



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

EFFECTOS DE ACEITES ESENCIALES EN MOSCA BLANCA (*Trialeurodes vaporariorum*), EN EL CULTIVO DE ESPINACA (*Spinacia oleracea*) EN CONDICIONES CONTROLADAS”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniera Agrónoma

Autora:

Lutuala Gavilanes Magaly Alexandra

Tutor:

Chasi Vizuete Wilman Paolo

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Magaly Alexandra Lutuala Gavilanes, con cédula de ciudadanía No. 1752659456, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **“EFECTOS DE ACEITES ESENCIALES EN MOSCA BLANCA (*Trialeurodes vaporariorum*), EN EL CULTIVO DE ESPINACA (*Spinacia oleracea*) EN CONDICIONES CONTROLADAS”**, siendo el Ingeniero Chasi Vizuete Wilman Paolo Mg. Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 20 de febrero del 2024



Magaly Alexandra Lutuala Gavilanes
C.C: 1752659456
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **LUTUALA GAVILANES MAGALY ALEXNADRA**, identificada con cédula de ciudadanía **1752659456** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LA CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EFECTOS DE ACEITES ESENCIALES EN MOSCA BLANCA (*trialeurodes vaporariorum*) EN CULTIVO DE ESPINACA (*Spinacia oleracea*) EN CONDICIONES CONTROLADOS”** en la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2019 - Maro 2020

Finalización de la carrera: Octubre 2023 – Marzo 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 28 de noviembre del 2023

Tutor: Ingeniero Mg. Wilman Paolo Chasi Vizuete

Tem a: **“EFECTOS DE ACEITES ESENCIALES EN MOSCA BLANCA (*Trialeurodes vaporariorum*) EN CULTIVO DE ESPINACA (*Spinacia oleracea*) EN CONDICIONES CONTROLADAS”**

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación. AA

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a. La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b. La publicación del trabajo de grado.
- c. La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d. La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e. Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia,

la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 15 días del mes de enero del 2024.



Magaly Alexandra Lutuala Gavilanes

LA CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema

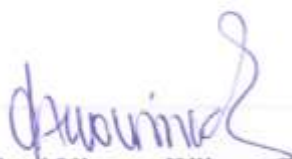
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título:

“EFECTOS DE ACEITES ESENCIALES EN MOSCA BLANCA (*Trialeurodes vaporariorum*), EN EL CULTIVO DE ESPINACA (*Spinacia oleracea*) EN CONDICIONES CONTROLADAS de Lutuala Gavilanes Magaly Alexandra, de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 20 de febrero del 2024



Ing. Chasi Vizquete Wilman Paolo Mg.

CC: 0502409725

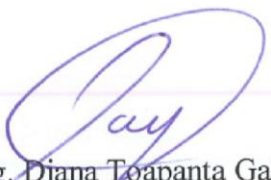
DOCENTE TUTOR

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Lutuala Gavilanes Magaly Alexandra, con el título de Proyecto de Investigación: **“EFECTOS DE ACEITES ESENCIALES EN MOSCA BLANCA (*Trialeurodes vaporariorum*), EN EL CULTIVO DE ESPINACA (*Spinacia oleracea*) EN CONDICIONES CONTROLADAS”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.


Latacunga, 15 de febrero de 2024



Ing. Diana Toapanta Gallagos, Mg.
CC: 1002749800
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Ing. Mg. Edwin Chaneusig Espin, PhD.
CC: 0501148837
LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ing. Alexandra Isabel Tapia Borja Mg.
CC: 0502661754
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por bendecirme, guiarme y llenarme de sabiduría en los momentos más complicados durante mi formación académica y profesional.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas para mi formación profesional, a los docentes de la Carrera de Agronomía que impartieron sus conocimientos de manera técnica y con criterio humano.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy, amigos y todas las personas que no dudaron y confiaron en mí para poder culminar mi formación profesional.

A mi tutor Ing. Wilman Paolo Chasi Vizúete, Mg, por la confianza, el gran apoyo, dedicación y de esa forma saber brindarme sus conocimientos para la culminación de este proyecto de investigación.

Magaly Alexandra Lutuala Gavilanes

DEDICATORIA

A Dios por darme la fuerza, valor y otorgarme salud para poder culminar con este proceso tan importante en mi vida profesional.

A mis padres, Galo y Yolanda por ser el ejemplo más grande de sacrificio, constancia y esfuerzo por enseñarme que luchar es de valientes, gracias por aquellos consejos y palabras de aliento cuando decaía, por ser mi mayor inspiración para poder ser lo que hoy en día soy, que con esfuerzo de su trabajo me apoyaron, aconsejaron y guiaron en todo momento durante mi camino académico.

A mis hermanos Deysi, Maryuri y Sebastian por siempre brindarme su cariño y apoyo moral durante este proceso.

A una persona muy especial por brindarme su apoyo durante este último periodo, quien me aconsejó y me motivo a seguir adelante.

Magaly Alexandra Lutuala Gavilanes

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TITULO: “EFECTOS DE ACEITES ESENCIALES EN MOSCA BLANCA
(*Trialeurodes vaporariorum*), EN EL CULTIVO DE ESPINACA (*Spinacia oleracea*)
EN CONDICIONES CONTROLADAS”**

AUTOR:

Lutuala Gavilanes Magaly Alexandra

RESUMEN

La mosca blanca es un pequeño insecto chupador que puede causar grandes daños en los cultivos, afectando su desarrollo normal y transmitiendo enfermedades. La presente investigación se realizó en el invernadero de la carrera de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con el fin de evaluar el control de tres tipos de aceites esenciales en emulsión *Ruta graveolens*, *Anethum graveolens* y *Mentha spp.*, para el control de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) para lo cual se estableció tres concentraciones al 0%, 25% y 50%. Dispuestos en un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un arreglo factorial A*B de nueve tratamientos y tres repeticiones con un total de veinte y siete unidades experimentales, en cada tratamiento se realizó la infestación de 20 individuos al inicio en el área foliar de las plantas a evaluar y se proporcionó las mismas condiciones ambientales para favorecer la permanencia de estos durante toda la fase experimental. Se procedió a aplicar los aceites en emulsión con ayuda de un atomizador, la toma de datos de los individuos muertos se realizó cada cinco minutos después de la aplicación durante treinta minutos. Donde se realizó el conteo y extracción de individuos muertos. Los datos se tabularon bajo un análisis de ANOVA, y un test de Tukey al 5%.

Los resultados obtenidos determinaron que los aceites esenciales en emulsión si controlan la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en cultivo de espinaca en condiciones controlados, con un promedio de 20 individuos muertos de *Ruta graveolens* a los primeros cinco minutos, seguido por un promedio 4,33 individuos muertos de *Mentha spp* a los diez minutos y por un promedio de 3,00 individuos muertos de *Anethum graveolens* a los diez minutos, por lo expuesto es recomendable utilizar el aceite de la ruda a una concentración del 50%.

Palabras Clave: *Trialeurodes vaporariorum*, espinaca, aceites esencial, *Ruta graveolens*, *Anethum graveolens* y *Mentha spp*.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI FACULTY OF AGRICULTURAL
SCIENCE AND NATURAL RESOURCES**

TOPIC: "ESSENTIAL OILS EFFECTS ABOUT WHITE FLY (*Trialeurodes vaporariorum*), IN THE CULTIVATION FROM SPINACH (*Spinacia oleracea*) UNDER CONTROLLED CONDITIONS".

Author:

Lutuala Gavilanes Magaly Alexandra

ABSTRACT

The white fly is a small sucking insect, what can cause great damage to crops, affecting their normal development and transmitting diseases. The current research was made in the greenhouse from Agronomy career from Cotopaxi Technical University, in order to assess the control of three types of essential oils in emulsion *Ruta graveolens*, *Anethum graveolens* and *Mentha spp.*, for white fly control (*Trialeurodes vaporariorum*), which the were established three concentrations at 0%, 25% and 50%. Arranged in a Completely Randomized Design (DCA) with an A*B factorial arrangement of nine treatments and three repetitions with a total twenty-seven experimental units, they were focused in each treatment approximately twenty individuals from species under study on the leaf area. It was proceeded to apply the oils in emulsion with the help a spray bottle, it was collected data from the dead individuals, was made every five minutes after application for thirty minutes. Where it was made the counting and extraction from dead individuals. The data were tabulated under an ANOVA analysis and a 5% Tukey test. The got results determined, that essential oils in emulsion, if it controles the white fly (*Trialeurodes vaporariorum*) in spinach crops under controlled conditions, with an average 20 dead individuals from *Ruta graveolens* to the first five minutes, it followed by an average 4.33 dead individuals from *Mentha spp* at ten minutes and for an average 3.00 dead individuals from *Anethum graveolens* at ten minutes, therefore it is advisable to use rue oil at a concentration 50%.

Keywords: *Trialeurodes vaporariorum*, spinach, essential oils, *Ruta graveolens*, *Anethum graveolens* and *Mentha spp*.

INDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA	ix
INDICE DE CONTENIDOS.....	xii
INDICE DE TABLAS	xvi
INDICE DE FIGURAS.....	xvii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xviii
ÍNDICE DE GRAFICAS	xix
ÍNDICE DE IMÁGENES	xxi
1 INFORMACIÓN GENERAL	1
2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	4
3.1 Beneficiarios directos.....	4
3.2 Beneficiarios indirectos.....	4
4 PROBLEMÁTICA	5
5 OBJETIVOS.....	5
5.1 Objetivo General:.....	5
5.2 Objetivos Específicos:.....	5
6 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
7 FUNDAMETACION CIENTIFICA TECNICA.....	8
7.1 Mosca Blanca (<i>T vaporarioum</i>).....	8
7.1.1. Clasificación taxonómica	8
7.1.2. Distribución Geográfica, Habitud y Ecología.....	8
7.1.3. Morfología de <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	8
7.1.4. Biología	9
7.1.5. Síntomas y Daños.....	10
7.1.6. Control.....	11
7.2 Espinaca (<i>Spinacia oleracea</i>).....	12
7.2.1. Origen	13
7.2.3. Taxonomía	13

7.3	Ruda (<i>Ruta graveolens</i>)	14
7.3.1.	Origen	14
7.3.2.	Taxonomía	15
7.3.3.	Descripción botánica	15
7.3.4.	Perfil fitoquímico de la ruda	16
7.3.5.	Principios activos de la ruda	16
7.4	Anethum graveolens	17
7.4.1.	Origen	17
7.4.2.	Taxonomía	17
7.4.3.	Morfología	18
7.4.4.	Composición Química	18
7.5	Mentha (menta).....	18
7.5.1.	Origen	18
7.5.2.	Taxonomia	19
7.5.3.	Descripción botánica	19
7.5.4.	Composición química	19
7.5.5.	Principios activos	20
7.6	Aceite esencial.....	20
7.6.2.	Factores que pueden influir en la composición de los aceites esenciales	21
7.6.3.	Clasificación.....	22
7.7	Extracción de aceites esenciales	22
7.7.1	Método arrastre de vapor	22
7.7.2	Aislamiento de aceites esenciales.....	23
7.7.3	Aplicaciones de aceites esenciales.....	23
7.7.4	Biocidas e insecticidas	23
7.8	Cromatografía de gases	24
7.	HIPÓTESIS	24
8.	METODOLOGIA Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	25
8.7.	Metodología.....	25
8.8.	Tipo de investigación	25
8.8.1.	Investigación experimental	25
8.8.2.	Investigación bibliográfica	25
8.8.3.	Investigación descriptiva.....	25
8.9.	Métodos.....	25
8.9.1.	Método científico.....	25

8.10.	Técnicas de investigación	25
8.10.2.	De laboratorio	26
8.10.3.	De observación.....	26
8.10.4.	Análisis estadístico	26
8.11.	Diseño experimental.....	26
8.12.	Esquema de ADEVA.....	27
8.13.	Factores en estudio	27
8.14.	Análisis funcional.....	28
8.15.	Diseño del ensayo	29
8.16.	Materiales y métodos.....	31
8.17.	Manejo específico del experimento.....	33
8.17.1.	Fase de campo.....	33
8.17.2.	Infestación de la mosca blanca en la espinaca	34
8.17.3.	Proceso de la extracción del aceite esencial	35
8.17.4.	Descripción	35
8.18.	Preparación del aceite esencial en emulsión.....	37
8.19.	Establecimiento del ensayo.....	38
8.19.1.	Aplicación de las emulsiones.....	38
8.19.2.	Observación de individuos muertos bajo un estereoscopio	38
8.19.3.	Registro de datos.....	39
8.20.	Composición química	39
9.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	40
10.1.	Cantidades necesarias para la preparación del aceite esencial en emulsión.	40
9.2.	Composición del aceite esencial de la ruda.....	41
9.3.	Composición del aceite esencial del eneldo	43
9.4.	Composición del aceite esencial de la menta	44
9.5.	Análisis estadístico	46
10.	IMPACTOS	66
10.1.	Impactos técnicos	66
10.2.	Impactos sociales	66
10.3.	Impactos ambientales	66
11.	CONCLUSIONES	67
12.	RECOMENDACIONES	67
	ANEXOS.....	
13.7.	Anexo 2. Hoja de vida de los investigadores.....	

13.7.1.	Hoja de vida del tutor
13.7.2.	Hoja de vida del autor
13.8.	Anexo 3. Hoja de vida del lector.....
13.8.1.	Hoja de vida del lector 1.....
13.8.2.	Hoja de vida del lector 2.....
13.8.3.	Hoja de vida del lector 3.....
13.9.	Anexo 4. Fotografías
13.10.	Anexo 1. Aval del traductor.....

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.....	6
Tabla 2. Taxonomía <i>T. vaporariorum</i>	8
Tabla 3. Productos químicos	12
Tabla 4. Taxonomía <i>Spinacia oleracea</i>	14
Tabla 5. <i>Ruta graveolens</i>	15
Tabla 6. Taxonomía <i>Anethum graveolens</i>	17
Tabla 7. <i>Mentha</i>	19
Tabla 8. ADEVA para el análisis de aceites esenciales en emulsión y concentraciones en el control de la mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)	27
Tabla 9. Tratamientos aplicados para el manejo de tres aceites esenciales en el control de la mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>), en el laboratorio de agroindustria, de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus Salache	28
Tabla 10. Variables dependiente e independiente	28
Tabla 11. Unidades experimentales	29
Tabla 12. Formulación de porcentajes de concentraciones físicas (% V/V) para el aceite esencial en emulsión	40
Tabla 13. Composición química del aceite esencial de ruda.....	41
Tabla 14. Composición química del aceite esencial de eneldo	43
Tabla 15. Composición química del aceite esencial de la menta	44

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mosca blanca (T vaporariorum)	9
Figura 2. Espinca (Spinacia oleracea).....	13
Figura 3. Ruta graveolens.....	14
Figura 4. Anethum graveolens	17
Figura 5. Mentha.....	18

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. ANOVA para el número de individuos muertos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> a los cinco minutos.....	46
Cuadro 2. ANOVA para el número de individuos muertos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> a los diez minutos.....	50
Cuadro 3. ANOVA para el número de individuos muertos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> a los quince minutos.....	53
Cuadro 4. ANOVA para el número de individuos muertos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> a los veinte minutos.....	56
Cuadro 5. ANOVA para el número de individuos muertos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> a los veinte y cinco minutos.	59
Cuadro 6. ANOVA para el número de individuos muertos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> a los treinta minutos.	63

ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafico 1. Prueba Tukey al 5% para el factor de aceites esenciales para individuos muertos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> a los cinco minutos.	47
Grafico 2. Prueba Tukey al 5% para el factor de concentraciones para individuos muertos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> a los cinco minutos.	48
Grafico 3. Prueba Tukey al 5% para la interacción de aceites esenciales por concentraciones para individuos muertos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> a los cinco minutos.	49
Grafico 4. Prueba Tukey al 5% para el factor de aceites esenciales para individuos muertos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> a los diez minutos.	50
Grafico 5. Prueba Tukey al 5% para el factor de concentraciones para individuos muertos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> a los diez minutos.	51
Grafico 6. Prueba Tukey al 5% para la interacción de aceites esenciales por concentraciones para individuos muertos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> a los diez minutos.	52
Grafico 7. Prueba Tukey al 5% para el factor de aceites esenciales para individuos muertos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> a los quince minutos.	53
Grafico 8. Prueba Tukey al 5% para el factor de concentraciones para individuos muertos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> a los quince minutos.	54
Grafico 9. Prueba Tukey al 5% para la interacción de aceites esenciales por concentraciones para individuos muertos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> a los quince minutos.	55
Grafico 10. Prueba Tukey al 5% para el factor de aceites esenciales para individuos muertos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> a los veinte minutos.	56
Grafico 11. Prueba Tukey al 5% para el factor de concentraciones para individuos muertos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> a los veinte minutos.	57
Grafico 12. Prueba Tukey al 5% para la interacción de aceites esenciales por concentraciones para individuos muertos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> a los veinte minutos.	58
Grafico 13. Prueba Tukey al 5% para el factor de aceites esenciales para individuos muertos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> a los veinte y cinco minutos.	60
Grafico 14. Prueba Tukey al 5% para el factor de concentraciones para individuos muertos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> a los veinte y cinco minutos.	61

Grafico 15. Prueba Tukey al 5% para la interacción de aceites esenciales por concentraciones para individuos muertos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> a los veinte y cinco minutos.....	62
Grafico 16. Prueba Tukey al 5% para el factor de aceites esenciales para individuos muertos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> a los treinta minutos.....	63
Grafico 17. Prueba Tukey al 5% para el factor de concentraciones para individuos muertos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> a los treinta minutos.....	64
Grafico 18. Prueba Tukey al 5% para la interacción de aceites esenciales por concentraciones para individuos muertos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> a los treinta minutos.....	65

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Siembra de las espinacas (<i>Spinacia oleracea</i>) en macetas	
Imagen 2 Recolección de plantas de ruda (<i>Ruta graveolens</i>), eneldo (<i>Anethum graveolens</i>) y menta (<i>Mentha</i>).	
Imagen 3. Lavado y picado de las plantas de ruda (<i>Ruta graveolens</i>), eneldo (<i>Anethum graveolens</i>) y menta (<i>mentha</i>) en laboratorio, Campus Salache	
Imagen 4. Pesado en la balanza digital de ruda (<i>Ruta graveolens</i>), eneldo (<i>Anethum graveolens</i>) y menta (<i>mentha</i>) en laboratorio, Campus Salache	
Imagen 5. Elaboración y extracción de aceites esenciales de ruda (<i>Ruta graveolens</i>), eneldo (<i>Anethum graveolens</i>) y menta (<i>Mentha</i>) en la maquina extractora de aceites esenciales en laboratorio, Campus Salache	
Imagen 6. Aceites esenciales de ruda (<i>Ruta graveolens</i>), eneldo (<i>Anethum graveolens</i>) y menta (<i>Mentha</i>).	
Imagen 7. Preparación de aceites esenciales en emulsión de ruda (<i>Ruta graveolens</i>), eneldo (<i>Anethum graveolens</i>) y menta (<i>mentha</i>) en laboratorio, Campus Salache.....	
Imagen 8. Aceites esenciales en emulsion de ruda (<i>Ruta graveolens</i>), eneldo (<i>Anethum graveolens</i>) y menta (<i>mentha</i>)	
Imagen 9. Infestacion de la mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>) en la espinaca (<i>Spinacia oleracea</i>).....	
Imagen 10. Implementación del ensayo en el invernadero de agronomía, Campus Salache	
Imagen 11. Toma de temperatura con un higrómetro digital	
Imagen 12. Observación en el estereoscopio y toma de datos de individuos muertos de mosca blanca	

1 INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

TITULO: EFECTOS DE ACEITES ESENCIALES EN MOSCA BLANCA (*Trialeurodes vaporariorum*), EN EL CULTIVO DE ESPINACA (*Spinacia oleracea*) EN CONDICIONES CONTROLADAS”

Fecha de inicio:

Octubre 2023

Fecha de finalización:

Marzo 2024

Lugar de ejecución:

Universidad Técnica de Cotopaxi - Salache - Cantón Latacunga - Provincia de Cotopaxi

Unidad Académica que auspicia

Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Carrera de Agronomía

Proyecto de investigación vinculado:

Plagas de interés económico.

Equipo de Trabajo:

Tutor del proyecto: Ing. Chasi Vizquete Wilman Paolo, Mg.

Lectores

Lector 1: Toapanta Gallegos Diana Elizabeth

Lector 2: Chancusig Espin Edwin Marcelo

Lector 3: Tapia Borja Alexandra

Investigador del Proyecto

Magaly Alexandra Lutuala Gavilanes

Área de Conocimiento:

Agricultura- Agricultura, silvicultura y pesca- Agronomía

Línea de investigación:

Desarrollo y Seguridad Alimentaria.

Se entiende por seguridad alimentaria cuando se dispone de la alimentación requerida para mantener una vida saludable. El objetivo de esta línea será la investigación sobre productos, factores y procesos que faciliten el acceso de la comunidad a alimentos nutritivos e inocuos y supongan una mejora de la economía local.

Se enmarca en esta línea debido a que busca la eliminación de la inocuidad de la plaga en los alimentos para la debida exportación.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Procesos tecnológicos, bioquímica, biomateriales, desarrollo y seguridad alimentaria.

Línea de Vinculación:

Desarrollo biotecnológico, genética, biodiversidad y recursos naturales Desarrollo de las ciencias de la ingeniería, energías alternativas, renovables, microelectrónica y TICs.

2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La presente investigación surge de la necesidad de proporcionar al sector agrícola una alternativa al control químico y por si llevar un manejo sustentable con diferentes tipos de aceites esenciales para el control de plagas, lo cual lleva el propósito de disminuir el uso excesivo de plaguicidas sintéticos y así resguardar la salud tanto de los productores como consumidores.

Actualmente, el uso excesivo e inadecuado de los plaguicidas ha generado daños graves tanto al medio ambiente, salud humana y resistencia en plagas y enfermedades. Por lo que se ve necesario el buscar una alternativa sustentable para el manejo de plagas. Las plantas son una fuente importante de compuestos nuevos que por su actividad biológica pueden sustituir los plaguicidas de origen sintético. La toxicidad asociada a los extractos de varias especies se ha relacionado con una actividad insecticida alta. La naturaleza química de los compuestos con actividad biológica presente en los extractos vegetales se determina mediante un análisis de cromatografía de gases-masas, el cual se complementa demostrando su efectividad en varios modelos biológicos (García et al., 2010)

Dicha investigación busca brindar información que será útil a toda la comunidad estudiantil de la Universidad Técnica de Cotopaxi para así mejorar el conocimiento de nuevas alternativas de acuerdo al control de plagas y enfermedades.

3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1 Beneficiarios directos

El presente trabajo de investigación beneficiara directamente a aquellos productores agrícolas el cual su principal problemática sea la presencia de la Mosca Blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en sus cultivos, que son los más afectados por esta plaga, además de proporcionar información, datos y resultados que serán utilizadas para futuras investigaciones.

3.2 Beneficiarios indirectos

La elaboración de aceites esenciales en emulsión bajo condiciones de laboratorio cuyo componente principal son especies vegetales con alto contenido de toxicidad, pueden ser aprovechados como recurso para la sociedad dentro y fuera de la Provincia de Cotopaxi, es decir, dichos aceites podrán ser una alternativa ecológica para el sector agrícola

4 PROBLEMÁTICA

La Mosca Blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), daña las plantas porque actúa succionando el jugo, provocando que las plantas se marchiten, o incluso el retraso en el crecimiento y llevando así la muerte total de la planta, así mostrando pérdidas notables en la producción, por las mismas razones es temida por los agricultores ya que es muy resistente a diversos insecticidas y su rápida propagación. Por lo tanto, se debe encontrar una alternativa sostenible para el control de plagas (García et al., 2010).

Consecutivamente cada año en los campos de cultivos a nivel mundial se aplican millones de toneladas de agroquímicos sin control. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) a nivel global se utilizan unos 4.6 millones de toneladas de plaguicidas químicos al año en los cultivos. Para el año 2018, se llegaron a usar 4,1 millones de toneladas de pesticidas, 33% más que en el 2000 (FAO, 2020).

En un estudio realizado por Valarezo et al. (2008), menciona que los agricultores para erradicar la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) llegan a utilizar 34 productos químicos comercializados como insecticidas, muchos de amplio espectro y extremadamente tóxicos para el ser humano. Debido a que existe un elevado uso de sustancias químicas con propiedades insecticidas para combatir la mosca blanca, la finalidad del presente trabajo de investigación es brindar una alternativa amigable de control con aceites esenciales de *Ruta graveolens*, *Anethum graveolens* y *Mnetha spp*, precautelando la salud de los productores como consumidores y reduciendo gastos en el control fitosanitario con agroquímicos.

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo General:

Evaluar el control de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) con tres tipos de aceites esenciales (ruda, eneldo y menta) en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea*) en condiciones controladas.

5.2 Objetivos Específicos:

- Determinar los componentes químicos de los aceites esenciales de *Ruta graveolens*, *Anethum graveolens* y *Mentha*.

- Determinar el mejor aceite esencial para el control de la Mosca Blanca (*Trialeurodes vaporariorum*).
- Analizar la interacción entre aceites esenciales en control y concentraciones para el control de Mosca Blanca (*Trialeurodes vaporariorum*).

6 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

Objetivo 1	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Determinar los componentes químicos de los aceites esenciales de <i>Ruta graveolens</i>, <i>Anethum graveolens</i> y <i>Mentha</i>.	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión bibliográfica. • Extracción de aceites esenciales • Determinar las componentes químicos 	Especies en estudio: <i>Ruta graveolens</i> , <i>Anethum graveolens</i> y <i>Mentha spp.</i> Análisis	Análisis estadístico Tabla de componentes de los aceites extraídos.
Objetivo 2	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Determinar el mejor aceite esencial para el control de la Mosca Blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>).	<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento del cultivo • Extracción de aceites esenciales • Infestación de la mosca blanca • Toma de datos cada cinco minutos • Tabulación de datos 	Siembra de espinaca en macetas Aceites esenciales a tres concentraciones del 0%, 25% y 50% Tabla da datos del efecto de cada tratamiento	Tablas en Excel. Análisis estadísticos

		<p>Conteos de individuos muestreo después de la aplicación</p> <p>Tabla del porcentaje de control (individuos muertos)</p>	
Objetivo 3	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Analizar la interacción entre aceites esenciales en control y concentraciones para el control de Mosca Blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)	Tabulación de datos para la interacción	Tabla de los datos del efecto de los aceites esenciales	Tablas en Excel. Análisis estadísticos

7 FUNDAMETACION CIENTIFICA TECNICA

7.1 Mosca Blanca (*T vaporarioum*)

Las moscas blancas también se consideran insectos chupadores y están ampliamente distribuidas por todo el mundo. Es un pequeño insecto chupador que puede causar grandes daños a los cultivos, al robar alimentos de la plantas y propagar enfermedades (INIA, 2016)

7.1.1. Clasificación taxonómica

Nombre común: Mosca blanca

Tabla 2. Taxonomia T vaporarioum

Reino:	Animalia
Filo:	Arthropoda
Clase:	Insecta
Orden:	Homoptera
Familia:	Aleyrodidae
Género:	Trialeurodes
Especie:	<i>T. vaporariorum</i>

Fuente: (Westwood, 2010)

7.1.2. Distribución Geográfica, Habitación y Ecología

La mosca blanca es originario de los trópicos, pero debido a su alto potencial reproductivo y adaptabilidad, se distribuye uniformen te por todo el mundo. Su distribución se produce principalmente en la producción en invernadero donde un clima cálido y húmedo y una mala ventilación crean las mejores condiciones óptimas para la reproducción y, por lo tanto causan los mayores daños y perjuicios (Martínez, 2021)

7.1.3. Morfología de *Trialeurodes vaporariorum*

Los adultos de esta especie son individuos pequeños que miden aproximadamente de 2-3 mm, ya que tienen dos pares de alas cubiertas de un polvo ceroso de color blanco. Sus cuerpos son de

color amarillo pálido, suelen ser muy activos y se refugian en el debajo de la aérea foliar. (Polack, 2021)

Los huevos son alargados, primero amarillos, consecutivamente de un tono oscuro, y están unidos a las hojas mediante tallos cortos y colocados en posición circular (Quintana et al., 2017)

Las larvas del primer estadio son pequeñas de aproximadamente 1 mm de largo, móviles y cambian de color rosa a un tono anaranjado, y en el segundo estadio se adhieren a las plantas, pierden las patas, cambian el caparazón del cuerpo y se vuelven ovaladas con ninfas de bordes irregulares. Tienen una serie de glándulas que secretan una sustancia en polvo que rezuma del cuerpo de la ninfa (Carapia & Gutierrez, 2013).

Figura 1. Mosca blanca (*T vaporariorum*)



Fuente: (Westwood, 2010)

7.1.4. Biología

Son insectos hemimetábolos (incompletos) que pasan por las siguientes etapas de desarrollo en su ciclo vital: huevo, ninfa de cuarto estadio y adulto. Estas etapas de desarrollo se puede observar debajo del área foliar. El ciclo completo de huevo a adulto es de 24 a 28 días.

Por lo expuesto según Cardona (2015) nos presenta el ciclo biológico de la mosca blanca:

Los huevos están adheridos al envés de las hojas a través, de los tallos de las flores, son lisos y alargados con una punta el extremo superior y una parte inferior redondeada, la longitud media de los huevos es de 0,23 mm de largo y el ancho es de 0,1 mm. Los huevos son blancos a principio, luego se vuelven amarillo y finalmente de color marrón oscuro a medida que se acerca la eclosión. Las moscas blancas ponen huevos individualmente o en grupos.

Primer instar: La ninfa que acaban de salir de sus huevos se mueve en busca de alimento. Son los únicos adultos que realizan estos movimientos, se les llama “rastreador”. A partir de entonces

la ninfa en permanente. Tiene forma ovalada y una punta ligeramente estrecha, es transparente y amarillo. Muy pequeño (0,27 mm de largo, 0,15 mm de ancho). El tiempo de la primera etapa es de tres días.

Segundo instar: La segunda larva es transversal y ovalada con bordes irregulares. La longitud es de 0,38 mm y el ancho es de 0,23 mm, las ninfas de la primera y segunda etapa son más fáciles de cuando se utiliza una lupa de 10x. La duración media de la segunda etapa es de tres días.

Tercer instar: Las ninfas del tercer estadio son ovaladas, planas y transparentes, similares a las ninfas del segundo estadio. El tamaño se duplica a comparación de la primera etapa (0,54 mm de largo, 0,33 mm de ancho). Se puede ver fácilmente en el envés de las hojas sin lupa. La duración media de la etapa es de tres días.

Cuarto instar (pupa): Las ninfas del cuarto estadio recién formadas son ovaladas, planas y casi transparentes, a su vez avanza el desarrollo, se vuelve opaco y luego se llaman pupas. Tiene filamentos de cera largos y erectos que son sus rasgos principales. Cuando se ve desde un lado parece elevado con respecto a su superficie. En sus pupas desarrolladas que tiene una apariencia cercana a la de un adulto se llega a observar fácilmente a simple vista. La pupa mide 0,73 mm de largo y 0,45 mm de ancho.

Adulto: Los adultos que emergen de su pupa miden aproximadamente de 1 mm de largo. Su cuerpo es de color amarillo claro. Las alas son ligeras, estrechas por delante, más anchas por detrás y cubiertas de polvo blanco. Los ojos son de un tono rojo oscuro, las hembras son más grandes que los machos y tienen una vida útil de 5 a 28 días. Se alimentan y ponen sus huevos en la parte inferior de las hojas jóvenes, seleccionándolas por su atractivo color. Los adultos se aparearan tan pronto como emerja, pero puede pasar un periodo de un día antes de poner huevos.

7.1.5. Síntomas y Daños

7.1.5.1. Daños directos

T. vaporariorum causan daños directos ya que se alimentan de forma que chupa la savia del floema, reduciendo el vigor de la planta, la calidad del producto y el rendimiento (Rodríguez, 2015).

7.1.5.2. Daños indirectos

La mosca blanca también causa daños indirectos al liberar una sustancia azucarada que recubren las hojas y se convierte en una herramienta para el crecimiento del hongo negro (Tapia, 2015).

7.1.6. Control

El ICA recomienda el manejo integrado de la mosca blanca con la práctica de medidas de control cultural, biológico y químico racional, y de por sí el monitoreo bajo el concepto de un programa ambientalmente seguro

7.1.6.1. Control biológico

Hay muchos tipos de avispas parasitas que se pueden controlar a nivel mundial, como los *microhimenópteros* de la familia *Aphelinidae*, ya que entre ellas se ha descubierto que la *Encarsia Formosa* tiene el mejor efecto sobre las moscas blancas (INIA, 2016).

7.1.6.2. Control cultural

Control de malezas alrededor de los semilleros e invernaderos especialmente para reducir las etapas de hibernación, deseche los residuos de cultivos o cree contenedores de abono, también usar redes contra las moscas en las paredes y respiraderos para reducir estas plagas y enfermedades (INIA, 2016).

7.1.6.3. Monitoreo

A la hora de detectar plagas, empezar desde el vivero y utilizar una trampa para insectos de color amarillo con una medida de 13 cm de ancho y 20 cm de largo, con pegamento por ambos lados. Se montan sobre un disco de semillas y se colocan en bandejas cada 5 metros desde el semillero. (INIA, 2016).

7.1.6.4. Control químico

La mosca blanca de los invernaderos tiene una buena capacidad para desarrollar su resistencia a los insecticidas. Inicie el tratamiento químico cuando aparezcan las primeras larvas de mosca blanca debajo de las hojas del tercio inferior de la planta. Además, el estadio de huevo y el estadio ninfal final son resistentes a la mayoría de los insecticidas, los restos de los estadios son más sensibles.

Lista de productos de bajo impacto ambiental autorizados para el control de mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) (Cardona, 2015).

Tabla 3. Productos químicos

Producto comercial	Ingrediente activo
ABAMITE ME	Abamectina
ABSOLUTO 20% SL	Imidacloprid
ABSOLUTO 70% WP	Imidacloprid
ACTARA 25 WG	Tiametoxam
ADMIRAL 10 EC	Piriproxifeno
CHESS	Pimetrozina
CHESS 50 WG	Pimetrozina
INSEGAR 25 WG	Fenoxicarb
MOSPILAN	Acetamiprid
NATURALIS L	Beauveria bassiana Cepa ATCC 74040
PEDESTAL	Novaluron
PROTEK	Aceite de toronja / Aceite de mandarina
NATURALIS L	Novaluron
SANMITE WP	Piridaben
VOLIAM FLEXI 300 SC	Clorantraniliprol/tiametoxam

Fuente: (Bissanti, 2022)

7.2 Espinaca (*Spinacia oleracea*)

La espinaca es de suma importancia dentro de los cultivos hortícolas aprovechadas por sus hojas, por su valor nutricional, dado su alto contenido en proteínas, sales minerales y vitaminas, lo que convierte que es de suma importancia en futuros cultivos hortícolas.

La mosca blanca actúa succionando los nutrientes de la planta. Provocando que se detenga su crecimiento y se debiliten sus hojas. Si la infección no se controla, el cultivo eventualmente se seca. Para combatirlo, debemos monitorear el cultivo y tomar medidas para evitar su propagación (Futuro, 2022).

7.2.1. Origen

Se encuentra principalmente en Asia Occidental. Se estima que se cultiva la espinaca desde hace 2000 años. Perteneció a la familia *Chenopodiaceae* y es una verdura de hojas anchas y verdes, son de tallos de redondos, muy suaves y flexibles. Sus hojas son carnosas y alternas, muy suaves y un tono verde oscuro.

Figura 2. *Espinaca (Spinacia oleracea)*



Fuente: (Schweiz, 2015)

7.2.3. Taxonomía

Nombre común: Espinaca

Tabla 4. Taxonomía *Spinacia oleracea*

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Caryophyllidae
Orden:	Caryophyllales
Familia:	Amaranthaceae
Subfamilia:	Chenopodioideae
Género:	<i>Spinacia</i>
Especie:	<i>Spinacia oleracea</i>

Fuente: (L., 2023)

7.3 Ruda (*Ruta graveolens*)

7.3.1. Origen

Ruta graveolens, también conocida como la ruda, es una especie de la familia *Rutaceae*, originaria del sur de Europa y distribuida a nivel mundial; es una planta perenne que permanece verde durante todo el año. En la agricultura ecológica se utiliza especialmente con fines de la medicina, ya que los aceites volátiles que contiene llegan a proteger el cultivo tanto de insectos y plagas.

Figura 3. *Ruta graveolens*



Fuente: (Guzmán, 2015)

7.3.2. Taxonomía

Nombre común: Ruda

Tabla 5. Ruta graveolens

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Sapindales
Familia:	Rutaceae
Subfamilia:	Rutoideae
Género:	<i>Ruta</i>
Especie:	<i>Ruta graveolens</i>

Fuente: (Oliva et al., 2023)

7.3.3. Descripción botánica

Según Saldaña y Torres (2012) mencionan que la ruda tiene una raíz amarilla, leñosa y muy fibrosa:

- ✓ Tallos herbáceos, ramificados de dos a tres pies de altura; pequeñas, oblongas, carnosas, lisas, emparejadas con una curiosa hoja al final.
- ✓ Flor: Consta por cinco pétalos cóncavos sostenidos, por pequeñas garras, el cáliz está dividido en cinco partes, pero a menudo el cáliz tiene solo cuatro pétalos de cuatro partes.
- ✓ Está acompañado de un pistilo de ocho y con diez estambres, adherentes al cáliz o receptáculo común.
- ✓ Fruto: está dividida la capsula en tantos lóbulos como pétalos y está abierta en la parte superior.

7.3.4. Perfil fitoquímico de la ruda

Según Saldaña & Torres (2012) afirma que: La ruda contiene un aceite esencial que se compone en su mayoría por sesquiterpenos. La composición química de la planta es:

- ✓ Cetonas (90%)
- ✓ Metil-nonil cetona
- ✓ Metil heptil cetona
- ✓ Alcaloides (0,4-1,4%)
- ✓ Del tipo furoacridona y quinolina: arborinina , graveolina , rutacridona , gama gadorina , kokusaginina, 6 metoxidictamnina y sikimmnianina.
- ✓ Flavonoides
- ✓ Quercetina
- ✓ Rutina
- ✓ Alcoholes
- ✓ Metil-etil-carbinol
- ✓ Hidrocarburos
- ✓ Pinene
- ✓ Limoneno

7.3.5. Principios activos de la ruda

Según (Cusquipoma, 2018), llega a mencionar que se ha encontrado estudios con mayor a 120 fitoconstituyentes naturales:

- ✓ Aceite esencial (0,1-0,6%): cetónas alifáticas (metilnonilcetona en un 90%); terpenos (pineno, limoneno, metilnonil-carbinol y cienol); ácidos (caprílico, anísico, plagónico y salicílico).
- ✓ Cuamarina y furanocumarinas (0,15-0,70%): como psoraleno, bergapteno, dafnoretina, xantoxina, etc.
- ✓ Alcaloides furoquinólicos como la arborinina, rutamina, skiamina, graveolina, graveolinina, arborotina, etc.
- ✓ Flavonoide: La Rutina (1 a 2% quercetina 3- β rutinósido), también luteolina.

7.4 Anethum graveolens

7.4.1. Origen

El eneldo es originario de la región mediterránea de Asia menor, pero se ha convertido en especie mundial, crece de forma silvestre en campos nos cultivados (Grether, 2011).

Figura 4. *Anethum graveolens*



Fuente: (GTRESONLINE, 2020)

7.4.2. Taxonomía

Nombre común: Eneldo

Tabla 6. *Taxonomia Anethum graveolens*

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Apiales
Familia:	Apiaceae
Subfamilia:	Apioideae
Tribu:	Peucedaneae
Género:	Anethum

Especie: *Anethum*
graveolens

Fuente: (Agronomo, 2013)

7.3.3. Morfología

El eneldo es una hierba anual. Es fragante que mide de 30 a 45 cm aproximadamente de largo y puede alcanzar una altura de más de un metro. El tallo es verde y fisurado pero con un núcleo de blanco intenso y finas vetas de color blanco verdoso, se ramifica en la parte superior y sostiene muchas flores, aproximadamente de 10 a 20 flores que son de color amarillo brillante. Los frutos miden de 4 a 6mm de largo y 2,5 de ancho. Sus semillas llegan a ser planas, ovaladas de un tono apergaminado y ligeramente amargo. (Benitez & Cordoso, 2006).

7.3.4. Composición Química

Contiene una porción del 2,5-4% de un aceite esencial, siendo el componente principal la carvona (una cetona terpénica cuyo porcentaje llega a variar entre el 40 al 60%) con pequeñas cantidades de limoneno, felandreno, pineno, dipenteno, diapiol, miristicina (Fernandez & Perez, 2019).

7.5 *Mentha* (menta)

7.5.1. Origen

La menta proviene de la región mediterránea, que incluye países africanos, el sudeste asiático y se encuentra en Java, Japón, Filipinas, Corea, China. Hay evidencia que se usaba en los baños de las naciones griegas, con fines aromáticos y físicos. También se suelen añadir a los alimentos para añadir sabor y especias e incluso que utilizaba en ceremonias religiosas.

Figura 5. *Mentha*



Fuente: (Köhler, 2017)

7.4.2. Taxonomía

Nombre común: Menta

Tabla 7. Mentha

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Lamiales
Familia:	Lamiaceae
Subfamilia:	Nepetoideae
Tribu:	Mentheae
Género:	<i>Mentha</i> L., 1753

Fuente: (L, 2013)

7.5.3. Descripción botánica

- ✓ Se puede decir que es una planta perenne de tallos delgados y esbeltos con una altura de 60cm,
- ✓ Sus hojas reciben su nombre por su forma lanceolada (spica significa «lanza» en latín); muy fragante, dentada en un tono verde claro.
- ✓ Las brácteas de la inflorescencia son casi indistinguibles.
- ✓ La mayoría de las flores salen en verano y tienen cinco sépalos.
- ✓ La corola es lila, rosa o blanca, y muy glandulosa, con un largo de 3 mm.
- ✓ Sus raíces son extensas e invasivas

7.5.4. Composición química

La menta contiene un aceite esencial que está compuesto principalmente por mentol 30-50%, mentona 15-30%, acetato de metilo 2,5-10%, cinerol, carvona, pineno, limoneno, timol y ácido valeriánico.

7.5.5. Principios activos

Según Parra, (2021), es muy variable su composición. Varía de acuerdo del tipo de suelo, clima, época de recolección, factores genéticos.

- Aceite esencial (1-2% como mínimo). El componente mayoritarios es (-)-mentol (35-45%), acompañado de (-)-mentona (monoterpenona). Aparecen además otros monoterpenos como el acetato de (-)-mentilo, eucaliptol o 1,8-cineol, (+)-neomentol, (-)-isomentol, (-)-mentofurano, limoneno, carvona y trazas de α y β -pineno o de trans-sabineno. En algunas ocasiones, podemos detectar sesquiterpenos como viridoflorol (0.5%).
- Monoterpenonas: mentona (20-30%), (+)-isomentona, neomentona, neoisomentona, (+)-piperitona, piperitonona, isopiperitonona, (+)-(+)-pulegona (aparece en hojas jóvenes y luego desaparece).
- Flavonoides. Aparecen flavonas metoxiladas como el xantomicrool o la gardenina D y glucósidos de geninas como apigenina (mentósido), diosmetina, rutina o luteolina, diosmósido, diosmetósido, eriocitrósido, luteolol 7 rutósido, hesperidósido.
- Ácidos fenólicos derivados del ácido cinámico. Ácido rosmárico, clorogénico y caféico.
- Triterpenos. Alfa-amirina, ácidos ursólico y oleanólico.
- Taninos. Denominados labietaninos.
- Carotenos.
- Sales minerales.

7.6 Aceite esencial

Son productos aromáticos que se encuentran en las plantas. Se obtienen de flores, frutos, hojas, raíces, semillas o corteza, se evaporan al contacto con el aire a temperatura ambiente, se denominan: aceites volátiles, aceites etéreos, aceites esenciales o fragancias. En su mayoría son líquidos volátiles que no resultan grasoso al tacto (Martínez, 2010).

Según Usano et al. (2014) menciona que generalmente se le conoce como líquido sin aceite, es decir que no son grasosos al tacto. En general estos químicos constituyen las esencias de muchas especies ya que se llega a extraer de sus flores, frutos, hojas, raíces o semillas. Algunos de los aceites insecticidas provienen de hinojo, canela, etc.

Son productos odoríferos que se llegan a obtener de las materias primas naturales por destilación con agua o vapor, mediante un proceso mecánico (Benzi et al., 2009).

7.6.1. Composición química de los aceites

Menciona Martínez (2010) que generalmente los aceites esenciales llegan a ser mezclas complicadas de hasta más de 100 componentes que pueden ser:

- Compuestos alifáticos de bajo peso molecular (alcanos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres y ácidos),
- Monoterpenos,
- Sesquiterpenos y
- Fenilpropanos.

Según Ortuño (2006), los componentes mayoritarios de los aceites esenciales son hidrocarburos no aromáticos y los minoritarios con aroma característico y pertenecen a diferentes grupos de sustancias químicas:

- Hidrocarburos terpénicos: terpenos y terpenoides.
- Aldehídos: aldehído cinámico, butanal y propanal.
- Ácidos: acético, palmítico.
- Alcoholes: linalol, geraniol, mentol.
- Fenoles: anetol, eugenol.
- Ésteres: acetato de linalilo, acetato de geraniol.
- Cetonas: tuyona.
- Otros: éteres, derivados nitrogenados, sulfuros, tioéteres, tioésteres,

7.6.2. Factores que pueden influir en la composición de los aceites esenciales

Hay muchos factores que afectan la composición y el rendimiento de los aceites esenciales de una planta (Gil et al., 2005 citado en Ruíz, 2017):

- Factores ambientales (clima, altitud, tipo de suelos, precipitaciones, etc.)
- Prácticas agrícolas (uso de fertilizantes, abonos, pesticidas, otros productos químicos, etc.)
- Métodos de procesamiento y almacenamiento de productos vegetales (fresco, secos, fermentados, etc).
- Métodos de extracción de aceite (destilación, maceración, prensado, extracción con disolventes, extracción de fluidos supercríticos, destilación con arrastre de vapor, etc.).

- Edad y condición fenológica de la planta.

7.6.3. Clasificación

Los aceites esenciales se clasifican según una variedad de criterios, incluida la similitud de los componentes clave, el país de origen y las propiedades químicas (Martínez, 2010):

De acuerdo a su consistencia:

- Esencias fluidas.
- Bálsamos.
- Las Oleorresinas.

De acuerdo a su origen:

- Naturales.
- Artificiales.
- Sintéticos.

De origen químico (tipo de sustancias que son los componentes mayoritarios):

- Monoterpenos.
- Sesquiterpenos.
- Fenilpropanos.

7.7 Extracción de aceites esenciales

Los aceites esenciales se pueden extraer de las muestras de plantas mediante diversos métodos, como: prensado, destilación al vapor, extracción con disolventes volátiles, extracción floral y extracción con fluidos supercríticos (Rodríguez et al., 2012).

7.7.1 Método arrastre de vapor

Por lo general, los ejemplares de plantas pequeñas y frescas, cortadas las cuales se colocan en una cámara inerte y se exponen a una corriente de vapor caliente arrastrando la esencia así condensándolo, para luego recoger y separarla de la fase acuosa.

En una máquina de vapor existe, fuente de calor que genera un aire caliente, un recipiente para contener los desechos, un recolector de aceite esencial separado y un enfriador de vapor.

Por otro lado se llega a mencionar que en el matraz de destilación recupera los compuestos no volátiles o solubles en agua caliente se recupera en el matraz, mientras que los compuestos volátiles e insolubles en agua se obtienen en el matraz recolector. Finalmente, los compuestos orgánicos recogidos en el matraz colector se separa mediante extracción (Rodríguez et al., 2012).

7.7.2 Aislamiento de aceites esenciales

A medida que se extraen los aceites esenciales que se encuentran en varias plantas, se pueden separar mediante una o más técnicas cromatográficas, tales como la cromatografía en columna, en capa fina y HPLC. Sin embargo, existen métodos de separación mejores y más rápidas como la cromatografía líquida de alta resolución HPLC20, y la cromatografía de gases (CG) (Martínez, 2010).

7.7.3 Aplicaciones de aceites esenciales

Los aceites esenciales son muy utilizados y pueden obtenerse de plantas cultivadas como de silvestres, se estima que en el mundo se conocen aproximadamente un alrededor de 3000 aceites esenciales conocidos mundialmente, de los cuales el 10% son de importancia comercial (Valverde y Leonardo, 2012)

Los AE juegan un papel importante ya que además de atraer o repeler insectos portadores de polen o semillas con efectos indeseables, el óxido de etileno también juega un papel importante como agente de defensa de las plantas contra bacterias, virus, hongos, insectos. (Usano et al., 2014).

7.7.4 Biocidas e insecticidas

Según Valverde y Leonardo (2012) afirman que: hay aceites esenciales con propiedades de bactericidas, como por ejemplo del el tomillo, clavo, salvia, mentas, orégano, pino, etc. Otras son insecticidas:

- Contra hormigas: *Menthaspicata* (spearmint), *Tanacetumypoleo*.
- Contra áfidos: ajo, otros *Allium*, coriandro, anís, albahaca.
- Contra pulgas: lavanda, mentas, lemongrass, etc.
- Contra moscas: ruda, citronela, menta, etc.
- Contra piojos: *Menthaspicata*, albahaca, ruda, etc.
- Contra polilla: mentas, Hisopo, romero, eneldo, etc.

- Contra coleópteros: Tanacetum, comino, ajenjo y tomillo, etc.
- Contra cucarachas: menta, ajenjo, eucalipto, laurel, etc.
- Contra nemátodos: Tagetes, salvia, caléndula, Aspáragus, etc.

7.8 Cromatografía de gases

La cromatografía de masas de gases es un método que combina el poder de separación de la cromatografía de gases con la sensibilidad y selectividad de un detector de masas. Esta combinación permite el análisis y cuantificación eficientes de compuestos en mezclas complejas (Martín & Miranda, 2018)

Según (Yagües, 2008) menciona que: “La combinación de los dos métodos de cromatografía de gases (GC), y espectrometría de masas (MS), da como resultado una tecnología GCMS combinada que puede identificar sin ambigüedad los componentes del aceite esencial”

7. HIPÓTESIS

Ha Los aceites esenciales en diferentes concentraciones no controlan la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en cultivo de espinaca de condiciones controlados.

Ho Los aceites esenciales en diferentes concentraciones si controlan la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en cultivo de espinaca en condiciones controlados.

Pregunta

¿Los aceites esenciales afectan a la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en el cultivo de espinaca en condiciones controladas?

8. METODOLOGIA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

8.7. Metodología

Para realizar el proyecto de investigación se tomó en cuenta los tipos de investigación: experimental, bibliográfica y descriptiva. El método de investigación es científico y la técnica utilizada es la observación.

8.8. Tipo de investigación

8.8.1. Investigación experimental

Se caracterizó por la manipulación intencionada de la variable independiente y el análisis de su impacto sobre una variable dependiente.

8.8.2. Investigación bibliográfica

Se investigó conocimientos teóricos mediante la búsqueda bibliográfica en libros, revistas, artículos científicos, documentos y sitios web para la investigación de la materia prima estudiada, siembra de la espinaca, métodos de extracción de aceites esenciales, composición química de la especie y concentraciones.

8.8.3. Investigación descriptiva

Se realizó la descripción de la espinaca, los componentes químicos presentes en el aceite esencial de ruda, eneldo y menta. Además, la descripción del procedimiento que conlleva la extracción del aceite esencial y control para individuos muertos de la mosca blanca, mismos que han sido interpretados en los resultados.

8.9. Métodos

8.9.1. Método científico

El método científico se empleó en el procedimiento de extracción de aceite esencial ya que se generó una adquisición de nuevos conocimientos y la comprobación de los mismos.

8.10. Técnicas de investigación

8.10.1. De campo

La investigación es de campo, ya que es una recopilación de información fuera de un laboratorio o lugar de trabajo. Es decir, los datos que se necesitan para hacer la investigación se toman en ambientes reales no controlados (Cajal, 2014).

8.10.2. De laboratorio

Esta técnica fue aplicada bajo condiciones de laboratorio de microbiología, de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus Salache.

8.10.3. De observación

Esta técnica fue aplicada en la observación del procedimiento de la extracción de aceite esencial de ruda y eneldo y menta en el desarrollo del ensayo para el control de la mosca en la espinaca.

8.10.4. Análisis estadístico

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

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

Donde:

% Mor: Porcentaje de mortalidad

I. Muertos: Números de individuos muertos

I. Total: 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.

8.11. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con un arreglo factorial (3*3) con 9 tratamientos y tres repeticiones.

8.12. Esquema de ADEVA

Tabla 8. ADEVA para el análisis de aceites esenciales en emulsión y concentraciones en el control de la mosca blanca (Trialeurodes vaporariorum)

F.V.	GRADOS DE LIBERTAD	
TOTAL	$(t*r)-1$	26
REPETICIONES	$(r-1)$	2
TRATAMIENTOS	$(t-1)$	8
FACTOR A	$(A-1)$	2
FACTOR B	$(B-1)$	2
FACTOR A x B	$(A-1)*(B-1)$	4
ERROR	$(t-1)*(r-1)$	16

Fuente: (Lutuala, 2024)

8.13. Factores en estudio

Factor A

- **A1:** Aceite esencial de ruda (*Ruta graveolens*) en emulsión.
- **A2:** Aceite esencial de eneldo (*Anethum graveolens*) en emulsión.
- **A3:** Aceite esencial de menta (*Mentha spp*) en emulsion.

Factor B

- **B1:** 0
- **B2:** 25%
- **B3:** 50%

Tabla 9. Tratamientos aplicados para el manejo de tres aceites esenciales en el control de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), en el laboratorio de agroindustria, de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus Salache

Factor A (aceite esencial)	Factor B (Concentración)	Tratamientos	Descripción
A1 A2 A3	B1 B2 B3	T1 = A1 B1	0%
		T2 = A1 B2	Esencia de ruda al 25%
		T3 = A1 B3	Esencia de ruda al 50%
		T4 = A2 B1	0%
		T5 = A2 B2	Esencia de eneldo al 25%
		T6 = A2 B3	Esencia de eneldo al 50%
		T7 = A3 B1	0%
		T8 = A3 B2	Esencia de menta al 25%
		T9 = A3 B3	Esencia de menta al 50%

Fuente: (Lutuala, 2024)

8.14. Análisis funcional

Tabla 10. Variables dependiente e independiente

Variable independiente	Variable dependiente	Parámetros	Indicadores
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tres aceites esenciales en emulsión. ✓ Concentraciones de aceites. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mortalidad de los aceites esenciales en la mosca blanca en el cultivo de espinaca en condiciones controladas 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mortalidad de la mosca blanca a los 5, 10, 15, 20, 25, 30 minutos. ✓ Observación de movilidad de las moscas blancas 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Individuos muertos, mosca blanca en el cultivo de espinaca en condiciones controladas

8.15. Diseño del ensayo

El ensayo cuenta con 27 unidades experimentales, con Diseño Completamente al Azar (3*3) que consta de 9 tratamientos y 3 repeticiones.

Tabla 11. Unidades experimentales

Tratamientos	Observaciones		
	I	II	III
A1 B1	A1 B1	A1 B1	A1 B1
A1 B2	A1 B2	A1 B2	A1 B2
A1 B3	A1 B3	A1 B3	A1 B3
A2 B1	A2 B1	A2 B1	A2 B1
A2 B2	A2 B2	A2 B2	A2 B2
A2 B3	A3 B3	A3 B3	A3 B3
A3 B1	A3 B1	A3 B1	A3 B1
A3 B2	A3 B2	A3 B2	A3 B2
A3 B3	A3 B3	A3 B3	A3 B3

Fuente: (Lutuala, 2024)

A1: *Ruta graveolens*

A1B3R3	A1B2R2	A1B1R1
A1B2R2	A1B1R1	A1B2R2
A1B1R2	A1B3R3	A1B3R3

Repetición 1

- Sin aplicación
- Aceite en emulsión de ruda concentración al 25%
- Aceite en emulsión de ruda concentración al 50 %

Repetición 2

- Sin aplicación
- Aceite en emulsión de ruda concentración al 25%

- Aceite en emulsión de ruda concentración al 50 %

Repetición 3

- Sin aplicación
- Aceite en emulsión de ruda concentración al 25%
- Aceite en emulsión de ruda concentración al 50 %

A2: Anethum graveolens

A1B3R3	A1B2R2	A1B1R1
A1B2R2	A1B1R1	A1B2R2
A1B1R2	A1B3R3	A1B3R3

Repetición 1

- Sin aplicación
- Aceite en emulsión de eneldo concentración al 25%
- Aceite en emulsión de eneldo concentración al 50 %

Repetición 2

- Sin aplicación
- Aceite en emulsión de eneldo concentración al 25%
- Aceite en emulsión de eneldo concentración al 50 %

Repetición 3

- Sin aplicación
- Aceite en emulsión de eneldo concentración al 25%
- Aceite en emulsión de eneldo concentración al 50 %

A3: Mentha spp

A1B3R3	A1B2R2	A1B1R1
A1B2R2	A1B1R1	A1B2R2

A1B1R2	A1B3R3	A1B3R3
---------------	---------------	---------------

Repetición 1

- Sin aplicación
- Aceite en emulsión de menta concentración al 25%
- Aceite en emulsión de menta concentración al 50 %

Repetición 2

- Sin aplicación
- Aceite en emulsión de menta concentración al 25%
- Aceite en emulsión de menta concentración al 50 %

Repetición 3

- Sin aplicación
- Aceite en emulsión de menta concentración al 25%
- Aceite en emulsión de menta concentración al 50 %

8.16. Materiales y métodos

Materiales, Equipos y Reactivos

Materiales vegetal y biológico

- Espinaca (*Spinacia oleracea*)
- Macetas
- Tierra
- Abono
- Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)
- Ruda de ruda (*Ruta graveolens*)
- Eneldo (*Anethum graveolens*)
- Menta (*Mentha spp*)
- Materiales de laboratorio

- Frascos de vidrio ámbar
- Malla antiáfido
- Mandil
- Guantes
- Vaso de precipitación
- Matraz de destilación
- Pipeta
- Atomizador
- Pinza
- Jeringuillas de insulina
- Embudo de cristal
- Papel absorbente
- Tijeras
- Etiquetas

Equipos

- Maquina extractora de aceites esenciales
- Balanza digital
- Estereoscopio
- Plato agitador calefactor
- Higrómetro digital

Reactivos

- Aceite esencial (Ruda)
- Aceite esencial (Eneldo)
- Aceite esencial (Menta)
- Agua destilada
- Tween 80

8.17. Manejo específico del experimento

La presente investigación se desarrolló en la Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus Salache, invernadero de Agronomía y laboratorio de Agroindustria, se detalla las actividades realizadas:

8.17.1. Fase de campo

8.17.1.1. Establecimiento del cultivo

Selección de macetas

Las macetas deben tener una profundidad mínima de 15 a 20 cm, por lo que la espinaca tiene una raíz poco ramificada, por lo que no es necesario proporcionar grandes recipientes para su cultivo. Eso sí, asegúrate de que las macetas tienen agujeros en la base para que pueda salir el agua de riego si regamos de más.



(Fuente: Lutuala, 2024)

Sustrato

Mezclar 1 parte de humus de lombriz con 3 partes de tierra de buena calidad y coloca la mezcla en la maceta o contenedor.

Aprox. 0,33 libras por planta.



(Fuente: Lutuala, 2024)

Riego

Una o dos veces por semana al inicio de la siembra, todos los días cuando están desarrollándose las hojas, dos o tres veces por semana hacia el final del proceso.



(Fuente: Lutuala, 2024)

8.17.2. Infestación de la mosca blanca en la espinaca

8.17.2.1. *Recolección de la mosca blanca (Trialeurodes vaporariorum)*

Ubicación

La recolección de la mosca blanca se realizó en la Parroquia de Toacaso, Barrio Pilacumbi, en una finca de hortalizas orgánicas específicamente en un invernadero con cultivo de Zucchini.

8.17.2.2. *Infestación*

Una vez recolectada la mosca blanca se procede a colocar la plaga en cada tratamiento de la espinaca, aproximadamente 20 moscas blancas en cada una de ellas.



(Fuente: Lutuala, 2024)

8.17.3. Proceso de la extracción del aceite esencial

Recolección del material vegetal para los aceites esenciales

La recolección de *Ruta graveolens*, *Anethum graveolens* y *Mentha spp*, fue en estado fresco de manera manual, y se la obtuvo de las instalaciones de la Universidad, campus Salache, a los alrededores del área de la casa hacienda, cómo se detalla a continuación:

- Corte: hojas, tallos y flores de *Ruta graveolens*; tallos y flores de *Anethum graveolens*; tallos y hojas de la *Mentha spp*.
- Luego, se colocó en fundas de plástico negro.

8.17.4. Descripción

8.17.4.1. *Clasificación del material vegetal y pesado del material vegetal*

Una vez recolectada la materia prima se clasificó la que se encontraba en mejores condiciones; hojas, tallos y flores.

- Se pesó 7000 gr totales (hojas, tallo y flores) de *Ruta graveolens*
- Se pesó 2000 gr totales (flores y tallos) de *Anethum graveolens*
- Se pesó 4000 gr totales (hojas) de *Mentha*

8.17.4.2. Extracción del aceite esencial

Se realizó la extracción por el método arrastre de vapor en el destilador “XIAOJIAN” (Lanphan Ltd., China) a una temperatura de 110°C, cómo se detalla a continuación:

- Encendido del equipo,
- Se colocó en el interior de la maquina 1000 gr de materia vegetal fresca de ruda eneldo y menta, 3 lt de agua destilada por corrida. La temperatura del proceso se mantuvo en función a la temperatura de ebullición del agua mientras que el vapor que se fue generando entro en contacto con la materia prima y comenzó a liberar aceite esencial contenido, cabe recalcar que el proceso de extracción empieza en el momento en que cae la primera gota de aceite,
- Se obtuvo el aceite esencial luego de dos horas de espera en cada corrida.
- Se realizó el mismo proceso para las tres especies diferentes.



(Fuente: Lutuala, 2024)

8.17.4.3. Separación del aceite esencial y medición del aceite esencial

Se separó el aceite esencial con una jeringuilla de 3ml, y se colocó en tubos de ensayo. Este proceso de separación tomo un tiempo de 30 minutos.

Se midió en un tubo de ensayo de vidrio la cantidad de aceite esencial obtenido. Obteniendo un total de: 2ml de ruda, 3,5 ml de eneldo y 3,5 ml de menta en cada proceso de extracción. Se extrajo un total de 10 ml de cada aceite esencial.



(Fuente: Lutuala, 2024)

8.17.4.4. Almacenamiento

Se almacenó el aceite esencial en refrigeración a una temperatura de 0 a 5°C y respectivamente etiquetado.

8.18. Preparación del aceite esencial en emulsión

Se realizó el cálculo con la fórmula de porcentajes volúmenes a volúmenes en disoluciones.

$$\%(V/V) = \frac{V \text{ soluto}}{V \text{ disolucion}} \times 100$$

Donde:

% (V/V): Porcentaje volumen a volumen

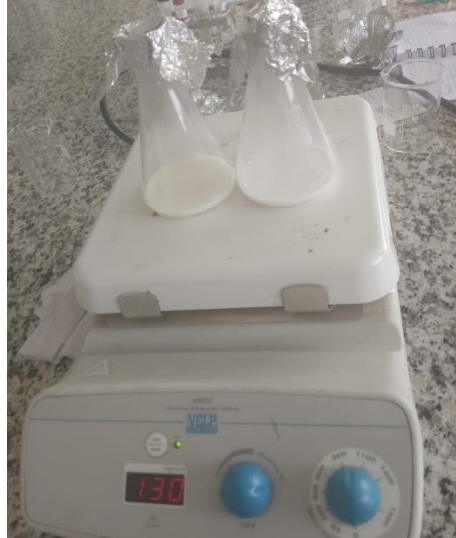
V soluto: Volumen de soluto (ml)

V disolución: Volumen de disolución (ml)

Con los resultados obtenidos de la fórmula expuesta se preparó los aceites esenciales en emulsión de la siguiente manera:

Preparación

Los aceites esenciales con el Tween 80 colocamos en el plato agitador durante 3 min a 100 °C, luego a la mezcla agregamos agua destilada y nuevamente durante 4 min a 130 °C al plato agitador.



(Fuente: Lutuala, 2024)

Almacenamiento

Se dejó en refrigeración a una temperatura de 5°C.

8.19. Establecimiento del ensayo

8.19.1. Aplicación de las emulsiones

La aplicación de los aceites en emulsiones en la espinaca se realizó en el invernadero de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

En cada tratamiento se aplicó diez roseadas en total, cinco en el envés de la hoja y cinco encima de la hoja con un contenido total de 1.5 ml de la emulsión a una distancia de 15cm y el respectivo conteo después de cinco minutos del momento de la aplicación.



(Fuente: Lutuala, 2014)

8.19.2. Observación de individuos muertos bajo un estereoscopio

Se observó cada tratamiento bajo un estereoscopio, este indicador se tomó como individuos muertos a los individuos que no presentaron movilidad después de aplicar la emulsión.



(Fuente: Lutuala, 2024)

8.19.3. Registro de datos

Se registró seis datos: al 5 min, 10 min, 15 min, 20 min, 25 min y 30 min. Mismos que fueron considerados para los análisis estadísticos. Se utilizó el sistema estadístico Infostat, y pruebas de significación Tukey test al 5%.

Pr	Ruda			Menta			Eneldo		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
5m	12	18	8	12	13	19			
10m	5	1	6	5	7				
15m	2	1	2	3	0				
20m	0	0	0	0	0				
25m	0	0	0	0	0				
30m	0	0	0	0	0				

R2	Ruda			Menta			Eneldo		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
5m	0	10	18	0	8	16	0	15	11
10m	0	6	1	0	6	3	0	4	8
15m	0	3	1	0	5	1	0	1	1
20m	0	1	0	0	1	0	0	0	0

R3	Ruda			Menta			Eneldo		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
5m	7	12	8	15	12	18			
10m	6	7	6	4	7	2			
15m	6	1	4	1	1	0			
20m	2	0	2	0	0	0			
25m	0	0	0	0	0	0			
30m	0	0	0	0	0	0			

(Fuente: Lutuala, 2024)

8.20. Composición química

Para la determinación de los componentes químicos del aceite esencial de *Ruta graveolens*, *Anethum graveolens* y *mentha*, se envió a un laboratorio en el cual se determina mediante la técnica de cromatografía de gases / espectrómetro de masa (GC/MS): utilizando un cromatógrafo de gases de marca Agilent Technologies, Modelo: 7890A GC System acoplado a un detector selectivo de masas 5975C inert XLMSD with Triple-Axis Detector.

9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1. Cantidades necesarias para la preparación del aceite esencial en emulsión.

Tabla 12. Formulación de porcentajes de concentraciones físicas (% V/V) para el aceite esencial en emulsión

	Aceite esencial (ml)	Tween 80 (ml)	Agua destilada (ml)	Total (ml)
Concentracion 25% (%V/V)				
<i>Ruta graveolens</i>	2,5	1	6,5	10
<i>Anethum graveolens</i>	2,5	1	6,5	10
<i>Mentha spp</i>	2,5	1	6,5	10
Concentracion 50% (%V/V)				
<i>Ruta graveolens</i>	5	1	4	10
<i>Anethum graveolens</i>	5	1	4	10
<i>Mentha spp</i>	5	1	4	10

(Fuente: Lutuala, 2024)

Con la fórmula utilizada de % volumen a volumen se obtuvo las cantidades necesarias para los aceites en emulsión al 25% con un 2,5 ml de cada aceite, 1 ml de Tween 80, 6,5 ml de agua destilada obteniendo así un total de 10 ml de aceite en emulsión

Para los aceites en emulsión al 50% se necesitó una cantidad de 5 ml de cada aceite, 1 ml de Tween 80, 4 ml de agua destilada obteniendo así un total de 10 ml de aceite en emulsión

9.2. Composición del aceite esencial de la ruda

Tabla 13. Composición química del aceite esencial de ruda

Clasificación	Parámetro	Unidad	Códigos de muestra	Método interno	Método de referencia
Aceites esenciales	1,8-Cineole	% p/v	2,05	LP- CGM	Método para compuestos orgánicos en aceites esenciales: Método de Agilent Technologies, Catálogo de aplicaciones 2015, Cromatografía de gases con detector selectivo de masas (MSD)
	2-Nonanona	% p/v	27,26		
	Alfa-Tujona	% p/v	0,74		
	Geireno	% p/v	2,61		
	2-Decanona	% p/v	1,74		
	L-Canfor	% p/v	2,32		
	2-Un decanona	% p/v	46,88		
	11-Dodecen-2-Ona	% p/v	1,14		
	2-Dodecanona	% p/v	0,91		
	2-Tridecanona	% p/v	0,96		
	Elemol	% p/v	0,58		
	Allo-Aromadendreno	% p/v	0,14		
	3-(Ciclohex-3-en-il)	% p/v	1,06		
	Propionaldehido				
	Feniletil	% p/v	1,41		
	Fenilacetato				
	1,3-Bensodioxol	% p/v	0,83		
	Psoraleno	% p/v	0,24		
	P-Anisaldehido	% p/v	1,48		
	Isomaturnin	% p/v	7,66		
Total de compuestos en	% p/v	100			

el aceite
esencial
ensayado

Fuente: (LABPARREÑO.CIA, 2023)

En el análisis del aceite esencial de *Ruta graveolens* se encontró un total de 18 componentes químicos, de los cuales predominaron las cetonas alifáticas: 2-Undecanona con 46,88% p/v, seguido de 2-Nonanona con 27,26% p/v.

La 2-undecanona, es un componente mayoritario en los aceites esenciales de varias especies de Ruda, ya que es considerada como un marcador para este género. La similitud de estos compuestos de los aceites estudiados permite incluirlo en el quimiotipo 2-undecanona, en correspondencia con su valor de abundancia relativa, que está comprendido en el rango de 20,40 a 82,74 % informado previamente (Pino et al., 2014). “Existen varios informes de que la 2-undecanona y 2-nonanona son los responsables de su actividad repelente y larvicida. A una concentración de 0,080 µg/cm, este aceite tiene un porcentaje de repelencia de 90 % y un tiempo de protección de 90 minutos, y varios autores han demostrado su eficacia como repelente y larvicida contra *Ae. aegypti* y *An. quadrimaculatus*” (Andrade et al., 2017).

9.3. Composición del aceite esencial del eneldo

Tabla 14. Composición química del aceite esencial de eneldo

Clasificación	Parámetro	Unidad	Códigos de muestra	Método interno	Método de referencia
			Aceite de eneldo		
	Alfa-Pineno	% p/v	1,27		
	Mirceno	% p/v	0,45		
	Alfa-Felandreno	% p/v	3,56		
	Limoneno	% p/v	2,52		Método para compuestos orgánicos en aceites esenciales:
	Trans-Beta-Ocimeno	% p/v	0,68		Método de Agilent Technologies, Catálogo de aplicaciones 2015,
	Sabineno	% p/v	0,56		Cromatografía de gases con detector selectivo de masas (MSD)
	Gamma-Terpineno	% p/v	0,63		
Aceites esenciales	Allo-Ocimeno	% p/v	0,43	LP-CGM	
	Alfa-Tijone	% p/v	10,44		
	L-Canfor	% p/v	0,25		
	Metilchavicol	% p/v	3,1		
	Anetol	% p/v	0,22		
	Trans-Anetol	% p/v	75,88		
	Total de compuestos en el aceite esencial ensayado	% p/v	100		

Fuente: (LABPARREÑO.CIA, 2023)

En el análisis del aceite esencial de *Anethum graveolens* se encontró 13 componentes, de los cuales predominan: Trans-Anetol con 75,88% p/v, seguido de Alfa-Tijone con 10,44% p/v, mismos que pertenecen a los fenilpropanoides.

Estos compuestos pertenecen a los fenilpropanoides, mismos que en mayor porcentaje presentan una importante actividad insecticida. La actividad insecticida no es únicamente de los compuestos mayoritarios, sino que las moléculas presentes en menor proporción también contribuyen a su actividad (Conti et al., 2013)

9.4. Composición del aceite esencial de la menta

Tabla 15. Composición química del aceite esencial de la menta

Clasificación	Parámetro	Unidad	Códigos de muestra	Método interno	Método de referencia
Aceite esencial	a-Tuyeno	% p/v	4 tr		
	a-Pineno	% p/v	0.3		
	Sabineno	% p/v	0.1		
	b-pinene	% p/v	0.4		
	Octen-3-ol	% p/v	tr		
	Mirceno	% p/v	tr		
	3-octanol	% p/v	0.1		
	p-Cimeno	% p/v	0.2		
	Limoneno	% p/v	0.7		
	1,8-Cineol	% p/v	4.3		
	(Z)-b-ocimeno	% p/v	tr		
	g-terpineno	% p/v	0.1		
	(Z)-sabineno hidrato	% p/v	0.8		
Isoterpinoleno	% p/v	tr			
Linalool	% p/v	0.1			

2-metilbutanoato de isoamilo	% p/v	tr	LP- CGM	Método para compuestos orgánicos en aceites esenciales: Método de Agilent Technologies, Catálogo de aplicaciones 2015, Cromatografía de gases con detector selectivo de masas (MSD)
Isovalerato de amilo	% p/v	tr		
Mentona	% p/v	20.5		
Mentofurano	% p/v	5.2		
Neomentol	% p/v	3.1		
Mentol	% p/v	51.8		
Terpinen-4-ol	% p/v	0.7		
Isomentol	% p/v	0.6		
Neoisomentol	% p/v	0.1		
a-Terpineol	% p/v	0.2		
Pulegona	% p/v	0.8		
Piperitona	% p/v	0.3		
Acetato de neomentilo	% p/v	0.2		
Acetato de mentilo	% p/v	6.6		
Acetato de isomentilo	% p/v	0.2		
a-Bourboneno	% p/v	0.2		
b-Cariofileno	% p/v	1.5		
b-Farneseno	% p/v	tr		
Germacreno-D	% p/v	0.4		
b-Selinene	% p/v	0.1		
Total de compuestos en el aceite esencial ensayado	% p/v	100		

Fuente: (LABPARREÑO.CIA, 2024)

En el análisis del aceite esencial de *Menthaspp* se encontró 35 componentes, de los cuales predominan: Mentol con 51,8% p/v, seguido de Mentona con 20,5% p/v, Estos son mayoritarios en la menta, los mismos que actúan como un potencial efecto toxico y repelente.

Según Malaver & Rincón (2019), el aceite esencial de *Mentha spp*, mostró actividad antibacteriana contra las cinco bacterias evaluadas (*Agrobacterium tumefaciens* > *Clavibacter michiganense* > *Agrobacterium vitis* > *Xanthomonas campestris* > *Pseudomonas syringae*). El componente principal del aceite esencial que se asocia con el efecto antimicrobiano, es el mentol, pero no se puede descartar un efecto sinérgico de los otros componentes del aceite de menta ya que los principales constituyentes del aceite esencial son los que determinan la actividad antibacteriana.

9.5. Análisis estadístico

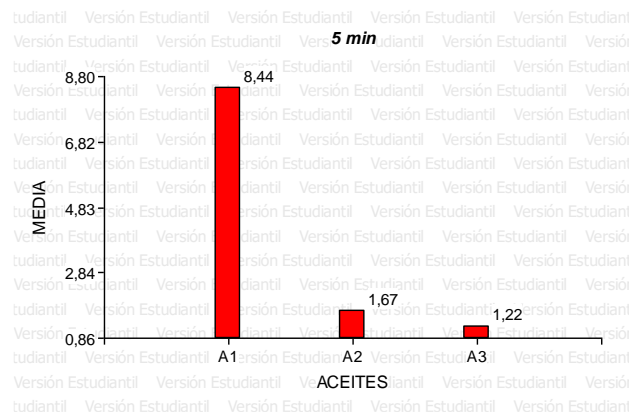
Cuadro 1. ANOVA para el número de individuos muertos de *Trialeurodes vaporariorum* a los cinco minutos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
REPETICIONES	0,67	2	0,33	0,67	0,53
A(ACEITES)	294,89	2	147,44	294,89	0,0001 **
B (CONCENTRACIONES)	300,22	2	150,11	300,22	0,0001 **
A(ACEITES)*B (CONCENTRACIONES)	362,89	4	90,72	181,44	0,0001 **
ERROR	8	16	0,5		
TOTAL	966,67	26			
CV	18,72				

(Fuente: Lutuala, 2024)

En el cuadro 1 se observa el análisis de varianza para los individuos muertos a los cinco minutos, donde se puede visualizar valores con alta significancia estadística tanto como para Factor A (aceites esenciales), Factor B (concentraciones) y A*B (Aceites*Concentraciones). El coeficiente de variación tiene un valor de 18.72.

Grafico 1. Prueba Tukey al 5% para el factor de aceites esenciales para individuos muertos de *Trialeurodes vaporariorum* a los cinco minutos.

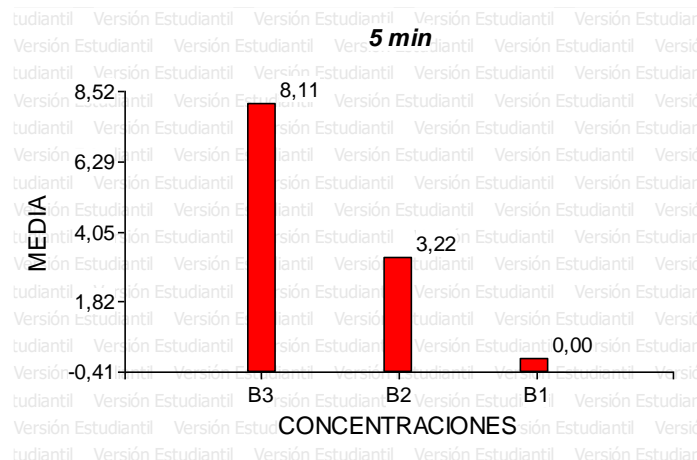


(Fuente: Lutuala, 2024)

En el grafico 1 se puede apreciar una notable diferencia entre los aceites esenciales, ya que el aceite 1 que corresponde a la *Ruta graveolens* obtuvo un promedio de 8,44 de individuos muertos después de cinco minutos de la aplicación, siendo la misma que mostro mayor eficacia en el control de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), esto debido a que contiene un mayor porcentaje de 2-Un decanona con 46,88% p/v, seguido de 22- Nonanona con 27,26% p/v, que son compuestos usados como insecticidas de contacto con mayor efecto toxico por inhalación ocasionando la muerte del insecto. Seguido por el aceite de *Anethum graveolenso* con un promedio de 1,67 y por el aceite de *Mentha* con un promedio de 1,22.

Los componentes químicos elucidados en el aceite esencial de las hojas frescas de *Ruta graveolens* L., resultan ser en su mayoría alifáticos y de tipo cetónico, muy similares a los obtenidos por cromatografía de gases del el aceite esencial de *Ruta graveolens* L. de Mérida, Venezuela, que presenta como compuestos mayoritarios 2-undecanona (43,0%) y 2-nonanona (33,5%), la misma que actúa con mayor efecto toxico por inhalación ocasionando la muerte del insecto. Así mismo, la composición química determinada resultó ser similar, en sus componentes mayoritarios, a la de *Ruta graveolens* L. y *Ruta chalepensis* L (Castro, 2015).

Grafico 2. Prueba Tukey al 5% para el factor de concentraciones para individuos muertos de *Trialeurodes vaporariorum* a los cinco minutos.

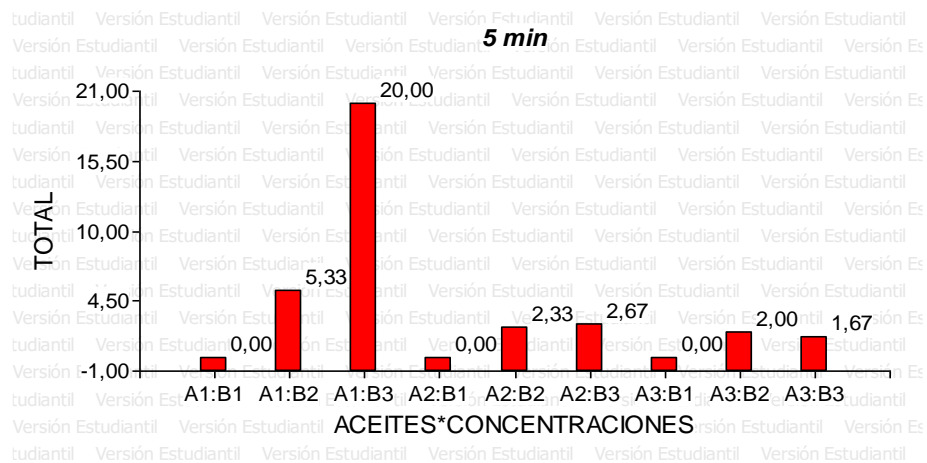


(Fuente: Lutuala, 2024)

En el presente grafico se visualiza que la concentración con mayor eficacia es al 50% (B3) con un promedio de 8,11, seguido por la concentración al 25% con un promedio de 3,22, verificando así que las dos las dos concentraciones presenta un control en la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*).

Las concentraciones al 75% y 50% son efectivas ya que presentan efecto antibacteriano, al inhibir el crecimiento contra la cepa *Staphylococcus aureus* y este resultados coindicen con otros registros que dio a conocer el efecto inhibidor del aceite esencial de ruda (*Ruta graveolens*) sobre múltiples patógenos (Roque, 2019).

Grafico 3. Prueba Tukey al 5% para la interacción de aceites esenciales por concentraciones para individuos muertos de *Trialeurodes vaporariorum* a los cinco minutos.



(Fuente: Lutuala, 2024)

Para la interacción A*B (ACEITES*CONCENTRACIONES) se puede observar que el aceite esencial más eficaz es el de la ruda (*Ruta graveolens*) con una concentración al 50% para el control de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) con un promedio de 20 de individuos muertos.

La citotoxicidad del aceite esencial de la ruda y en concentraciones al 50% es efectiva. Los componentes químicos elucidados en el aceite esencial de las hojas frescas de *Ruta graveolens* L., resultan ser en su mayoría alifáticos y de tipo cetónico, muy similares a los obtenidos por cromatografía de gases del aceite esencial de *Ruta graveolens* L. de Mérida, Venezuela, que presenta como compuestos mayoritarios 2-undecanona (43,0%) y 2-nonanona (33,5%) (4). Así mismo, la composición química determinada resultó ser similar, en sus componentes mayoritarios, a la de *Ruta graveolens* L. y *Ruta chalepensis* L. (Castro, 2015).

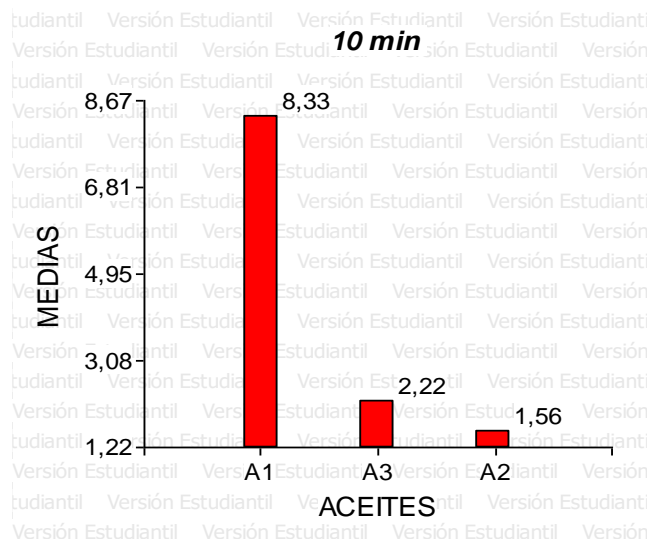
Cuadro 2. ANOVA para el número de individuos muertos de *Trialeurodes vaporariorum* a los diez minutos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
REPETICIONES	4,96	2	2,48	2,64	0,1
A(ACEITES)	251,19	2	125,59	133,64	0,0001 **
B (CONCENTRACIONES)	388,07	2	194,04	206,46	0,0001 **
A(ACEITES)*B(CONCENTRACIONES)	303,7	4	75,93	80,79	0,0001 **
ERROR	15,04	16	0,94		
TOTAL	962,96	26			
CV	24,01				

(Fuente: Lutuala, 2024)

En el cuadro 2 se observa el análisis de varianza para los individuos muertos a los diez minutos, donde se puede visualizar valores con alta significancia estadística tanto como para Factor A (aceites esenciales), Factor B (concentraciones) y A*B (Aceites*Concentraciones). El coeficiente de variación tiene un valor de 24.01.

Grafico 4. Prueba Tukey al 5% para el factor de aceites esenciales para individuos muertos de *Trialeurodes vaporariorum* a los diez minutos.



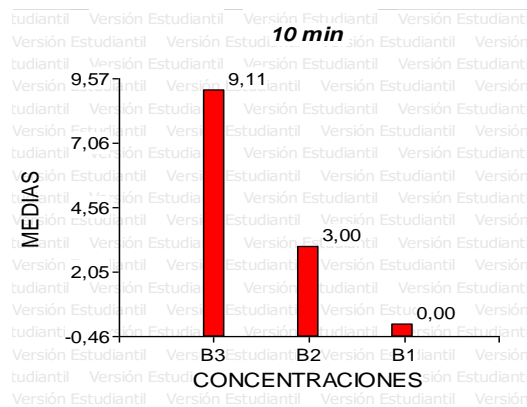
(Fuente: Lutuala, 2024)

En el grafico se puede apreciar una notable diferencia entre los tres tipos de aceites esenciales, ya que el aceite 1 que corresponde a la *Ruta graveolens* obtuvo un promedio de 8,33 de individuos muertos a los diez minutos de la aplicación, siendo la misma que mostro mayor eficacia en el

control de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), seguido por el aceite de *Anethum graveolens* con un promedio de 2,22 y por el aceite de la *Mentha* con un promedio de 1,56.

Los componentes químicos elucidados en el aceite esencial de las hojas frescas de *Ruta graveolens* L., resultan ser en su mayoría alifáticos y de tipo cetónico, muy similares a los obtenidos por cromatografía de gases del el aceite esencial de *Ruta graveolens* L. de Mérida, Venezuela, que presenta como compuestos mayoritarios 2-undecanona (43,0%) y 2-nonanona (33,5%) (4). Asimismo, la composición química determinada resultó ser similar, en sus componentes mayoritarios, a la de *Ruta graveolens* L. y *Ruta chalepensis* L (Castro, 2015).

Grafico 5. Prueba Tukey al 5% para el factor de concentraciones para individuos muertos de *Trialeurodes vaporariorum* a los diez minutos.



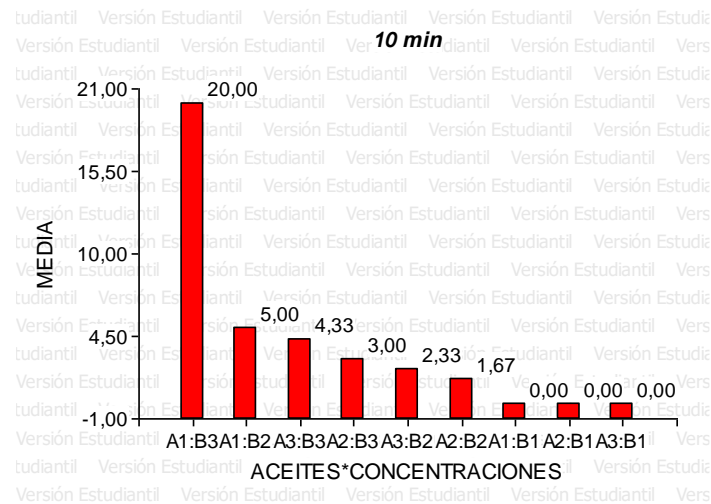
(Fuente: Lutuala, 2024)

En el presente grafico se visualiza que la concentración con mayor eficacia es al 50% (B3) con un promedio de 9,11, seguido por la concentración al 25% con un promedio de 3, verificando así que las dos las dos concentraciones presenta un control en la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*).

Existen varios informes de que la 2- undecanona y 2-nonanona son los responsables de su actividad repelente y larvicida. A una concentración de 0,080 $\mu\text{g}/\text{cm}$, este aceite tiene un porcentaje de repelencia de 90 % y un tiempo de protección de 90 minutos, y varios autores han demostrado su eficacia como repelente. El aceite esencial de las hojas frescas de *Ruta graveolens* L., resultan ser en su mayoría alifáticos y de tipo cetónico, muy similares a los obtenidos por cromatografía de gases del el aceite esencial de *Ruta graveolens* L. de Mérida, Venezuela, que presenta como compuestos mayoritarios 2-undecanona (43,0%) y 2-nonanona (33,5%) (4). Así

mismo, la composición química determinada resultó ser similar, en sus componentes mayoritarios, a la de *Ruta graveolens L.* y *Ruta chalepensis L.* (Castro, 2015).

Grafico 6. Prueba Tukey al 5% para la interacción de aceites esenciales por concentraciones para individuos muertos de *Trialeurodes vaporariorum* a los diez minutos.



(Fuente: Lutuala, 2024)

Para la interacción A*B (ACEITES*CONCENTRACIONES) se puede observar que el aceite esencial más eficaz es el de la ruda (*Ruta graveolens*) con una concentración al 50% para el control de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) con un promedio de 20 de individuos muertos, seguido por la concentración al 25% del mismo aceite con un promedio de 5.

Los componentes químicos elucidados en el aceite esencial de las hojas frescas de *Ruta graveolens L.*, resultan ser en su mayoría alifáticos y de tipo cetónico, muy similares a los obtenidos por cromatografía de gases del el aceite esencial de *Ruta graveolens L.* de Mérida, Venezuela, que presenta como compuestos mayoritarios 2-undecanona (43,0%) y 2-nonanona (33,5%) (4). Asimismo, la composición química determinada resultó ser similar, en sus componentes mayoritarios, a la de *Ruta graveolens L.* y *Ruta chalepensis L.* (Castro, 2015).

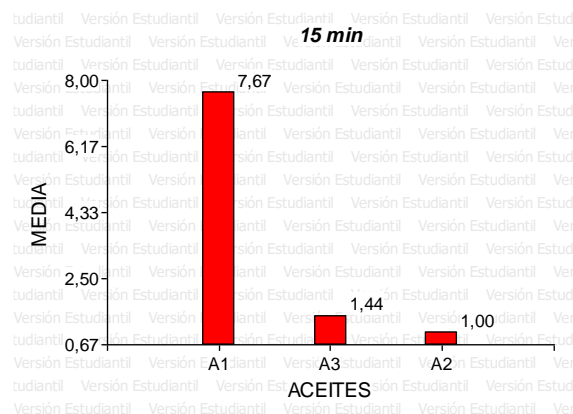
Cuadro 3. ANOVA para el número de individuos muertos de *Trialeurodes vaporariorum* a los quince minutos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
REPETICIONES	3,63	2	1,81	2,99	0,08
A(ACEITES)	250,07	2	125,04	206,17	0,0001 **
B (CONCENTRACIONES)	286,74	2	143,37	236,4	0,0001 **
A(ACEITES)*B (CONCENTRACIONES)	392,15	4	98,04	161,65	0,0001 **
ERROR	9,7	16	0,61		
TOTAL	942,3	26			
CV	23,11				

(Fuente: Lutuala, 2024)

En el cuadro 3 se observa el análisis de varianza para los individuos muertos a los quince minutos, donde se puede visualizar valores con alta significancia estadística tanto como para Factor A (aceites esenciales), Factor B (concentraciones) y A*B (Aceites*Concentraciones). El coeficiente de variación tiene un valor de 23,11.

Grafico 7. Prueba Tukey al 5% para el factor de aceites esenciales para individuos muertos de *Trialeurodes vaporariorum* a los quince minutos.



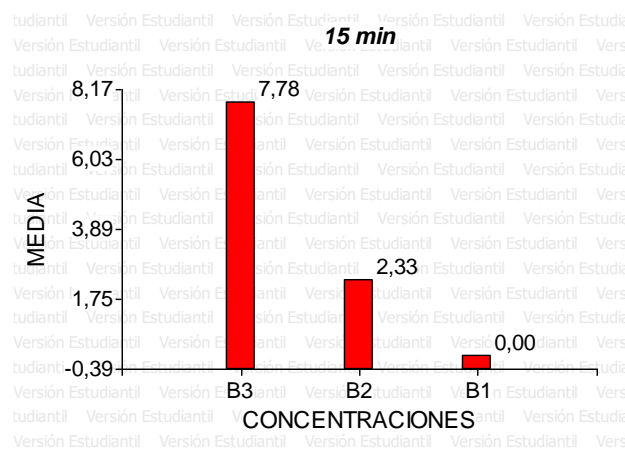
(Fuente: Lutuala, 2024)

En el grafico se puede apreciar una notable diferencia entre los tres tipos de aceites esenciales, ya que el aceite 1 que corresponde a la *Ruta graveolens* obtuvo un promedio de 7,67 de individuos muertos, siendo la misma que mostro mayor eficacia en el control de la mosca blanca

(*Trialeurodes vaporariorum*), seguido por el aceite de *Anethum graveolens* con un promedio de 1,44 y por el aceite de la *Mentha* con un promedio de 1.

Los componentes químicos elucidados en el aceite esencial de las hojas frescas de *Ruta graveolens* L., resultan ser en su mayoría alifáticos y de tipo cetónico, muy similares a los obtenidos por cromatografía de gases del el aceite esencial de *Ruta graveolens* L. de Mérida, Venezuela, que presenta como compuestos mayoritarios 2-undecanona (43,0%) y 2-nonanona (33,5%) (4). Asimismo, la composición química determinada resultó ser similar, en sus componentes mayoritarios, a la de *Ruta graveolens* L. y *Ruta chalepensis* L (Castro, 2015).

Grafico 8. Prueba Tukey al 5% para el factor de concentraciones para individuos muertos de *Trialeurodes vaporariorum* a los quince minutos.



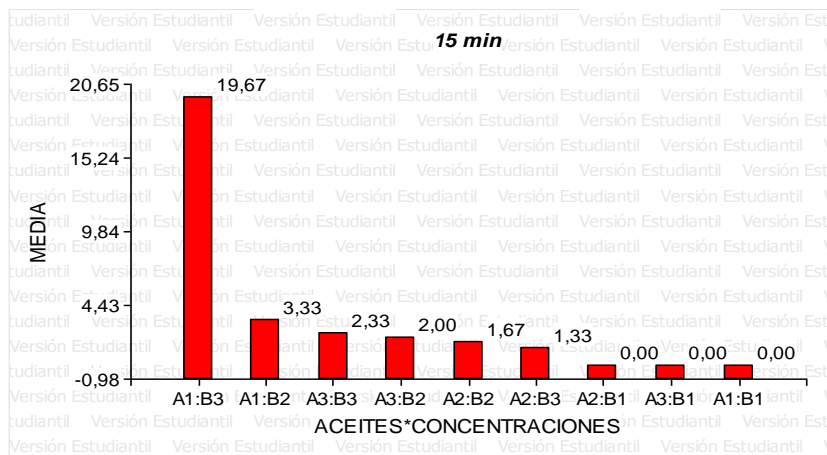
(Fuente: Lutuala, 2024)

En el presente grafico se visualiza que la concentración con mayor eficacia es al 50% (B3) con un promedio de 7,78, seguido por la concentración al 25% con un promedio de 2,33, verificando así que las dos las dos concentraciones presenta un control en la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*).

La 2-undecanona, por su presencia como componente mayoritario en los aceites esenciales de varias especies de *Ruta*, es considerada como un marcador para este género. La prevalencia de 48 este compuesto en el aceite estudiado permite incluirlo en el quimiotipo 2-undecanona, en correspondencia con su valor de abundancia relativa, que está comprendido en el rango de 20,40 a 82,74 % informado previamente (Pino et al., 2014). Existen varios informes de que la 2-undecanona y 2-nonanona son los responsables de su actividad repelente y larvicida. A una

concentración de 0,080 $\mu\text{g}/\text{cm}$, este aceite tiene un porcentaje de repelencia de 90 % y un tiempo de protección de 90 minutos, y varios autores han demostrado su eficacia como repelente y larvicida contra *Ae. aegypti* y *An. quadrimaculatus* (Andrade et al., 2017).

Grafico 9. Prueba Tukey al 5% para la interacción de aceites esenciales por concentraciones para individuos muertos de *Trialeurodes vaporariorum* a los quince minutos.



(Fuente: Lutuala, 2024)

Para la interacción A*B (ACEITES*CONCENTRACIONES) se puede observar que el aceite esencial más eficaz es el de la ruda (*Ruta graveolens*) con una concentración al 50% para el control de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) con un promedio de 19,67 de individuos muertos, seguido por la concentración al 25% del mismo aceite con un promedio de 3,33.

La 2-undecanona, por su presencia como componente mayoritario en los aceites esenciales de varias especies de Ruta, es considerada como un marcador para este género. Existen varios informes de que la 2-undecanona y 2-nonanona son los responsables de su actividad repelente y larvicida. A una concentración de 0,080 $\mu\text{g}/\text{cm}$, este aceite tiene un porcentaje de repelencia de 90 % y un tiempo de protección de 90 minutos, y varios autores han demostrado su eficacia como repelente. La prevalencia de 48 este compuesto en el aceite estudiado permite incluirlo en el quimiotipo 2-undecanona, en correspondencia con su valor de abundancia relativa, que está comprendido en el rango de 20,40 a 82,74 % informado previamente (Pino et al., 2014).

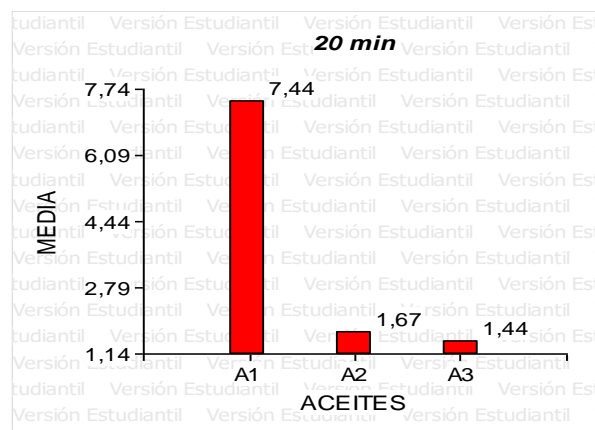
Cuadro 4. ANOVA para el número de individuos muertos de *Trialeurodes vaporariorum* a los veinte minutos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
REPETICIONES	0,96	2	0,48	0,92	0,42
A(ACEITES)	208,3	2	104,15	199,08	0,0001 **
B (CONCENTRACIONES)	251,63	2	125,81	240,5	0,0001 **
A(ACEITES)*B (CONCENTRACIONES)	225,48	4	56,37	107,75	0,0001 **
ERROR	8,37	16	0,52		
TOTAL	694,74	26			
CV	20,56				

(Fuente: Lutuala, 2024)

En el cuadro 4 se observa el análisis de varianza para los individuos muertos a los veinte minutos, donde se puede visualizar valores con alta significancia estadística tanto como para Factor A (aceites esenciales), Factor B (concentraciones) y A*B (Aceites*Concentraciones). El coeficiente de variación tiene un valor de 20,56.

Grafico 10. Prueba Tukey al 5% para el factor de aceites esenciales para individuos muertos de *Trialeurodes vaporariorum* a los veinte minutos.



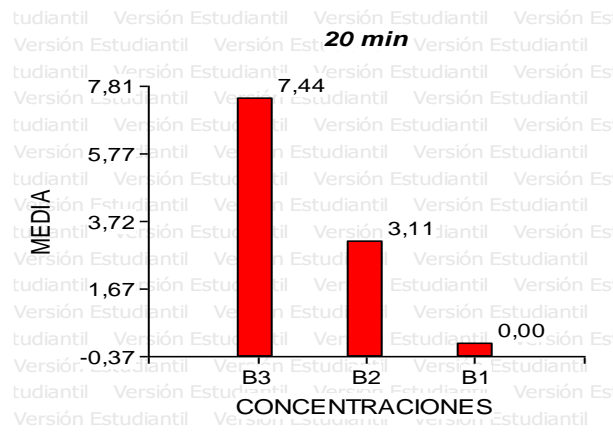
(Fuente: Lutuala, 2024)

En el grafico se puede apreciar una notable diferencia entre los tres tipos de aceites esenciales, ya que el aceite 1 que corresponde a la *Ruta graveolens* obtuvo un promedio de 7,44 de individuos muertos, siendo la misma que mostro mayor eficacia en el control de la mosca blanca

(*Trialeurodes vaporariorum*), seguido por el aceite de *Anethum graveolense* con un promedio de 1,67 y por el aceite de la *Mentha* con un promedio de 1,44.

Existen varios informes de que la 2- undecanona y 2-nonanona son los responsables de su actividad repelente y larvicida. A una concentración de 0,080 $\mu\text{g}/\text{cm}$, este aceite tiene un porcentaje de repelencia de 90 % y un tiempo de protección de 90 minutos, y varios autores han demostrado su eficacia como repelente. Por lo que se muestra en la interpretación la Ruda tiene como propiedades medicinales y composición fitoquímica destacando y enfatizando el aceite esencial compuesto por ésteres en una proporción del 90%, alcohol (2-undecanol) cumarinas y furanocumarinas (0,15 – 0,70 %) (Roque, 2015)

Grafico 11. Prueba Tukey al 5% para el factor de concentraciones para individuos muertos de *Trialeurodes vaporariorum* a los veinte minutos.



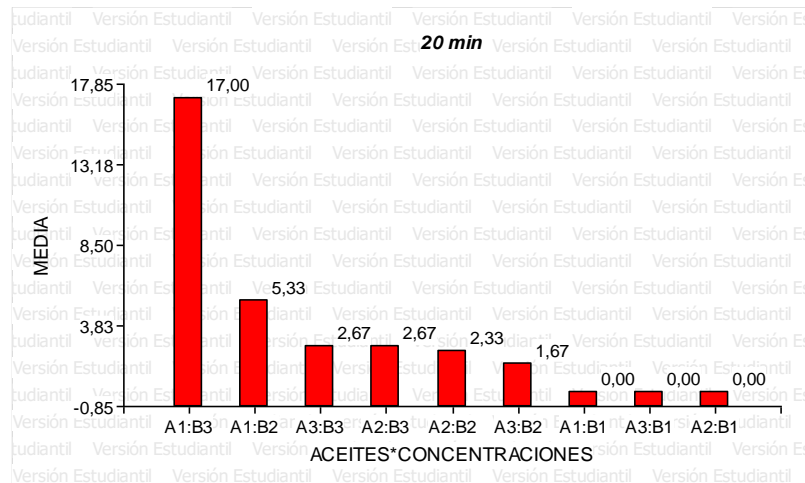
(Fuente: Lutuala, 2024)

En el presente gráfico se visualiza que la concentración con mayor eficacia es al 50% (B3) con un promedio de 7,44, seguido por la concentración al 25% con un promedio de 3,11, verificando así que las dos las dos concentraciones presenta un control en la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*).

La Ruda tiene como propiedades medicinales y composición fitoquímica destacando y enfatizando el aceite esencial compuesto por ésteres (acetatos de 2- nonilo y 2 endudo) metilnonil, metilheptiel, cetonas, monoferponas, metilnonilcetona en una proporción del 90%, alcohol (2-undecanol) cumarinas y furanocumarinas (0,15 – 0,70 %), según el mismo autor existen informes de que la 2- undecanona y 2-nonanona son los responsables de su actividad repelente y larvicida, una concentración de 50%, este aceite tiene un porcentaje de repelencia de

90 % y un tiempo de protección de 90 minutos, y varios autores han demostrado su eficacia como repelente (Roque, 2015)

Grafico 12. Prueba Tukey al 5% para la interacción de aceites esenciales por concentraciones para individuos muertos de *Trialeurodes vaporariorum* a los veinte minutos.



(Fuente: Lutuala, 2024)

Para la interacción A*B (ACEITES*CONCENTRACIONES) se puede observar que el aceite esencial más eficaz es el de la ruda (*Ruta graveolens*) con una concentración al 50% para el control de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) con un promedio de 17 de individuos muertos, seguido por la concentración al 25% del mismo aceite con un promedio de 5,33.

El aceite esencial de las hojas de *R. graveolens* “Ruda” demostró tener buena actividad insecticida, lo que concuerda con Donadu, M. et al (2021) que evaluaron la actividad de repelencia del aceite esencial de la ruda colombiana, *R. graveolens*, contra otras plagas. Existen varios informes de que la 2- undecanona y 2-nonanona son los responsables de su actividad repelente y larvicida. A una concentración de 0,080 µg/cm, este aceite tiene un porcentaje de repelencia de 90 % y un tiempo de protección de 90 minutos, y varios autores han demostrado su eficacia como repelente y larvicida contra *Ae. aegypti* y *An. quadrimaculatus* (Andrade et al., 2017).

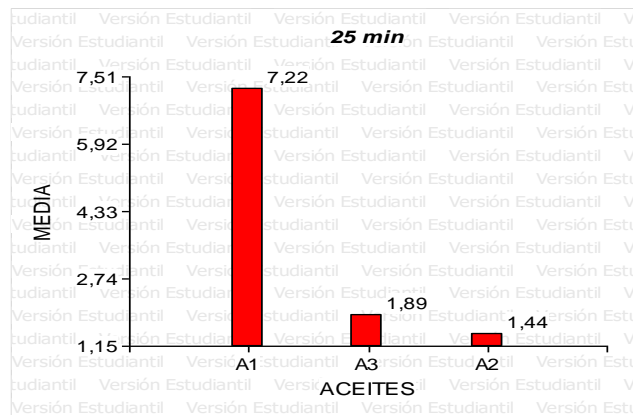
Cuadro 5. ANOVA para el número de individuos muertos de *Trialeurodes vaporariorum* a los veinte y cinco minutos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
REPETICIONES	0,07	2	0,04	0,15	0,86
A(ACEITES)	186,07	2	93,04	379,17	0,0001 **
B (CONCENTRACIONES)	269,85	2	134,93	549,89	0,0001 **
A(ACEITES)*B (CONCENTRACIONES)	298,81	4	74,7	304,45	0,0001 **
ERROR	3,93	16	0,25		
TOTAL	758,74	26			
CV	14,08				

(Fuente: Lutuala, 2024)

En el cuadro 5 se observa el análisis de varianza para los individuos muertos a los veinte y cinco minutos, donde se puede visualizar valores con alta significancia estadística tanto como para Factor A (aceites esenciales), Factor B (concentraciones) y A*B (Aceites*Concentraciones). El coeficiente de variación tiene un valor de 14,08.

Grafico 13. Prueba Tukey al 5% para el factor de aceites esenciales para individuos muertos de *Trialeurodes vaporariorum* a los veinte y cinco minutos.

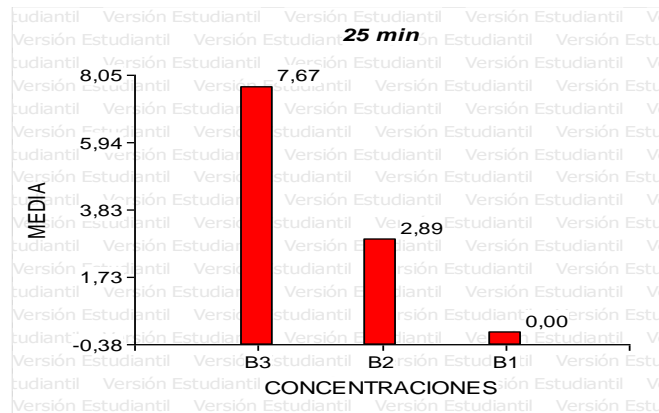


(Fuente: Lutuala, 2024)

En el grafico se puede apreciar una notable diferencia entre los tres tipos de aceites esenciales, ya que el aceite 1 que corresponde a la *Ruta graveolens* obtuvo un promedio de 7,22 de individuos muertos, siendo la misma que mostro mayor eficacia en el control de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), seguido por el aceite de *Anethum graveolens* con un promedio de 1,89 y por el aceite de la *Mentha* con un promedio de 1,44.

Los componentes químicos elucidados en el aceite esencial de las hojas frescas de *Ruta graveolens* L., resultan ser en su mayoría alifáticos y de tipo cetónico, muy similares a los obtenidos por cromatografía de gases del el aceite esencial de *Ruta graveolens* L. de Mérida, Venezuela, que presenta como compuestos mayoritarios 2-undecanona (43,0%) y 2-nonanona (33,5%) (4). Asimismo, la composición química determinada resultó ser similar, en sus componentes mayoritarios, a la de *Ruta graveolens* L. y *Ruta chalepensis* L (Castro, 2015).

Grafico 14. Prueba Tukey al 5% para el factor de concentraciones para individuos muertos de *Trialeurodes vaporariorum* a los veinte y cinco minutos.

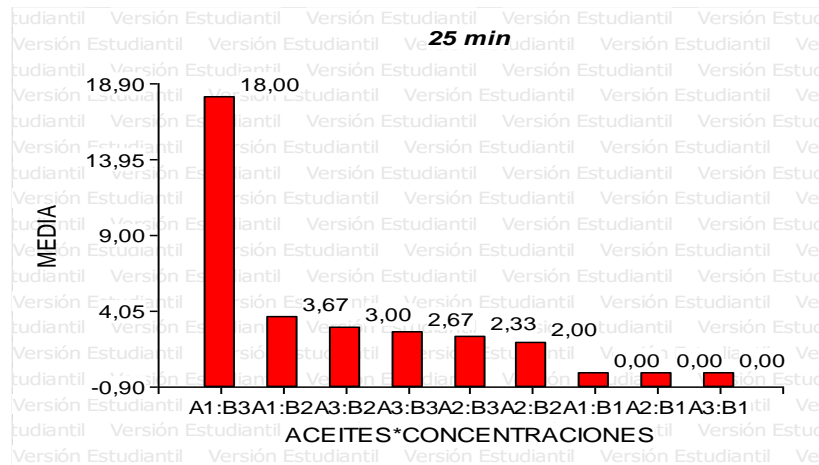


(Fuente: Lutuala, 2024)

En el presente grafico se visualiza que la concentración con mayor eficacia es al 50% (B3) con un promedio de 7,67, seguido por la concentración al 25% con un promedio de 2,89, verificando así que las dos las dos concentraciones presenta un control en la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*).

Los metabolitos obtenidos de plantas silvestres son consideradas hoy en día como los nuevos insecticidas, además que los estudios de Ruda sobre los aceites esenciales según lo manifiesta, presenta una amplia actividad de repelencia que se mantiene en diferentes concentraciones estudiadas y según lo precisa la actividad insecticida de los aceites esenciales siempre será difícil de acotar a uno solo de sus componentes por la variabilidad y complejidad de los mismos, sin embargo según lo manifiesta el autor está documentado que la presencia de compuestos pueden colaborar con este efecto de repelencia importante (Ojala, 2011).

Grafico 15. Prueba Tukey al 5% para la interacción de aceites esenciales por concentraciones para individuos muertos de *Trialeurodes vaporariorum* a los veinte y cinco minutos.



(Fuente: Lutuala, 2024)

Para la interacción A*B (ACEITES*CONCENTRACIONES) se puede observar que el aceite esencial más eficaz es el de la ruda (*Ruta graveolens*) con una concentración al 50% para el control de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) con un promedio de 18 de individuos muertos, seguido por la concentración al 25% del mismo aceite con un promedio de 3,67.

El aceite esencial de las hojas de *R. graveolens* “Ruda” demostró tener buena actividad insecticida, lo que concuerda con Donadu, M. et al (2021) que evaluaron la actividad de repelencia del aceite esencial de la ruda colombiana, *R. graveolens*, contra otras plagas. Existen varios informes de que la 2- undecanona y 2-nonanona son los responsables de su actividad repelente y larvicida. A una concentración de 0,080 µg/cm, este aceite tiene un porcentaje de repelencia de 90 % y un tiempo de protección de 90 minutos, y varios autores han demostrado su eficacia como repelente y larvicida contra *Ae. aegypti* y *An. quadrimaculatus* (Andrade et al., 2017).

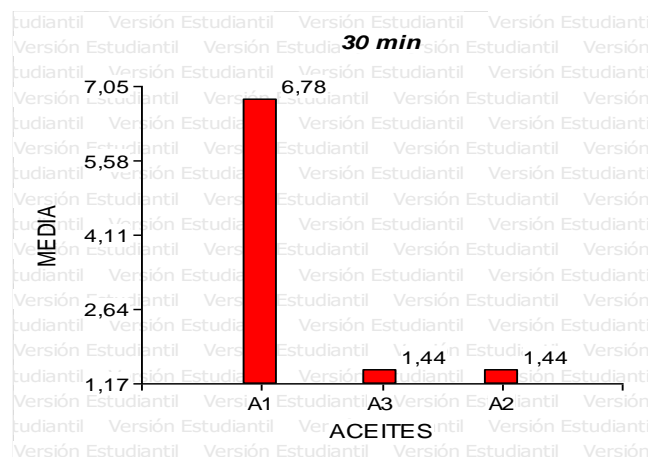
Cuadro 6. ANOVA para el número de individuos muertos de *Trialeurodes vaporariorum* a los treinta minutos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
REPETICIONES	1,56	2	0,78	1,37	0,28
A(ACEITES)	170,67	2	85,33	149,85	0,0001 **
B (CONCENTRACIONES)	284,67	2	142,33	249,95	0,0001 **
A(ACEITES)*B (CONCENTRACIONES)	342,67	4	85,67	150,44	0,0001 **
ERROR	9,11	16	0,57		
TOTAL	808,67	26			
CV	23,42				

(Fuente: Lutuala, 2024)

En el cuadro 6 se observa el análisis de varianza para los individuos muertos a los treinta minutos, donde se puede visualizar valores con alta significancia estadística tanto como para Factor A (aceites esenciales), Factor B (concentraciones) y A*B (Aceites*Concentraciones). El coeficiente de variación tiene un valor de 23,42.

Grafico 16. Prueba Tukey al 5% para el factor de aceites esenciales para individuos muertos de *Trialeurodes vaporariorum* a los treinta minutos.

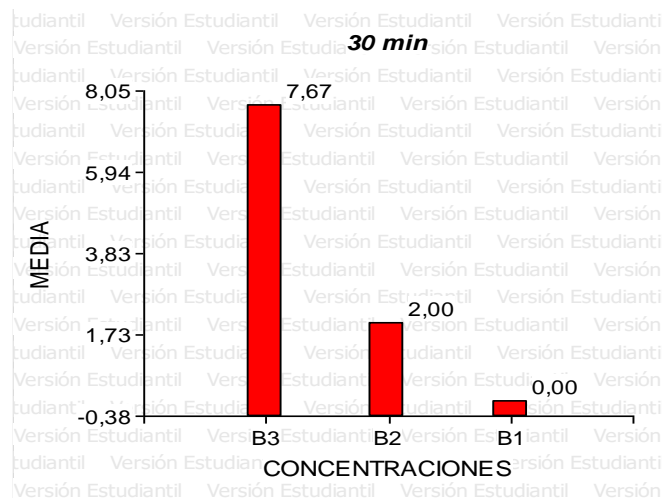


(Fuente: Lutuala, 2024)

En el grafico se puede apreciar una notable diferencia entre los tres tipos de aceites esenciales, ya que el aceite 1 que corresponde a la *Ruta graveolens* obtuvo un promedio de 6,78 de individuos muertos, siendo la misma que mostro mayor eficacia en el control de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), seguido por el aceite de *Anethum graveolenso* con un promedio de 1,44 y por el aceite de la *Mentha* con un promedio de 1,44.

La citotoxicidad del aceite esencial de la ruda y en concentraciones al 50% son efectivas. Los componentes químicos elucidados en el aceite esencial de las hojas frescas de *Ruta graveolens* L., resultan ser en su mayoría altamente efectivas, ya que presenta compuestos mayoritarios 2-undecanona (43,0%) y 2-nonanona (33,5%) mismos que actúan como repelentes de insectos. Sin embargo, se desconoce el mecanismo de acción que actúa para producir este tipo de actividad insecticida para el control de plagas (Agrios, 2007).

Grafico 17. Prueba Tukey al 5% para el factor de concentraciones para individuos muertos de *Trialeurodes vaporariorum* a los treinta minutos.

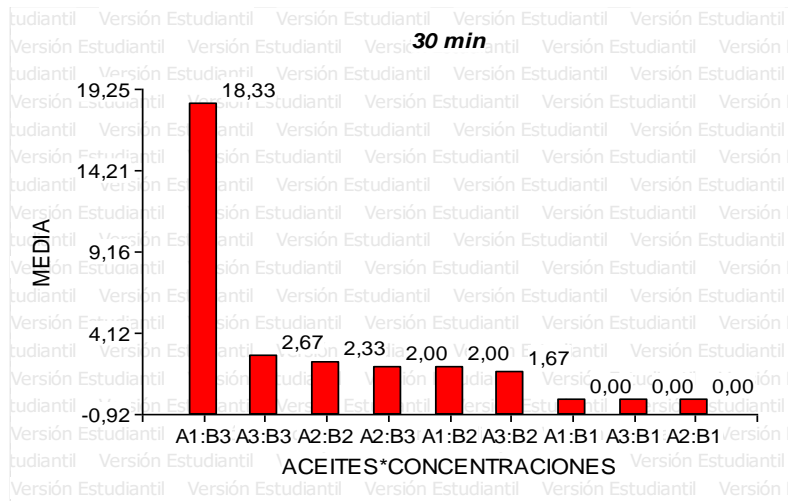


(Fuente: Lutuala, 2024)

En el presente grafico se visualiza que la concentración con mayor eficacia es al 50% (B3) con un promedio de 7,67, seguido por la concentración al 25% con un promedio de 2, verificando así que las dos las dos concentraciones presenta un control en la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*).

Según manifiesta Ojala (2011) los metabolitos obtenidos de plantas silvestres son consideradas hoy en día como los nuevos insecticidas, además que los estudios de Ruda sobre los aceites esenciales según lo manifiesta, presenta una amplia actividad de repelencia que se mantiene en diferentes concentraciones estudiadas y según lo precisa la actividad insecticida de los aceites esenciales siempre será difícil de acotar a uno solo de sus componentes por la variabilidad y complejidad de los mismos, sin embargo según lo manifiesta el autor está documentado que la presencia de compuestos pueden colaborar con este efecto de repelencia importante.

Grafico 18. Prueba Tukey al 5% para la interacción de aceites esenciales por concentraciones para individuos muertos de *Trialeurodes vaporariorum* a los treinta minutos.



(Fuente: Lutuala, 2024)

Para la interacción A*B (ACEITES*CONCENTRACIONES) se puede observar que el aceite esencial más eficaz es el de la ruda (*Ruta graveolens*) con una concentración al 50% para el control de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) con un promedio de 18,33 de individuos muertos, seguido por la concentración al 25% del mismo aceite con un promedio de 2,67.

En el Perú, investigaciones realizadas con el aceite acuoso de hojas de *Ruta graveolens L.* demostraron que presenta actividad de repelente en el proceso realizado sin activación metabólica en plagas. De igual manera, de las hojas molidas y tratadas con hidróxido de amonio y diclorometano. Se presume que la concentración al 50 % es el efectivo a comparación de diferentes tipos de concentraciones debido a su gran capacidad de repelencia a insectos, siendo uno de los más altos alcanzados en investigaciones desarrolladas por el autor (Recalde, 2021).

10. IMPACTOS

10.1. Impactos técnicos

Los aceites esenciales de ruda (*Ruta graveolens*), eneldo (*Anethum graveolens*) y menta (*Metha*) vistas en la investigación poseen principios activos que en el campo agrícola pueden ser aprovechadas con la extracción de los aceites como una fuente natural importante de pesticidas y repelentes para controlar diversas plagas, ya que esto fue comprobado utilizándola en la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*).

10.2. Impactos sociales

El trabajo de investigación realizado de aceites de ruda (*Ruta graveolens*), eneldo (*Anethum graveolens*) y menta (*Metha*) dio paso a una nueva alternativa que ayuda al control de diversas plagas que afectan a un cultivo.

10.3. Impactos ambientales

El presente trabajo investigativo dio resultados positivos con respecto a la conservación del medio ambiente, puesto que la obtención de los aceites esenciales fue obtenida de plantas de *Ruta graveolens*, *Anethum graveolens* y *Mentha* en un tiempo determinado y sin tener la necesidad de usar productos nocivos que contaminan el medio ambiente y que lleguen a perjudicar la salud del ser humano.

11. CONCLUSIONES

- Se identificó que los componentes con mayor porcentaje son 2-Un decanona con 46,88% p/v en el aceite esencial de la ruda, Trans-Anetol con 75,88% p/v en el aceite esencial del eneldo y el Mentol con 51,8% p/v en el aceite esencial de la menta.
- Se determinó que el mejor aceite en emulsión para el control de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en condiciones de cultivos controlados es el de ruda (*Ruta graveolens*).
- En la interacción A*B (ACEITES*CONCENTRACIONES) quien presento el mejor resultado para el control de la mosca blanca fue el aceite en emulsión de la *Ruta graveolens* a una concentración de 50% con un promedio de 20 individuos muertos.

12. RECOMENDACIONES

Se recomienda evaluar el efecto de los mejores tratamientos en otras especies de insectos plagas y diferentes cultivos

Establecer diferentes métodos de extracción y concentraciones para el control de mosca blanca.

13. BIBLIOGRAFIA

- Benitez, C., & Cordoso, A. (2006). *Botanica sistematica*. Obtenido de Primera Edición Digital (2006).
- Benzi, V. S. (2009). *Biological Activity of Essential Oils from Leaves and Fruits of Pepper Tree (Schinus molle L.) to Control Rice Weevil (Sitophilus oryzae L.)*. Obtenido de Chilean Journal of Agricultural Research, 69(2): <https://doi.org/10.4067/s0718-58392009000200004>
- Carapia, V., & Gutierrez, A. (2013). *Estudio comparativo sobre la morfología de Trialeurodes vaporariorum (Westwood) y Bemisia tabaci (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae)*. Obtenido de Scielo: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372013000100008
- Cardona, C., Rodriguez, I., Bueno, J., & Tapia, X. (2005). *Biología y Manejo de la Mosca Blanca Trialeurodes vaporariorum*. Obtenido de CIAT: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Car%C3%A1tula.pdf
- Castro, A. J. (2015). *Elucidación estructural del aceite esencial de Ruta graveolens l. ruda, actividad antioxidante y bioensayo de citotoxicidad*. Obtenido de Ciencia e Investigación, 14(1).
- Cusquipoma, M. (2018). *Efecto antimicótico in vitro del aceite esencial de las hojas de Ruta graveolens (RUDA) sobre Candida albicans*. Obtenido de Universidad Católica Los Ángeles de.
- FAO. (2020). *Perspectivas para el medio ambiente. Agricultura y medio ambiente*. Obtenido de Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura: <https://www.fao.org/3/Y3557s/y3557s11.htm>
- Fernandez, M., & Perez, M. (2019). *Investigando los remedios populares elaborados a partir de especies vegetales: infusión de ajeno ('Artemisia absinthium L.')*. Obtenido de Botanica : <https://doi.org/10.5209/bocm.66771>

- Futuro, C. (2022). *PLAGAS MÁS COMUNES QUE AFECTAN A LA ESPINACA*. Obtenido de Cultiva Futuro : <https://cultivafuturo.com/plagas-mas-comunes-que-afectan-a-la-espinaca/>
- García, C., Martínez, A., Ortega, J., & Castro, F. (2010). *Componentes químicos y su relación con las actividades biológicas de algunos extractos vegetales*. Obtenido de Revista Química Viva, 2: <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v9n2/garcia.pdf>
- Grether, R. (2011). *De Cucurbitaceae a Polemoniaceae en la flora mesoamericana: diversidad, fitogeografía y sistemática de los géneros y especies de estas familias en Mesoamérica*. Obtenido de Botanical Sciences, 89. .
- Gutiérrez, M., & Droguet, M. (2006). *La cromatografía de gases y la espectrometría de masas: Identificación de compuestos causantes de mal olor*. Obtenido de Boletín Intexter Del Instituto de Investigación Textil y de Cooperación Industrial, 122, 35–41.
- INIA. (2016). *Mosquita blanca (Trialeurodes vaporariorum)*. Obtenido de Instituto de Investigaciones Agropecuarias : <https://www.inia.cl/sanidadvegetal/2016/11/07/mosquita-blanca-trialeurodes-vaporariorum/>
- Martín, O., & Miranda, A. (2018). *Cromatografía de Gases-Masas (GC-MS)*. Obtenido de Universidad Complutense de Madrid.
- Martínez, A. (2010). *Aceites Esenciales*. Obtenido de In División de Publicaciones UIS: <https://bit.ly/3y1JZRg>
- Montenegro, M. (2022). *Actividad insecticida de los aceites esenciales aislados en especies de la familia Rutaceae*. Obtenido de UCE (Universidad Central Del Ecuador), 2(8.5.2017), 2003–2005: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/27285/1/FCQ-CQF-MONTENEGROMICHELLE.pdf>
- Ortuño, M. (2006). *Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes esenciales en plantas aromáticas*. Obtenido de Centro de Investigaciones Biológicas Del Noroeste, S.C: <http://www.cibnor.mx>
- Parra, M. (2011). *Metha, ESTUDIO QUÍMICO DEL ACEITE ESENCIAL*. Obtenido de SATUREJAE IBÉRICAS: www.farmaconsejos.com/plantas-medicinales/menta

- R, S., & V, T. (2012). *Efecto analgésico de aceites esenciales de Hierba Luisa* . Obtenido de formulados como conos nasales. 1–72.
- Rodríguez, M., Alcaraz, L., & Real, S. (2012). *Procedimientos para la extracción de aceites esenciales en plantas aromáticas*. Obtenido de Centro de Investigaciones Biológicas Del Noroeste, S.C.: [ttp://www.cibnor.mx](http://www.cibnor.mx)
- Roque, E. (2019). *Eficacia Antibacteriana In Vitro del Aceite Esencial de la Hoja De Ruta Graveolens “Ruda” Sobre Staphylococcus Aureus Atcc 25923*. Obtenido de Universidad Cesar Vallejo.
- Rosaura, G. (2011). *De Cucurbitaceae a Polemoniaceae en la flora mesoamericana: diversidad, fitogeografía y sistemática de los géneros y especies de estas familias en Mesoamérica*. Obtenido de Botanical Sciences, 89. : <https://doi.org/10.17129/botsci.375>
- Saldaña, R., & Torres, V. (2012). *Efecto analgésico de aceites esenciales de Hierba Luisa* . Obtenido de formulados como conos nasales. 1–72.
- Usano, J. P. (2014). *Aceites esenciales: conceptos básicos y actividad* . Obtenido de Reduca (Biología). Serie Botánica, 7(2), 60–70.
- Valerezo, O., & Muñoz, X. (2011). *Insecticidas de uso Agrícola en el Ecuador*. Obtenido de INiAP, 3–6: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1253/1/INIAP>
- Valverde, Y., & Leonardo, J. (2012). *EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DEL ROMERO (Rosmarinus Officinalis) POR EL MÉTODO DEARRASTRE DE VAPOR OBTENIDA EN ESTADO FRESCO Y SECADO CONVENCIONAL*. Obtenido de Universidad Nacional Del Altiplano, Tesis de g.
- Yagües, V. (2008). *Cromatografía de gases*. Obtenido de Cromatografía.