



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL

MODALIDAD: INFORME DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“Evaluación de la resina viva (live resin) y el aceite esencial de Cannabis
(*Cannabis sativa L.*) para el control in vitro de Paratrioza (*Bactericera
cockerelli Sulc*)”**

Trabajo de titulación presentado previo a la obtención del Título de Magíster en
Sanidad Vegetal

Autor:

Cruz Pacha Andrés Francisco

Tutora:

Ing. Granja Guerra Eliana Mg

LATACUNGA – ECUADOR

2024

APROBACIÓN DE LA TUTORA

En mi calidad de Tutora del Trabajo de Titulación “Evaluación de la resina viva (live resin) y el aceite esencial de Cannabis (*Cannabis sativa L.*) para el control in vitro de Paratrioza (*Bactericera cockerelli Sulc*)” presentado por Andrés Francisco Cruz Pacha, para optar por el título Magíster en Sanidad Vegetal.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

Latacunga, julio 2024



Mg. Granja Guerra Eliana

C.I. 1718126301

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación: "Evaluación de la resina viva (live resin) y el aceite esencial de Cannabis (*Cannabis sativa L.*) para el control in vitro de Paratrioza (*Bactericera cockerelli Sulc*)", ha sido revisado, aprobado y autorizado su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Sanidad Vegetal; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.

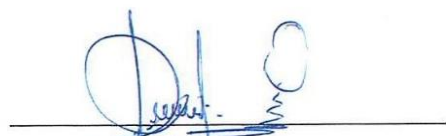
Latacunga, agosto 2024



Mg. Guido Euclides Yauli Chicaiza

C.I. 0501604409

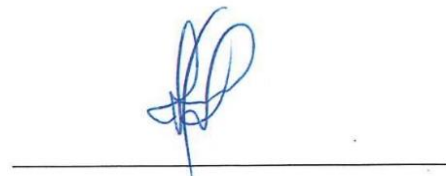
Presidente del tribunal



Mg. Francisco Hernan Chancusig

C.I. 0501883920

Lector 2



Mg. Darwin Rodrigo Claudio Pruna

C.I. 1712448339

Lector 3

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado de una manera muy especial a mi madre, quien en el transcurso de toda mi vida me ha brindado su apoyo incondicionalmente y su infinito amor, a mi hermana quien con su apoyo y ejemplo ha sido pilar fundamental para cumplir con esta meta, a mi sobrina, mi tía y abuelita quien con su sabiduría y su cariño me ayudaron a culminar mi carrera profesional, y hoy poder seguir preparándome profesionalmente, a toda mi familia quienes de una u otra manera formaron parte de este proceso tanto académico como humano un agradecimiento enorme.

A todas las personas que conocí y puede compartir grandes experiencias en este tiempo que se las llevaran en el alma y el corazón para siempre.

Andrés Francisco

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento en especial a Dios y a mi madre por guiar los pasos y los caminos para poder finalizar esta etapa de la vida.

Un agradecimiento muy especial a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a la Maestría en Sanidad Vegetal, a todos sus distinguidos docentes y empleados por apoyar este proceso académico y culminarlo con éxitos

Andrés Francisco

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Quien suscribe, declara que asume la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación.

Latacunga, agosto 2024



Ing. Andrés Francisco Cruz Pacha

C.I. 1724934011

RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, agosto 2024



Ing. Andrés Francisco Cruz Pacha

C.I. 1724934011

AVAL DEL PRESIDENTE

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: “Evaluación de la resina viva (live resin) y el aceite esencial de Cannabis (*Cannabis sativa L.*) para el control in vitro de Paratrypana (*Bactericera cockerelli Sulc*)”, contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los miembros del tribunal en la predefensa.

Latacunga, agosto 2024



Mg. Guido Euclides Yauli Chicaiza

C.I. 0501604409

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL

Título: “Evaluación de la resina viva (live resin) y el aceite esencial de Cannabis (*Cannabis sativa L.*) para el control in vitro de Paratrioza (*Bactericera cockerelli Sulc*)”

Autor: Cruz Pacha Andrés Francisco.

Tutora: Ing. Granja Guerra Eliana Mg

RESUMEN

Los extractos vegetales obtenidos de diferentes sustancias vegetales después de diversos procesos son una alternativa para el control de plagas. La presente investigación que se realizó tuvo como finalidad evaluar el efecto de los extractos vegetales a base de la planta de cannabis, para el control de *Bactericera cockerelli*, en condiciones de laboratorio, el propósito final fue registrar, cuál de los extractos de cannabis demostró el mejor control de la plaga y poder tener una alternativa de menor impacto para el medio ambiente y las personas. Dentro de este trabajo de investigación se utilizó un diseño experimental completamente al azar con un arreglo factorial (2*2) más 1 adicional. Con un total de 5 tratamientos en 6 repeticiones, para luego proceder con las técnicas de extracción para obtener nuestros extractos Live resin al 50% y 75% y Aceite esencial de cannabis al 50% y 75%, obtenidos de la planta de cannabis recién cosechada y pasada por un proceso de curado y secado y luego proceder a aplicarlos con su respectivo testigo. Realizando así el ensayo bajo las condiciones adecuadas de humedad y la temperatura, luego se procedió a introducir a *Bactericera cockerelli*, la población de 15 individuos repartidos en cada unidad experimental, posteriormente se realizó la aplicación de los extractos con un atomizador, los datos se tomaron después de 3 horas de la aplicación, y así cada 3 horas se tomó los datos durante 18 horas, se realizó el conteo de individuos muertos en un lapso de 15 minutos, el registro se lo hizo en un libro de campo, para posterior tabular los datos mediante el programa infostat, para obtener el análisis ANOVA y el test de tukey al 5% y así obtener los siguientes resultados. Se puede observar en las evaluaciones que el (Live Resin de cannabis 75 %), (Live Resin de cannabis 50 %), en las evaluaciones tuvieron el mejor control, seguidos por el (Aceite esencial de cannabis 75%). Se recomienda utilizar el extracto de live resin al 75 %.

Palabras clave: Cannabis, Extracciones, Alternativa.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
GRADUATE DIRECTION
MASTER'S DEGREE IN PLANT HEALTH

Theme: "Evaluation of live resin (live resin) and Cannabis essential oil (*Cannabis sativa L.*) for the in vitro control of Paratrioza (*Bactericera cockerelli Sulc*)"

Author: Cruz Pacha Andrés Francisco

Tutor: Ing. Granja Guerra Eliana Mg

ABSTRACT

Plant extracts obtained from different plant substances after various processes are an alternative for pest control. The purpose of the present investigation was to evaluate the effect of plant extracts based on the cannabis plant, for the control of *Bactericera cockerelli*, under laboratory conditions, the final purpose was to record, which of the cannabis extracts demonstrated the better control of the pest and have an alternative with less impact on the environment and people. Within this research work, a completely randomized experimental design was used with a factorial arrangement (2*2) plus an additional 1. With a total of 5 treatments in 6 repetitions to then proceed with the extraction techniques to obtain our Live resin extracts at 50% and 75% and Cannabis essential oil at 50% and 75%, obtained from the recently harvested cannabis plant and passed through a curing and drying process and then proceed to apply them with their respective witness. The test was carried out under the appropriate conditions of humidity and temperature, then *Bactericera cockerelli* was introduced, and the population of 15 individuals distributed in each experimental unit, subsequently the application of the extracts was carried out with a spray bottle, the data were taken after 3 hours of the application, so in this way every 3 hours, the data was taken for 18 hours, the dead individuals were counted in a period of 15 minutes, the record was made in a field book, so later tabulate the data using the infostat program, for obtaining the ANOVA analysis and the Tukey test at 5% and thus obtain the following results. It can be seen in the evaluations that (Live Cannabis Resin 75%), (Live Cannabis Resin 50%), had the best control, followed by (Cannabis Essential Oil 75%). It is recommended to use 75% live resin extract.

Keywords: Cannabis, Extractions, Alternative.

Yo, Gladys Viviana Cruz Acosta, con cédula de identidad número 1709150781. Licenciada en Ciencias de la Educación. Mención Inglés con número de registro de la SENECYT N° 1031-09-907110; **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: "Evaluación de la resina viva (live resin) y el aceite esencial de Cannabis (*Cannabis sativa L.*) para el control in vitro de Paratrioza (*Bactericera cockerelli Sulc*)" de: Cruz Pacha Andrés Francisco, aspirante a Magíster en Sanidad Vegetal.

Latacunga, julio 2024



Gladys Viviana Cruz Acosta
C.I: 0503246415

ÍNDICE DE CONTENIDO

INFORMACIÓN GENERAL.....	1
INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
BENEFICIARIOS	3
Beneficiarios directos	3
Beneficiarios indirectos	3
OBJETIVOS	3
Objetivo General:.....	3
Objetivos Específicos:	3

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

1.1. Extractos vegetales	5
1.2. Bactericera cockerelli Sûlc.	6
1.2.1. Clasificación Taxonómica.....	6
1.3. Condiciones Climáticas	6
1.4. Ciclo Biológico de B. Cockerellis	7
1.5. Ovipostura.....	7
1.6. Estadios ninfales	8
1.6.1. Primer estadio ninfal.....	8
1.6.2. Segundo instar.....	8
1.6.3. Tercer instar	9
1.6.4. Cuarto instar.....	9
1.6.5. Quinto instar	10
1.6.6. Adulto	10
1.6.7. Hembra.....	11
1.6.8. Macho	11
1.7. Daños que ocasiona Bactericera cockerelli Sulc.	12
1.7.1. Directos.....	12

1.7.2.	Indirectos	12
1.8.	Manejo Integrado	12
1.8.1.	Control Cultural	12
1.8.2.	Control Químico	12
1.8.3.	Control Biológico	13
1.9.	Sistema de monitoreo directo	13
1.10.	Sistema de monitoreo indirecto	13
1.11.	Manejo agroecológico de plagas.....	14
1.12.	Margen funcional	14
1.13.	Cultivo de Cannabis sp.	15
1.13.1.	Centro de origen.....	15
1.13.2.	Taxonomía	15
1.13.3.	Clasificación taxonómica del (Cannabis sativa L)	16
1.13.4.	Descripción botánica del cannabis.....	16
1.13.5.	Plagas en Cannabis sp.....	17
1.13.6.	Composición química de Cannabis.....	17
1.14	PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	19

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	20
2.1.	Tipo de investigación.....	20
2.1.1.	Experimental.....	20
2.2.	Métodos y técnicas.....	20
2.2.1.	Cuali-cuantitativa.....	20
2.3.	Modalidad básica de la investigación	20
2.3.1.	De campo	20
2.3.2.	De laboratorio	21
2.3.3.	Bibliográfica documental.....	21
2.4.	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	21
2.4.1.	Observación científica	21

2.4.2.	Observación estructurada.....	21
2.4.3.	Análisis estadístico	21
2.4.4.	Unidad experimental.....	22
2.5.	Diseño experimental	22
2.6.	Esquema de ADEVA.....	22
2.6.1.	Factores de estudio.....	23
2.6.2.	Tratamiento en estudio.....	23
2.7.	Análisis funcional	24
2.8.	Diseño del ensayo	24
2.9.	Materiales y recursos	25
2.10.	Manejo específico del experimento	26
2.10.1.	Elaboración de las unidades experimentales	26
2.10.2.	Elaboración de extractos.....	26
2.10.3.	Desarrollo extracción ACEITE ESENCIAL (Sweed Sour x Widow) 27	
2.10.4.	Desarrollo extracción BHO Live Resin (Rosa Andina).....	28
2.10.5.	Preparación de extractos	28
2.10.6.	Aceite Esencial	28
2.10.7.	LIVE RESIN.....	28
2.11.	Desarrollo del ensayo.....	29

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	30
3.1.	Porcentaje de mortalidad a las 3 horas.....	30
3.2.	Porcentaje de mortalidad a las seis horas.....	32
3.3.	Porcentaje de mortalidad a las 9 horas.....	33
3.4.	Porcentaje de mortalidad a las 12 horas.....	35
3.5.	Porcentaje de mortalidad a las 15 horas.....	37
3.6.	Porcentaje de mortalidad a las 18 horas.....	38

4.	CONCLUSIONES	43
5.	RECOMENDACIONES.....	44
6.	BIBLIOGRAFÍA	45
7.	ANEXOS	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de <i>Bactericera cockerelli</i>	6
Tabla 2. Clasificación taxonómica del <i>Cannabis sativa</i> L	16
Tabla 3. ADEVA para el análisis de extractos vegetales y dosis en el control de <i>Bactericera cockerelli</i> sulc.....	22
Tabla 4. Tratamientos aplicados para el manejo de 2 extractos vegetales en el control de <i>Bactericera cockerelli</i> en el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi.....	23
Tabla 5. Operación de variables.....	24
Tabla 6. ADEVA para porcentaje de mortalidad a las 3 horas para el control in vitro de paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc).....	30
Tabla 7. LSD al 5% para extractos en el porcentaje de mortalidad a las 3 horas para el control in vitro de paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc)	31
Tabla 8. LSD al 5% para concentraciones en el porcentaje de mortalidad a las 3 horas para el control in vitro de paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc).....	31
Tabla 9. LSD al 5% para el factorial versus el adicional en el porcentaje de mortalidad a las 3 horas para el control in vitro de paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc)	31
Tabla 10. ADEVA para porcentaje de mortalidad a las 6 horas para el control in vitro de paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc).....	32
Tabla 11. LSD al 5% para extractos en el porcentaje de mortalidad a las 6 horas para el control in vitro de paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc)	32
Tabla 12. Promedios para concentraciones en el porcentaje de mortalidad a las 6 horas para el control in vitro de paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc).....	33

Tabla 13. LSD al 5% para el factorial versus el adicional en el porcentaje de mortalidad a las 6 horas para el control in vitro de paratrioza (Bactericera cockerelli Sulc)	33
Tabla 14. ADEVA para porcentaje de mortalidad a las 9 horas para el control in vitro de paratrioza (Bactericera cockerelli Sulc).....	34
Tabla 15. LSD al 5% para extractos en el porcentaje de mortalidad a las 9 horas para el control in vitro de paratrioza (Bactericera cockerelli Sulc)	34
Tabla 16. Promedios para concentraciones en el porcentaje de mortalidad a las 9 horas para el control in vitro de paratrioza (Bactericera cockerelli Sulc).....	35
Tabla 17. LSD al 5% para la factorial versus el adicional en el porcentaje de mortalidad a las 9 horas para el control in vitro de paratrioza (Bactericera cockerelli Sulc)	35
Tabla 18. ADEVA para porcentaje de mortalidad a las 12 horas para el control in vitro de paratrioza (Bactericera cockerelli Sulc).....	35
Tabla 19. LSD al 5% para extractos en el porcentaje de mortalidad a las 12 horas para el control in vitro de paratrioza (Bactericera cockerelli Sulc).....	36
Tabla 20. Promedios para concentraciones en el porcentaje de mortalidad a las 12 horas para el control in vitro de paratrioza (Bactericera cockerelli Sulc).....	36
Tabla 21. LSD al 5% para el factorial versus el adicional en el porcentaje de mortalidad a las 12 horas para el control in vitro de paratrioza (Bactericera cockerelli Sulc)	37
Tabla 22. ADEVA para porcentaje de mortalidad a las 15 horas para el control in vitro de paratrioza (Bactericera cockerelli Sulc).....	37
Tabla 23. LSD al 5% para extractos en el porcentaje de mortalidad a las 15 horas para el control in vitro de paratrioza (Bactericera cockerelli Sulc).....	38

Tabla 24. Promedios para concentraciones en el porcentaje de mortalidad a las 15 horas para el control in vitro de paratuberculosis (<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc).....	38
Tabla 25. LSD al 5% para el factorial versus el adicional en el porcentaje de mortalidad a las 15 horas para el control in vitro de paratuberculosis (<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc)	38
Tabla 26. ADEVA para porcentaje de mortalidad a las 18 horas para el control in vitro de paratuberculosis (<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc).....	39
Tabla 27. LSD al 5% para extractos en el porcentaje de mortalidad a las 18 horas para el control in vitro de paratuberculosis (<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc).....	39
Tabla 28. Promedios para concentraciones en el porcentaje de mortalidad a las 18 horas para el control in vitro de paratuberculosis (<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc).....	40
Tabla 29. LSD al 5% para el factorial versus el adicional en el porcentaje de mortalidad a las 18 horas para el control in vitro de paratuberculosis (<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc)	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida <i>B. cockerellis</i>	7
Figura 2. Ovipostura	7
Figura 3. Primer estadio ninfal de <i>B. cockerelli</i> S.	8
Figura 4. Segundo instar de <i>B. cockerelli</i> S.....	9
Figura 5. Tercer estadio ninfal <i>Bactericera cockerelli</i>	9
Figura 6. Cuarto instar de <i>B. cockerelli</i> S.	10
Figura 7. Quinto instar de <i>B. cockerelli</i> S.....	10
Figura 8. Adulto <i>B. cockerelli</i> S.	11
Figura 9. Adulto hembra de <i>B. cockerelli</i> S.....	11
Figura 10. Adulto macho de <i>B. cockerelli</i> S.	11
Figura 11. Desarrollo extracción aceite esencial de cannabis (<i>Sweet Sour</i> x Widow).....	27
Figura 12. Tukey al 5% para porcentaje de mortalidad a las 3 hasta las 18 horas para el control in vitro de paratarioza (<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc)	41
Figura 13. Líneas de tendencia por tratamiento para porcentaje de mortalidad entre a las 3 hasta las 18 horas para el control in vitro de paratarioza (<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc)	42

INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:	“Evaluación de la resina viva (live resin) y el aceite esencial de Cannabis (<i>Cannabis sativa L.</i>) para el control in vitro de Paratrioza (<i>Bactericera cockerelli Sulc</i>)”
Línea de investigación:	Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local
Proyecto de investigación vinculado:	Plagas de interés económico.
Grupo de Investigación:	Ing. Eliana Granja Mg. Ing. Andrés Cruz
Red nacional o internacional:	Red nacional

INTRODUCCIÓN

Una enfermedad emergente a nivel nacional que afecta al cultivo de papa ha sido reportada en el país provocando grandes porcentajes de pérdida en la producción del cultivo. La punta morada que actualmente prevalece en el cultivo de papa es transmitida por el psílido *Bactericera cockerelli Sulc.* (INIAP, 2020.)

Bactericera cockerelli es uno de los problemas más importantes del sector agrícola porque esta plaga tiene muchas especies diferentes de la familia de las solanáceas (patata, tomate, berenjena, etc.) que actúan como sus huéspedes y las provocan diferentes tipos de daños por su facilidad de propagación (hojas, raíces y tubérculos) que causan daños a los cultivos, como nodulación aérea, amarillamiento de las hojas, clorosis, envejecimiento prematuro de las plantas, etc., por lo que varias instituciones de monitoreo como el INIAP, MAG y Agrocalidad están enfocados en desarrollar contramedidas y crear métodos para combatir esta plaga para combatir su invasión masiva (INIAP, 2020.)

Debido al alto uso de productos químicos y sintéticos se ha observado una gran degradación del suelo y de la biodiversidad, por lo que se buscan nuevas estrategias de control para proteger los cultivos, una de ellas es la agroecología, que aplica técnicas como extractos de plantas, para mantener el equilibrio ambiental sin dañar los organismos beneficiosos ni el medio ambiente (Elisante, 2019)

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La presente investigación tiene como objetivo dar a conocer las nuevas alternativas de control fitosanitario dentro de una agricultura con menor impacto ambiental. Es decir, las esencias y los extractos vegetales que son utilizados como bactericidas, fungicidas, insecticidas, nematocidas, repelentes, aplicados en la medicina y en los cosméticos. (Celis A. M., 2018)

El empleo de sustancias químicas para el control de insectos el método más seguro para mantener niveles de población no dañinos, en la actualidad su uso no es muy funcional debido al progreso de poblaciones resistentes, presencia de restos inherentes a su uso y a las fuertes limitaciones comerciales que predominan (García, 2015)

Por estas razones se busca el uso de alternativas en el manejo de plagas, como bioinsecticidas ecológicos, aceites esenciales y extracciones, podría ser una de las alternativas para sustituir parcialmente el uso de pesticidas altamente nocivos que se aplican actualmente para el control de plagas (Celis A. M., 2018)

El cannabis y sus derivados, ha tenido muy buenos reportes sobre la eficacia en la mayoría de plagas que son relevantes para la agricultura. Parte de su eficacia se puede atribuir al gran número de químicos presentes en el aceite esencial de la planta, entre ellos terpenos, flavonoides y cannabinoides. (García, 2015)

Esta investigación pretende dar conocer e informar sobre el uso de extractos vegetales, aceites esenciales como alternativa no agresiva y amigable con el ambiente para el control de *Bactericera cockerelli*, y así asegurar la producción y la salud tanto de productores como de consumidores.

Como objetivo este estudio pretende demostrar el índice de efectividad de extractos vegetales elaborados con las flores del cannabis y evaluar el control de *B. cockerelli* S. mediante un manejo integrado de plagas y tener una alternativa adicional y que sea funcional y no tenga una toxicidad en el medio ambiente y

lograr cosechas favorables, pero con menos impactos químicos y que ayuden a los agricultores a iniciar una producción sustentable.

BENEFICIARIOS

Beneficiarios directos

Esta investigación beneficiara directamente a aquellos productores y agricultores de especies de solanáceos comestibles, como son las papas, el tomate, los pimientos etc. Además de proporcionar una base de datos y resultados que serán utilizadas para la creación de futuras investigaciones.

Beneficiarios indirectos

El establecimiento de aceites esenciales y extractos vegetales cuyo componente principal son especies vegetales con alto contenido de toxicidad, pueden ser utilizados y aprovechados como un recurso para la agricultura dentro y fuera de la provincia de Cotopaxi, estos productos a bases de aceites esenciales y extractos podrán ser de mucha utilidad para los productos y la población que se dedica al sector agrícola.

OBJETIVOS

Objetivo General:

- Evaluar el efecto de la resina viva (live resin) y el aceite esencial de cannabis (*Cannabis sativa L.*) para el control *in vitro* de paratrioza (*Bactericera cockerelli Sulc*).

Objetivos Específicos:

- Determinar la mejor extracción de cannabis para el control *in vitro* de paratrioza (*Bactericera cockerelli Sulc*).
- Identificar la concentración adecuada para el control *in vitro* de paratrioza (*Bactericera cockerelli Sulc*).

- Analizar la interacción entre la extracción de cannabis y la concentración para el control *in vitro* de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc).

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

1.1. Extractos vegetales

Entre los metabolitos secundarios que se encuentran en hojas, flores y semillas, se han identificado alrededor de 3000 compuestos vegetales, cuyo procesamiento crea protección en la planta contra factores extraños que impiden que las plagas se alimenten y pongan huevos en las hojas, los pesticidas son baratos, no causan toxicidad o residuos en las plantas en comparación con los productos sintéticos. (Celis A. M., 2018)

Existen varios métodos para elaborar este tipo de extractos, como extraer el líquido de las flores con disolventes, infusión de las hojas y partes blandas de la flor, hervir las raíces y semillas, fermentación con plantas o residuos de plantas en forma de suspensión y secado, o infusiones secas, semillas y plantas frescas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, Agricultura Sostenible, 2015)

Los extractos de plantas consisten en metabolitos secundarios (alcaloides) que participan en la defensa biológica contra patógenos y/o plagas. Estos metabolitos secundarios forman parte de las estrategias de defensa de la planta. Las propiedades específicas de los extractos, como antimicrobianas, antivirales, repelentes e inhibidores de la germinación de semillas, permiten su uso no sólo para la protección de cultivos, sino también para aumentar la calidad y la producción de alimentos. Sus características son que los extractos son menos tóxicos que los agroquímicos comerciales y se degradan más fácilmente que los pesticidas sintetizados químicamente (Celis A. M., 2009)

1.2. *Bactericera cockerelli* Sûlc.

Este psílido fue identificado en Colorado, EE.UU. en 1909 y recibió el nombre de *Triozia cockerelli* Sûlc., años más tarde como *Paratriozia cockerelli* Šule y luego como *Bactericera cockerelli* Sûlc. (Bujanos, 2015)

Es un psílido de la familia Triozidae originario de Norteamérica, se encuentra en el oeste de Norteamérica, México, Centroamérica y Nueva Zelanda *Candidatus liberibacter*, bacteria que ataca el floema de las plantas solanáceas. (Bujanos, 2015)

1.2.1. Clasificación Taxonómica

Tabla 1. Taxonomía de *Bactericera cockerelli*

Reino:	Metazoos
Filo:	Artrópodos
Clase:	Insecto
Orden:	Hemípteros
Familia:	Triozidae
Género:	<i>Bactericera</i>
Especie:	<i>Bactericera Cockerelli</i>

Fuente: (OIRSA, 2006)

1.3. Condiciones Climáticas

Bactericera cockerelli está más desarrollada en un rango de temperatura cálida de entre 25-28° C, lo que es perfecto para su desarrollo y durante un mayor crecimiento poblacional. Las temperaturas (>32 °C) son perjudiciales para este insecto porque estas condiciones impiden la formación de huevos, puesta de huevos y posterior eclosión, por lo que se presenta con mayor fuerza principalmente en la provincia de Pichincha, Cotopaxi, Carchi y otras zonas del país que no tuvieron mayor afectación.(Bujanos, 2015)

1.4. Ciclo Biológico de *B. Cockerellis*



Figura 1. Ciclo de vida *B. cockerellis*

Fuente: (Padilla, 2010)

1.5. Ovipostura

Las estructuras de los huevos tienen un tamaño aproximado de 0,42 x 0,21 mm, están flácidas y cuelgan del envés de la hoja y alrededor del borde por un pequeño hilo blanquecino. A veces forman grupos de 5 a 10 personas, momento en el que se quedan. De 3 a 7 días antes de la eclosión, la hembra suele poner unos 500 huevos. (Gamarra, 2019)

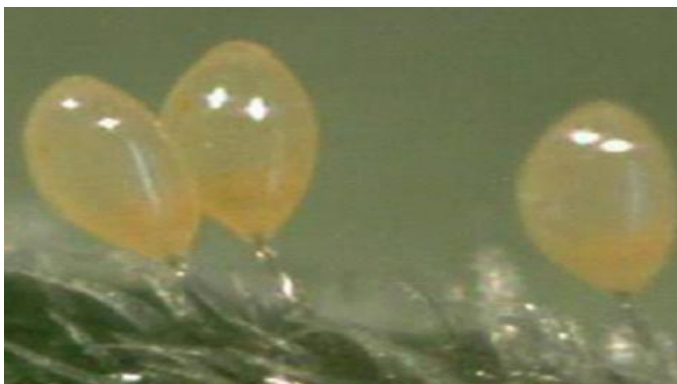


Figura 2. Ovipostura

Fuente: (Padilla, 2010)

1.6. Estadios ninfales

Tiene cinco etapas ovaladas, aplanadas dorso-ventralmente, ojos bien definidos. Las antenas tienen placoides simples, que aumentan en número y se vuelven más visibles a medida que el insecto alcanza diferentes estadios (Bujanos, 2015). "La circunferencia del cuerpo tiene estructuras cilíndricas que contienen filamentos cerosos que forman un anillo alrededor del cuerpo". (Gamarra, 2019)

1.6.1. Primer estadio ninfal

Es plano en la espalda, ovalado, con cabeza y pecho redondeados. Su color es anaranjado o amarillo, las antenas tienen partes principales cortas y gruesas, tienden a estrecharse hasta terminar en un pequeño segmento con dos anillos sensibles. Se sabe que los ojos son de color naranja. En el pecho se pueden ver mechones de alas invisibles. Abdomen bien definido y segmentación imperceptible, distribución corporal no bien definida. (BARRAZA CHAVIRA, 2012)



Figura 3. Primer estadio ninfal de *B. cockerelli* S.

Fuente: (Vega, 2010)

1.6.2. Segundo instar

En esta etapa se puede observar la división de la cabeza, el tórax y el abdomen. La cabeza es de color amarillento, las antenas son gruesas en la base y se estrechan hacia la punta, con racimos de antenas. Los ojos son de color naranja oscuro. El tórax es de color amarillo verdoso y son visibles los mechones de las alas, hay notable segmentación en las partes. Aumenta el tamaño del pecho y abdomen. Abdomen, es de color amarillo, con un par de espirales en los primeros cuatro segmentos. (Bujanos, 2015)



Figura 4. Segundo instar de *B. cockerelli* S.

Fuente: (Vega, 2010)

1.6.3. Tercer instar

Es significativa la segmentación entre cabeza, tórax y abdomen. La cabeza es amarilla, las antenas tienen las mismas características que en la etapa anterior. Los ojos están rojos. El tórax es de color amarillo verdoso y los mechones de alas en el meso y metatórax son claramente visibles, el vientre es amarillo. (Bujanos, 2015)



Figura 5. Tercer estadio ninfal *Bactericera cockerelli*.

Fuente: (OIRSA, 2006)

1.6.4. Cuarto instar

La cabeza y las antenas tienen las mismas propiedades que en el paso anterior. El tórax es de color amarillo verdoso, se distingue claramente la segmentación de las patas y se ven claramente dos espolones en la parte posterior de la tibia, las ninfas limpias y montadas tienen mechones (BARRAZA CHAVIRA, 2012). "El abdomen es amarillo y los primeros cuatro segmentos abdominales tienen un par de espirales". (Marín, 2015)



Figura 6. Cuarto instar de *B. cockerelli* S.

Fuente: (OIRSA, 2006)

1.6.5. Quinto instar

La segmentación entre cabeza, tórax y abdomen está bien definida. La cabeza y el vientre son de color verde claro y el pecho es de un tono más oscuro. Las antenas están divididas en dos partes por una hendidura adyacente a la parte media; La parte basal es gruesa, mientras que la parte apical es filiforme. El color de los ojos puede variar del rojo oscuro al violeta rojizo. La segmentación está definida por tres pares de patas. Los paquetes de alas destacan claramente y destacan del resto del fuselaje. El abdomen es semicircular, con un par de espiráculos en cada uno de los primeros cuatro segmentos. (BARRAZA CHAVIRA, 2012)



Figura 7. Quinto instar de *B. cockerelli* S.

Fuente: (Vega, 2010)

1.6.6. Adulto

Cuando aparece tiene un color amarillo verdoso; Está inactivo y las alas blancas se vuelven transparentes al cabo de 3 o 4 horas. El color del cuerpo varía ligeramente del ámbar al marrón oscuro o negro; Este cambio se produce entre 7 y 10 días después de llegar a esta etapa. Hay informes de que el color de un individuo adulto cambia durante el apareamiento. La cabeza tiene manchas marrones que marcan la

división con el tórax, los ojos son grandes de color marrón y las antenas son filamentosas. El pecho es amarillento con manchas marrones y muy claro, la longitud de las alas es aproximadamente 1,5 veces la longitud del cuerpo.(Bujanos, 2015)



Figura 8. Adulto *B. cockerelli* S.
Fuente: (Bujanos, 2015)

1.6.7. Hembra

Se caracteriza por tener una mancha al final del dorso en forma de Y (**figura 9**), el abdomen tiene los 5 segmentos genitales (Bujanos, 2015)

La hembra ovoposita entre 500 a 1500 en se los 60 días que vive. (Cuestas, 2018)

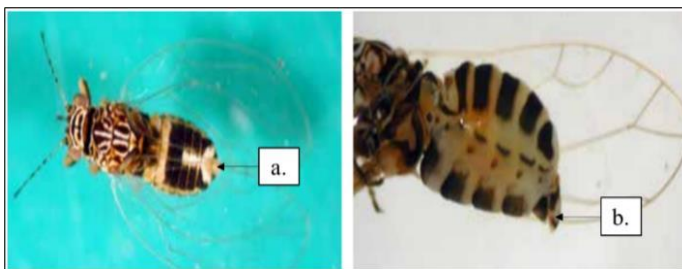


Figura 9. Adulto hembra de *B. cockerelli* S.
Fuente: (Marín, 2015)

1.6.8. Macho

Sus genitales tienen forma de pinza con seis segmentaciones visibles (figura 10) vista desde la parte dorsal, este vive alrededor de 20 días (Bujanos, 2015)

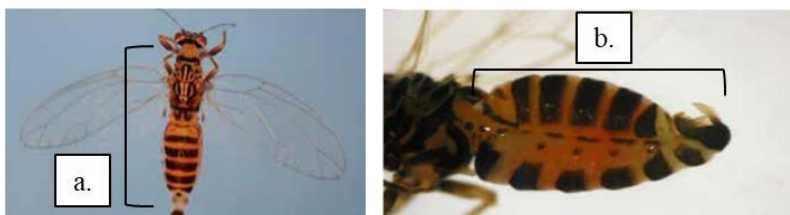


Figura 10. Adulto macho de *B. cockerelli* S.
Fuente: (Marín, 2015)

1.7. Daños que ocasiona *Bactericera cockerelli* Sulc.

1.7.1. Directos

Son causadas principalmente por ninfas, debido a la inyección de toxinas, provocan amarillamiento de las plantas, oscurecimiento, deformación de las hojas, entrenudos cortos y engrosados, envejecimiento prematuro y la secreción de melaza promueve el desarrollo de hongos patógenos, lo que provoca pérdida de rendimiento disminuye significativamente (García, 2015)

1.7.2. Indirectos

Se caracterizan por atrofia de la planta, acortamiento de las articulaciones, rotura prematura de las flores, formación de nudos aéreos, decoloración violácea de las hojas superiores de la planta y pardeamiento interno de los tubérculos de las yemas axilares. Los tubérculos tienen lesiones de anillos vasculares de color marrón y parches necróticos de los tejidos internos.(García, 2015)

1.8. Manejo Integrado

1.8.1. Control Cultural

Las prácticas agrícolas utilizadas para controlar los insectos vectores incluyen la destrucción de fuentes de infección, destrucción de plantas hospedantes en los bordes de los cultivos y parcelas adyacentes, y destrucción de residuos de cultivos. Las propiedades del suelo, la riqueza mineral y los fertilizantes pueden ayudar a reducir la infestación.(BARRAZA CHAVIRA, 2012)

Para atrapar a los adultos se utilizan trampas amarillas con pegamento. Además, se toman muestras de hojas para mostrar ninfas en las hojas inferiores de la planta. El umbral de daño es de un máximo de una ninfa por planta. (García, 2015)

1.8.2. Control Químico

Este es el método más comúnmente utilizado para controlar Paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sul). Se considera el uso de este método cuando el muestreo indica una posible amenaza al cultivo debido a la alta capacidad de esta plaga para desarrollar

resistencia a insecticidas. Al elegir secuencias de insecticidas con diferentes modos de acción. En el tratamiento de la paratriosis (*Bactericera cockerelli* Sulc) se distinguen insecticidas con los siguientes modos de acción: insecticidas que afectan al sistema nervioso, insecticidas que afectan la metamorfosis, insecticidas que inhiben la síntesis de la cutícula e insecticidas que inhiben los procesos metabólicos. Un mejor uso de los pesticidas requiere el uso de boquillas correctas, corrección del pH y la calidad del agua, cronograma de aplicación, tipo de formulación, intervalo de seguridad, dosis y volumen de agua adecuados. (Cuestas., 2021)

1.8.3. Control Biológico

Este control nos permite equilibrar el medio ambiente manteniendo poblaciones de plagas clave que están reguladas por parásitos, depredadores y entomopatógenos. Los principales entomopatógenos a considerar son *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e *Isaria fumosoroseus*. Se encontraron parasitoides como *Tetrastihus triozae* (Hymenoptera: Eulophidae), que ataca principalmente a ninfas de cuatro estrellas del psílido en otoño. Además, los psílicos adultos y las ninfas se alimentan de las chinches apestosas *Geocoris decoratus* (Hemiptera: Lygaeidae) y *Nabis ferus* (Hemiptera: Nabidae). (BARRAZA CHAVIRA, 2012)

1.9. Sistema de monitoreo directo

En el caso de un sistema de monitoreo directo, se observa que las hojas regulan la dinámica poblacional de huevos y ninfas desde la punta de la hoja hasta la raíz de la hoja, para ello desde el centro y borde del cultivo en el caso de plantas. (Cuestas., 2021)

1.10. Sistema de monitoreo indirecto

Se colocan al menos cinco trampas amarillas por hectárea para detectar psílicos adultos. También hay que dividirlos por los extremos y por la mitad (Cuestas., 2021)

1.11. Manejo agroecológico de plagas

En el procesamiento agroecológico, el objetivo es prevenir la propagación de la plaga de acuerdo con el modelo de desarrollo endógeno y las preferencias de prácticas de cultivo del agricultor. Este tipo de manejo se enfoca en la preparación del suelo, selección de semillas, evitar el uso excesivo de productos químicos, controlar plagas y enfermedades reemplazándolas por pesticidas biológicos, enemigos naturales, hongos entomopatógenos, bioles, extractos naturales como insecticidas y atrayentes. (García, 2015)

1.12. Margen funcional

El control natural de plagas causadas por artrópodos, sírfidos, carábidos y arañas se puede utilizar para gestionar los hábitats dentro y fuera de la planta. Esta vegetación cultivada permite una mejora significativa del ecosistema porque actúan como plantas de control para atraer taxones. Aunque los enemigos naturales coexisten con el cultivo principal y actúan como control biológico, la presencia de enemigos naturales también es necesaria para mantener las poblaciones de plagas por debajo de los umbrales económicamente perjudiciales. (Mkenda, 2019)

La vegetación de los márgenes funcionales mejora la supresión de plagas y tiene la cualidad de convertirse en barrera del cultivo, atrayentes de polinizadores y depredadores, debido a que proporcionaran refugios, sitios de anidación y forraje (Elisante, 2019)

Por estas razones, es importante elegir plantas acompañantes que produzcan recursos florales, para que los enemigos naturales tengan una dieta diversa y así aumentar la población de biocontroladores, porque cuando las plagas detectan a los enemigos cambian su comportamiento para evitar la amenaza y entonces detener comer y reproducirse. (González-Chang, 2019)

Cabe señalar que los insectos que actúan como enemigos naturales brindan servicios ecosistémicos a la planta huésped brindándole biodiversidad,

polinización, control de plagas, descomposición de materia orgánica, depredación y parasitismo.(Elisante, 2019)

1.13. Cultivo de Cannabis sp.

Es una planta anual y una hierba dioica originaria de Asia central y oriental. Los tallos son sólidos y pueden medir desde 0,2 metros hasta 6 metros. Sin embargo, la mayoría de las plantas alcanzan una altura de 1 a 3 metros. La falta de ramificación a la altura de la planta depende de factores ambientales y métodos de cultivo. (Rodriguez. M., 2013)

Este género en la actualidad tiene tres especies, conocida como Cannabis sativa (var. sativa), Cannabis indica (var. indica) y Cannabis ruderalis (var. spontanea), pero en el siglo veinte esta informacion es editada agregando otra especie: Cannabis afghanica (var. afghanica), la cual es confundida con la del Cannabis indica.(Planteo, 2021)

1.13.1. Centro de origen.

El cannabis, contrariamente a la creencia popular, se originó en Asia Central y viajó por todo el mundo con diversos fines. Es una planta dioica, lo que significa que tiene plantas masculinas (polen) y plantas femeninas (óvulos). (Fassio, 2013)

1.13.2. Taxonomía

Fue registrado con el nombre de Cannabis sp. por primera vez por el botánico suizo Carl Von Linnaeus en 1753, además, el padre de la taxonomía reconoció el nombre de Linné. (Fassio, 2013)

1.13.3. Clasificación taxonómica del (*Cannabis sativa* L)

Tabla 2. Clasificación taxonómica del *Cannabis sativa* L

Reino:	<i>Plantae</i>
Sub reino:	<i>Magnoliophyta</i>
División:	<i>Manoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	<i>Urticales</i>
Familia:	<i>Cannabaceae</i>
Género:	<i>Cannabis</i>
Especie:	<i>Cannabis Sativa</i> L.

Nota. Adaptada de la Clasificación taxonómica del cannabis sativa L, Slideshare, 2015 (<https://es.slideshare.net/glorybenitez1/cannabis-sativa-44996207>).

1.13.4. Descripción botánica del cannabis

(Fassio, 2013). Afirman que la planta pertenece a la familia Cannabaceae, cuyo nombre botánico fue dado por primera vez por Carl Linnaeus en 1753. Con el tiempo se descubrió otra especie, a la que denominó *Cannabis indica*, y ahora existen tres especies, las especies reconocidas fueron *C. sativa* L, *C. indica* y *C. ruderalis*.

1.13.4.1. Raíz:

Se le conoce como enrollado, fibroso o fusiforme y se extiende hasta una profundidad de varios metros.

1.13.4.2. Tallo:

Los tallos se consideran una fuente importante de fibra porque tienen pocas ramas y un interior ligeramente leñoso, casi hueco, y normalmente alcanzan de 1 a 5 metros cuando se seleccionan para obtener fibra. (Small, 2015)

1.13.4.3. Hojas:

Se encuentran palmeadas, constan de márgenes dentados toscamente que pueden medir 7 cm de largo, y cada hoja consta de 3 a 9 folíolos que surgen de un mismo punto y son fácilmente identificables a diferencia de otras plantas. (Small, 2015)

1.13.4.4. Flores:

Las flores masculinas son verdes, se forman en pequeños racimos, mientras que las flores femeninas se recogen junto con 5 tépalos libres y se extienden sobre el pistilo.(Fassio, 2013)

1.13.4.5. Frutos y semillas:

Tienen forma de huevo de color blanco verdoso y son muy útiles para hacer cerveza, harina y condimentos, etc. (Alonso-Esteban, 2021)

1.13.5. Plagas en Cannabis sp.

Las plagas que pueden destruir los cultivos son plantas, animales, insectos, bacterias u otros organismos no deseados que viven en los cultivos. Para comprobarlo es necesario investigar sobre el conocimiento de las plagas y sus formas de vida. El primer paso es definir correctamente tu estilo de vida, el segundo paso es evaluar tu estrategia de plagas (Planteo, 2021). El cultivo de cáñamo a menudo se denomina agricultura sostenible, pero se han realizado investigaciones para identificar infestaciones que afectan a los cultivos y que deben controlarse rápidamente. Para evitar estas plagas es necesario aplicar medidas de prevención y control químicas o biológicas para evitar consecuencias como daños graves e irreparables. (Small, 2015)

1.13.6. Composición química de Cannabis

La composición química de esta especie se ha estudiado ampliamente. Se han identificado aproximadamente 500 compuestos, entre los que se encuentran cannabinoides, terpenos, flavonoides, alcaloides, estilbenos, amidas fenólicas y

lignanamidas. Los cannabinoides son los metabolitos más abundantes y exclusivos de esta especie. Se conocen alrededor de 70, de los cuales el THC es el más estudiado. Son los de mayor importancia debido a que son capaces de interactuar con todo un sistema de receptores endógenos (sistema canabinoide endógeno). Además, son de naturaleza terpenofenólica y se concentran generalmente en la resina producida en los tricomas de la planta, sobre todo en las inflorescencias femeninas. Los cannabinoides son sintetizados y acumulados como ácidos canabinoideos, y no es sino hasta el proceso de secado y almacenaje, que los ácidos se descarboxilan gradualmente hasta alcanzar su forma final, como por ejemplo el THC o el canabidiol (CBD). (Small, 2015)

El efecto psicotrópico de estos compuestos se encuentra bien documentado, aunque también se les han atribuido otros efectos farmacológicos, tales como: antinociceptivo, antiepiléptico, cardiovascular, inmunosupresivo, antiemético, estimulante del apetito, antimicrobiano, antiinflamatorio, neuroprotector; y efectos positivos en síndromes psiquiátricos, tales como depresión, ansiedad y desórdenes del sueño. Estos efectos pueden ser producirse por la naturaleza agonista o antagonista de algunos de estos cannabinoides sobre los receptores CB1 y/o CB2. También se han identificado alrededor de 120 terpenos en esta especie vegetal. Estos metabolitos son responsables del sabor de las diferentes variedades y determinan la preferencia de los usuarios de las mismas. El óxido de cariofileno, es el principal compuesto aromático y volátil que identifican los perros utilizados para la detección de narcóticos. Estos compuestos se extraen fácilmente a través de una destilación por arrastre de vapor, para obtener el aceite esencial. El rendimiento de ésta depende de cada especie y variedad; además de otras variables como si la planta se encuentra fresca o seca; o si son hojas, tallos o inflorescencias. (Planteo, 2021)

Se menciona que se pueden obtener alrededor de 1.3 litros de aceite esencial por tonelada métrica de material vegetal recién cosechado. Algunos de estos terpenos son farmacológicamente activos y podrían producir efectos sinérgicos con los cannabinoides. Los flavonoides son compuestos aromáticos y se pueden encontrar en forma libre o conjugada con un glucósido. Se producen más de 20 de estos

metabolitos, que se encuentran principalmente en las hojas. La canflavina A y canflavina B, son dos flavonoides que han mostrado actividad farmacológica, inhibiendo la producción de prostaglandina E, mientras que otros estudios sugieren que modulan la acción de los cannabinoides. (Fassio, 2013)

Otros componentes químicos también presentes en la planta son los alcaloides, aunque se encuentran en menor proporción. Estos son compuestos nitrogenados que usualmente presentan una actividad biológica a dosis bajas y que pueden derivar de aminoácidos. Se han aislado e identificado por lo menos 10 de estos compuestos en las raíces, tallos, hojas, polen y/o semillas. Debido a la baja concentración de los alcaloides presentes en esta especie, su evaluación farmacológica ha sido difícil. (Fassio, 2013)

Finalmente, también contiene estilbenoides, lignanamidas y amidas fenólicas. Los estilbenoides, son compuestos fenólicos cuya función principal en las plantas es participar activamente en los mecanismos de defensa. Se han identificado alrededor de diecinueve y de algunos de ellos se presume cierta actividad farmacológica como antibacteriana y antifúngica, antiinflamatoria, antineoplásica, neuroprotectora, de protección cardiovascular y antioxidante. De las lignanamidas y amidas fenólicas, se han identificado alrededor de 11 compuestos. Se han reportado que las amidas fenólicas tienen actividad citotóxica, antiinflamatoria, antineoplásica y analgésica, mientras que algunas lignanamidas han presentado actividad citotóxica (grossamida, cannabisina D y G). (Fassio, 2013)

1.14 PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

1.14.1 Ha: El uso de extracciones vegetales y las diferentes concentraciones controlan *Bactericera cockerelli* sulc.

1.14.2 Ho: El uso de extracciones vegetales y diferentes concentraciones no controlan *Bactericera cockerelli* sulc.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Experimental

El tipo de investigación que aplico en el presente este trabajo es experimental, puesto que el objetivo es determinar la mejor extracción de cannabis para el control de *Bactericera cockerelli* sulc, se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial (2*2) más 1 adicional. Con un total de 5 tratamientos.

2.2. Métodos y técnicas.

2.2.1. Cualitativa

Esta investigación es cualitativa ya que describe los acontecimientos ocurridos en el transcurso de la experimentación y es cuantitativa por la recolección de datos numéricos para lo cual se utilizará un análisis estadístico en un programa estadístico (INFOSTAT).

2.3. Modalidad básica de la investigación

2.3.1. De campo

Se define como investigación de campo ya que al momento de la recolección de las plantas se realizó en los alrededores de la Universidad Técnica de Cotopaxi, lugar donde posteriormente se establecerá el experimento.

2.3.2. De laboratorio

Este trabajo se lo establecerá de manera in vitro en el laboratorio en el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi y los laboratorios de extracciones de Lua Lua Grow Shop.

2.3.3. Bibliográfica documental

Esta investigación tiene relación directa con material documental y bibliográfico que fue usado en la captación de información, para contexto del marco teórico y los resultados obtenidos.

2.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

2.4.1. Observación científica

La toma de datos se llevó a cabo después de 3h de haber aplicado las extracciones de cannabis (live resin, aceite esencial) realizando un conteo de individuos muertos, siendo la toma de datos cada 3h durante, 24 h consecutivas.

2.4.2. Observación estructurada

Para poder obtener una observación sistemática de los tratamientos usaremos la ayuda de varios elementos técnicos apropiados como, por ejemplo: fichas, cuadros, tablas, libro de campo, etc.

2.4.3. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico entre los tratamientos se usará el porcentaje de mortalidad el cual sería el porcentaje total de moscas en estudio, dividido para el porcentaje de moscas muertas.

$$\%Mor = \frac{\# I. Muertos}{\# I. Total} \times 100\%$$

- **Donde:**
- **%Mor** = Porcentaje de mortalidad.
- **#I. Muertos** = Número de individuos muertos.
- **#I. Totales** = Numero del total de individuos
- **100%** = Se refiere a una constante

Los datos arrojados de esta experimentación serán tabulados y analizados estadísticamente con ayuda del programa estadístico INFOSTAT.

2.4.4. Unidad experimental

La unidad experimental se conformó por 30 unidades experimentales (30 frascos de plástico en total para todo el ensayo) para realizar la aplicación de las 2 extracciones de cannabis, cada uno con su respectiva dosis.

2.5. Diseño experimental

Se utilizará un diseño completamente al azar con un arreglo factorial (2*2) más 1 adicional. Con un total de 5 tratamientos. La investigación se realizará en el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.6. Esquema de ADEVA

Para la elaboración de tratamientos se utilizó el esquema del ADEVA

Tabla 3. ADEVA para el análisis de extractos vegetales y dosis en el control de *Bactericera cockerelli* sulc

Factor de variable	Grados de libertad
Total	29
Tratamientos	4
Extractos (E)	1
Concentraciones (C)	1
E x C	1
Factorial vs Adicional	1
Error	25

Fuente: (Cruz, 2024)

2.6.1. Factores de estudio

Factor A

E1: Live Resin cannabis (*Cannabis sativa L.*)

E2: Aceite esencial de cannabis (*Cannabis sativa L.*)

Factor B

- C1: 50%
- C2: 75%

Los factores en estudio serán las extracciones de cannabis que serán aplicadas en dos concentraciones (50% y 75%) teniendo una sola aplicación. El tratamiento que cuenta como testigo no se le aplicara ningún extracto.

2.6.2. Tratamiento en estudio

Este ensayo cuenta con 5 tratamientos que resultaron de la combinación de dos extracciones de cannabis (Live resin, Aceite esencial), y un testigo.

Tabla 4. Tratamientos aplicados para el manejo de 2 extractos vegetales en el control de *Bactericera cockerelli* en el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Factor (Extractos)	A Factor (Concentraciones)	B Tratamientos	Descripción
E1	C1	T1= E1 C1	Live Resin cannabis al
E2	C2	T2= E1 C2	50%
		T3= E2 C1	Live Resin cannabis al
		T4= E2 C2	75%
			Aceite esencial de cannabis al 50%
			Aceite esencial de cannabis 75%
Testigo			agua

Fuente: (Cruz, 2024)

2.7. Análisis funcional

Se aplicará la prueba de LSD al 5% para extractos vegetales y concentraciones, y para la interacción de extractos por concentraciones se utilizará la prueba de Tukey al 5%.

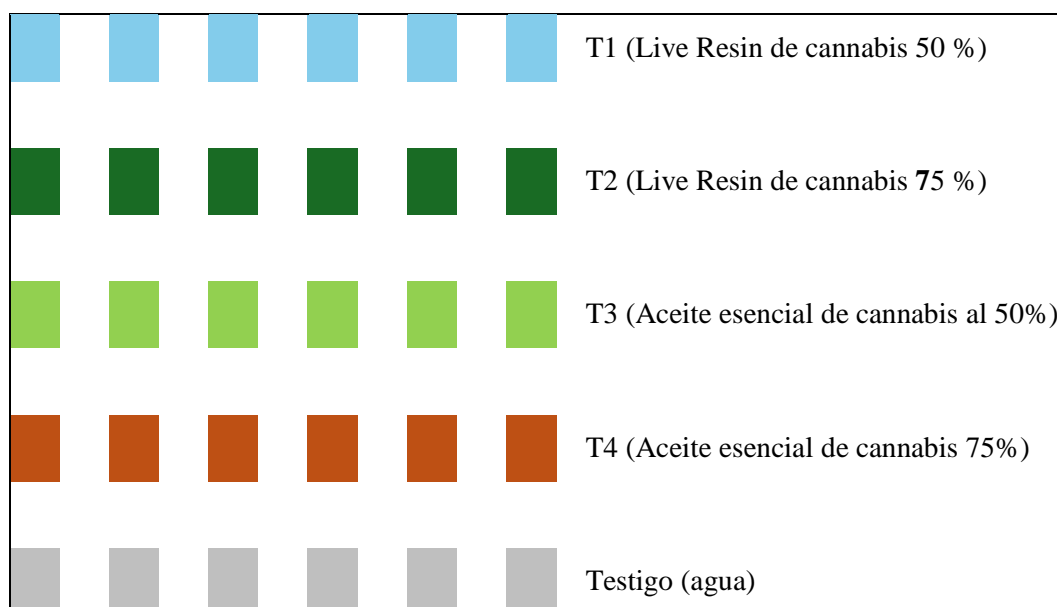
Tabla 5. Operación de variables

Variable Independiente	Variable Dependiente	Parámetros	Indicadores
Extracciones de cannabis	Control de Bactericera Cockerelli sulc.	Porcentaje de mortalidad de moscas.	$- \%Mor = \frac{\#I.Muertos}{\#I.Total} \times 100\%$ cada 3h.
		Tiempo promedio del control de cada extracto.	- Análisis estadístico de la base de datos.

Fuente: (Cruz, 2024)

2.8. Diseño del ensayo

El ensayo cuenta con 30 unidades experimentales ya que utiliza un DCA más 1 adicional el cual consta de 5 tratamientos.



2.9. Materiales y recursos

Institucionales

- Universidad Técnica de Cotopaxi
- Carrera de Ingeniería Agronómica
- Laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi
- Laboratorio de extracciones Lua Lua Grow Shop

Talento humano

Autor: Andrés Francisco Cruz Pacha

Director de proyecto: Ing. Eliana Granja Guerra Mg.

Lectores:

Lector 1: Ing. Guido Euclides Yauli Chicaiza. Mg

Lector 2: Ing. Francisco Hernan Chancusig. Mg

Lector 3: Ing. Darwin Rodrigo Claudio Pruna. Mg

Materiales de oficina

- Libro de campo
- Computadora
- Internet
- Hojas papel bond formato A4
- Esferos de colores
- Adhesivos
- Lápiz
- Borrador

Materiales experimentales

- Muestras de *Bactericera cockerelli*
- Extracto acuoso de Live Resin de cannabis
- Extracto acuoso de Aceite Esencial de cannabis
- Envases plásticos transparentes
- Maquina Closed Loop para procesos de butano has oil
- Higrómetro
- Mandil
- Guantes

- Vasos de precipitación
- Mortero
- Pipeta
- Atomizador
- Pinza
- Embudo
- Papel filtro
- Papel aluminio
- Plástico film

2.10. Manejo específico del experimento

El ensayo tuvo lugar en los laboratorios de extracciones de Lua Lua Grow Shop y de la Universidad Técnica de Cotopaxi en donde para poder realizar el ensayo de manera adecuada se realizarán las siguientes actividades:

2.10.1. Elaboración de las unidades experimentales

Se obtuvo 30 envases transparentes de plástico de 6.5 cm de altura y 7 cm de ancho, mismos que se les hará unos cortes pequeños cortes cuadrados en la tapa de 4 cm x 4 cm para colocar en esa área un retazo de tela tulle, en la base de los envases se colocó muselinas desmaquillantes redondas de color blanco para la absorción del exceso del líquido de las extracciones de cannabis y así tener más facilidad para contabilizar el número de individuos muertos.

2.10.2. Elaboración de extractos

Se procedió a la siembra de dos variedades de (*Cannabis sativa L.*): Rosa Andina y Sweet Sour x Widow con diferentes porcentajes y contenidos de cannabinoides tanto de THC , como de CBD y se les dio el respectivo manejo agronómico durante 6 meses y posterior a esto se realizó la cosecha de las flores en material vegetal vivo y material seco, las cuales se las llevó a los laboratorios de extracciones de Lua Lua Grow Shop y de la Universidad Técnica de Cotopaxi para proceder a realizar los diferentes tipos de extracciones de las flores recién cosechadas y

secadas y curadas de Cannabis sativa L, tanto de la variedad Rosa Andina, y la variedad Sweet Sour x Widow.

2.10.3. Desarrollo extracción ACEITE ESENCIAL (Sweet Sour x Widow)

Se realizó la extracción con el solvente Etanol

Colocamos las muestras de la materia vegetal de cannabis variedad (Sweet Sour x Widow), en la balanza en donde se pesó 2000 gr de flores cosechadas y dadas un tratamiento de secado y curado de 90 días,

- **Recolección de la muestra:** Flores de cannabis secas y curadas.
- **Pretratamiento:** Limpieza y secado de la muestra
- **Reducción de tamaño:** se tomó la muestra seca y se molió.
- **Extracción:** se pesó en gramos una cantidad 2000 gr de flores de cannabis secas y curadas y se depositó en los recipientes dispuestos para tal fin, se adicionó el solvente etanol hasta cubrir completamente el material vegetal, se agitó y tapó.
- **Reposo:** se dejó reposar por un período de 2 días, agitando esporádicamente el contenido.
- **Obtención del extracto:** se filtró el producto, se recuperó el solvente con ayuda de un rotavapor, se envasó, se midió.

Como resultado de este procedimiento se obtuvo 200 ml de extracto vegetal a base de cannabis variedad (Sweet Sour x Widow).

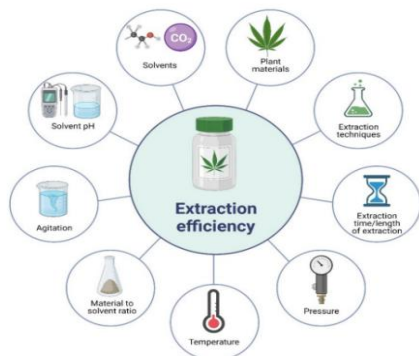


Figura 11. Desarrollo extracción aceite esencial de cannabis (Sweet Sour x Widow)

2.10.4. Desarrollo extracción BHO Live Resin (Rosa Andina)

Extracción con solvente N-Butano / Iso-Butano (apolar).

- **Materia Prima Vegetal:** 140 gramos.
- **Variedad:** Rosa Andina
- **Rendimiento:** 11%, 15 gramos.
- **Color:** Amarillo / Anaranjado / vivo y saturado.
- **Olor:** Mirceno / Cariofileno / dulce e intenso.
- **Textura:** Cremoso / Espeso / Pegajoso
- **Material:** Acero 304 y 316.
- **Presión Tolerable Máxima:** 200 PSI.
- **Presión Máxima Usada:** 80 PSI.
- **Temperaturas:** -50 grados C. / 45 grados C.
- **Solvente:** N-Butano / Iso-Butano (apolar).
- **Extracción:** Arrastre de Butano.
- **Purgado:** 336 horas - -25 PSI.

2.10.5. Preparación de extractos

Ya con los extractos vegetales (Live Resin, Aceite esencial de cannabis) listos procedemos a la preparación de estos para su posterior aplicación:

2.10.6. Aceite Esencial

- 50%** (50ml de agua destila y 50% de extracto)
- 75%** (25ml de agua destilada y 75% de extracto)

2.10.7. LIVE RESIN

- 50%** (50ml aceite de oliva y 50% de extracto)
- 75%** (25ml aceite de oliva y 75% de extracto)

Usando las mismas cantidades tanto para la extracción de Live resin como para la extracción aceite esencial de cannabis, procedemos con la colocación de esta preparación en atomizadores de 100 ml.

2.11. Desarrollo del ensayo

Este ensayo se instaló en Enero 07, 2024 a las 8h00 am en donde se procedió con la captura de *Bactericera cockerelli* en un cultivo de papas afectado por esta plaga en la ciudad de Machachi en un periodo de 6 h, para proceder con el conteo de individuos en el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi para colocar 15 moscas en cada unidad experimental (envases) en un tiempo aproximado de 4 h, a continuación con la ayuda del tutor del proyecto se procedió con la aplicación del extracto de cannabis en cada unidad experimental.

Se tomó datos de temperatura y porcentaje de humedad con ayuda de un higrómetro antes, durante y después de la aplicación.

La primera toma de datos se realizó después de una hora de manera visual, y cada 3 h se tomaron los datos estadísticos, con un tiempo de 15 min dedicado al conteo de individuos muertos, después se tomaba el tiempo y este procedimiento se realizó cada 3 h para todos los tratamientos durante 18 h consecutivas para poder finalizar con el ensayo.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

3.1. Porcentaje de mortalidad a las 3 horas

En el ADEVA (**Tabla 6.** ADEVA para porcentaje de mortalidad a las 3 horas para el control in vitro de paratrioza (*Bactericera cockerelli Sulc*) para porcentaje de mortalidad a las 3 horas, se observó alta significancia para tratamientos, extractos, concentraciones y para la interacción factorial versus el adicional. No se observó diferencias estadísticas para la interacción extractos por concentraciones. El valor promedio general fue de 30% y el promedio transformado fue de 5,16%, con un coeficiente de variación de 6,46 %.

Tabla 6. ADEVA para porcentaje de mortalidad a las 3 horas para el control in vitro de paratrioza (*Bactericera cockerelli Sulc*)

Fuentes de variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor	
Total	29	137,21				
Tratamiento	4	134,01	33,50	261,19	<0,0001	**
Extractos (E)	1	3,23	3,23	24,85	0,0002	**
Concentraciones (C)	1	0,96	0,96	7,38	0,0238	**
E x C	1	0,03	0,03	0,23	0,6877	n.s.
Factorial vs Adicional	1	129,79	129,79	998,38	<0,0001	**
Error	25	3,21	0,13			
Promedio (%) transformado	5,16					
Promedio (%)	30,00					
CV (%)	6,46					

LSD al 5 % (**Tabla 7.** LSD al 5% para extractos en el porcentaje de mortalidad a las 3 horas para el control in vitro de paratryzoa (*Bactericera cockerelli Sulc*);Error! No se encuentra el origen de la referencia.) para extractos de cannabis, detectó dos rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango el extracto Live Resin con una mortalidad del 6,57%, en cambio que, en el segundo rango se ubicó el Aceite esencial de cannabis con 5,83% de mortalidad.

Tabla 7. LSD al 5% para extractos en el porcentaje de mortalidad a las 3 horas para el control in vitro de paratryzoa (*Bactericera cockerelli Sulc*)

Extractos	% Mortalidad	Rangos de significación
Live resin	6,57	a
Aceite esencial de cannabis	5,83	b

LSD al 5 % (**Tabla 8.** LSD al 5% para concentraciones en el porcentaje de mortalidad a las 3 horas para el control in vitro de paratryzoa (*Bactericera cockerelli Sulc*)) para concentraciones de extractos de cannabis, detectó dos rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango la concentración de 75% con una mortalidad del 6,40%, en cambio que, en el segundo rango se ubicó la concentración de 50% con 6,00% de mortalidad.

Tabla 8. LSD al 5% para concentraciones en el porcentaje de mortalidad a las 3 horas para el control in vitro de paratryzoa (*Bactericera cockerelli Sulc*)

Concentraciones	% Mortalidad	Rangos de significación
C 75 %	6,40	a
C 50 %	6,00	b

LSD al 5 % (**Tabla 9**) para la comparación entre el factorial versus el tratamiento adicional (testigo), detectó dos rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango el factorial con una mortalidad del 6,20%, en cambio que, en el segundo rango se ubicó el adicional (testigo) con 1,00% de mortalidad.

Tabla 9. LSD al 5% para el factorial versus el adicional en el porcentaje de mortalidad a las 3 horas para el control in vitro de paratryzoa (*Bactericera cockerelli Sulc*)

Interacción	% Mortalidad	Rangos de significación
Factorial vs	6,20	a
Adicional	1,00	b

3.2. Porcentaje de mortalidad a las seis horas

En el ADEVA (**Tabla 10**) para porcentaje de mortalidad a las 6 horas, se observó alta significancia para tratamientos, extractos y para la interacción factorial versus el adicional. No se observó diferencias estadísticas para concentraciones y para la interacción extractos por concentraciones. El valor promedio general fue de 23,11% y el promedio transformado fue de 4,57%, con un coeficiente de variación de 8,09 %.

Tabla 10. ADEVA para porcentaje de mortalidad a las 6 horas para el control in vitro de paratrioza (*Bactericera cockerelli Sulc*)

Fuentes de variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor	
Total	29	103,7				
Tratamiento	4	100,28	25,07	183,07	<0,0001	**
Extractos (E)	1	4	4	28,57	0,0001	**
Concentraciones (C)	1	0,03	0,03	0,21	0,6972	n.s.
E x C	1	0,48	0,48	3,43	0,109	n.s.
Factorial vs Adicional	1	95,77	95,77	699,36	<0,0001	**
Error	25	3,42	0,14			
Promedio (%) transformado	4,57					
Promedio (%)	23,11					
CV (%)	8,09					

LSD al 5 % (Tabla 11; Error! No se encuentra el origen de la referencia.) para extractos de cannabis, detectó dos rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango el extracto Live Resin con una mortalidad del 5,88%, en cambio que, en el segundo rango se ubicó el Aceite esencial de cannabis con 5,06% de mortalidad.

Tabla 11. LSD al 5% para extractos en el porcentaje de mortalidad a las 6 horas para el control in vitro de paratrioza (*Bactericera cockerelli Sulc*)

Extractos	% Mortalidad	Rangos de significación
Live resin	5,88	a
Aceite esencial de cannabis	5,06	b

Los promedios generales (**Tabla 12**) para concentraciones de extractos de cannabis, a pesar de la no significancia estadísticas, se observó que la concentración al 50%, presentó una mínima diferencia en comparación con la concentración de 75%, con valores de 5,50% y 5,43%, respectivamente.

Tabla 12. Promedios para concentraciones en el porcentaje de mortalidad a las 6 horas para el control in vitro de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc)

Concentraciones	% Mortalidad
C 50 %	5,50
C 75 %	5,43

LSD al 5 % (**Tabla 13**) para la comparación entre el factorial versus el tratamiento adicional (testigo), detectó dos rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango el factorial con una mortalidad del 5,47%, en cambio que, en el segundo rango se ubicó el adicional (testigo) con 1,00% de mortalidad.

Tabla 13. LSD al 5% para el factorial versus el adicional en el porcentaje de mortalidad a las 6 horas para el control in vitro de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc)

Interacción	% Mortalidad	Rangos de significación
Factorial vs	5,47	a
Adicional	1,00	b

3.3. Porcentaje de mortalidad a las 9 horas

En el ADEVA (**Tabla 14**) para porcentaje de mortalidad a las 9 horas, se observó alta significancia para tratamientos y para la interacción factorial versus el adicional. No se observó diferencias estadísticas para extractos, concentraciones y para la interacción extractos por concentraciones. El valor promedio general fue de 12,88% y el promedio transformado fue de 3,50%, con un coeficiente de variación de 13,06 %.

Tabla 14. ADEVA para porcentaje de mortalidad a las 9 horas para el control in vitro de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc)

Fuentes de variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor	
Total	29	53,29				
Tratamiento	4	48,07	12,02	57,62	<0,0001	**
Extractos (E)	1	1,08	1,08	5,14	0,0549	n.s.
Concentraciones (C)	1	0,12	0,12	0,57	0,5046	n.s.
E x C	1	0,12	0,12	0,57	0,5046	n.s.
Factorial vs Adicional	1	46,75	46,75	224,11	<0,0001	**
Error	25	5,21	0,21			
Promedio (%) transformado	3,50					
Promedio (%)	12,88					
CV (%)	13,06					

En los promedios generales (**Tabla 15**) para extractos de cannabis, a pesar de la no significancia estadística, se observó que el extracto Live Resin presentó una mortalidad del 4,33%, en cambio que, el extracto Aceite esencial de cannabis obtuvo un 3,91% de mortalidad.

Tabla 15. LSD al 5% para extractos en el porcentaje de mortalidad a las 9 horas para el control in vitro de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc)

Extractos	% Mortalidad
Live resin	4,33
Aceite esencial de cannabis	3,91

Los promedios generales (**Tabla 16**) para concentraciones de extractos de cannabis, a pesar de la no significancia estadísticas, se observó que la concentración al 50%, presentó una mínima diferencia en comparación con la concentración de 75%, con valores de 4,19% y 4,05%, respectivamente.

Tabla 16. Promedios para concentraciones en el porcentaje de mortalidad a las 9 horas para el control in vitro de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc)

Concentraciones	% Mortalidad
C 50 %	4,19
C 75 %	4,05

LSD al 5 % (**Tabla 17**) para la comparación entre el factorial versus el tratamiento adicional (testigo), detectó dos rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango el factorial con una mortalidad del 4,12%, en cambio que, en el segundo rango se ubicó el adicional (testigo) con 1,00% de mortalidad.

Tabla 17. LSD al 5% para la factorial versus el adicional en el porcentaje de mortalidad a las 9 horas para el control in vitro de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc)

Interacción	% Mortalidad	Rangos de significación
Factorial vs	4,12	a
Adicional	1,00	b

3.4. Porcentaje de mortalidad a las 12 horas

En el ADEVA (**Tabla 18**) para porcentaje de mortalidad a las 12 horas, se observó alta significancia para tratamientos, extractos y para la interacción factorial versus el adicional. No se observó diferencias estadísticas para concentraciones y para la interacción extractos por concentraciones. El valor promedio general fue de 8,45% y el promedio transformado fue de 2,83%, con un coeficiente de variación de 24,82 %.

Tabla 18. ADEVA para porcentaje de mortalidad a las 12 horas para el control in vitro de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc)

Fuentes de variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor	
Total	29	46,86				
Tratamiento	4	34,55	8,64	17,55	<0,0001	**
Extractos (E)	1	7,26	7,26	14,82	0,0026	**
Concentraciones (C)	1	0,11	0,11	0,22	0,6816	n.s.
E x C	1	2,16	2,16	4,41	0,0757	n.s.

Factorial vs Adicional	1	25,03	25,03	50,84	<0,0001	**
Error	25	12,31	0,49			
Promedio (%) transformado	2,83					
Promedio (%)	8,45					
CV (%)	24,82					

LSD al 5 % (**Tabla 19**) para extractos de cannabis, detectó dos rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango el extracto de Aceite esencial de cannabis con una mortalidad del 3,83%, en cambio que, en el segundo rango se ubicó el extracto Live Resin con 2,73% de mortalidad.

Tabla 19. LSD al 5% para extractos en el porcentaje de mortalidad a las 12 horas para el control in vitro de paratrioza (*Bactericera cockerelli Sulc*)

Extractos	% Mortalidad	Rangos de significación
Aceite esencial de cannabis	3,83	a
Live resin	2,73	b

Los promedios generales (**Tabla 20**) para concentraciones de extractos de cannabis, a pesar de la no significancia estadísticas, se observó que la concentración al 75%, presentó una mínima diferencia en comparación con la concentración de 50%, con valores de 3,35% y 3,22%, respectivamente.

Tabla 20. Promedios para concentraciones en el porcentaje de mortalidad a las 12 horas para el control in vitro de paratrioza (*Bactericera cockerelli Sulc*)

Concentraciones	% Mortalidad
C 75 %	3,35
C 50 %	3,22

LSD al 5 % (**Tabla 21**) para la comparación entre el factorial versus el tratamiento adicional (testigo), detectó dos rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango el factorial con una mortalidad del 3,29%, en cambio que, en el segundo rango se ubicó el adicional (testigo) con 1,00% de mortalidad.

Tabla 21. LSD al 5% para el factorial versus el adicional en el porcentaje de mortalidad a las 12 horas para el control in vitro de paratrioza (*Bactericera cockerelli Sulc*)

Interacción	% Mortalidad	Rangos de significación
Factorial vs	3,29	a
Adicional	1,00	b

3.5. Porcentaje de mortalidad a las 15 horas

En el ADEVA (**Tabla 22**) para porcentaje de mortalidad a las 15 horas, se observó alta significancia para tratamientos, extractos y para la interacción factorial versus el adicional. No se observó diferencias estadísticas para concentraciones y para la interacción extractos por concentraciones. El valor promedio general fue de 4,01% y el promedio transformado fue de 2,00%, con un coeficiente de variación de 37,56 %.

Tabla 22. ADEVA para porcentaje de mortalidad a las 15 horas para el control in vitro de paratrioza (*Bactericera cockerelli Sulc*)

Fuentes de variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Total	29	32,4			
Tratamiento	4	18,29	4,57	8,1	0,0002 **
Extractos (E)	1	10,14	10,14	18,11	0,0011 **
Concentraciones (C)	1	0,33	0,33	0,59	0,504 n.s.
E x C	1	0,33	0,33	0,59	0,504 n.s.
Factorial vs Adicional	1	7,5	7,5	13,29	0,0012 **
Error	25	14,11	0,56		
Promedio (%) transformado	2,00				
Promedio (%)	4,01				
CV (%)	37,56				

LSD al 5 % (**Tabla 23**) para extractos de cannabis, detectó dos rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango el extracto de Aceite esencial de cannabis con una mortalidad del 2,90%, en cambio que, en el segundo rango se ubicó el extracto Live Resin con 1,60% de mortalidad.

Tabla 23. LSD al 5% para extractos en el porcentaje de mortalidad a las 15 horas para el control in vitro de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc)

Extractos	% Mortalidad	Rangos de significación
Aceite esencial de cannabis	2,90	a
Live resin	1,60	b

Los promedios generales (**Tabla 24**) para concentraciones de extractos de cannabis, a pesar de la no significancia estadísticas, se observó que la concentración al 50%, presentó una mínima diferencia en comparación con la concentración de 75%, con valores de 2,37% y 2,13%, respectivamente.

Tabla 24. Promedios para concentraciones en el porcentaje de mortalidad a las 15 horas para el control in vitro de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc)

Concentraciones	% Mortalidad
C 50 %	2,37
C 75 %	2,13

LSD al 5 % (**Tabla 25**) para la comparación entre el factorial versus el tratamiento adicional (testigo), detectó dos rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango el factorial con una mortalidad del 2,25%, en cambio que, en el segundo rango se ubicó el adicional (testigo) con 1,00% de mortalidad.

Tabla 25. LSD al 5% para el factorial versus el adicional en el porcentaje de mortalidad a las 15 horas para el control in vitro de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc)

Interacción	% Mortalidad	Rangos de significación
Factorial vs	2,25	a
Adicional	1,00	b

3.6. Porcentaje de mortalidad a las 18 horas

En el ADEVA (**Tabla 26**) para porcentaje de mortalidad a las 18 horas, se observó alta significancia para tratamientos y extractos. No se observó diferencias estadísticas para concentraciones, la interacción extractos por concentraciones y para la interacción entre el factorial versus el adicional. El valor promedio general

fue de 2,23% y el promedio transformado fue de 1,60%, con un coeficiente de variación de 50,31 %.

Tabla 26. ADEVA para porcentaje de mortalidad a las 18 horas para el control in vitro de paratrioza (*Bactericera cockerelli Sulc*)

Fuentes de variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Total	29	21,6			
Tratamiento	4	5,4	1,35	2,08	0,1132 **
Extractos (E)	1	3,38	3,38	5,20	0,0241 **
Concentraciones (C)	1	1,22	1,22	1,88	0,1588 n.s.
E x C	1	0,14	0,14	0,22	0,6309 n.s.
Factorial vs Adicional	1	0,68	0,68	1,04	0,3172 n.s.
Error	25	16,2	0,65		
Promedio (%) transformado	1,60				
Promedio (%)	2,23				
CV (%)	50,31				

LSD al 5 % (**Tabla 27**) para extractos de cannabis, detectó dos rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango el extracto de Aceite esencial de cannabis con una mortalidad del 1,90%, en cambio que, en el segundo rango se ubicó el extracto Live Resin con 1,15% de mortalidad.

Tabla 27. LSD al 5% para extractos en el porcentaje de mortalidad a las 18 horas para el control in vitro de paratrioza (*Bactericera cockerelli Sulc*)

Extractos	% Mortalidad	Rangos de significación
Aceite esencial de cannabis	1,90	a
Live resin	1,15	b

Los promedios generales (**Tabla 28**) para concentraciones de extractos de cannabis, a pesar de la no significancia estadísticas, se observó que la concentración al 50%, presentó una mínima diferencia en comparación con la concentración de 75%, con valores de 1,75% y 1,30%, respectivamente.

Tabla 28. Promedios para concentraciones en el porcentaje de mortalidad a las 18 horas para el control in vitro de paratirozo (*Bactericera cockerelli* Sulc)

Concentraciones	% Mortalidad
C 50 %	1,75
C 75 %	1,30

Para la comparación entre el factorial versus el tratamiento adicional (testigo) (**Tabla 29**), a pesar de la no significancia estadística, se observó que el factorial presentó un valor de 2,25% de mortalidad, en comparación al adicional, que presentó un valor 1,00%.

Tabla 29. LSD al 5% para el factorial versus el adicional en el porcentaje de mortalidad a las 18 horas para el control in vitro de paratirozo (*Bactericera cockerelli* Sulc)

Interacción	% Mortalidad	Rangos de significación
Factorial vs	2,25	a
Adicional	1,00	b

Para la comparación entre el factorial versus el tratamiento adicional (testigo) (30), a pesar de la no significancia estadística, se observó que el factorial presentó un valor de 2,25% de mortalidad, en comparación al adicional, que presentó un valor 1,00%.

La Prueba Tukey al 5% (**Figura 12**) para porcentaje de mortalidad en las diferentes horas de evaluación muestra, que los extractos y concentraciones tuvieron diferente respuesta y tuvieron una interacción entre sí. Se puede observar que el T1 (Live Resin de cannabis 50 %) y T2 (Live Resin de cannabis 50 %), en las evaluaciones a las 3 y 6 horas se ubicaron en los primeros rangos de significación, seguidos por el T4 ((Aceite esencial de cannabis 75%) y T3 (Aceite esencial de cannabis 50%), respectivamente. En cambio, que a partir de las 12 y 15 horas, los T3 y T4, tuvieron mayor porcentaje de mortalidad, en comparación al T1 y T2. El testigo, siempre se ubicó en los últimos rangos de significación estadística. Al tiempo de 18 horas, los tratamientos T1, T2, T3 y T4, presentaron valores de mortalidad similares al testigo.

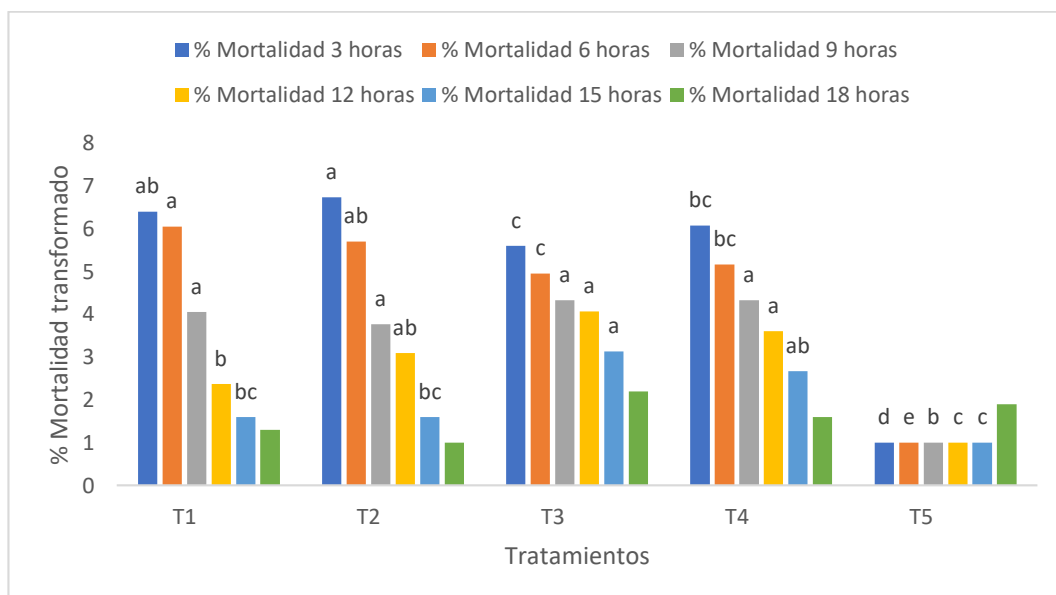


Figura 12. Tukey al 5% para porcentaje de mortalidad a las 3 hasta las 18 horas para el control in vitro de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc)

En la presente investigación, se observó un control de adultos, en los dos extractos y concentraciones, con valores de mortalidad de alrededor del 60 a 70% (datos transformados 6 a 7) de mortalidad, en las primeras horas de evaluación. Estos valores están cercanos a los reportados, en ensayos de control biológico implementados en Australia, en los cuales se obtienen controles en ninfa del 41% y en adulto del 49%, bajo condiciones de invernadero (Sarkar et al., 2023). En una investigación realizada en Oaxaca, México, en el cual se probaron diferentes extractos, se observó que los mejores resultados se obtuvieron con dosis o concentraciones altas del extracto, con promedios de 60 a 75% de mortalidad, habiendo productos con mejor resultado cuando los extractos se obtuvieron mediante maceración alcohólica, con mortalidad de adultos sobre los 90% (Granados-Echegoyén, 2010). Adicionalmente, estudios realizados en Estados Unidos muestran que los controles en estados ninfales y adultos, durante las primeras 24 horas disminuyen la cantidad psilidos, con mortalidades de 50 a 70% (OLANIYAN et al., 2020). Un estudio realizado en México, donde se probaron extractos vegetales, mostraron que a las 72 horas, el porcentaje de mortalidad era de alrededor del 95 a 100%, con concentraciones de 2000 a 2500 ppm (Flores-Dávila et al., 2011). Estudios realizados en China, muestran que hay extractos que producen repelencia que se encuentran en el rango entre 77,2 a 95,4%, para los

adultos, que impiden la oviposición, especialmente con los aceites (Yang et al., 2010). Estudios en solanáceas, indican que los controles alternativos, como el uso extractos, son estrategias para el manejo de la plaga, controlando tanto las ninfas como los adultos en las plantas (Barrios et al., 2016).

Los tratamientos evaluados presentaron una tendencia lineal altamente significativa (Figura 8), con valores de R^2 superiores a 0,9446, considerados que tiene una correlación alta. El T5 presentó un valor de 0,4286, considerado que presento una baja correlación. La tendencia lineal y los R^2 , nos indican que la variable porcentaje de mortalidad tiene un comportamiento proporcional a través de las horas de evaluación, llegando a valores muy similares a las 18 horas.

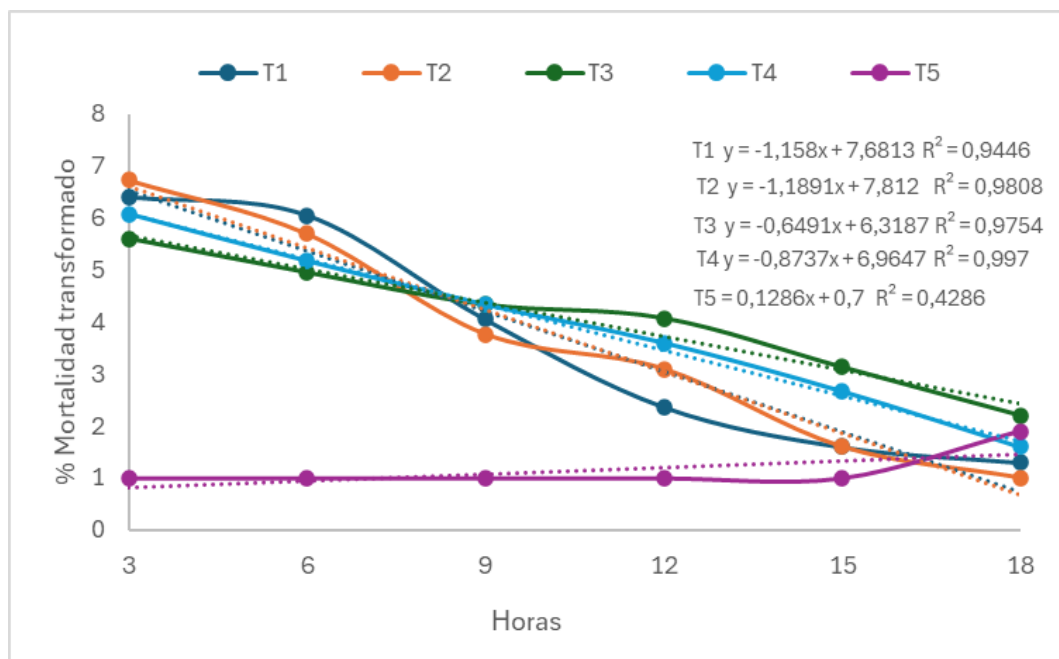


Figura 13. Líneas de tendencia por tratamiento para porcentaje de mortalidad entre a las 3 hasta las 18 horas para el control in vitro de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulec)

4. CONCLUSIONES

- Se concluyó en base a todos los análisis de la investigación que para los extractos de cannabis utilizados la mejor extracción fue el live resin con sus dos concentraciones para el control después de las 3 y 6 horas de haber aplicado las extracciones se obtuvo un valor de 2,37% de control.
- Se evidencio en base a la investigación realizada que la mejor concentración fue de la extracción de live resin al 75% ya que tuvo el, mejor control en las primeras horas después de su aplicación, mientras que el aceite esencial de cannabis con las concentraciones del 50 y 75 % no tuvo una acción rápida de mortalidad en comparación al live resin.
- Con base en la investigación realizada se pudo concluir que el mejor extracto y la mejor concentración para el control de *Bactericera cockerelli* Sulc, fue el live resin al 75 % donde tuvo la mayor efectividad y el mejor control después de la aplicación realizada.
- En base a lo generado en esta investigación se concluyó que los extractos de cannabis funcionan de una manera eficaz para el control de *Bactericera cockerelli*, en condiciones de laboratorio.

5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda en futuras investigaciones que se realicen análisis químico para así poder evidenciar los componentes presentes en el tanto en las extracciones como en los productos finales.
- Usar y probar diferentes tipos de solventes en las extracciones de cannabis y diferentes formas de extracción para que se pueda evaluar y conservar de mejor manera los principios presentes en dichas extracciones y en la planta de cannabis
- Se recomienda probar diferentes tipos de dosis altas de los extractos para así mejorar el tiempo de control, efectividad y el porcentaje de mortalidad.
- Realizar más investigaciones con la planta de cannabis y sus extracciones para poder así evidenciar los diferentes beneficios que puede proporcionar una futura como una alternativa de bajo impacto y amigable con el ambiente.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Alonso-Esteban, J. I.-M.-I. (2021). *Evolución histórica de la clasificación taxonomica del cañamo. Historical evolution of taxonomic classification of hemp. 147- 154.*
- BARRAZA CHAVIRA, S. B. (2012). *Fluctuación poblacional de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en Huachichil, Arteaga, Coahuila. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, México. 2012. pp. 20-24. .*
- BUJANOS, R. ". (2020). *Organismo Internacional Regional De Sanidad Agrop. [En línea] OIRSA, 2015. [Citado el: 20 de Noviembre de 2020.] Disponible en: <https://www.oirsa.org/contenido/Manual%20Bactericera%20Cockerelli%20version%201.3.pd>.*
- Bujanos, R. &. (2015). *El psílido de la papa y tomate *Bactericera* (=Paratrioza) *cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozaidae): ciclo biológico; la relación con las enfermedades de las plantas y la estrategia del manejo integrado de plagas en la region del OIRSA.*
- Camargo, C. y. (2024). *El cannabis: un mercado de expansión en el Ecuador El 48 desarrollo de la industria del cannabis. Category Archives: Análisis Laboratorio, 1–15. <https://laboratoriolasa.com/blog/>.*
- Carrion, J. (. (2020). *Invasión Identifica qué plagas se comen tu marihuana.*
- Celis, A. M. (2009). *Uso de extractos vegetales en el manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenses. Temas Agrarios, 14(1), 5-16.*
- Celis, A. M. (2018). *Uso de extractos vegetales en el manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenses. Temas Agrarios, 14(1), 5-16. <https://doi.org/10.21897/rta.v14i1.1205>.*
- Cuestas, X. P. (2018). *Guía de manejo de la punta morada de la papa. INIAP.*
- Cuestas., V. J. (2021). *Guía de manejo de la punta morada de la papa. Manual Técnico No 104. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.*
- Elisante, F. N. (2019). *Enhancing knowledge among smallholders on pollinators and supporting field margins for sustainable food security. Journal of Rural.*

- FAO. (16 de Sep de 2013). *Manual de Agricultura Orgánica Sostenible*. Obtenido de FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). s.f. : <http://www.fao.org/es/publicaciones/agricultura-organica/>
- FAO. (2015). *Agricultura Sostenible*. <https://www.fao.org/sustainable-developmentgoals/overview/fao-and-post-2015/sustainable-agriculture/es/>.
- Fassio, A. R. (2013). *Cáñamo (Cannabis sativa L.). Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología de INIA Andes 1365, Piso 12. Montevideo, Uruguay*. <http://www.inia.org.uy>.
- Gamarra, H. C. (2019). “ *Insect life cycle modelling (ILCYM)* ” *Vista general*. .
- García, R. M. (2015). *Diagnóstico fitosanitario y recomendaciones de manejo agroecológico de plagas en comunas de las provincias de Guayas y Santa Elena. Cumbre, 1(1), 17-22*.
- González-Chang, M. T. (2019). *Habitat management for pest management: limitations and prospects. Annals of Entomological Society of America, 112(4), 302-317*.
- Lozano, C. I. (2017). *Cultivo y usos etnobotánicos del cáñamo (Cannabis Sativa L.) en la ciencia árabe (siglos VIII-XVII). Asclepio, 69(2), 197*. <https://doi.org/10.3989/asclepio>.
- Marín, A. (. (2015). *El psílido de la papa y tomate Bactericera (=Paratrioza) cockerelli (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). Tauro*. .
- Marín, J. G. (1995). *Ciclo biológico y morfológico del salerillo Paratrioza cockerelli (Sulc.) (Homoptera: Psyllidae) vector de la enfermedad permanente del jitomate en el Bajío. Catie Manejo Integrado,7(38), 25-32*.
- Mkenda, P. N. (2019). *Field margin vegetation in tropical African bean systems harbours diverse natural enemies for biological pest control in adjacent crops. Sustainability MDP*.
- OIRSA. (2006). *Manual Bactericera Cockerelli version 1.3. El psílido de la papa y tomate Bactericera (=Paratrioza) cockerelli (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): ciclo biológico; la relación con las enfermedades de las plantas y la estrategia del manejo integrado de plagas. El psílido de la papa y*

tomate *Bactericera* (=Paratrioza) *cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): ciclo biológico; la relación con las enfermedades de las plantas y la estrategia del manejo integrado de plagas en la region de OIRSA.

Padilla, M. E. (2010). *Manejo integrado de la Paratrioza (Bactericera cockerelli Sulc.). Actualidad Fitosanitaria, 4.* .

Planteo, E. (. (2021). *Cómo Cultivar Marihuana En Exterior (Guía 2022)*. <https://elplanteo.com/guia-practica-cultivo-marihuana-exterior>.

Rodriguez. M. (2013). *Cáñamo. En (Cannabis sativa L.)*.

Samaniego, F. (2021). *La industria emergente del cannabis y el cáñamo de Ecuador. Corral Rosales*. <https://corralrosales.com/industria-emergente-del-cannabis-y-canamo-en-ecuador/>.

Small, E. (. (2015). *Evolution and Classification of Cannabis sativa (Marijuana, Hemp) in Relation to 60 Human Utilization. Botanical Review, 81(3), 189–294*. <https://doi.org/10.1007/s12229-015-9157-3>.

Vega, J. (. (2010). *Determinación de alimentación y preferencia de Tamarixia triozae (Burks) (Hemiptera: Eulophidae) sobre estadíos de Bactericera cockerelli (Sulc) (Hemiptera: Psyllidae) [Tesis de grado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Navarro]*. .

Barrios, D. B., Arellano, F. M. E., Vázquez-Huerta, G., Barrios, D. J. M., Berdeja, A. R., & Hernández, T. M. del R. (2016). Control alternativo de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) en chile serrano(*Capsicum annum* L.). *Entomología Mexicana, 3(2014), 146–152*.

Flores-Dávila, M., González-Villegas, R., Guerrero-Rodríguez, E., Mendoza-Villarreal, R., Cárdenas-Elizondo, A., Cerna-Chavez, E., & Aguirre-Uribe, L. (2011). Insecticidal effect of plant extracts on bactericera cockerelli (Hemiptera: Psyllidae) Nymphs. *Southwestern Entomologist, 36(2), 137–144*. <https://doi.org/10.3958/059.036.0203>

Granados-Echegoyén, C. E. (2010). Alternativas biorracionales para el control de paratrioza *Bactericera cockerelli* sulcer (Hemiptera: psyllidae) en laboratorio. *Centro Interdisciplinario de Investigación Para El Desarrollo Integral Regional, 106*. <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/9432>

OLANIYAN, O., RODRÍGUEZ-GASOL, N., CAYLA, N., MICHAUD, E., &
WRATTEN, S. D. (2020). *Bactericera cockerelli* (Sulc), a potential threat
to

7. ANEXOS



Fotografía 1: Variedades de cannabis en sus etapas fenológicas



Fotografía 2: Variedades de cannabis en su etapa de floración



Fotografía 3: Variedades de cannabis cosecha del material y las flores



Fotografía 4: Extracción de live resin



Fotografía 5: Extracciones de live resin finales



Fotografía 6: Preparado de las flores de cannabis para la extracción del aceite esencial



Fotografía 7: Preparación del aceite esencial



Fotografía 8: Producto final del aceite esencial



Fotografía 9: Aceites esenciales y live resin listos para su aplicación



Fotografía 10: Adultos atrapados de Bactericera cockerelli para el ensayo



Fotografía 11: Bactericera cockerelli después de la aplicación de los extractos.

EXTRACTOS	CONCENTRACIONES	INDIVIDUOS MUERTOS DESPUES DE LA APLICACION					
		3 HORAS	6 HORAS	9 HORAS	12 HORAS	15 HORAS	18 HORAS
LIVE RESIN	C 50 %	5	6		4	0	0
LIVE RESIN	C 50 %	7	5		2	1	0
LIVE RESIN	C 50 %	6	6		3	0	0
LIVE RESIN	C 50 %	5	4		2	2	1
LIVE RESIN	C 50 %	7	5		2	1	0
LIVE RESIN	C 50 %	6	6		2	0	1

Anexo 12. Tabla datos por horas Live Resin 50%

EXTRACTOS	CONCENTRACIONES	INDIVIDUOS MUERTOS DESPUES DE LA APLICACION					
		3 HORAS	6 HORAS	9 HORAS	12 HORAS	15 HORAS	18 HORAS
LIVE RESIN	C 75 %	7	5	2	1	0	0
LIVE RESIN	C 75 %	5	4	2	3	1	0
LIVE RESIN	C 75 %	7	6	2	1	0	0
LIVE RESIN	C 75 %	7	5	2	1	0	0
LIVE RESIN	C 75 %	6	4	3	1	1	0
LIVE RESIN	C 75 %	8	5	1	1	0	0

Anexo 13. Tabla datos por horas Live Resin 75%

EXTRACTOS	CONCENTRACIONES	INDIVIDUOS MUERTOS DESPUES DE LA APLICACION					
		3 HORAS	6 HORAS	9 HORAS	12 HORAS	15 HORAS	18 HORAS
ACEITE ESENCIAL DE CANNABIS	C 50 %	4	3	3	2	2	1
ACEITE ESENCIAL DE CANNABIS	C 50 %	4	4	2	3	1	1
ACEITE ESENCIAL DE CANNABIS	C 50 %	5	4	2	2	1	1
ACEITE ESENCIAL DE CANNABIS	C 50 %	5	3	3	3	1	0
ACEITE ESENCIAL DE CANNABIS	C 50 %	4	4	3	2	2	0
ACEITE ESENCIAL DE CANNABIS	C 50 %	5	3	3	2	1	1

Anexo 14. Tabla datos por horas Aceite Esencial 50%

EXTRACTOS	CONCENTRACIONES	INDIVIDUOS MUERTOS DESPUES DE LA APLICACION					
		3 HORAS	6 HORAS	9 HORAS	12 HORAS	15 HORAS	18 HORAS
ACEITE ESENCIAL DE CANNABIS	C 75 %	5	3	3	2	1	1
ACEITE ESENCIAL DE CANNABIS	C 75 %	6	5	3	1	0	0
ACEITE ESENCIAL DE CANNABIS	C 75 %	5	4	3	2	1	0
ACEITE ESENCIAL DE CANNABIS	C 75 %	5	3	2	2	2	1
ACEITE ESENCIAL DE CANNABIS	C 75 %	6	4	3	1	1	0
ACEITE ESENCIAL DE CANNABIS	C 75 %	5	4	2	3	1	0

Anexo 14. Tabla datos por horas Aceite Esencial 75%