalidad del 30%, por otro lado, utilizando la concentración de a 0.0 (p/p) se pudo registrar más del 0% a los 10 días se observó un aumento significativo a los 15 días, mostrando una mortalidad de 63,33 y 81,67%, respectivamente (Morales, 2019, p. 16).

1.7. Canela (*Cinnamomum verum*)

1.7.1. Características morfológicas

Es un árbol de unos 10 m de alto, se presenta bien ramificado, de hojas opuestas, lanceoladas de 10, 20 cm de largo, obtusas o ligeramente agudas, flores sedosas, pequeñas de una coloración blanco amarillentas, las cuales se encuentran agrupadas en panículas, generalmente se presentan más largas que las hojas. Las hojas se presentan de una coloración verde oscura cuando el árbol alcanza su madurez (Aizaga, 2017, p. 11).

Su corteza se caracteriza por ser rugosa, gruesa, de una coloración marrón rojiza, la cual es desprendida de la planta en forma de tiras con una longitud de 50 cm de largo, para posteriormente ser desecadas, además posee el uno por ciento de aceite volátil, del que un cincuenta y cinco a setenta y cinco por ciento corresponde a aldehído cinámico, sin olvidar que la canela presenta un olor y sabor característico (Aizaga, 2017, p. 11).

1.7.2. Clasificación taxonómica

En la tabla 2-1 podemos apreciar la escala taxonómica de la canela utilizado para la investigación contra las hormigas en apiarios.

Tabla 3-1: Clasificación taxonómica de la canela (*Cinnamomum verum*)

ESCALA TAXONÓMICA	
Reino:	Plantae
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	Lurales
Familia:	Lauraceae
Género:	<i>Cinnamomum</i>
Especie:	<i>Cinnamomum verum</i>

Fuente: Alvarado, 2019, p. 12

Realizado por: Núñez, Jonathan, 2022.

1.7.3. Composición química del aceite esencial de canela (*Cinnamomum verum*)

El extracto de canela es un insecticida y repelente de ácaros del polvo, y previene el crecimiento de hongos y bacterias. Contiene sustancias naturales, cinamaldehído y ácido cinámico que son letales, repelentes y reductoras de la alimentación de insectos, se puede observar el enlace químico en la figura 8-1. Estimulan el sistema nervioso provocando el enmascaramiento de feromonas involucradas en el apareamiento (Huerta, 2018, párr. 03).

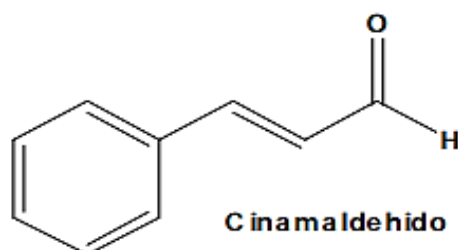


Figura 8-1. Enlace químico de la cinamaldehido

Fuente: Carretero, 2009, p.01

1.7.4. Efecto insecticida del aceite de canela (*Cinnamomum verum*)

Silva-Espinoza et al, (2013, p. 217), mostraron que los aceites esenciales de canela poseen actividad antimicrobiana, insecticida, acaricida, antioxidante y antimutagénica, otra función del aceite de la canela es la de inducir a la apoptosis, esto a su vez genera la consecuente necrosis a través de un mecanismo, que interfiere con la función mitocondrial de las células.

Se han realizado diversos estudios sobre el extracto de canela como agente insecticida, algunos resultados en el control de *Bactericera cockerelli* (Suc) mostrando su efectividad en el control de adultos hasta en un 80 % y un 85 % en la reducción de pupas, lo que resultó eficaz como opción para el control de esta plaga. En el control del gorgojo del maíz, *S. zeamays* mostró una tasa de mortalidad de adultos del 55 %, un resultado prometedor para el control de los gorgojos en los granos de maíz almacenados (Huerta, 2018, párr. 06).

Suarez y Matallana, (2019, p.80), mencionan que el efecto insecticida del aceite esencial de *Cinnamomum verum* sobre adultos de la especie *Musca domestica* durante la primera hora de registro se registró una alta mortalidad, concluyendo que el extracto acuoso de *C. verum* presenta características tóxicas agudas para los adultos de *M. domestica*.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Localización y duración de la investigación

La investigación se realizó en la empresa apícola “Ambamiel”, en su fase de campo fue desarrollada en la unidad de producción Montalvo ubicada geográficamente en las coordenadas con latitud: 1°19'33.95" S y longitud 78°36'39.42"O, perteneciente a la provincia de Tungurahua, ubicada en la parte sur del cantón Ambato, parroquia Montalvo y sus límites son: Norte: Caserío San José de Totoras, Sur: Cantón Cevallos, Este: Parroquia Totoras, Oeste: Caserío San Francisco.

Las condiciones meteorológicas de la zona se dan a conocer en la (Tabla 1-2).

Tabla 1-2: Condiciones meteorológicas de la parroquia Montalvo

Parámetros	Valores Promedio
Altitud m.s.n.m	2798
Temperatura °C	5 a 20
Precipitación, mm/año	100-500
Extensión Territorial, Ha	156,38
Superficie total, cantón	16 %

Fuente: Navarro, 2014, p. 05

Realizado por: Núñez, Jonathan, 2020.

2.2. Unidades experimentales

Para la realización de la presente investigación el tamaño de la unidad experimental fue de 1 colmena. Se utilizó un total de 12 colmenas de la empresa Ambamiel con un peso promedio de 17,23 kilogramos.

2.3. Materiales, Equipos e Instalaciones

Los materiales, equipos e instalaciones que se utilizaron en la presente investigación se describen a continuación:

2.3.1. *Materiales*

- 12 colmenas de abejas
- Espátula
- Ahumador
- 3 correas
- Lupa
- 12 soportes metálicos
- 72 embudos
- 3 esponjas
- 3 goteros
- Estilete
- 10 tubos de silicona
- Aceite de eucalipto
- Aceite de menta
- Aceite de canela
- Libreta de apuntes.
- Esferos, lápices y marcadores
- Overol.
- Botas
- Recipiente de plástico

2.3.2. *Equipos*

- Cámara fotográfica
- Computadora
- Balanza de resorte

2.3.3. *Instalaciones*

- Bodega de almacenamiento de equipos y materiales.
- Unidad de producción apícola Montalvo.

2.4. Tratamiento y diseño experimental

Se evaluó en presente trabajo experimental la efectividad de 3 aceites esenciales (eucalipto, menta y canela) como tratamiento contra las hormigas en colmenas apícolas, los mismos que fueron comparados con un tratamiento testigo, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con 3 repeticiones por tratamiento.

Los tratamientos fueron:

T0: Tratamiento testigo

T1: Aceite esencial de eucalipto

T2: Aceite esencial de menta

T3: Aceite esencial de canela

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = u + t_i + E_{ij}$$

Y_i = Valor del parámetro en determinación

u = Media general

t_i = Efecto de los tratamientos

E_{ij} = Efecto del error experimental

2.4.1. Esquema del experimento

En la tabla 2-2 se detalla el esquema del experimento que se utilizó en la investigación.

Tabla 2-2: Esquema del experimento

Tratamientos	Código	Repeticiones	T.U.E	Rep./Trat.
Testigo	T0	3	1	3
Aceite esencial de eucalipto	T1	3	1	3
Aceite esencial de menta	T2	3	1	3
Aceite esencial de canela	T3	3	1	3
TOTAL				12

T.U.E = Tamaño de la unidad experimental.

Realizado por: Núñez Jordán, Jonathan, 2022.

2.5. Mediciones experimentales

Las variables que se tomaron en consideración en el proceso experimental se indican a continuación:

2.5.1. *Peso*

- Peso inicial, kg
- Peso final, kg

2.5.2. *Ganancia de peso (kg)*

2.5.3. *Cantidad de hormigas*

- Conteo de hormigas inicial /cm²
- Conteo de hormigas final /cm²

2.5.4. *Infestación*

- Nivel de infestación inicial, %
- Nivel de infestación final, %

2.5.5. *Económicos*

- Beneficio/costo (\$)

2.6. Análisis estadístico

Los resultados experimentales que se obtengan serán sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de Varianza (ADEVA)
- Separación de medias de los tratamientos a base de la prueba de Tukey ($P \leq 0,01$ y $\leq 0,05$) de significancia.

2.6.1. *Esquema del Análisis de Varianza*

El esquema del ADEVA se da a conocer en la (Tabla 3-2).

Tabla 3-2: Esquema del ADEVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	11
Tratamientos	3
Error experimental	8

Realizado por: Núñez Jordán, Jonathan, 2022.

2.7. Metodología de la evaluación

La metodología de la evaluación del trabajo experimental se realizó de la siguiente manera:

2.7.1. *Peso de la colmena*

Este peso corresponde al peso de abejas adultas, cría, producción de miel, polen, propóleos ya que anteriormente se tomará un peso referencial de los materiales de la colmena como:

- Alza completa + 10 marcos con cera extendida
- ½ Alza + 9 marcos con cera extendida
- Base de la colmena – Peso material colmena

2.7.1.1. *Peso inicial*

Se registro durante 6 días los pesos de las colmenas que serán usados respectivamente en cada tratamiento antes del experimento y a la final sacando un promedio durante esos días. El peso inicial se realizó con ayuda de una balanza al inicio de la investigación, cuya actividad se aplicó a todas las colmenas en estudio, los datos obtenidos fueron anotados para su posterior tabulación.

2.7.1.2. *Peso final*

El peso final de las colmenas se fue obteniendo cada 15 días desde la primera aplicación de los aceites esenciales, al final se sacó un promedio durante esos días y los datos obtenidos se registraron, para su posterior tabulación y análisis.

2.7.2. *Ganancia de peso*

Se calculará mediante la diferencia entre el peso final y el peso inicial de las colmenas, respectivamente de cada tratamiento y repetición.

2.7.3. Hormigas muertas/cm²/día

Se registrará la caída de las hormigas pretratamiento sobre un envase (70 x 70 cm) con agua, colocada sobre la base de la colmena y para el registro de caída de las hormigas postratamiento se hará el conteo en el área del embudo inferior (148cm²), una vez obtenida los datos sacamos el promedio de caída de la hormiga por día, con el cual se logra determinar una estimación de la población de hormigas en la colmena.

2.7.3.1. Grado de amenaza

Según Novoa et al, (2005; citado por Gutiérrez y Acuña, 2014, p. 218), los cambios de actividad de las hormigas no solamente se encuentran ligados al fotoperiodo, sino también a las ofertas de alimento presentes en su entorno con la que se encuentra relacionada, presentando mayores números de individuos en el lugar.

Gutiérrez y Acuña, (2014, p.222), clasifica a las hormigas según el grado de amenaza comparando con un individuo en estudio. El grado de amenaza baja se encuentra entre 0 a 4, seguido de un grado de amenaza media entre 5 y 12 y por último al grado de amenaza alta con valores superiores a 12 hormigas promedio, como se reporta en la tabla 4-2.

Tabla 4-2: Nivel de amenaza de las hormigas según el número promedio de individuos.

Número promedio de individuos	Grado de amenaza
0 - 4	Baja
5 - 12	Media
> 12	Alta

Fuente: Gutiérrez y Acuña, 2014, p. 219

Realizado por: Núñez Jordán, Jonathan, 2022

2.7.4. Porcentaje de infestación de hormigas

Se preparan dos embudos (diámetro de 5 cm) de forma invertida, por cada pata del soporte metálico; uno ayudando a evitar los rayos solares y la otra conteniendo el aceite, en el cual se

colocará el aceite esencial sobre la esponja. Se observará el número de hormigas muertas en el embudo. La fórmula para evaluar el porcentaje de infestación es la siguiente:

$$\% \text{ De infestación de hormigas} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de hormigas promedio por colmena}}{\text{N}^\circ \text{ de hormigas totales}} \times 100$$

2.7.5. Eficacia de los tratamientos

Se determina mediante los datos de % infestación de la hormiga post aplicación de los tratamientos. Mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Eficacia} = \frac{\% \text{ de infestación inicial} - \% \text{ de infestación final}}{\% \text{ de infestación inicial}} \times 100$$

2.7.6. Análisis económico

Se determinó mediante el indicador económico Beneficio/Costo:

$$B/C = \frac{\text{Ingresos totales (Dólares)}}{\text{Egresos totales (Dólares)}}$$

2.8. Procedimiento experimental

Las actividades de campo que se realizaron en siguiente trabajo experimental se detallan a continuación:

2.8.1. Programa sanitario

El plan sanitario en esta investigación estuvo enfocado principalmente para el control, prevención y erradicación de las hormigas que afectan a los diferentes sistemas de producción apícola, además de reforzar las medidas de manejo y diagnóstico para disminuir los factores de riesgo que afectan la sanidad de las abejas. Se hacía una inspección a cada colmena por lo menos cada 15 días. El objetivo de la revisión es asegurarnos del estado de la colmena y evaluación de la infestación.

2.8.1.1. Programa de control de parásitos

Se implementó un sistema de control de parásitos mediante registros, teniendo en cuenta los componentes tóxicos, ambiental, de manejo, prevención y tratamiento, como una herramienta de salubridad que mejore el desempeño apícola facilitando la expresión de su potencial productivo.

2.8.1.2. *Bioseguridad del apiario*

Se realizó una serie de actividades con el objeto de evitar el ingreso y/o desarrollo de agentes patógenos que causan las enfermedades e infestaciones a la colmena. A continuación, se indican las actividades realizadas:

Vestimenta: se utilizó el overol enterizo junto con el velo y las botas de colores claros (apreciable para las abejas), además antes del ingreso a la explotación existía un pediluvio para la desinfección de las botas y un aspersor para el traje.

Entorno al apiario: se mantuvo el suelo de la instalación del apiario libre de residuos y malezas que obstruyan la piquera, también evitando el contacto con la colmena y posibles riesgos de propagación de incendios. Esto permitió visualizar las hormigas que circulaban por la zona.

Cerco: se cambiaron los pilones deteriorados (apolillados) por unos nuevos y además se pintaron, logrando evitar el daño de nuestras colmenas por las polillas.

Desinfección y resguardo del material usado: El material apícola fue desinfectado previo a ser guardado en las bodegas, también se incineró los marcos viejos que presente cría o escamas muertas para disminuir los riesgos de transmisión de enfermedades.

2.8.2. *Actividades de campo*

2.8.2.1. *Manejo de colmenas*

Para el inicio del trabajo de campo se procedió a la selección e identificación de las colmenas pertenecientes a la empresa Ambamiel, las cuales fueron identificadas con una numeración. Del total de colmenas se seleccionaron 12, tres colmenas utilizadas para el tratamiento testigo (T0), tres para el tratamiento de eucalipto (T1), tres para el tratamiento de menta y finalmente tres colmenas para el tratamiento de canela (T3); se procedió a la preparación de las colmenas (instalación de bases metálicas nuevas) para la obtención de datos iniciales y finales de peso, conteo de número de hormigas y de igual manera la posible aplicación de los tratamientos evaluados.

2.8.3. *Aplicación de tratamientos*

Una vez que concluida la preparación de las colmenas, se procedió a la aplicación de los diferentes tratamientos (menos el testigo), estos fueron aplicados en los embudos localizados en la parte superior de las patas de las bases metálicas. Se aplicó a las unidades experimentales un total de seis dosis, con intervalos de 15 días. Se señalizó a cada colmena por tratamiento de los siguientes colores: Blanco el testigo, verde el aceite de eucalipto, celeste el aceite de menta y café el aceite de canela.

2.8.3.1. Testigo

No se aplicó ningún tratamiento, estos fueron evaluados cada quince días al igual que el resto de los tratamientos, ya que todas las colmenas serán manejadas en las mismas condiciones sanitarias.

2.8.3.2. Manejo de aceites esenciales

Para la aplicación de los aceites esenciales matando a las hormigas eficazmente se empleará un método innovador utilizando dos embudos de forma invertida (parte ancha), uno que contenga el aceite esencial y el otro que cubra de la lluvia y la radiación solar evitando que se pierda durante el día, según Rozman et. al (2006; citado en López, 2008, p. 193), la cantidad utilizada de aceite puede ser de 7,2 a 15 ml para su efectividad insecticida, optando por 10 ml de aceite en cada pata de la estructura (4 patas).

La aplicación de los aceites se realizó de la siguiente forma:

1. Como primer punto se debe prepara la zona del experimento, limpiando las malezas y cambiando las bases de las colmenas por bases metálicas.
2. En la parte superior de cada pata se colocarán de forma invertida los embudos, el embudo inferior contara con una esponja para mantener más tiempo el aceite esencial.
3. Después se pegarán los embudos con silicona.
4. Luego se coloca con un gotero los 10 ml de aceite en cada base del embudo ubicada en cada pata de las bases de las colmenas.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

3.1. Evaluación de los tres insecticidas naturales a base de aceites esenciales para el control de hormigas en las colmenas de abejas.

Tabla 1-3: Evaluación de tres insecticidas naturales a base de aceites esenciales: eucalipto, menta y canela para el control de hormigas en las colmenas de abejas de la empresa “Ambamiel”.

Variables	Testigo (T0)	Ac. Eucalipto (T1)	Ac. Menta (T2)	Ac. Canela (T3)	E.E.	Prob	Sig
Peso inicial (kg)	18,75 a	16,56 a	16,82 a	16,78 a	-	-	-
Peso final (kg)	16,16 a	17,86 a	17,81 a	17,81 a	1,44	0,8	ns
Ganancia de peso (kg)	-	1,25 a	0,99 b	1,03 b	0,24	0,02	*
N° hormigas caídas/cm ² / día pretratamiento	11,00 a	9,0 a	7,67 a	7,33 a	1,43	0,32	ns
N° hormigas caídas/cm ² / día postratamiento	7,67 a	0,67 b	2,33 b	4,67 b	1,54	0,05	*
% infestación/cm ² pretratamiento.	1,35 a	1,31 a	1,19 a	1,19 a	0,08	0,38	ns
% infestación/cm ² postratamiento.	1,19 a	1,19 a	1,22 a	1,23 a	0,03	0,6	ns
% Eficacia	2,72 a	24,47 a	3,15 a	2,99 a	3,03	0,15	ns

Prob: Probabilidad

E.E: Error estándar

Prob. >0,05: no existen diferencias estadísticas.

Prob. <0,05: existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas. Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

Sig: Significancia

Realizado por: Núñez Jordán, Jonathan, 2022

3.1.1. *Peso inicial, kg.*

Para la investigación se trabajaron con unidades experimentales homogéneas con pesos de 18,75; 16,56; 16,82 y 16,78 kg, para las colmenas pertenecientes a los tratamientos testigo, aceite de eucalipto, aceite de menta y aceite de canela respectivamente, puesto que ello permitirá observar si existe cambio significativo o no, por efecto de los tipos de aceites esenciales en el manejo de la producción apícola, como se reporta en la tabla 1-3 y en el gráfico 1-3.

Nazareno, (2007; citado por Buñay, 2018, p.27), reporta que los enjambres de colmenas pesaron 4,04 kg, y 5,67 kg en la fase de producción. Buñay, (2018, p.27) trabajó con un peso promedio de 17,23 kg en las colmenas, siendo estos datos similares a los de la presente investigación quizás esto se deba al número de miembros de los enjambres, considerando que la producción de miel es de suma importancia.

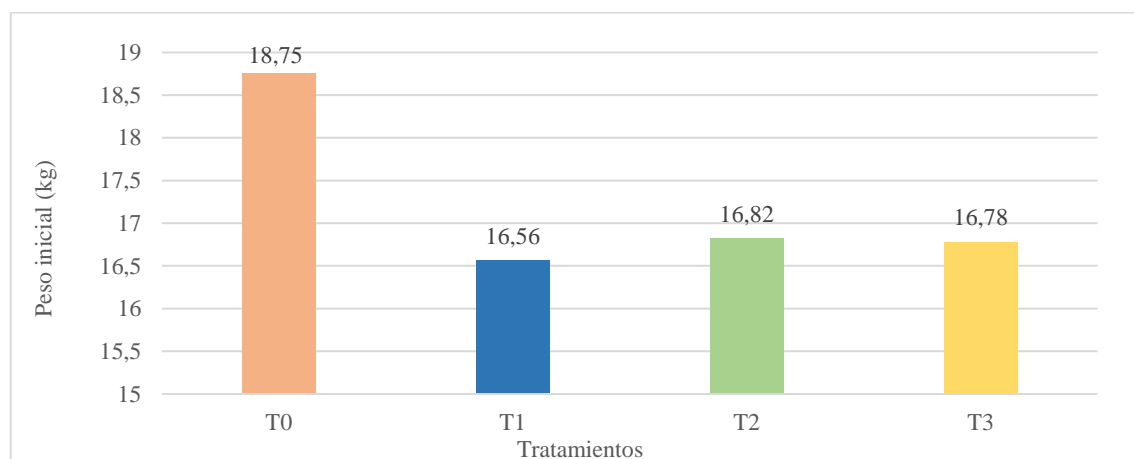


Gráfico 1-3: Peso inicial de las colmenas usadas para la aplicación de aceites esenciales como insecticida.

Realizado por: Núñez Jordán, Jonathan, 2022

3.1.2. *Peso final, kg.*

El peso final de las colmenas por efecto de los diferentes aceites esenciales no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), sin embargo, numéricamente, el peso final más alto se registró en el aceite de eucalipto (T1) con un peso promedio de 17,81kg ,teniendo un incremento de 1,25 kg en 10 semanas, indicando que la presencia de hormigas fue mínima, continuando con las colmenas tratadas con aceite de menta (T2) con 17, 81 kg, posteriormente están las colmenas aplicadas con el aceite de canela (T3) registrando 17,81 kg y por último las colmenas del grupo control (T0) con 16,16 kg indicando el peor resultado, se puede ver en el gráfico 2-3, Verde, (2013 p.24) menciona que un animal o una población animal están sanos cuando demuestra su máximo

potencial productivo en respuesta a las condiciones de bienestar que se les crean, caso contrario al tener ambientes inadecuadas el potencial de la producción disminuye, esto significa que al estar sometidas las abejas por la invasión constante de las hormigas hubo una descoordinación total de las actividades dentro de las colmenas y concentrando sus funciones en atacar y proteger a la colonia.

Aclara Fernández, (2003, p.100), que las hormigas tienen potentes mandíbulas para apoderarse de la presa o del enemigo, pero desprovistas de dientes para masticar, inclinándose por una alimentación exclusivamente líquida, llegando a consumir un aproximado de 0,67 ml de alimento por hormiga, siendo el máximo que puede expandirse su abdomen, al adquirir el alimento envían exploradoras hacia sus alrededores, reclutando rápidamente nuevas obreras a nuevas fuentes de alimento o al mismo punto.

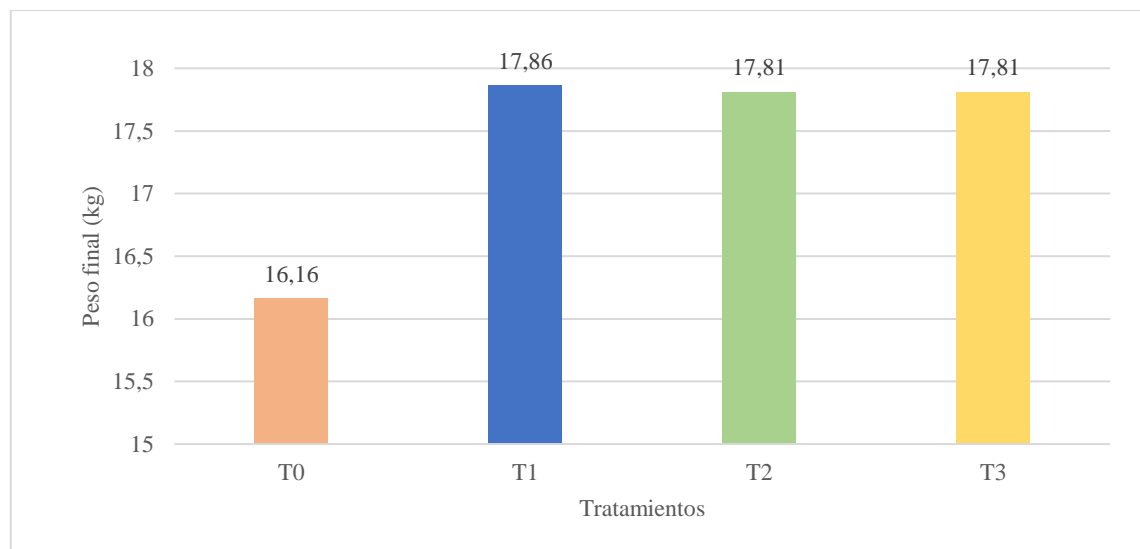


Gráfico 2-3: Peso final de las colmenas por efecto de la aplicación de aceites esenciales de eucalipto, menta y canela como insecticida.

Realizado por: Núñez Jordán, Jonathan, 2022

3.1.3. *Ganancia de peso, kg*

Los resultados experimentales para la ganancia de peso por efecto de diferentes aceites esenciales en las colmenas no presento diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los tratamientos; permitiendo registrar una ganancia de peso de 1,25 kg al utilizar el aceite esencial de eucalipto (T1) valor que supera al resto de tratamientos, principalmente con el testigo (T0) con el cual no se obtuvo ningún incremento, se puede observar en el gráfico 3-3, mientras que Cueto y Estévez, (2020, p. 12), presentaron un incremento de pesos en los tratamientos con el aceite de eucalipto, ganando en promedio 1.010 kg al final de las 4 semanas, siendo esto 0.45 kg más que en el

tratamiento con naranja agria el cual obtuvo un incremento de peso al final de las 4 semanas de 0.56 kg, ver gráfico 3-3.

Cada abeja obrera libará el néctar de 560 flores al día aproximadamente, en números redondos la producción de 4ml de miel se requiere de un intenso e imparable trabajo de 10 abejas obreras aclara Mcgregor, (1996, p. 934), por lo tanto las abejas al enfocarse en la protección de la colmena la tasa de producción de miel decae drásticamente, además, Valega, (2022, párr.10) señala que una reina deficiente libera menos feromonas y la falta de ellas indica a los enemigos que esa colonia es débil, con pocas defensas, que hace que los depredadores estén al asecho, (polilla, algunas hormigas, incluso las abejas para pillar o saquear).

El ingreso de parásitos, enfermedades, depredadores, saqueadores, en la colmena se ve favorecido por el estado de estrés de la reina, según Rahman y Chaundry (1991; citado por Núñez, 2017, p.100), la reina disminuye la postura hasta en un 18% en presencia de estrés, por lo tanto, la ganancia de peso se vio reducida por la infestación de hormigas causando la baja postura, insuficiente recolección de néctar, agotamiento energético y pocas reservas de alimento. Cabe mencionar que en el tratamiento testigo no se presentó ninguna ganancia de peso en las colmenas a causa ausencia de factores de control contra las hormigas, generando una estimulación en la aparición de más hormigas para pillar la miel y hasta larvas de las abejas, también una cantidad alta de abejas muertas a los alrededores.

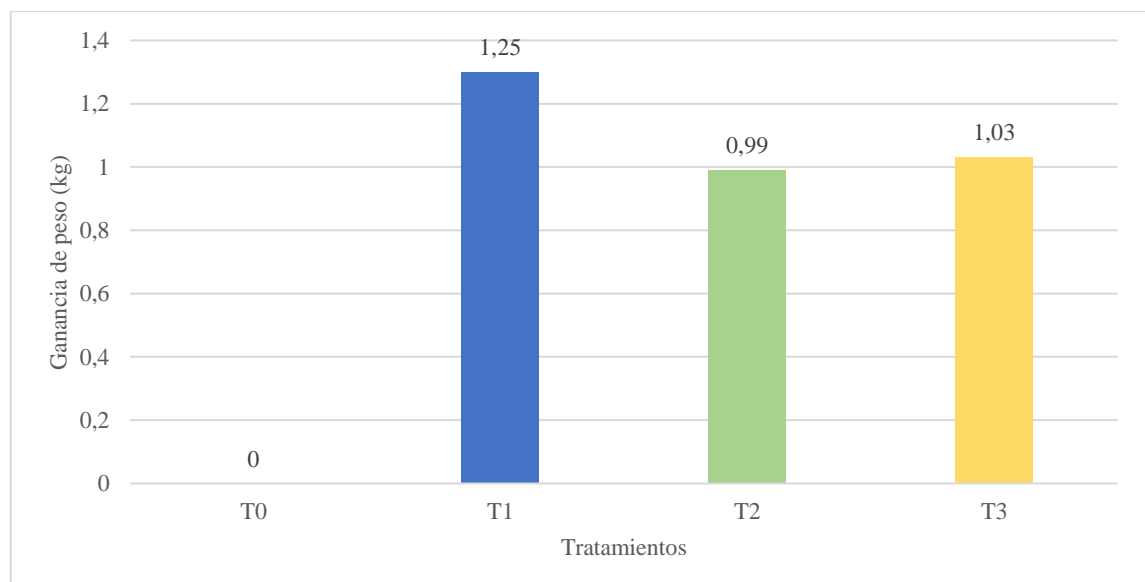


Gráfico 3-3: Ganancia de peso de las colmenas por efecto de la aplicación de aceites esenciales de eucalipto, menta y canela como insecticida en hormigas.

Realizado por: Núñez Jordán, Jonathan, 2022

3.1.4. Número de hormigas caídas/cm²/día pre y postaplicación a los tratamientos.

Al analizar el número de hormigas caídas/cm²/día preaplicación a los tratamientos de las colmenas, no difieren estadísticamente ($P>0,05$), entre las medias de los tratamientos, pero la mayor cantidad de individuos presentes en las colmenas con un promedio general de 8,75 a comparación de Calle y Agudelo, (2016, p.68), descubrió en sus colmenas un promedio de 2 hormigas caídas/día, siendo este un valor menor al de la investigación, además, Ruíz y Benítez, (2018,p.113) colectaron manualmente entre 10-20 individuos/cm² aproximadamente de hormigas en estado presentes en techos y entretapas de colmenas de abejas melíferas.

Las colmenas previo a la aplicación de los aceites de eucalipto, menta y canela presentaron un nivel de infestación media comparado con los datos según Gutiérrez y Acuña, (2014, p. 219), disponiéndose de unidades experimentales homogéneas al inicio del experimento, como se observa el gráfico 4-3.

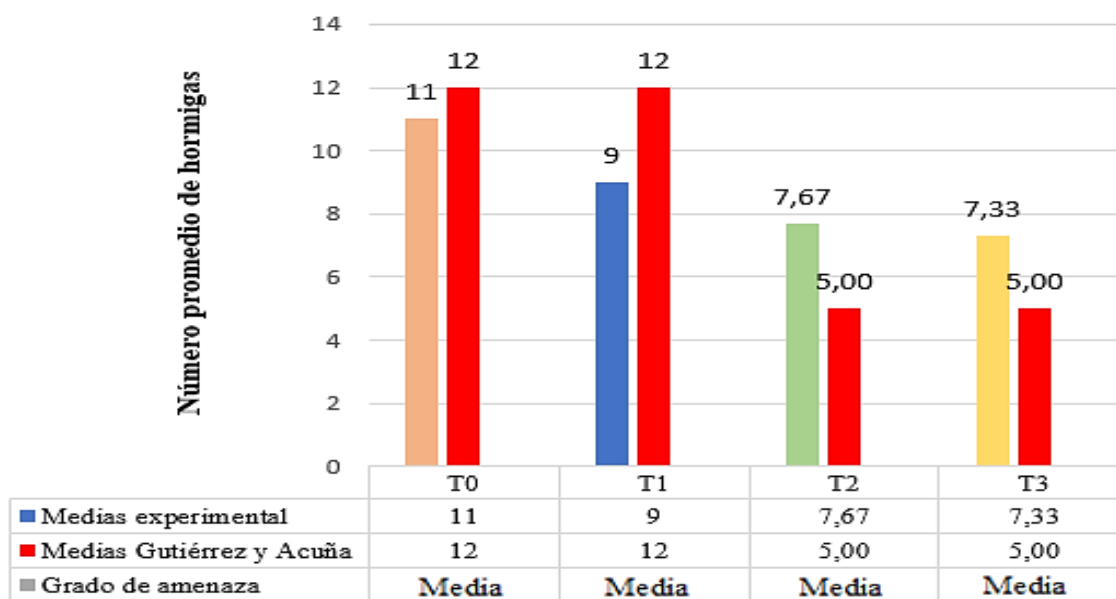


Gráfico 4-3: Grado de amenaza inicial del número de hormigas caídas/cm²/día, pertenecientes a las colmenas de la empresa Ambamiel comparado con Gutiérrez y Acuña.

Fuente: Gutiérrez y Acuña, 2014

Realizado por: Núñez Jordán, Jonathan, 2022

El número de hormigas caídas /cm²/ día postaplicación en los tratamientos presentaron diferencia significativa ($P<0.05$), de esta manera las colmenas sometidas a los tratamientos se pueden observar que presentó el mejor resultado con promedio el aceite de eucalipto (T1) (0,67), seguido del aceite de menta (T2) (2,33), luego el aceite de canela (T3) (4,67) y finalmente el testigo (T0) con 7,67, alcanzado un promedio general de 3,83 hormigas caídas/ cm²/día.

El grado de amenaza para T1 y T2 fue baja y para T0 junto al T3 presento un nivel medio, según Gutiérrez y Acuña, (2014, p. 219), como se reporta en el gráfico 5-3.

Según Montoya, (2010, p. 23), debido a que los aceites esenciales tienen un peso molecular bajo, son absorbidos rápidamente por los espiráculos de las hormigas llegando a su sistema nervioso, alterando su funcionamiento biológico llevándolo a una intoxicación del insecto.

Los aceites esenciales en los últimos años han sido foco de atención por sus propiedades insecticidas, repelentes, atrayentes y antimicrobianas (Li et al, 2015; citado por Fernández, 2018, p. 88).

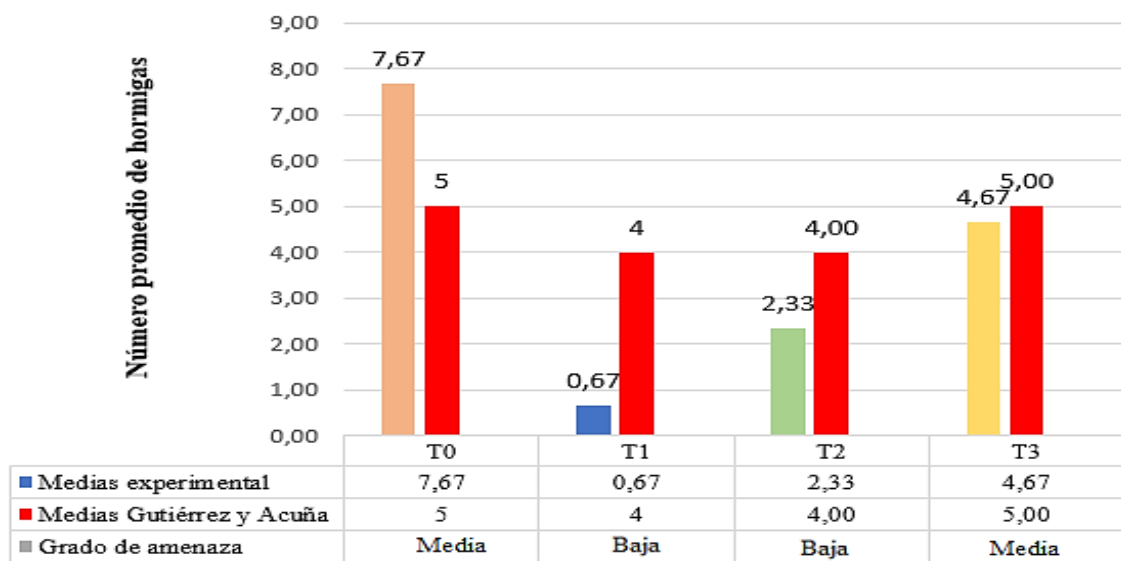


Gráfico 5-3: Grado de amenaza final del número de hormigas caídas/cm²/día, pertenecientes a las colmenas de la empresa Ambamiel comparado con Gutiérrez y Acuña.

Realizado por: Núñez Jordán, Jonathan, 2022

3.1.5. *Porcentaje de infestación de hormigas pre y postaplicación a los tratamientos.*

El % de infestación de hormigas al inicio del presente estudio (preaplicación) fue de 1,35; 1,31, 1,19; 1,19 % para las colmenas que fueron sometidas al control de hormigas mediante los tratamientos Testigo, aceite de eucalipto (T1), aceite de menta (T2) y aceite de canela (T3) respectivamente, alcanzado un promedio general de 1,26 % el cual nos demuestra que las colmenas se encontraban infestadas con hormigas y disponiéndose de unidades experimentales homogéneas al iniciar el experimento, como se observa en el gráfico 6-3.

El grado de infestación se definió con el número de hormigas (contabilizado) que pasan hacia el nido, sobre una zona delimitada durante un minuto, identificando la presencia de nidos activos

(donde las hormigas entraban y salían), según el área ocupada por los nidos con respecto al área total de la zona en cuestión, aclara Montoya, (2006, p. 152).

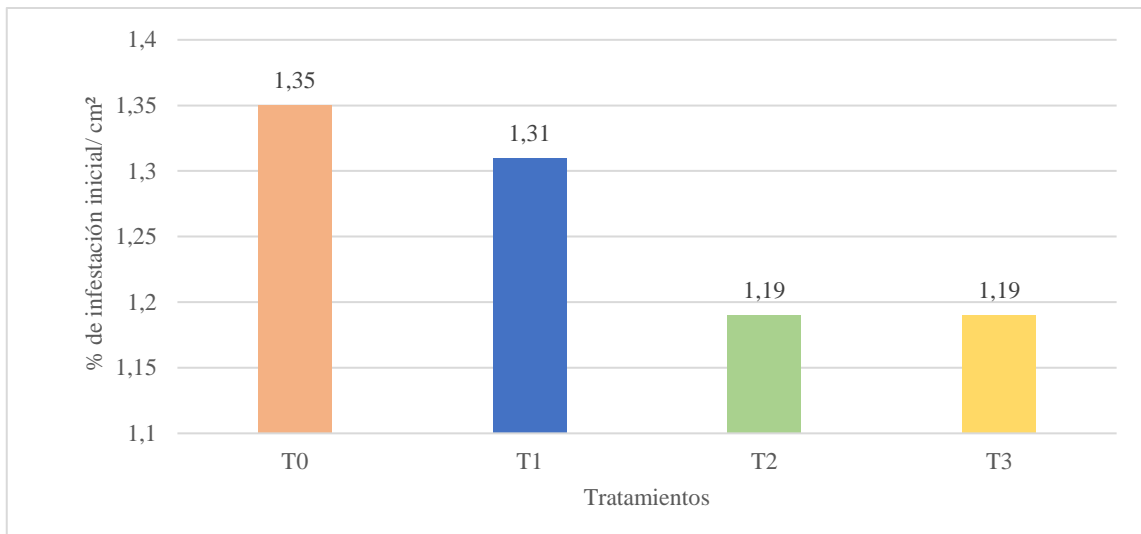


Gráfico 6-3: Porcentaje de infestación preaplicación de tratamientos en las colmenas.

Realizado por: Núñez Jordán, Jonathan, 2022

El % de infestación de hormigas postaplicación de los tratamientos no registraron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) pero si numéricamente como muestra en el gráfico 7-3, de esta manera el tratamiento testigo con un nivel de infestación del 1,19 % junto con el aceite de eucalipto con un 1,19% presentaron menor promedio de infestación de hormigas, seguido por el aceite de menta con un valor de 1,22% y por último el aceite de canela presentando un promedio de invasión de 1,23%.

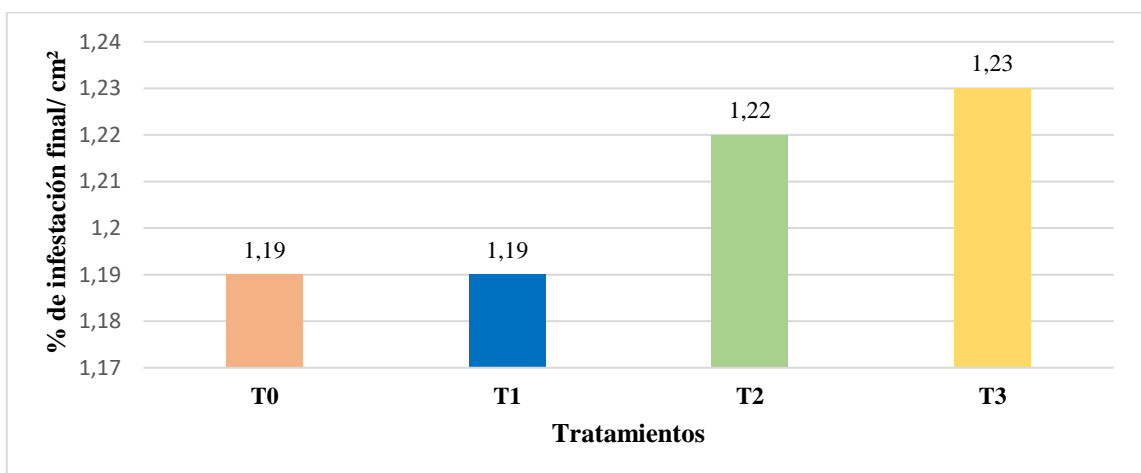


Gráfico 7-3: Porcentaje de infestación postaplicación de tratamientos en las colmenas.

Realizado por: Núñez Jordán, Jonathan, 2022

Calle y Agudelo, (2016, p.31) registraron en sus colmenas una infestación final del 2,32%, siendo este mayor a comparación en las colmenas. Estos insectos cuando están en búsqueda de la comida inicialmente exploran el área alrededor de su nido de una forma aleatoria, tan pronto encuentran fuentes de alimentos, evalúan su cantidad y calidad, y llevan alguna parte de esta comida para su nido, recalca Robles, (2010, p. 84).

Cabe mencionar que los tratamientos testigo tuvieron una infestación menor por la decadencia de miel en la colmena al mermar las abejas, por la invasión y pillaje de las hormigas. Al no disponer de suficiente alimento la colmena como al inicio del experimento, las hormigas se vieron provistos a buscar otras fuentes de alimento más fácil de obtener y más cercanos posibles, por lo que el número de hormigas disminuyeron considerablemente asegura Robles, (2010, p. 85) además que, las nuevas hormigas que entren al sistema de recolección de alimento preferirán escoger el camino más corto puesto que perciben una mayor cantidad de feromona en ése.

Dicho fenómeno se incrementa como un efecto de retroalimentación positiva en el cual todas las hormigas utilizarán el camino más corto, se puede apreciar en la figura 1-3.

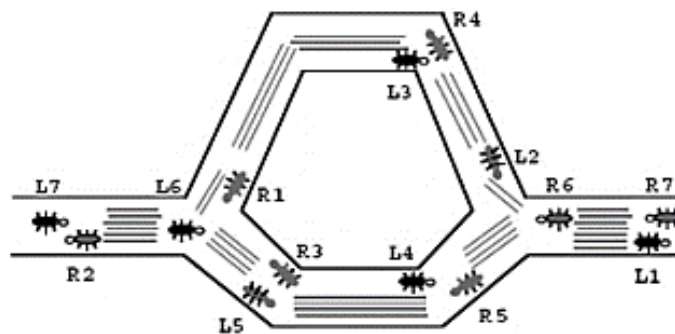


Figura 1-3. Mayor acumulación de feromonas en el camino más corto.

Fuente: Dorigo, 1996, p. 2; citado por Robles, 2010, p. 85

El uso del aceite de eucalipto (T1) se visualizó que fue el mejor tratamiento aplico para el control de las hormigas siendo eficiente tanto como repelente como su acción insecticida. El aceite esencial de Eucalyptus presenta propiedades antisépticas, bactericidas (Mossi et al., 2011; citado por Quispe, 2018, p. 76) e insecticidas (Koul et al., 2008; Pant et al., 2014; citado por Quispe, 2018, p. 76). Esto último se debe a la presencia de 1,8-cineol, compuesto característico del género Eucalyptus, que ha sido considerado como un fumigante prometedor. Vásquez-Luna, (2013; citado por Quispe, 2018, p. 76), describe las biomoléculas con actividad insecticida a los aldehídos (compuestos de cadena lineal saturados o insaturados cuyo grupo funcional carbonilo es el responsable de la actividad

insecticida), los terpenoides que son los principales componentes de los aceites esenciales de vegetales los monoterpenoides, sesquiterpenos (tienen efectos tóxicos y anti-alimentarios).

Los tratamientos con aceite de menta (T2) y canela (T3), no tuvieron el mismo impacto insecticida ni repelente en un largo margen de tiempo contra las hormigas, los resultados no esperados del aceite de menta puede ser la dificultad para asegurar la persistencia en el ambiente, dada su alta volatilidad. Estos resultados indican que, aunque los aceites evaluados tienen una alta actividad insecticida, es necesario realizar evaluaciones con un amplio espectro de dosis y buscar alternativas de formulación que permitan su aplicación como herramientas para el manejo de plagas.

Según Boito, (2018, p. 6630), el aceite canela contiene sustancias naturales (cinnamaldehído y ácido cinámico), que causan mortalidad, repelencia y causan excitación del sistema nervioso provocando un enmascaramiento de las feromonas involucradas en el proceso al guiarse al camino de encuentro con el alimento, pero también menciona que este aceite es susceptible a la degradación por oxidación o degradación térmica, la presencia de compuestos volátiles e insolubles hace muy difícil su uso en formulaciones farmacéuticas.

3.1.6. Eficacia de los tratamientos

El % eficacia de los tratamientos para el control de hormigas no se registraron diferencias significativas ($P < 0,05$), sin embargo, se puede apreciar que el tratamiento con el aceite de eucalipto (T1) presentó los mejores resultados en el control de las hormigas en las colmenas con un 24,47 %, seguido por el aceite de menta (T2) obteniendo un promedio de 3,15%, continuando con el aceite de canela (T3) logrando un 2,99%, y finalmente el testigo (T0) que tuvo 2,72 %, como se ilustra en el gráfico 8-3. Pino et al, (2011, p.55) obtuvo un resultado menor usando otro aceite esencial *P. aduncum* (Matico) teniendo un rendimiento del 0,96%, las diferencias pueden estar dadas, fundamentalmente, por el lugar de recolecta de la muestra, la edad, el estado fenológico de la planta y la variedad empleada para el análisis. En la actualidad, se ha utilizado en forma de cristales y distintos métodos, como tabletas de evaporación, geles, principalmente una sinergia entre combinaciones de AE a base de eucalipto, menta y alcanfor, alcanzan resultados superiores al 90 % de efectividad (Reyna et al, 2021, p.116).

El tratamiento testigo presento eficacia por motivos de migración de las hormigas a otras fuentes de alimento, descartando las colmenas como fuente principal de alimento a causa de un descenso de miel severo, no solo por las hormigas también por las colmenas más fuertes presentes en el experimento siendo estas las que tenían aplicado el tratamiento, además Valega, (2022, párr. 04)

menciona, paradójicamente muchas veces son las colonias fuertes con las reservas más importantes de alimento, las más dispuestas a robar las posesiones de las colonias débiles cuyas guardianas son incapaces de evitar la entrada de las ladronas, atacando oportunamente.

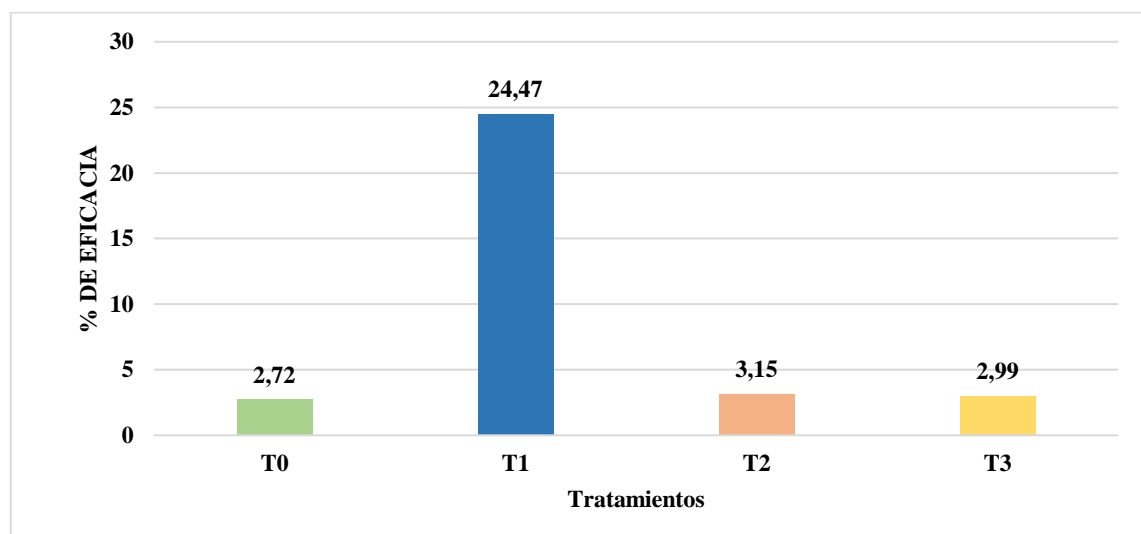


Gráfico 8-3: Porcentaje de eficacia de los tratamientos y testigo.

Realizado por: Núñez Jordán, Jonathan, 2022

3.2. Beneficio/costo

El costo de la tecnología se determinó a partir del costo por aplicación de cada tratamiento, más el costo de la mano de obra y transporte, cabe indicar que estos costos se encuentran divididos para tres colmenas, puesto que se utilizaron tres colmenas por tratamiento (tabla 3-3). Se estableció un menor costo en el testigo (T0) con \$ 94,50 dólares, con un B/C superior de \$ 1,19, significa que por cada dólar invertido se recupera \$0,19 centavos, comparada con el tratamiento de aceite esencial de eucalipto, aunque sea el mejor control contra las hormigas mostró un costo elevado de \$ 197,90, sin balance costo.

La similitud en los costos usada en el tratamiento con el aceite de menta (T2) y el aceite de canela (T3) se debe a que el precio de los aceites son los mismo y los materiales fueron compartidos, además todos los tratamientos fueron dosificados en las mismas proporciones (10 ml).

Tabla 2-3: Costo/colmena tratada de los tratamientos para el control de las hormigas.

Detalles	Unidad	Tratamientos				Total, Costos
		Testigo (T0)	Ac. Eucalipto (T1)	Ac. Menta (T2)	Ac. Canela (T3)	
Espátula	1	2,5	2,5	2,5	2,5	10
Ahumador	2	6,25	6,25	6,25	6,25	25
Correas	3	7,5	7,5	7,5	7,5	30
Balanza	4	2,5	2,5	2,5	2,5	10
Lupa	5	0,75	0,75	0,75	0,75	3
Soportes metálicos	6	75	75	75	75	300
Embudos	7		7,44	7,44	7,44	22,32
Esponja	8		0,33	0,33	0,33	0,99
Gotero	9		2	2	2	6
Tubos de silicona	11		0,5	0,5	0,5	1,5
Aceite de eucalipto	12		52			52
Aceite de menta	13			30		30
Aceite de canela	14				30	30
Mano de obra	15	36,75	41,13	41,13	38,5	157,51
TOTAL DE EGRESOS		94,5	197,9	175,9	173,27	678,32
Venta de miel	16	100	170	155	140	565
Venta de pólen	17	12	27	18	15	72
TOTAL DE INGRESOS		112	197	173	155	637
B/C		1,19	1,00	0,98	0,89	

1: Espátula \$ 10 5: Lupa \$ 3 9: Gotero \$ 2 13: Ac. Menta \$30 por litro 17: Venta de pólen \$ 3 por kg
2: Ahumador \$ 25 6: Soportes metálicos \$ 25 10: Estilete \$0,20 14: Ac. Canela \$30 por litro
3: Correas \$ 7,50 7: Embudos \$ 0,31 11: Tubos de silicona \$ 0,25 15: Mano de obra \$1,75 por hora (90 horas)
4: Balanza \$ 10 8: Esponja \$ 1 12: Ac. Eucalipto \$ 52 por litro 16: Venta de miel \$ 5 por litro

Realizado por: Núñez Jordán, Jonathan, 2022

CONCLUSIONES

- La efectividad de los tratamientos con aceites esenciales, eucalipto (T1), menta (T2) y canela (T3), no presentaron diferencias significativas ($P>0,05$) pero si numéricamente, registrando el mayor porcentaje de eficacia; al aceite esencial de eucalipto (T1) con 24,47%, además generó una ganancia de peso de 1,35 kg, y en este punto si se obtuvo diferencias significativas ($P<0,05$), siendo este el mejor tratamiento entre los demás.
- El porcentaje de infestación postratamiento no mostró diferencias significativas, sin embargo, indicó un descenso de hormigas en las colmenas y un aumento de mortalidad de estas con el aceite esencial de eucalipto (T1), con una disminución de un 0,12% de infestación, a comparación del testigo (T0) que disminuyó la presencia de esta plaga un 0,16% esto se debe a la poca disponibilidad de miel que ya presentaban las colmenas, siendo esto un factor de retirada de los invasores.
- El balance costo del tratamiento testigo (T0) reflejo el mejor indicador de beneficio costo (1,19), pero estos no fueron aplicados con los aceites esenciales, deduciéndose así que por cada dólar invertido existe una rentabilidad de \$0,19 ctvs.

RECOMENDACIONES

- Capacitar a los trabajadores que realicen la toma de datos para los registros de producción, enfermedades y plagas, brindando información más detallada y así ayudar a tomar mejores decisiones para la rápida solución de problemas y que en futuras producciones se puedan tener mejores respuestas técnicas que reduzcan costos y beneficien a la empresa.
- Motivar a los pequeños productores apícolas a utilizar aceites esenciales como métodos naturales de control de vectores y parásitos, evitando el uso de productos químicos que alteren las actividades de las abejas, con el fin de obtener mayor producción y rentabilidad en la apicultura.
- Realizar nuevas investigaciones con otras fuentes de aceites esenciales (romero, ajo, pino) o cualquier otro aceite y establecer los más adecuados para las épocas de abundante producción apícola o floración, siendo la temporada donde incrementan el apareamiento de parásitos, ayudando a mantener la población de abejas a salvo.

GLOSARIO

Acción insecticida: Es la energía de ceder en carantona con el pérfido a través del mantenimiento cuando tocan al pérfido ya vuelan en posición contaminado, lo más habitual, de circunstancia combinada, y que luego tiene como consecuencia su muerte (Quispe, 2018, p. 51).

Espiráculo: El aparato respiratorio de los insectos introduce gases respiratorios dentro del organismo y realiza el intercambio de gases. El aire entra por una serie de aberturas externas llamadas espiráculos que llevan a una red de tubos llamados tráqueas. Estas tráqueas se ramifican repetidamente hasta llegar a las traqueolas (UAGro,2019, p. 13).

Fanerógamas: División del reino vegetal formado por todas las plantas con flores y semillas cuyo aparato vegetativo posee raíz, tallo y hojas verdaderas (UAGro,2019, p. 8).

Feromonas: son sustancias químicas secretadas por los seres vivos, con el fin de provocar comportamientos específicos en otros individuos de la misma especie. Son un medio de transmisión de señales volátiles producidas en forma líquida, que luego se dispersan por el ambiente (UAGro,2019, p. 9).

Haploides: Se refiere a la presencia de un único conjunto de cromosomas en las células de un organismo. Los organismos de reproducción sexual son diploides (tienen dos conjuntos de cromosomas, uno de cada progenitor). En los seres humanos, solo los óvulos y los espermatozoides son haploides (UAGro,2019, p. 15).

BIBLIOGRAFÍA

AIZAGA, Sofia. Efecto antifúngico del Aceite Esencial de Canela (*Cinnamomum zeylanicum*) al 25%,50%,75% y 100% sobre *Candida albicans* ATCC® 10231™. dspace UCE [en línea]. 2017, p. 11. [consultado el 8 de abril de 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/11016/1/T-UCE-0015-688.pdf>

AL-SARAR, Ali. *Chemical composition, adulticidal and repellent activity of essential oils from Mentha longifolia L. and Lavandula dentata L. against Culex pipiens L.* *Journal of Plant Protection and Pathology* [en línea]. 2014, 5(7), pp. 817–826. [consultado el 10 de abril de 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/341328482_CHEMICAL_COMPOSITION_ADULTICIDAL_AND_REPELLENT_ACTIVITY_OF_ESSENTIAL_OILS_FROM_Mentha_longifolia_L_AND_Lavandula_dentata_L_AGAINST_Culex_pipiens_L

ALVARADO, Ana. *Utilización de diversas cantidades (0, 0.05, 0.10 y 0.15 ml) de aceite esencial de canela (Cinnamomum verum) como conservante de capulí en almíbar (Prunus serótina) Provincia de Chimborazo, 2019.* DSpace ESPOCH [en línea]. 2019, p. 12. [consultado el 18 de abril de 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11843/1/84T00643.pdf>

BOITO, Jhonatan et al. Efecto insecticida y repelente del aceite de canela sobre moscas asociadas con el ganado. *Revista MVZ Córdoba* [en línea]. 2018, 23(2), p. 6630. ISSN 0122-0268 [consultado el 2 de junio de 2022]. Disponible en: doi:10.21897/rmvz.1337

BUÑAY, María. Efecto de la alimentación artificial en abejas *Apis mellifera* mediante la utilización de leche en polvo desnatada y jarabe de azúcar. DSpace ESPOCH [en línea]. 2018, p. 27. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8144>

CADART, Jean. “*Les escargots (Helix pomatia L. et Helix apersa M.)*”. 2ª ed., Paris-Francia 12 rue de Tournon. 1955, pp. 420

CALLE, Yesica & AGUDELO, Jhenny. Identificación de patógenos causantes de enfermedades en abejas *Apis mellifera* en apiarios productores de miel del municipio de Marsella departamento de Risaralda. dspace UNAD [en línea]. 2016, pp. 31-68. [consultado el 4 de junio de 2022]. Disponible

en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/8378/10031755.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

CÁRDENAS-CASTRO, Estrella et al. *Efecto insecticida de cuatro aceites esenciales sobre adultos de Aedes aegypti y Anopheles albimanus en condiciones experimentales.* ENTOMOTROPICA [en línea]. 2013, 28(1), pp. 1–10. ISSN 1317-5262 [consultado el 14 de abril de 2022].

Disponible en: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54284559/375-1297-1-PB-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1650392224&Signature=XppLpxQzYRiXMti3s2ofVaGK3fvBNkt333LSj8sxWjyyMoZ7PNGVsMoB42KEQsCJFYr77a73R4Xerk4OYKrbImOC3dtHnuwzU5m0yeIbWUpiip13BgGeaUM2uhzFyLNUJekBrAF-UrgAHKWnshdyDuMvrDuHUyYm2G-UnJOGRKhtIA1pFzTn46FfLmX-gaPfibieeIom-XZMYuP4YgtxicqafTG6uZ1fTQxvVgg1dFQKtLtvrd2tU9iK87S8u8m8dH~sXFSHSGO-48~n1RS5SWZVxKzVOtCjvs16UZn-xwRavxMLNbOQtIJSUtmAAM3hgA-4sSRD6-s3reVMBPfQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

CARRETERO, María. *Actividad terapéutica de la corteza de canela.* botplusweb.farmaceuticos.com. BOT Plus 2. Base de Datos de Medicamentos [en línea]. 2009, p.01. [consultado el 4 de abril de 2022]. Disponible en: <https://botplusweb.portalfarma.com/Documentos/2009/8/31/40074.pdf>

CAYUELA, Maribel. *Los aceites esenciales: alternativa natural a los insecticidas.* [blog] 2018. [Consulta: 15 abril 2022]. Disponible en: <https://www.bioecoactual.com/2018/07/06/aceites-esenciales-alternativa-natural-insecticidas/>

CISNEROS, Fausto. *Control de Plagas Agrícolas.* Hortintl [en línea]. 1995, p.05. [consultado el 13 de abril de 2022]. Disponible en: <https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/articles/control-quimico-de-plagas.pdf>

COFRE, Cristian. “*Determinación de la Actividad Insecticida y/o Anti Alimentario del Aceite Esencial de Tzinsu Tagetes minuta en Drosophila melanogaster*”. DSpace ESPOCH.: *Página de inicio* [en línea]. 2012, p. 15. [consultado el 18 de abril de 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1579/1/56T00260.pdf>

CHIRINOS, Dorys et al. Los insecticidas y el control de plagas agrícolas: la magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador. *Cienc Tecnol Agropecuaria* [en línea]. 2020, **21**(1),

p. 03. ISSN 0122-8706 [consultado el 2 de abril de 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v21n1/0122-8706-ccta-21-01-00084.pdf>

CUETO, José y ESTEVEZ José. Evaluación del efecto acaricida de las infusiones de *Cymbopogon* sp., *Eucaliptus* sp., *Citrus aurantium* y *Mentha* sp., en el control de *Varroa destructor* en *Apis mellifera* L. DSpace Angular [en línea]. 2020, p.12. [consultado el 12 de junio de 2022]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/e66b4ab3-ee3c-40d8-b519-d56259292968/content>

DEVINE, Gregor et al. USO DE INSECTICIDAS: CONTEXTO Y CONSECUENCIAS ECOLÓGICAS. *SciELO* [en línea]. 2008, **25**(1), p. 79. [consultado el 13 de abril de 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v25n1/a11v25n1>

DURÁN, Cristhian et al. *Actividad insecticida de aceites esenciales sobre Helicoverpa armígera (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)*. *SciELO* [en línea]. 2020, 38(4), pp. 59–64. [consultado el 15 de abril de 2022]. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292020000400059&lang=es#B26

ESCÁRRAGA, Mayron & GUERRERO, Roberto. “*Hormigas un mundo De meñiques gigantes*”. *INFOZOA* [en línea], 2014. Vol. 1, p. **04**. ISSN 2346-1837 [consultado el 14 de abril de 2022]. Disponible en: <https://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/infozoa/issue/download/205/Hormigas>

ESPINOZA, Georgelin. Poleo, *Mentha pulegium*, cómo es la planta, cultivo y propiedades - Naturaleza y ecología. *Naturaleza y ecología* [en línea]. 2021. [consultado el 2 de abril de 2022]. Disponible en: <https://naturaleza.animalesbiologia.com/plantas/poleo-mentha-pulegium#taxonomia>

ESTEVE, Antonio. Guía de plantas medicinales del Magreb. *Inicio / Fundación Dr. Antoni Esteve* [en línea]. 2018, p.79. [consultado el 20 de abril de 2022]. Disponible en: <http://esteva.org/wp-content/uploads/2018/01/13447.pdf>

EZEQUIEL, Di Marco. *Eucalyptus globulus* sp. *globulus* Labill (*Eucalipto blanco*) Familia *Myrtaceae*. *MAGyP* [en línea]. 2015, pp. 34-36. [consultado el 14 de abril de 2022]. Disponible en: <https://forestindustria.magyp.gob.ar/archivos/procedimiento-requerido-en-plantaciones/eucalyptus-globulus-sp-globulus-labill-familia-myrtace.pdf>

FERNÁNDEZ, Fernando. Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt [en línea]. 2003, p. 100. [consultado el 1 de junio de 2022].

Disponible en: <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/32961/978-958-8151-23-6.pdf?sequence=1>

FERNÁNDEZ, Mashiel et al. Actividad repelente del aceite esencial de *Bursera graveolens* Jacq. ex L., frente *Tribolium castaneum* Herbst, 1797 (*Coleoptera: Tenebrionidae*). *Anales de Biología* [en línea]. 2018, pp. 87–93. [consultado el 2 de junio de 2022]. Disponible en: [doi:10.6018/analesbio.40.10](https://doi.org/10.6018/analesbio.40.10)

GALLEGO, Yuly et al. Concepciones sobre la reproducción de las hormigas en los niños y niñas de quinto grado. *Repositorio de la Universidad Tecnológica de Pereira* [en línea]. 2011, p. 39. [consultado el 14 de abril de 2022]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/71396606.pdf>

GONZÁLEZ-GUÍÑEZ, Raúl et al. *Aceite esencial de Eucalyptus globulus Labill y Eucalyptus nitens H. Deane & Maiden (MYRTACEAE) para el control de Sitophilus zeamais Motschulsky.* *SciELO* [en línea]. 2016, 32(3), p. 205. ISSN 0719-3890 [consultado el 9 de abril de 2022]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/chjaasc/v32n3/aop0516.pdf>

GRANADOS, Clemente et al. *Composición química y evaluación de la actividad antioxidante del aceite esencial foliar de Eucalyptus camaldulensis de Norte de Santander (Colombia).* *SciELO* [en línea]. 2015, 18(1), p. 236. [consultado el 16 de abril de 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v18n1/v18n1a27.pdf>

GUTIÉRREZ, Pablo & ACUÑA, Diana. Patrones diarios de actividad de la hormiga Azteca constructor (*Hymenoptera: Formicidae*) y su relación con la presencia de alimento. *UNED Research Journal* [en línea]. 2014, 5(2), pp. 217–225. ISSN 1659-4266 [consultado el 3 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/5156/515651977007.pdf>

HERRERO, Félix. Lo que usted debe saber sobre: Las abejas y la miel. [En línea]. España: Edición Caja, 2004. pp. 5-7 [Consulta: 13/04/2022]
<http://www.saber.es/web/biblioteca/libros/las-abejas-y-la-miel/las-abejas-y-la-miel.pdf>

HUERTA, Alejandro. Extracto de canela. Insecticida y acaricida - cegromex. cegromex [blog]. 2018. [consultado el 20 de abril de 2022]. Disponible en: <https://cegromex.com/2018/04/27/extracto-de-canela-insecticida-y-acaricida/>

KLAUS, Jaffé. “*El Mundo de las Hormigas*”. 2ª ed., Caracas-Venezuela. Equinoccio, 2004, pp 85.

LACEY, Lerry et al. “Insect pathogens as biological control agents: Back to the future” *Journal of Invertebrate Pathology* [En línea], 2015. Vol. 132, pp.1-41 [Consulta: 15 Abril 2022] DOI: 10.1016/j.jip.2015.07.009 Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/280584213_Insect_pathogens_as_biological_control_agents_Back_to_the_future

LAMIRI, Abdeslam et al. *Fumigant toxic activity of essential oils on Sitophilus granarius (Linné)*. *Phys. Chem. News*. 2001, pp. 101-105.

LARA, José. *Biología, Toxinología y terapéutica de especies venenosas de interés veterinaria en Nicaragua*. Efecto Colmena [en línea]. 2019, p. 16. [consultado el 8 de abril de 2022]. Disponible en: <https://cenida.una.edu.ni/Monografias/tnl601318.pdf>

LÓPEZ, María. Toxicidad volátil de monoterpenoides y mecanismos bioquímicos en insectos plaga de arroz almacenado. *DSpace Universidad de Murcia* [en línea]. 2008, p. 193. [consultado el 13 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/11037/LopezBelchi.pdf>

LUNA, Alfonso et al. Toxicidad de un insecticida botánico sobre *Bombus impatiens*, *Apis mellifera*, *Chrysoperla carnea* y *Orius insidiosus*. *SciELO* [en línea]. 2018, 9(1), p. 1424. [consultado el 14 de abril de 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v9n7/2007-0934-remexca-9-07-1423.pdf>

MCGREGOR, Colin et al. Palinología, principios y aplicaciones. *Fundación de la Asociación Estadounidense de Palinólogos Estratigráficos* [en línea]. 1996, 1, p. 934. [consultado el 12 de junio de 2022]. Disponible en: [https://abejasenagricultura.org/cuanta-miel-puede-producir-una-abeja/#:~:text=Cada%20abeja%20obrero%20libará%20\(cosechará,recorriendo%20al%20menos%208.000km](https://abejasenagricultura.org/cuanta-miel-puede-producir-una-abeja/#:~:text=Cada%20abeja%20obrero%20libará%20(cosechará,recorriendo%20al%20menos%208.000km)

MARTÍNEZ, Alejandro. *ACEITES ESENCIALES*. Repositorio de la Universidad de Antioquia [en línea]. 2003, pp. 1–34. [consultado el 16 de abril de 2022]. Disponible en: http://www.med-informatica.com/OBSERVAMED/Descripciones/AceitesEsencialesUdeA_esencias2001b.pdf

MORALES, María. “Evaluación de la actividad insecticida de aceites esenciales de menta (*Mentha pulegium*) Y eucalipto (*Eucalyptus melliodora*) para el control del gorgojo de maíz (*Sitophilus zeamais*)”. Repositorio Universidad Técnica Estatal de Quevedo [en línea]. 2019, p. 15-16. [consultado el 17 de abril de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3847/1/T-UTEQ-0195.pdf>

MONTAÑA, Maoly, et al. Causas y efectos del mal manejo de los insecticidas Sobre la Salud del agricultor. [En línea], 2009. Revista Científica Juvenil, vol. 7-8, pp. 183-188. [Consulta: 13 de Abril del 2022]. Disponible en: <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/creando/article/view/1681/1643>

MONTOYA, Gildardo de Jesús. ACEITES ESENCIALES Una Alternativa de Diversificación para el Eje Cafetero. *dSPACE UNC* [en línea]. 2010, 1, pp. 23. [consultado el 1 de junio de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/55532/9588280264.pdf?sequence=1∓isAllowed=y>

MONTOYA, James. Caracterización de nidos de la hormiga arriera *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae) en Cali (Colombia). Revista Colombiana de Entomología [en línea]. 2006, 32(2), pp. 151–158. [consultado el 4 de junio de 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v32n2/v32n2a08.pdf>

MORISHIMA, Keiji & KITA, Hitoshi. Guía del Manejo Integrado de Plagas (MIP) para técnicos y productores. *Ministerio de Desarrollo Agropecuario* [en línea]. 2010, p. 01. [consultado el 9 de abril de 2022]. Disponible en: https://www.jica.go.jp/project/spanish/panama/2515031E0/data/pdf/1-57_01.pdf

MOYON, Juan. DSpace ESPOCH.: “Evaluación de tres Alternativas para el Control de *Varroasis Varroa destructor* en tres Apiarios de la Provincia de Chimborazo”. DSpace ESPOCH.: Página de inicio [en línea], 2013, [consultado el 11 de abril de 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2683>.

NAVARRO, Carlos. “Diseño del parque en el caserío La Esperanza en la parroquia de Montalvo”. Repositorio UTA [en línea]. 2014, p. 05. [consultado el 19 de abril de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8126/1/vinc.%20civil%20-%2095%20-.pdf>

NÚÑEZ, Oscar et al. Fortalecimiento del rendimiento de abejas (*Apis mellifera*) alimentadas con fuentes proteicas. *Journal of the Selva Andina Animal Science* [en línea]. 2017, p.100. [consultado el 11 de junio de 2022]. Disponible en: <http://ucbconocimiento.ucbca.edu.bo/index.php/JSAAS/article/view/53/30>

OCTAVIO, Germán et al. “*El mundo feliz de las hormigas*”. *SciELO - Scientific Electronic Library Online* [en línea], 2010. p. 36. [consultado el 14 de abril de 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tip/v13n1/v13n1a4.pdf>

PINO, Orlando et al. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y ACTIVIDAD ACARICIDA DEL ACEITE ESENCIAL DE *Piper aduncum subsp. ossanum* FRENTE A Varroa destructor. *SciELO* [en línea]. 2011, 26(2), pp.52–61. [consultado el 10 de junio de 2022]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522011000100008

QUISPE, Grettel. *Efecto insecticida del aceite esencial de eucalipto (Eucalyptus globulus) y altamisa (Franseria artemisioides) contra el kcona kcona (Eurysacca melanocampta) del cultivo de la quinua (Chenopodium quinoa Willd.)*. Universidad Nacional del Altiplano [en línea]. 2018, p. 52-76. [consultado el 13 de abril de 2022]. Disponible en: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/9185/Quispe_Ticona_Grettel_Geraldine.pdf?sequence=1&isAllowed=y

REGNAULT - ROGER, Catherine. Biopesticidas de origen vegetal [en línea]. Madrid: Editorial Mundi-Prensa. 2004, pp. 20-38. ISBN 8484761940 [consultado el 5 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.paraninfo.es/catalogo/9788484761945/biopesticidas-de-origen-vegetal>

REYES-GUZMÁN, Ramiro et al. Actividad insecticida de aceites esenciales de dos especies de Eucalyptus sobre Rhyzopertha dominica y su efecto en enzimas digestivas de progenies. *SciELO* [en línea]. 2012, 18(3), pp. 385–394. ISSN 2007-3828 [consultado el 9 de abril de 2022]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182012000300010

REYNA-FUENTES, Jesús et al. Fitoterapia una alternativa de control de plagas y enfermedades de abejas. *Journal of the Selva Andina Animal Science* [en línea]. 2021, 8(2), pp. 114–123. [consultado el 11 de junio de 2022]. Disponible en: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/198/1982763012/html/>

ROBLES, Carlos. Optimización por colonia de hormigas: aplicaciones y tendencias. Ingeniería Solidaria [en línea]. 2010, 6(10 - 11), pp. 84-85. [consultado el 4 de junio de 2022]. Disponible en: <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/in/article/download/454/459>

ROSERO, María. “Evaluación de la actividad insecticida del látex extraído del pela manos (*Ficus subandina* Dugand) administrado en alimentación y por aspersión a hormigas (*Lasius niger*), MOSCAS DOMÉSTICAS (*Musca doméstica*) y caracoles (*Hélix aspersa*)”. DSpace ESPOCH.: Página de inicio [en línea], 2014. pp. 04-18. [consultado el 14 de abril de 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3549/1/56T00465%20UDCTFC.pdf>

ROSSI, Yanina & PALACIOS, María. Toxicidad insecticida del aceite esencial de *Eucalyptus cinerea* y 1,8-cineole frente a *Musca domestica* y posibles usos según la respuesta metabólica de las moscas. ScienceDirect [en línea]. 2015, 63, pp. 133–137. [consultado el 15 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669014006256?via=ihub>

RUÍZ, Gisela & BENÍTEZ, Marcelo. Registro de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) presentes en apiarios de *Apis mellifera* de los Valles Templados de la provincia de Jujuy-Argentina. Journal of the Selva Andina Research Society [en línea]. 2018, pp.113–119. [consultado el 12 de junio de 2022]. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/jsars/v9n2/v9n2_a07.pdf

SILVA-ESPINOZA, Brenda et al. Protección antifúngica y enriquecimiento antioxidante de fresa con aceite esencial de hoja de canela. SciELO [en línea]. 2013, 36(3), pp. 217–224. [consultado el 17 de abril de 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v36n3/v36n3a5.pdf>

SILVA, Juan. “Evaluación de la actividad insecticida y/o repelente “in vivo” de extracto acuoso de *Artemisia absinthium* y aceites esenciales de *Tagetes minuta* y *Tagetes zipaquirensis* sobre *Lasius niger*”. DSpace ESPOCH [en línea]. 2013, pp. 05-09. [consultado el 15 de abril de 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3233/1/56T00413.pdf>

SIMBAÑA, Hipolito. “Evaluación de tres métodos de reproducción de abejas reinas de la especie (*Apis mellifera*) en el cantón Pedro Moncayo 2012”. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana [en línea], 2015, p.19. [consultado el 12 de abril de 2022]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9837/1/YT00305.pdf>

SUAREZ, Albert & MATELLANA, Claudia. *Evaluación del Efecto Insecticida del Extracto de Cinnamomum verum, sobre Adultos de la Especie Musca doméstica en Condiciones de Laboratorio.* repositoryudistrital [en línea]. 2019, p.80. [consultado el 8 de abril de 2022]. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/22216/SuarezGamarraAlbertDamián2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

TOROSI, Favio. *Reacciones destinadas a disminuir el contenido de (r)-(+)-pulegona en aceites esenciales de menta de uso alimenticio.* Repositorio UNED [en línea]. 2021, pp. 1–66. [consultado el 13 de abril de 2022]. Disponible en: http://espacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:master-Ciencias-CyTQ-Fdtorossi/Torossi_Baudino_FavioDaniel_TFM.pdf

UAGro. Glosario de biología. Studocu [en línea]. 2019. pp. 1-18. [consultado el 6 de julio de 2022]. Disponible en: <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-autonoma-de-guerrero/biologia/glosario-biologia/7444355>

VALEGA, Orlando. *"Origen de las abejas"*. Apicultura sin Fronteras [en línea], 2016, p. 30. [consultado el 12 de abril de 2022]. Disponible en: https://www.apiservices.biz/documents/articulos-es/apicultura_sin_fronteras/AsF-89.pdf

VALEGA, Orlando. *Pillaje en las Colmenas de abejas: Qué es y cómo prevenirlo.* Blog de Apicultura - La Tienda del Apicultor [en línea]. 2022. párrs.1-10. [consultado el 9 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.latiendadelapicultor.com/blog/el-pillaje-en-las-colmenas-abejas-prevenir/>

VERDE, Mayda et al. Apicultura Salud y producción Guía técnica para el apicultor. Consejo Científico Veterinario de Cuba [en línea]. 2013, p. 24. [consultado el 11 de junio de 2022]. Disponible en: https://eac.unr.edu.ar/wp-content/uploads/archivos/Apicultores%20y%20salud%2013-11-2013%20digital_compressed.pdf

VICENTE, Marina. *“Análisis virológico y epidemiológico del síndrome de despoblamiento de las colmenas en España: estudio de causas y consecuencias”* (Tesis) (Doctoral). [En línea]. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Veterinaria, Departamento de Sanidad Animal. Madrid-España. 2016. p. 5. [Consulta: 12/04/2022] <https://eprints.ucm.es/38831/1/T37638.pdf>

WILD, Alexander. BIOLOGÍA DE LAS CASTAS DE ABEJAS. Corona Apicultores [en línea]. 2012 [consultado el 21 de abril de 2022]. Disponible en: <http://coronaapicultores.blogspot.com/2012/11/biologia-de-las-castas-de-abejas.html>

YANG, Chen. Active compounds of stem bark extract from *Schima superba* and their molluscicidal effects on *Pomacea canaliculata*. *Journal of Pest Science*. 2017, 91(1), pp. 437–445.


D.B.R.A.J.
Ing. Cristian Castillo



ANEXOS

ANEXO A: PESO INICIAL (kg)

Resultados experimentales

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	I	II	III		
T0	18,15	16,63	21,48	56,26	18,75
T1	18,67	16,53	14,48	49,68	16,56
T2	15,6	15,38	19,47	50,45	16,82
T3	19,38	15,28	15,67	50,33	16,78
CV % =	13,29				

Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	9.44	3	3.15	0.60	0.633
Error	41.91	8	5.24		
Total	51.35	11			

Separación de medias según Tukey ≤ 0.05

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango
T0	18,75	3	1.32	a
T1	16,56	3	1.32	a
T2	16,82	3	1.32	a
T3	16,78	3	1.32	a

F. Var: Fuente de variación

Gl: Grados de libertad

SC: Suma de cuadrados

C. medio: Cuadrado medio

P. Valor: Probabilidad

n: Número de repeticiones por tratamiento

E.E: Error experimental

Realizado por: Núñez Jordán, Jonathan, 2022

ANEXO B: PESO FINAL (kg)

Resultados experimentales

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	I	II	III		
T0	16,15	13,95	18,38	48,48	16,16
T1	20,58	17,27	15,73	53,58	17,86
T2	16,33	16,35	20,75	53,43	17,81
T3	20,87	15,78	16,77	53,42	17,81
CV % =	14.31				

Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	6.25	3	2.08	0.34	0.800
Error	49.63	8	6.20		
Total	55.87	11			

Separación de medias según Tukey ≤ 0.05

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango
T0	16,16	3	1,44	a
T1	17,86	3	1,44	a
T2	17,81	3	1,44	a
T3	17,81	3	1,44	a

F. Var: Fuente de variación

Gl: Grados de libertad

SC: Suma de cuadrados

C. medio: Cuadrado medio

P. Valor: Probabilidad

n: Número de repeticiones por tratamiento

E.E: Error experimental

Realizado por: Núñez Jordán, Jonathan, 2022

ANEXO C: GANANCIA DE PESO (kg)

Resultados experimentales

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	I	II	III		
T0	0	0,00	0,00	0	0,00
T1	1,92	0,73	1,25	3,9	1,30
T2	0,73	0,97	1,28	2,98	0,99
T3	1,48	0,50	1,10	3,08	1,03
CV % =	49,53				

Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	2,93	3	0,98	5,77	0,021
Error	1,35	8	0,17		
Total	4,28	11			

Separación de medias según Duncan ≤ 0.05

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango
T0	0	3	0,24	a
T1	1,3	3	0,24	b
T2	0,99	3	0,24	b
T3	1,03	3	0,24	b

F. Var: Fuente de variación

Gl: Grados de libertad

SC: Suma de cuadrados

C. medio: Cuadrado medio

P. Valor: Probabilidad

n: Número de repeticiones por tratamiento

E.E: Error experimental

Realizado por: Núñez Jordán, Jonathan, 2022

ANEXO D: NÚMERO DE HORMIGAS CAÍDAS/cm²/ DÍA PRETRATAMIENTO

Resultados experimentales

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	I	II	III		
T0	12,00	14,00	7,00	33,00	11,00
T1	9,00	12,00	6,00	27,00	9,00
T2	6,00	9,00	8,00	23,00	7,67
T3	7,00	8,00	7,00	22,00	7,33
CV % =	28,38				

Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	24.92	3	8.31	1.35	0.326
Error	49.33	8	6.17		
Total	74.25	11			

Separación de medias según Tukey ≤ 0.05

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango
T0	11,00	3	1.43	a
T1	9,00	3	1.43	a
T2	7,67	3	1.43	a
T3	7,33	3	1.43	a

F. Var: Fuente de variación

Gl: Grados de libertad

SC: Suma de cuadrados

C. medio: Cuadrado medio

P. Valor: Probabilidad

n: Número de repeticiones por tratamiento

E.E: Error experimental

Realizado por: Núñez Jordán, Jonathan, 2022

ANEXO E. NÚMERO DE HORMIGAS CAÍDAS/cm²/ DÍA POSTRATAMIENTO

Resultados experimentales

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	I	II	III		
T0	7,00	13,00	3,00	23,00	7,67
T1	0,00	1,00	1,00	2,00	0,67
T2	2,00	3,00	2,00	7,00	2,33
T3	3,00	6,00	5,00	14,00	4,67
CV % =	69,43				

Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	83.00	3	27.67	3.91	0.055
Error	56.67	8	7.08		
Total	139.67	11			

Separación de medias según Tukey ≤ 0.05

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango	
T0	7,67	3	1.54	a	
T1	0,67	3	1.54		b
T2	2,33	3	1.54	a	b
T3	4,67	3	1.54	a	b

F. Var: Fuente de variación

Gl: Grados de libertad

SC: Suma de cuadrados

C. medio: Cuadrado medio

P. Valor: Probabilidad

n: Número de repeticiones por tratamiento

E.E: Error experimental

Realizado por: Núñez Jordán, Jonathan, 2022

ANEXO F. PORCENTAJE DE INFESTACIÓN/cm² PRETRATAMIENTO

Resultados experimentales

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	I	II	III		
T0	1,56	1,28	1,20	4,04	1,35
T1	1,26	1,51	1,17	3,94	1,31
T2	1,17	1,23	1,18	3,58	1,19
T3	1,18	1,21	1,18	3,57	1,19
CV % =	10,35				

Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0,06	3	0,02	1,16	0,384
Error	0,14	8	0,02		
Total	0,2	11			

Separación de medias según Tukey ≤ 0.05

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango
T0	1,35	3	0,08	a
T1	1,31	3	0,08	a
T2	1,19	3	0,08	a
T3	1,19	3	0,08	a

F. Var: Fuente de variación

Gl: Grados de libertad

SC: Suma de cuadrados

C. medio: Cuadrado medio

P. Valor: Probabilidad

n: Número de repeticiones por tratamiento

E.E: Error experimental

Realizado por: Núñez Jordán, Jonathan, 2022

ANEXO G. PORCENTAJE DE INFESTACIÓN/cm² POSTRATAMIENTO

Resultados experimentales

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	I	II	III		
T0	1,26	1,2	1,11	3,57	1,19
T1	1,11	1,23	1,22	3,56	1,19
T2	1,23	1,22	1,22	3,67	1,22
T3	1,23	1,23	1,24	3,7	1,23
CV % =	4,18				

Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	5,00E-03	3	1,70E-03	0,65	0,605
Error	0,02	8	2,60E-03		
Total	0,03	11			

Separación de medias según Tukey ≤ 0.05

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango
T0	1,19	3	0,03	a
T1	1,19	3	0,03	a
T2	1,22	3	0,03	a
T3	1,23	3	0,03	a

F. Var: Fuente de variación

Gl: Grados de libertad

SC: Suma de cuadrados

C. medio: Cuadrado medio

P. Valor: Probabilidad

n: Número de repeticiones por tratamiento

E.E: Error experimental

Realizado por: Núñez Jordán, Jonathan, 2022

ANEXO H. PORCENTAJE DE EFICACIA

Resultados experimentales

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	I	II	III		
T0	19,23	6,25	7,5	32,98	10,99
T1	11,9	18,54	4,27	34,71	11,57
T2	5,13	0,81	3,39	9,33	3,11
T3	4,24	1,65	5,08	10,97	3,66
CV % =	71,58				

Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	1041,42	3	347,14	2,9	0,101
Error	956,33	8	119,54		
Total	1997,75	11			

Separación de medias según Tukey ≤ 0.05

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango
T0	2,72	3	6,31	a
T1	24,47	3	6,31	a
T2	3,15	3	6,31	a
T3	2,99	3	6,31	a

F. Var: Fuente de variación

Gl: Grados de libertad

SC: Suma de cuadrados

C. medio: Cuadrado medio

P. Valor: Probabilidad

n: Número de repeticiones por tratamiento

E.E: Error experimental

Realizado por: Núñez Jordán, Jonathan, 2022

ANEXO I. PESAJE DE LAS COLMENAS Y MANTENIMIENTO DE LOS EMBUDOS



ANEXO J. DOSIFICACIÓN Y APLICACIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES EN LOS EMBUDOS.





esPOCH

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 18 / 10 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Jonathan Israel Núñez Jordán
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Zootecnia
Título a optar: Ingeniero Zootecnista
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz


D.B.R.A.I.
Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



1932-DBRA-UTP-2022