

Aceites en emulsión para el control de ninfas de *Bactericera cockerelli*, en condiciones de laboratorio

Emulsion oils for the control of Bactericera cockerelli nymphs, under laboratory conditions

- ¹ Catherine Belén Acosta Segovia  <https://orcid.org/0009-0005-3498-0777>
Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), Latacunga, Ecuador.
Maestría en Sanidad Vegetal
catherine.acosta8272@utc.edu.ec
- ² Cristian Santiago Jiménez Jácome  <https://orcid.org/0000-0003-0376-8982>
Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), Latacunga, Ecuador.
cristian.jimenez@utc.edu.ec
- ³ Emerson Javier Jácome Mogro  <https://orcid.org/0000-0003-3004-9246>
Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), Latacunga, Ecuador.
emerson.jacome@utc.edu.ec
- ⁴ Tannya Elizabeth Llanos Proaño  <https://orcid.org/0009-0004-1721-9751>
Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), Latacunga, Ecuador.
tannya.llanos@utc.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 08/03/2025

Revisado: 12/04/2025

Aceptado: 27/05/2025

Publicado: 27/06/2025

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v8i2.3521>

Cítese: Acosta Segovia, C. B., Jiménez Jácome, C. S., Jácome Mogro, E. J., & Llanos Proaño, T. E. (2025). Aceites en emulsión para el control de ninfas de *Bactericera cockerelli*, en condiciones de laboratorio. *Conciencia Digital*, 8(2), 175-191. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v8i2.3521>



CONCIENCIA DIGITAL, es una revista multidisciplinar, trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Palabras claves:

Ninfas de
Bactericera
cockerelli, aceite
en emulsión de
cannabis, aceite
agrícola con
macerado de
cannabis, control
biológico,
solanáceas,
sostenibilidad.

Resumen

Introducción: este estudio exploró la efectividad de emulsiones de aceite de *Cannabis sativa* y aceite agrícola con macerado de cannabis s. para el control de ninfas de *Bactericera cockerelli*, una plaga que perjudica los cultivos de solanáceas en Ecuador, como opción sustentable frente a los insecticidas químicos, *Bactericera cockerelli* provoca importantes pérdidas en los cultivos de solanáceas propagando enfermedades tales como la "punta morada". La aplicación desmedida de pesticidas químicos puede provocar resistencia de las plagas, contaminación del medio ambiente y elevados gastos para los productores agrícolas. **Objetivos:** con estos componentes en consideración, se ambicionó establecer la efectividad insecticida de las emulsiones de aceite de cannabis y aceite agrícola con macerado de cannabis, además de identificar las concentraciones ideales para el control de las ninfas de *B. cockerelli*. **Metodología:** la investigación tuvo lugar en el Laboratorio de Protección Vegetal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador, en condiciones reguladas (21.5°C y 49% HR). Para el experimento se implementó un diseño Factorial 3x2 (DCA) con 8 tratamientos y 3 repeticiones. Los tipos de aceites representan el Factor A (A1: aceite de cannabis; A2: aceite agrícola con macerado) y las concentraciones el Factor B (0%, 15%, 25%, 50%). El procedimiento parte con la extracción de aceite de cannabis mediante destilación al vapor, además de elaborar macerados y emulsiones con Tween 80, y finalmente, exponer 60 ninfas por cada tratamiento para evaluar su mortalidad en periodos de tiempo (1-10 minutos), la información recolectada fue analizada con el programa InfoStat 2020e. **Resultados:** el análisis estadístico ANOVA y las pruebas de Tukey (5%) demostraron que las concentraciones siguientes exhiben una mayor efectividad: el 15% registró una mortalidad del 41% en ninfas a los 6 minutos (señala una persistencia extendida); al 25% la mortalidad de ninfas fue del 47% a los 4 minutos (acción rápida). El aumento de la concentración al 50% demostró ser menos eficiente (32% a 1 minuto), estableciendo que no hay variaciones importantes entre los tipos de aceite, pero sí entre las concentraciones. **Conclusiones:** estos descubrimientos apoyan la aplicación de derivados de cannabis como bioinsecticidas. **Área de estudio general:** Agronomía. **Área de estudio específica:** Sanidad Vegetal. **Tipo de artículo:** original.

Keywords: Play
Bactericera
cockerelli nymphs,
cannabis emulsion
oil, agricultural oil
with cannabis
macerate,
biological control,
solanaceae,
sustainability.

Abstract

Introduction: This study explored the effectiveness of *Cannabis sativa* oil emulsions and agricultural oil with cannabis s. macerate for the control of *Bactericera cockerelli* nymphs, a pest that damages solanaceous crops in Ecuador, as a sustainable option to chemical insecticides, *Bactericera cockerelli* causes important losses in solanaceous crops spreading diseases such as "purple tip". The excessive application of chemical pesticides can lead to pest resistance, environmental contamination and high costs for agricultural producers. **Objectives:** with these components in consideration, the aim was to establish the insecticidal effectiveness of cannabis oil emulsions and agricultural oil with cannabis macerate, as well as to identify the ideal concentrations for the control of *B. cockerelli* nymphs. **Methodology:** The research took place at the Plant Protection Laboratory of the Technical University of Cotopaxi, Latacunga, Ecuador, under controlled conditions (21.5°C and 49% RH). A 3x2 Factorial design (DCA) with 8 treatments and 3 replications was implemented for the experiment. The types of oils represent Factor A (A1: cannabis oil; A2: agricultural oil with macerate) and the concentrations Factor B (0%, 15%, 25%, 50%). The procedure starts with the extraction of cannabis oil by steam distillation, in addition to preparing macerates and emulsions with Tween 80, and finally, exposing 60 nymphs for each treatment to evaluate their mortality in periods of time (1-10 minutes), the information collected was analyzed with the InfoStat 2020e program. **Results:** ANOVA statistical analysis and Tukey's tests (5%) showed that the following concentrations exhibited greater effectiveness: 15% showed 41% mortality of nymphs at 6 minutes (indicating extended persistence); at 25% nymph mortality was 47% at 4 minutes (fast acting). Increasing the concentration to 50% proved to be less efficient (32% at 1 minute), establishing that there are no major variations between oil types, but between concentrations. **Conclusions:** These findings support the application of cannabis derivatives as bioinsecticides. **General area of study:** Agronomy. **Specific area of study:** Plant Health. **Type of article:** original.

1. Introducción

En Ecuador, las solanáceas constituyen un componente crucial para la supervivencia de numerosas familias campesinas e indígenas (Saltos & Flores, 2024). No obstante, estos cultivos de solanáceas han tenido grandes retos con el paso del tiempo debido a la plaga *Bactericera cockerelli*, que ha reducido su productividad. No solo se han disminuido las cosechas con esto, sino que también se han incrementado los gastos de producción, complicando aún más la vida de aquellos que dependen de estos cultivos para su sustento (Racines et al., 2023).

El psílido de *Bactericera cockerelli* afecta a varios cultivos fundamentales para los agricultores, especialmente dentro de las solanáceas, como la papa (*Solanum tuberosum*), berenjena (*Solanum melongena*), tomate riñón (*Solanum lycopersicum*), naranjilla (*Solanum spp.*), tomate de árbol (*Solanum betaceum*), pimiento (*Capsicum annuum*), entre otros (Castillo & Llumiquinga, 2021). Este insecto ha provocado hasta el 100% de pérdidas en las cosechas, lo que ha agravado la inquietud de los agricultores de estas áreas (Quespaz, 2023). Se reporta la existencia de *Bactericera cockerelli* en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar en Ecuador, lo que está provocando una gran preocupación entre los agricultores, quienes perciben cómo sus cosechas están bajo el riesgo de esta diminuta pero dañina plaga (Araujo et al., 2021).

El ciclo vital de *Bactericera cockerelli* atraviesa diversas fases, iniciando con los huevos, pasando por cinco etapas de ninfa y concluyendo en su fase de madurez (Castillo & Llumiquinga, 2021). Esto se inicia con la hembra del insecto depositando sus huevos en la envés de las hojas de las plantas que actúan como hospederas, creando diminutos grupos de tonalidad amarilla. Cuando surgen las ninfas, que son diminutas y veloces, empiezan a alimentarse de la savia de las plantas, atravesando diversas fases de crecimiento. Conforme se desarrollan, experimentan múltiples metamorfosis hasta alcanzar la fase adulta, transformándose en insectos pequeños con alas que se mueven velozmente entre las plantas (Falconez, 2020). A lo largo de este periodo, los adultos propagan la bacteria *Candidatus liberibacter*, responsable de la enfermedad de punta morada en las solanáceas, lo que puede impactar seriamente a las planta (Jácome et al., 2022).

Este insecto era visto como una plaga esporádica, pero este insecto ha conseguido provocar daños considerables al propagar patógenos a los cultivos en extensas zonas (Falconez, 2020). El daño que *Bactericera cockerelli* causa a sus plantas hospedantes es doble (Calderón, 2022), por un lado, en su fase de ninfa, inyecta una toxina que provoca clorosis en la planta; por otro, transmite un fitoplasma que provoca una enfermedad persistente y que puede llevar a pérdidas de hasta un 45% de la cosecha (Olaniyan et al., 2020). Roque et al. (2024) señala que el control tradicional de *Bactericera cockerelli*, se

basa en el uso de insecticidas químicos como: imidacloprid, soxystrobina, tridemorph, abamectina, piridaben, formetanato, fipronil, profenofos y thiamethoxan; que tienen una categoría toxicológica II – moderadamente peligrosos, siendo los mencionados ingredientes activos nocivos al ambiente y a la biodiversidad, provocando una reducción de la calidad del aire y afectando al trabajador agrícola (Jácome et al., 2025), los cuales han mostrado varias limitaciones, como la resistencia que desarrollan las poblaciones de psílido (Hernández, 2023).

Para el control de este psílido se pueden utilizar los aceites esenciales, que son combinaciones naturales y complejas que incluyen diversos compuestos (Costa-Becheleni et al., 2020). Los terpenos en particular son compuestos naturales esenciales para las plantas, pues no solo atraen a los polinizadores, sino que también resguardan a las plantas contra plagas y agentes patógenos. Además, estos compuestos poseen características terapéuticas y se emplean en numerosas industrias (Pelazzini & Rusnak, 2023). Se ha evidenciado recientemente que los aceites esenciales incluyen una diversidad de compuestos volátiles, tales como terpenoides, monoterpenos y fenilpropanoides, que poseen propiedades antimicrobianas y antioxidantes. Los aceites esenciales de plantas como el clavo, el eucalipto, la menta, el romero, el orégano y la canela pueden resultar muy beneficiosos, contribuyendo a disminuir los gastos de producción y motivando a los productores a integrarlos en sus procesos productivos (Reyna et al., 2021). Estos compuestos se obtienen de las plantas mediante un procedimiento de destilación al vapor y son los responsables de los aromas tan distintivos que generalmente vinculamos con ellas (Escobar et al., 2024).

El *Cannabis sativa* es una especie vegetal que ha ganado relevancia en el campo del control biológico gracias a la existencia de metabolitos secundarios con actividad insecticida. Entre estos se encuentran cannabinoides como el Tetrahidrocannabinol (THC) y el Cannabidiol (CBD), además de terpenos como el β -cariofileno y el limoneno (Leonart, 2023). Estos compuestos han probado su efectividad como repelentes y tóxicos contra varios grupos de artrópodos, incluyendo áfidos y ácaros (Trincheri & Groppa, 2023).

El propósito de la investigación fue valorar la efectividad insecticida del aceite de *Cannabis sativa* y el aceite agrícola con macerado de cannabis, ambos formulados en emulsión, en la muerte de ninfas de *Bactericera cockerelli*. Este objetivo busca salvaguardar el medio ambiente, a los agricultores y a los consumidores, promoviendo de esta manera prácticas seguras y sostenibles para la producción de solanáceas

2. Metodología

El estudio se llevó a cabo en el laboratorio de Protección Vegetal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en un ambiente regulado con temperaturas de 21.5°C y una

humedad del 49%. Se supervisaron estas circunstancias a través de un termómetro digital modelo HTC-2 LCD, garantizando las condiciones estables necesarias.

2.1. Diseño experimental

Diseño completamente al azar 3x2, con 8 tratamientos y 3 repeticiones, totalizando 24 unidades experimentales. El software InfoStat 2020e se utilizó para analizar los datos, implementando pruebas estadísticas de Tukey con un error del 5%. Este enfoque garantiza robustez estadística y facilita la identificación de diferencias significativas entre los tratamientos.

2.2. Factores en estudio

En la **Tabla 1**, describe los tratamientos evaluados en el estudio, los cuales consistieron en la comparación de dos factores: **Factor A**, que incluyó aceite de cannabis en emulsión y una mezcla de aceite agrícola + macerado de cannabis en emulsión y **Factor B**, que correspondió a las concentraciones aplicadas 0%, 15%, 25% y 50%. El diseño experimental comprendió un total de ocho tratamientos, cada uno con tres repeticiones, realizados bajo condiciones controladas.

Factor A.

- **A1**= Aceite en emulsión de cannabis.
- **A2**= Aceite agrícola con macerado en emulsión.

Factor B.

- **B1**= 0%
- **B2**=15%
- **B3**= 25%
- **B4**= 50%

Tratamientos

Tabla 1

Esquema de tratamientos evaluados en el estudio

| Tratamientos. | Factor A. | Factores B. | Detalle. |
|---------------|-----------|-------------|---|
| T1 | A1 | B1 | |
| T2 | A1 | B2 | Emulsión de aceite de cannabis - 0%. |
| T3 | A1 | B3 | Emulsión de aceite de cannabis - 15%. |
| T4 | A1 | B4 | Emulsión de aceite de cannabis -25%. |
| T5 | A2 | B1 | Emulsión de aceite de cannabis - 50%. |
| T6 | A2 | B2 | Emulsión de aceite agrícola y macerado de cannabis - 0%. |
| T7 | A2 | B3 | Emulsión de aceite agrícola y macerado de cannabis - 15%. |
| T8 | A2 | B4 | Emulsión de aceite agrícola y macerado de cannabis - 25%. |
| | | | Emulsión de aceite agrícola y macerado de cannabis - 50%. |

2.3. Distribución de los tratamientos y unidades experimentales en el laboratorio

En la **Tabla 2**, presenta la distribución aleatoria de los recipientes de plástico, implementada en un diseño completamente al azar, bajo condiciones controladas de laboratorio. El ensayo consistió en 12 recipientes con aceite de cannabis en emulsión y 12 recipientes con aceite agrícola+macerado en emulsión, todos debidamente etiquetados para garantizar el seguimiento y la trazabilidad durante el proceso experimental.

Tabla 2

Diseño del ensayo para laboratorio

| Aceite de cannabis en emulsión | | | | Aceite agrícola con macerado en emulsión | | | |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--|--------|--------|--------|
| A1B1R1 | A1B2R2 | A1B3R3 | A1B3R1 | A2B1R1 | A2B1R2 | A2B1R3 | A2B4R2 |
| A1B1R3 | A1B4R1 | A1B4R2 | A1B4R3 | A2B2R2 | A2B3R1 | A2B3R3 | A2B2R1 |
| A1B3R2 | A1B2R3 | A1B2R1 | A1B1R2 | A2B2R3 | A2B4R3 | A2B4R1 | A2B3R2 |

2.4. Extracción de aceite esencial

El material vegetal empleado consistió en tres segmentos de las plantas flores, hojas y tallos de *Cannabis sativa*, recolectados en el cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi y procesados a través de destilación por arrastre de vapor utilizando el modelo HDC-211 de XIAOJIAN, de acuerdo con el método explicado por (De La Cruz & Valladolid, 2022).

Se emplearon 2kg de la muestra de vegetales previamente cortadas en trozos de 5cm, junto con 3 litros de agua destilada, a 100°C durante un lapso de una hora y media. El aceite se recolecta mediante una jeringuilla de insulina desde una trampa de aceite, y se almacena en frascos de ámbar a 4°C, este procedimiento tiene como objetivo resguardar los aceites de la luz para incrementar su calidad y pureza durante un periodo más extenso y evitar su evaporación (Acosta, 2023; Anthis, 2022)

Finalmente, se llevó a cabo un análisis bibliográfico con el objetivo de reconocer los elementos químicos presentes en los aceites esenciales que pueden funcionar como insecticida (Infinitia, 2023).

2.5. Preparación del macerado

La maceración de *Cannabis sativa* se lleva a cabo triturando elementos vegetales como hojas y flores, los cuales se combinan con agua destilada en un volumen cercano a 1:5. Esta mezcla se almacena en un recipiente adecuado y se mantiene en estado de reposo durante siete días en un ambiente fresco y oscuro, agitándola diariamente para promover la liberación de los compuestos bioactivos de la planta

2.6. Formulación de emulsión

La elaboración del emulsificante para el aceite se realizó a través de una fórmula de disoluciones fundamentada en concentraciones de volumen (Chang & College, 2002):

$$V_i * C_i = V_f * C_f \quad (1)$$

Donde:

V_i = Volumen de la disolución madre necesaria.

C_i = Concentración de la disolución madre.

V_f = Volumen que se desea preparar.

C_f = Concentración de la disolución final.

Se utilizó la fórmula para calcular la elaboración de emulsiones y macerados. En la dosificación del 15%, se emplean 4.5ml de aceite y 25.5ml de agua destilada, en la dosificación del 25%, se emplean 7.5ml de aceite y 22.5ml de agua destilada, y en la dosificación del 50%, se emplean 15ml de aceite y 15ml de agua destilada. El tween 80 para estabilizar la emulsión hasta 0.52ml, tal como se aconseja Riquelme et al. (2023).

Se procede a mezclar estos volúmenes en un recipiente de vidrio hasta conseguir una mezcla homogénea que será ubicada en un atomizador con su correspondiente rotulación a temperatura ambiente.

2.7. Recolección de las ninfas de *Bactericera cockerelli*

Las ninfas de *Bactericera cockerelli* fueron recolectadas en la parroquia Alóag, cantón Mejía, durante la mañana en un cultivo de papa (*Solanum tuberosum*). Como suelen encontrarse en el envés de las hojas, se cortaron cuidadosamente aquellas que las albergaban y se colocaron en un contenedor de plástico, asegurando las condiciones adecuadas para su conservación. Luego, fueron trasladadas al laboratorio de la universidad para llevar a cabo el experimento.

2.8. Desarrollo del ensayo

En el laboratorio de protección vegetal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se implementaron los 24 unidades experimentales, cada una contiene un recipiente plástico de 6 cm de alto y 3.5 de diámetro con papel absorbente en su interior con 60 ninfas de *Bactericera cockerelli* y sellando con malla antiáfidos; según la distribución planteada de los tratamientos, se aplica mediante aspersión los aceites, siete aspersiones por tratamiento que equivale a 1ml de los aceites y se precedió al conteo de los individuos muertos en periodos de tiempo de 1 a 10 minutos.

3. Resultados

La **tabla 3** examinó la mortalidad de las ninfas considerando el efecto de los dos aceites evaluados, el impacto de las distintas concentraciones empleadas, la interacción entre aceites y las concentraciones, la variabilidad entre repeticiones del experimento, el error y el coeficiente de variación (%).

Tabla 3

ANOVA para conteo de individuos muertos de ninfas de Bactericera cockerelli

| | 1 minuto | 2 minutos. | 3 minutos. | 4 minutos. | 5 minutos. | 6 minutos. | 7 minutos. | 8 minutos. | 9 minutos. | 10 minutos. |
|-------------------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | | | 0.0048* | | 0.000017 | | | | | 0.000038 |
| Aceites | 0.02* | 0.02* | * | 0.04 | ns | 0.0002 | 0.01 | 0.0024 | 0.0012 | ns |
| Concentraciones | 0.13** | 0.14 | 0.12 | 0.25** | 0.1 | 0.2** | 0.05 | 0.04 | 0.02** | 0.01 |
| Repeticiones | 0.07* | 0.05 | 0.06* | 0.0018 | 0.06* | 0.07* | 0.06* | 0.06* | 0.01 | 0.0018 |
| Aceites*Concentraciones | | | | | | | | | | 0.000038 |
| Error | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.0038 |
| CV | 12.69 | 15.86 | 10.84 | 15.16 | 12.41 | 9.03 | 11.93 | 9.97 | 7.34 | 6.04 |

En donde: * $p < 0.05$ = (significativo); ** $p < 0.01$ = (altamente significativo); ns = no significativo

Los resultados indican que los dos tipos de aceites tienen un impacto significativo y altamente significativo durante los primeros 4 minutos (* o **) y disminuyen su relevancia a los 5 y 10 minutos (ns), señalando que el efecto más notable se manifiesta a los 3 minutos ($p=0.0048^{**}$); Respecto al impacto de las concentraciones, varios valores exhiben una alta significancia (**) particularmente en los intervalos (1, 4, 6, 9 minutos), mostrando un efecto más marcado a los 4 minutos ($p=0.25^{**}$).

La interacción Aceite*Concentración muestra relevancia en la mayoría de los lapsos de tiempo, especialmente en los primeros 4 minutos y no es relevante a los 10 minutos. La variabilidad se reduce con el tiempo (de 12.69% a 6.04%), lo que señala una mayor consistencia en las observaciones tardías. Lo mismo ocurre con el error, lo que indica óptimos controles experimentales tras 6 minutos en las fases tardías.

Los resultados indican que los terpenos y cannabinoides presentes en *Cannabis sativa* producen un efecto insecticida contra ninfas de *Bactericera cockerelli* causando la muerte de estos insectos en cortos periodos de tiempo. Esto se atribuye a las propiedades bioactivas de terpenos y cannabinoides que han demostrado ser letales y repelentes para viarias plagas.

Esto coincide con el estudio de Acosta (2023), en los aceites esenciales de *Ruta graveolens* y *Anethum graveolens* en emulsión, que poseen características bioactivas de terpenos que lograron regular en periodos breves de 2 a 4 minutos por los contenidos de terpenos que afectan el sistema nervioso de los insectos modificando sus neurotransmisores o causando alteraciones en sus membranas celulares.

Tabla 4

Pruebas Tukey al 5%, para conteo de individuos muertos de ninfas de Bactericera cockerelli

| Factor | Descripción | Mortalidad en minutos | | | | | | | | | |
|---------------|------------------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Aceite | Aceite de cannabis en emulsión | 1.13 A | 1.17 A | 1.18 A | 1.24 B | 1.16 B | 1.15 B | 1.06 B | 1.06 B | 1.03 B | 1.02 A |
| | Aceite agrícola+macero en emulsión | 1.08 B | 1.11 B | 1.15 B | 1.32 A | 1.17 A | 1.16 A | 1.09 A | 1.08 A | 1.04 A | 1.02 A |
| Concentración | 0% | 1 B | 1 B | 1 B | 1 B | 1 B | 1 B | 1 B | 1 B | 1 B | 1 B |
| | 15% | 1 B | 1.02 B | 1.09 B | 1.37 A | 1.41 A | 1.17 B | 1.18 B | 1.13 B | 1.07 B | |
| | 25% | 1.11 B | 1.24 A | 1.27 A | 1.47 A | 1.23 B | 1.11 B | 1.13 B | 1.09 B | 1 B | 1 B |
| | 50% | 1.32 A | 1.3 A | 1.29 A | 1.28 A | 1.13 B | 1.09 B | 1 B | 1 B | 1 B | 1 B |

Letras diferentes (A, B): Indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos; Misma letra: No hay diferencias significativas entre esos tratamientos

El estudio del factor aceite (**Tabla 4**), revela que durante los primeros 3 minutos, el aceite de cannabis (A) presenta una mayor mortalidad en comparación con el aceite agrícola+macero (B); al cuarto minuto, el patrón es opuesto - el aceite agrícola+macero (A) sobrepasa al cannabis (B); en los siguientes 5 minutos, el aceite agrícola+macero (A) conserva su mayor eficacia (A vs B); al décimo minuto, los dos aceites igualan su eficacia.

Referente al factor concentración y su evolución temporal, la concentración del 0% indica una mortalidad reducida con rangos de (B); el 15% muestra una mortalidad efectiva al minuto 4 (A) y su máximo impacto en los minutos 4-6; con el 25% se observa una mortalidad más rápida, siendo efectiva desde el minuto 2, el pico de eficacia se manifiesta a los 4 minutos y va disminuyendo tras el minuto 6; con la concentración del 50% se anticipa una mayor eficacia temporal entre el minuto 1-4. pero experimenta una rápida disminución de su eficacia.

Los resultados obtenidos en este estudio se relacionan directamente con las propiedades bioactivas reportadas para los aceites esenciales de *Cannabis sativa*. Según investigaciones recientes (Lynch et al., 2023; Nagata, 2021; Tardem et al., 2025), estos aceites contienen una mezcla compleja de terpenos y cannabinoides, entre los que predominan el *Beta-cariofileno*, *Alfa-trans-bergamoteno* y *Alfa-humuleno*. Estos compuestos han demostrado poseer propiedades farmacológicas y ecológicas relevantes, incluyendo efectos antiinflamatorios, antimicrobianos y particularmente actividad repelente contra insectos plaga (Díaz, 2023).

Tabla 5

Porcentaje de mortalidad por concentración

| Concentración | Máxima Mortalidad (%) | Tiempo de Máximo Efecto | Persistencia |
|---------------|-----------------------|-------------------------|--------------|
| 15% | 41% | 6 min | Alta |
| 25% | 47% | 4 min | Media |
| 50% | 32% | 1 min | Baja |

El estudio de la **Tabla 5** revela una relación no lineal ya que un incremento en la concentración no conduce a una mortalidad superior. Además, la relación entre concentración y persistencia es negativa, ya que Mayor Concentración = menor duración del efecto, es decir, la concentración de (50%) muestra una mortalidad máxima del 32% en el lapso de 1 minuto; la concentración (15%) mostró una prolongada persistencia con una mortalidad máxima del 41% a los 6 minutos, mientras que la concentración (25%) registró la mayor mortalidad del 47% a los 4 minutos, evidenciando una persistencia media.

A una concentración del 50 %, se detectó una disminución en la eficacia del tratamiento contra ninfas de *Bactericera cockerelli*, posiblemente relacionada con diversos aspectos fisicoquímicos y biológicos propios de los aceites esenciales. Este comportamiento concuerda con lo reportado por Gaitán et al. (2023), quienes subrayan la vulnerabilidad de estos compuestos frente a condiciones ambientales, en especial la temperatura ambiente y su naturaleza hidrofóbica, que dificulta su dispersión uniforme en soluciones acuosas. Además, los terpenos y otros metabolitos volátiles presentes en el aceite de *Cannabis sativa* son propensos a sufrir procesos de oxidación, evaporación y degradación por luz, lo que compromete su estabilidad y reduce su acción insecticida (Garzón et al., 2021). En consecuencia, la efectividad del tratamiento no está determinada únicamente por la concentración empleada, sino también por la calidad de la formulación, el modo de aplicación y su interacción con factores ambientales externos.

4. Conclusiones

- Las emulsiones fabricadas con *Cannabis sativa* son una alternativa respetuosa con el medio ambiente y eficaz para el control de ninfas *Bactericera cockerelli*. esto se debe a que contiene metabolitos como terpenos y cannabinoides que, en sinergia, poseen propiedades insecticidas y repelentes, que influyen en el sistema nervioso y el comportamiento reproductivo de los insectos.
- El experimento evidenció que concentraciones del 15% y 25% causaron una elevada mortalidad en las ninfas de *Bactericera cockerelli*. El primero resulta beneficioso para medidas preventivas, mientras que la segunda muestra un mejor equilibrio entre sus efectos en una mortalidad elevada y una persistencia moderada, la concentración del 50% muestra menor eficacia debido a su baja persistencia, pero puede ser empleada cuando se necesiten acciones rápidas. Este estudio se proyecta como una alternativa sustentable en contraposición al uso de sustancias químicas. No obstante, se sugiere seguir explorando su efectividad en el terreno.

5. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

6. Declaración de contribución de los autores

Todos autores contribuyeron significativamente en la elaboración del artículo.

7. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

8. Referencias Bibliográficas

Acosta Segovia, C. B. (2023). *Efecto de aceites esenciales en emulsión en el control de ninfas de bactericera cockerelli, en condiciones de laboratorio, provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador]. <https://repositorio.utc.edu.ec/items/b1b45d44-2147-42e0-adf1-4a49a775d69f>

Anthis, C. (2022). *Aceites Esenciales: guía de iniciacion*. Editorial Sirio. <https://www.editorialsirio.com/aceites-esenciales-guia-de-iniciacion/>

Araujo Jaramillo, M. A., Cartagena Ayala, Y. E., Castillo, C. C., Cuesta Subía, H. X., Monteros Jácome, J. C., Paula, N., Racines Jaramillo, M. R., Rivadeneira Ruales, J. E., Velásquez Carrera, J. S., León Ruiz, J., Panchi, N., & Andrade

- Piedra, J. L. (2021). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores*. Imprenta IdeaZ. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5672>
- Calderón Revelo, J. J. (2022). Evaluación de la aplicación de silicio en el control de bactericera cockerelli (sulc) en el cultivo de pimiento (capsicum annum l.) en San Vicente de Pusir, Carchi. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador]. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12500>
- Castillo Carrillo, C., & Llumiquinga Hormaza, P. (2021). *Manual para reconocer e identificar al psílido de la papa (Bactericera Cockerelli Šulc) en campo y laboratorio*. Manual técnico No. 121. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5781/1/Manual_de_identificacion_Bactericera_DIGITAL.pdf
- Costa-Becheleni, F. R., Del Toro-Sánchez, C. L., Wong-Corral, F. J., Robles-Burgueño, M. R., Cárdenas-López, J. L., & Borboa-Flores, J. (2020). Aceites esenciales para el control de Sitophilus zeamais Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) y efecto sobre la calidad del grano de maíz Zea mays Linnaeus (Poales: Poaceae). *Revista chilena de entomología*, 46(4), 639–652. <https://doi.org/10.35249/RCHE.46.4.20.10>
- De La Cruz Burbano, J. E., & Valladolid Eras, J. C. (2022). *Aplicaciones pedagógicas del extractor de aceites esenciales por arrastre de vapor en procesos de transformación agroindustrial*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador]. <https://repositorio.utc.edu.ec/items/90d5fa6b-3bdd-4899-97a1-5185e346f0f0>
- Díaz, F. S. (2023). *Estudio de la actividad letal y repelente de extractos de Cannabis sativa de la variante Deep Mandarin en ninfas de Triatoma infestans* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Arturo Jauretche, Florencio Varela, Argentina]. <https://rid.unaj.edu.ar/handle/123456789/2165>
- Escobar Quispe, B. R. F., Ramirez Huanca, G. M., & Lazo Ramos, R. S. (2024). Aceites esenciales: Una estrategia ecológica para el control de Aphis craccivora en cultivo agrícola. *Ingeniería Investiga*, 6(983), 1-13. <https://revistas.upt.edu.pe/ojs/index.php/ingenieria/article/view/983/949>
- Falconez Portilla, J. E. (2020). *Ciclo Biológico de (bactericera cockerelli) bajo condiciones controladas, en tres localidades Salache, Cotopaxi 2020* [Tesis de pregrado, Universidad técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador]. <https://repositorio.utc.edu.ec/items/09069f4d-13e4-4282-b346-04eaea798625>

- Gaitán, A., Brignone, S. G., Ravetti, S., & Palma, S. D. (2023). *Desafíos y oportunidades en la microencapsulación de aceites esenciales: desde la ciencia hasta la aplicación*. Pharmaceutical Technology.
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/223240>
- Garzón Truque, D. I., Molina Roa, J., Rojas Burgos, L. S., Acosta Peña, M. C., & Duarte Méndez, D. F. (2021). *Propuesta de implementación de economía circular para el aprovechamiento de terpenos provenientes de la obtención de cannabinoides* [Tesis de titulación, Universidad EAN, Bogotá, Colombia].
<http://hdl.handle.net/10882/11332>
- Hernández Rosas, I. D. (2024). Efecto insecticida de nanopartículas metálicas para el control de bactericera cockerelli Sulc. (Hemiptera: Triozidae) bajo condiciones de laboratorio. [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro División de Agronomía, Saltillo, México].
<https://repositorio.uaaan.mx/xmlui/handle/123456789/49838>
- Chang, R., & College, W. (2002). *Química*. McGraw Hill.
<https://sacaba.gob.bo/images/wsacaba/pdf/libros/quimica/Chang-QuimicaGeneral7thedicion.pdf>
- Infinitia. (2023). *¿Qué es la cromatografía de gases?* Industrial Consulting.
<https://www.infinitiaresearch.com/noticias/cromatografia-de-gases-una-herramienta-de-analisis-versatil-para-su-aplicacion-en-la-industria/>
- Jácome Mogro, J., Auz Carvajal, D., Marín Quevedo, K., Mogro Cepeda, Y. V., & Jiménez Jácome, C. S. (2022). Ciclo biológico de *Bactericera cockerelli*, vector de la enfermedad de punta morada (*Candidatus liberobacter*) en solanáceas, en los andes centrales ecuatorianos. *Revista Investigación Agraria*, 4(1), 26–37.
<https://revistas.unheval.edu.pe/index.php/reina/article/download/1386/1308>
- Jácome Mogro, E. J., Jiménez Jácome, C. S., Jácome Quiroz, L. F., & Auz Carvajal, D. M. (2025). Control de *Candidatus Liberibacter solanacearum* y su vector *Bactericera cockerelli* en tomate de árbol (*Solanum betaceum*): Control of *Candidatus Liberibacter solanacearum* and Its Vector *Bactericera cockerelli* in Tree Tomato (*Solanum betaceum*). *Revista UTCiencia*, 12(1), 1-11.
<https://investigacion.utc.edu.ec/index.php/utciencia/article/view/1075>
- Leonart, T. L. (2023). *Evaluación de la actividad letal y repelente de extractos de Cannabis sativa en combinación con inhibidores de enzimas detoxificantes en ninfas de Triatoma infestans* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Arturo Jauretche, Florencio Varela, Argentina].
<https://rid.unaj.edu.ar/handle/123456789/2774>

- Lynch, H. N., Authement, C. C., Maczko, A., Parker, M., Beaty, K., & Pathiranage, A. L. (2023). Gas Chromatography-Mass Spectrometry Analysis of Cannabis: Undergraduate Organic Chemistry Laboratory Exercise. *Journal of Chemical Education*, 100(3), 1303–1312.
<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.2c00966>
- Nagata, K. M. R. (2021). *Estudo in silico da interação entre as enzimas Purina Nucleosídeo Fosforilase e Enoil Redutase do P. falciparum com artemisinina, beta bisaboleno e beta cariofileno* [Tese de Doutorado, Universidade Federal De Santa Maria, Santa Maria, Brasil]. <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/28765>
- Olaniyan, O., Rodriguez-Gasol, N., Cayla, N., Michaud, E., & Wratten, S. D. (2020). *Bactericera cockerelli* (Sulc), a potential threat to China's potato industry. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(2), 338–349.
[https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62754-1](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62754-1)
- Tardem Oliveira, G., Chiamolera, I. C., Schiewe, J. A., Garcia Miranda, L. H., Eurick, D., Korchak Alves, J. A., Pezzini, A. A., & Kerppers, I. I. (2025). Analysis of the effect of nanoparticles containing α humulene and curcumin on neuroinflammation: a systematic review. *ARACÊ*, 7(2), 8611–8625.
<https://doi.org/10.56238/AREV7N2-237>
- Pelazzini, F., & Rusnak, M. (2023). *Potencial herbicida de aceites esenciales para el manejo de vegetación espontánea* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Plata, La Plata, Argentina].
https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/171216/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Quespaz Hurtado, J. A. (2023). *Propuesta de Manejo Integrado de Paratizoza (Bactericera cockerelli) en el cultivo de papa (Solanum tuberosum), variedad Superchola en el cantón Montúfar, Provincia del Carchi* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ibarra, Ecuador].
<https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/45243>
- Racines Jaramillo, M. R., Cuesta Subía, H. X., Montero, B., Cuasapaz, P., Panchi, N., & Benavidez, H. (2023). *Memorias del x congreso ecuatoriano de la papa*. Libro de Memorias del X Congreso Ecuatoriano de la Papa.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/6125>
- Reyna-Fuentes, J. H., Martínez-González, J. C., Silva-Contreras, A., López-Aguirre, D., & Castillo-Rodríguez, S. P. (2021). Fitoterapia una alternativa de control de plagas y enfermedades de abejas. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 8(2), 114–123. <https://doi.org/10.36610/J.JSAAS.2021.080200114>

Riquelme Quispe, L. M., Zvietcobich Guerra, M. E., Ramírez Bengoa, S., & Ojeda Rondan, K. V. (2023). Efecto antibacteriano de los aceites esenciales de *Syzygium aromaticum*, *Minthostachys mollis* y *Jungia rugosa* Less sobre el *Streptococcus mutans* ATCC 25175. *Revista Peruana de Medicina Integrativa*. *Revista Peruana de Medicina Integrativa*, 8(4).
<https://rpmi.pe/index.php/rpmi/article/view/758>

Roque Enriquez, A., Beltrán Beache, M., Ochoa Fuentes, Y. M., & Delgado Ortiz, J. C. (2024). Parámetros poblacionales de *Bactericera cockerelli* en plantas de tomate tratadas con menadiona. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 15(4), e3349.
<https://doi.org/10.29312/REMEXCA.V15I4.3349>

Salto Fernández, N. B., & Flores De la Torre, J. L. (2024). Análisis de los recursos naturales y prácticas campesinas en ecosistemas de altura. *Siembra*, 11(1), e4486. <https://doi.org/10.29166/siembra.v11i1.4486>

Trincherro Hernandez, J. S., & Groppa, M. D. (2023). *Bioinsumos y sus aplicaciones en cultivos de cannabis*. Universidad Nacional de Quilmes.
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/227778>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



Open policy finder
Formerly Sherpa services