



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## DIRECCIÓN DE POSGRADO

### MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL

### MODALIDAD: INFORME DE INVESTIGACIÓN

**Título:**

---

Efecto de extractos vegetales en el control de ácaros en condiciones de laboratorio

---

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

**Autor:**

Jimenez Balarezo Lordan Paul

**Tutor:**

Chasi Vizuete Wilman Paolo, Mg.

LATACUNGA –ECUADOR

2023

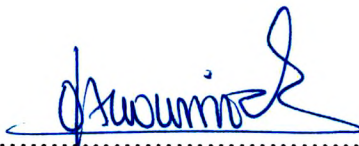
## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “Efecto de extractos vegetales en el control de ácaros en condiciones de laboratorio” presentado por Jimenez Balarezo Lordan Paul, para optar por el título magíster en Sanidad Vegetal.

### **CERTIFICO**

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

Latacunga, julio 2023




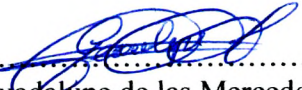
.....  
Mg.. Wilman Paolo Chasi Vizuete  
CC: 0502409725

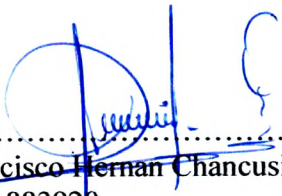
## APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación: “Efecto de extractos vegetales en el control de ácaros en condiciones de laboratorio”, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Sanidad Vegetal; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.

Latacunga, julio 2023.

  
.....  
Giovana Paulina Parra Gallardo Mg.  
1802267037  
Presidente del tribunal

  
.....  
Guadalupe de las Mercedes López Castillo Mg.  
1801902907  
Lector 2

  
.....  
Francisco Hernan Chancusig Mg.  
0501883920  
Lector 3

## **DEDICATORIA**

A la vida y cada una de las personas que forma parte de ella



Lordan Paul Jimenez Balarezo (LorPaJiBa)

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi sentimiento de gratitud hacia cada una de las personas que directa e indirectamente han sido participes para alcanzar el cuarto grado de educación en especial a mi familia (madre, padre, hermana) quienes desinteresadamente me acompañan a diario en todas mis actividades

Un fraterno y fuerte abrazo de un Dios le pague extendiendo a mis familiares: abuelito, abuelita, tías, tíos, primas, primos e incluso a mis grandes amigos por siempre alentarme a seguir adelante

No deja de ser una persona realmente importante, mi enamorada, Natasha Fabara, a quien aprovecho para agradecerle por estar a mi lado en todos los caminos que se presentan y más aún cuando de vencer obstáculos se trata.

Al final y no menos importante extendiendo un agradecimiento a la divinidad presente en el cielo, a Dios y a mi querida Abuelita Hermelinda

Lordan Paul Jimenez Balarezo

## **RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

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

Latacunga, julio 2023



.....  
Lordan Paul Jimenez Balarezo  
0503372104

## **RENUNCIA DE DERECHOS**

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

Latacunga, julio 2023



.....  
Lordan Paul Jimenez Balarezo  
0503372104

## **AVAL DEL PRESIDENTE**

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: “Efecto de extractos vegetales en el control de ácaros en condiciones de laboratorio” contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los miembros del tribunal en la pre defensa.

Latacunga, julio 2023

  
.....  
Giovana Paulina Parra Gallardo Mg.  
1802267037



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL**

**Título: EFECTO DE EXTRACTOS VEGETALES EN EL CONTROL DE  
ÁCAROS EN CONDICIONES DE LABORATORIO**

**Autor:** Jimenez Balarezo Lordan Paul  
**Tutor:** Chasi Vizuete Wilman Paolo, Mg.

**RESUMEN**

En la actualidad la producción agrícola enfrenta varios problemas fitosanitarios entre ellos el ataque de plagas como el ácaro que alcanza pérdidas de hasta el 26% de productividad, por ello se planteó evaluar bajo condiciones controladas el efecto que causan los aceites esenciales emulsificados de ruda (*Ruta graveolens*) y eneldo (*Anethum graveolens*) en concentraciones del 25% y 50% sobre el ácaro *Tetranychus urticae*. La investigación experimental se ejecutó en la Universidad técnica de Cotopaxi en el laboratorio de protección vegetal mediante un diseño completamente al azar (DCA) con 1 testigo absoluto más 4 tratamientos procedentes de las variables aceites esenciales y concentraciones, cada uno con 6 repeticiones. El ensayo se desarrolló en 4 fases, propagación de ácaros en plantas de fréjol, preparación de los aceites esenciales emulsificados, evaluación de los aceites emulsificados sobre el control de ácaros y como última fase el análisis cromatográfico. Los resultados demuestran la alta eficiencia de los aceites esenciales destacando con mayor porcentaje de individuos muertos 90,83%, los aceites de eneldo al 25% y ruda al 50% de concentración, notando que las concentraciones de los aceites estudiados no presentan diferencias significativas. El análisis de cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas indica que el trans-Anetol 75,88%; Alfa – tijone 10,44%; Alfa-Felandreno 3,56 % y Metilchavicol 3,10 % son los principales componentes del aceite de eneldo mientras que en el aceite de ruda predomina el 2-Un decanona 46,88%; 2-Nonanona 27,26 % e Isomaturin 7,66%, resultados que nos indica que la sinergia de los componentes de los aceites esenciales estudiados posee un alto efecto acaricidas.

**PALABRAS CLAVE:** Aceite esencial; *Ruta graveolens*; emulsión; *Anethum graveolens*; *Tetranychus urticae*

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL**

**Título: EFECTO DE EXTRACTOS VEGETALES EN EL CONTROL DE  
ÁCAROS EN CONDICIONES DE LABORATORIO**

**Autor:** Jimenez Balarezo Lordan Paul  
**Tutor:** Chasi Vizuetes Wilman Paolo, Mg.

**ABSTRACT**

Currently, agricultural production faces several phytosanitary problems, among them the attack of pests such as the mite, which causes losses of up to 26% of productivity. For this reason, the effect of emulsified essential oils of rue (*Ruta graveolens*) and dill (*Anethum graveolens*) at concentrations of 25% and 50% on the mite *Tetranychus urticae* was evaluated under controlled conditions. The experimental research was carried out at the Technical University of Cotopaxi in the plant protection laboratory using a completely randomized design (CRD) with 1 absolute control plus 4 treatments from the variables essential oils and concentrations, each with 6 replicates. The trial was developed in 4 phases: propagation of mites in bean plants, preparation of the emulsified essential oils, evaluation of the emulsified oils on mite control and, as a last phase, chromatographic analysis. The results show the high efficiency of the essential oils, highlighting with the highest percentage of dead individuals 90.83%, the oils of dill at 25% and rue at 50% concentration, noting that the concentrations of the oils studied do not present significant differences. The analysis of gas chromatography coupled to mass spectrometry indicates that trans-Anetol 75.88%; Alpha-thijone 10.44%; Alpha-phellandrene 3.56% and Methylchavicol 3.10% are the main components of dill oil while in rue oil predominates 2-Un decanone 46.88%; 2 Nonanone 27.26% and Isomaturin 7.66%, results that indicate that the synergy of the components of the essential oils studied has a high acaricidal effect.

**KEY WORDS:** Essential oil; *Ruta graveolens*; emulsion; *Anethum graveolens*; *Tetranychus urticae*

Yo, ESPIN VASCONEZ ELLY RACHEL con número de cedula 050291826-1 licenciada en CIENCIAS DE LA EDUCACION ESPECIALIZACION INGLES, con número de registro 1020-2022-2548076 **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma ingles del resumen del trabajo de investigación con el título: “Efecto de extractos vegetales en el control de ácaros en condiciones de laboratorio” de Lordan Paul Jimenez Balarezo, aspirante a magister en Sanidad Vegetal.

Latacunga, julio 2023



Lic. Elly Rachel Espín Vásconez  
050291826-1

## ÍNDICE DE CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
APROBACIÓN TRIBUNAL .....	III
DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA .....	VI
RENUNCIA DE DERECHOS.....	VII
AVAL DEL PRESIDENTE.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVI
ÍNDICE DE GRÁFICAS .....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	1
HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN .....	4
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
OBJETIVO GENERAL.....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
ÁCARO.....	6
TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA DEL ÁCARO .....	7
HÁBITAT Y HÁBITOS ALIMENTICIOS DE LOS ÁCAROS.....	10
CICLO BIOLÓGICO / BIOLOGÍA DEL ÁCARO.....	11
ÁCARO <i>TETRANYCHUS URTICAE</i> .....	12
TAXONOMÍA <i>TETRANYCHUS URTICAE</i> .....	12
ECOLOGÍA Y BIOLOGÍA DE <i>TETRANYCHUS URTICAE</i> .....	13
IMPACTO DE LOS ÁCAROS EN LA AGRICULTURA.....	16

TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN DE ÁCAROS.....	17
CONTROL DE LOS ÁCAROS .....	19
CONTROL CULTURAL/MECÁNICO.....	20
CONTROL BIOLÓGICO .....	21
CONTROL QUÍMICO.....	21
CONTROL BIORRACIONAL .....	22
CONTROL BOTÁNICO .....	23
ACEITES ESENCIALES / EXTRACTOS VEGETALES .....	23
CLASIFICACIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES/ EXTRACTOS VEGETALES .....	25
MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES .....	26
MÉTODO DE EXTRACCIÓN DE DESTILACIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR.....	27
CROMATOGRAFÍA DE GASES ACOPLADA A ESPECTROMETRÍA DE MASAS (GC/MS).....	27
CARACTERÍSTICAS DE LA RUDA ( <i>RUTA GRAVEOLENS</i> ).....	28
ORIGEN, DISTRIBUCIÓN Y GENERALIDADES.....	28
TAXONOMÍA Y BOTÁNICA DE LA RUDA.....	29
USOS Y PROPIEDADES.....	29
COMPOSICIÓN .....	30
CARACTERÍSTICAS DEL ENELDO ( <i>ANETHUM GRAVEOLENS</i> ).....	31
ORIGEN, DISTRIBUCIÓN Y GENERALIDADES.....	31
TAXONOMÍA Y BOTÁNICA DEL ENELDO .....	32
USOS Y PROPIEDADES.....	32
COMPOSICIÓN .....	33
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
2.1. TIPO Y MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN .....	35
2.1.1. <i>tipo de investigación</i> .....	35
2.1.2. <i>Método de investigación</i> .....	35
2.2. TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN .....	35
2.2.1. <i>Laboratorio</i> .....	35
2.2.2. <i>Observación</i> .....	36
2.3. ANÁLISIS FUNCIONAL.....	36
2.4. INDICADORES EN ESTUDIO .....	36

2.4.1. <i>Porcentaje de mortalidad de ácaros</i> .....	36
2.4.2. <i>Composición y concentración de los aceites esenciales</i> .....	36
2.5. POBLACIÓN .....	37
2.6. FACTORES EN ESTUDIO .....	37
2.7. TRATAMIENTOS .....	37
2.8. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	38
2.9. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA) .....	38
2.10. MATERIALES Y MÉTODOS .....	39
2.10.1. <i>Materiales</i> .....	39
2.10.2 <i>Métodos</i> .....	40
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
3.1 PRUEBAS ESTADÍSTICAS DE VALIDACIÓN.....	46
3.1.1. <i>Medidas de resumen</i> .....	46
3.1.2. <i>Comprobación de los supuestos de la distribución paramétrica de poblaciones</i> .....	46
3.1.2.1 <i>Prueba de la Normalidad (Shapiro - Wilks)</i> .....	47
3.1.2.2 <i>Prueba de Varianzas Constantes (Levink)</i> .....	48
3.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ACEITES ESENCIALES .....	49
3.3 ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ANOVA) DEL CONTROL DE ÁCAROS .....	52
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
CONCLUSIONES .....	55
RECOMENDACIONES .....	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
ANEXOS .....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía, clasificación y características de los ácaros.....	7
tabla 2. Moléculas empleadas en el control químico de ácaros .....	22
tabla 3. Composición del aceite esencial de ruda.....	31
tabla 4. Variables de la investigación.....	36
tabla 5. Descripción y origen de los tratamientos .....	38
tabla 8. Adeva del experimento.....	39
tabla 9. Materiales de las diferentes fases de la investigación .....	39
tabla 10. Dosis de los elementos que componen el aceite esencial emulsificado final.....	43
tabla 11. Medidas de resumen obtenidas en el análisis estadístico .....	46
tabla 12. Resultado de la prueba estadística de shapiro - wilks .....	47
tabla 13. Resultados de la prueba estadística de levink .....	48
tabla 14. Composición química del aceite esencial de eneldo .....	49
tabla 15. Composición química del aceite esencial de ruda.....	51
tabla 16. Resultado estadístico del análisis de anova.....	52
tabla 6. Descripción e identificación de las unidades experimentales .....	69
tabla 7. Disposición aleatorizada de las unidades experimentales.....	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura (anatomía) del ácaro .....	8
Figura 2. Formas de los quelíceros .....	9
Figura 3. ciclo biológico del ácaro .....	12
Figura 4. Ciclo biológico del ácaro tetranychus. ....	15
Figura 5. Ciclo biológico del ácaro tetranychus urticae incluido etapas inmóviles .....	15
Figura 6. distribución de la ruda en ecuador .....	28
Figura 9. Germinación del frejol .....	71
Figura 7. Preparación de sustratos para siembra de frejol .....	71
Figura 8. Siembra de frejol .....	71
Figura 12. Reconocimiento de t. Urticae .....	71
Figura 11. Ácaros T. Urticae para infectar al frejol .....	71
Figura 10. Desarrollo fenológico del frejol .....	71
Figura 13. Recolección de material vegetal de ruda y eneldo .....	72
Figura 14. Preparación del material vegetal de ruda y eneldo .....	72
Figura 16. Resultado de la destilación por arrastre de vapor .....	72
Figura 15. Maquina xiaojian extractora de aceite esencial .....	72
Figura 18. Aceites esenciales emulsificados de ruda y eneldo .....	72
Figura 17. Aceite esencial .....	72
Figura 19. Unidades experimentales de la investigación .....	72
Figura 20. Control de ácaros .....	72



## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Q-Q PLOT de la distribución de los datos .....	47
Gráfica 2. Diagrama de dispersión de los datos de las varianzas.....	48
Gráfica 3. Rangos de significancia de la variable control de ácaros con la prueba estadística de Fisher .....	53

## INTRODUCCIÓN

A diario sin importar el ámbito en el que nos desenvolvamos siempre nos encontramos con peculiaridades de innovación que en ocasiones resultan favorables y en otras no, por ello debemos adaptarnos y/o enfrentarnos a las situaciones que se susciten, desde nuestra arista profesional, la ingeniería agronómica, la gran problemática radica en la busca y desarrollo de tecnologías y alternativas amigables con el ambiente que permitan generar productos alimenticios para toda la población sin olvidar que cada vez es menor el área productiva y la población a alimentar es mayor. En busca de una producción agrícola verde el mayor de los retos es la transición del uso de pesticidas y fertilizantes químicos hacia la implementación de compuestos orgánicos tanto para aportes nutricionales como para el control de plagas y enfermedades, por lo expuesto la inclinación de esta investigación es hacia la línea de desarrollo y seguridad alimentaria, sublínea producción agrícola sostenible. La carta magna o Constitución es la principal ley ecuatoriana la cual no solo ampara si no también obliga y exige el cuidado del ambiente en post de alcanzar el buen vivir, razón por la cual en esta ocasión estudiamos como alternativa de remplazo de los acaricidas químicos el uso de aceites esenciales procedentes de las plantas de ruda y eneldo.

Desde hace varios años atrás en la producción de ornamentales, frutales, hortalizas, forrajes y hierbas el ácaro fitófago perteneciente a la familia *Tetranychidae* es considerado una plaga de importancia económica porque con su aparato bucal (gnatosoma en forma de estile) al alimentarse de la planta perfora las hojas causando daño a nivel de la fotosíntesis y respiración lo que conlleva perjuicios en el crecimiento, floración y fructificación. Cuando el ácaro ataca a las plantas es característico visualizar un cambio de verde a amarillo en la tonalidad de las hojas (Monetti,1999).

El uso de pesticidas sintéticos acarrea problemas como la generación de resistencia de la plaga ante moléculas químicas, contaminación ambiental y daños de salud humana, lo que provoca la búsqueda de otras alternativas de control (Pupiro et al, 2018). El uso de material vegetal como fuente de productos botánicos para combatir plagas no es nada moderno, es tan antiguo, que en la década de 1940, los productos

botánicos eran la principal arma de control de plagas y enfermedades. Es a partir de la aparición de moléculas químicas donde se migra al uso intensivo de productos sintéticos en la agricultura, pero a causa de los problemas que han presentado se ha optado por el resurgimiento del uso de productos orgánicos y biológicos para combatir plagas y enfermedades. Las plantas aromáticas y medicinales son una rica fuente de moléculas con actividad plaguicida. En comparación con los insecticidas sintéticos, los metabolitos naturales presentan ventajas, como su baja toxicidad para los mamíferos y su rápida degradación (Murray, 2008), a causa de lo expuesto hemos estudiado el efecto acaricida de los aceites esencial de ruda y eneldo.

La planta de ruda posee varios usos médicos entre ellos para el picado de insectos, la gota, reumatismo, problemas estomacales, nerviosos y cardíacos. Como aceite esencial es empleado en perfumería, en la industria alimenticia y en la producción agrícola gracias a su actividad insecticida, repelente y antifúngica (Pino et al, 2014). Múltiples estudios demuestran que el eneldo posee características culinarias, antimicrobianas, antifúngicas y antioxidantes, su aceite esencial manifiesta características antibacteriales, antifúngicas, antivirales, antioxidantes e insecticidas (Castro et al, 2017).

Sevillano et al (2019) indica que son varios los métodos disponibles para extraer aceites esenciales a partir de las plantas, existe una alta asociación entre la composición del aceite esencial y el método de extracción empleado, en nuestro caso se ejecutó la técnica de arrastre de vapor la cual es la más común pero no siempre la más eficiente. Para identificar la composición de un aceite esencial existen diversas metodologías, de entre ellas empleamos el análisis de cromatografía de gases a causa que es una técnica que separar, identificar y cuantificar los componentes volátiles y semivolátiles de mezclas complejas (Gutiérrez & Droget, 2002). Pino et al (2014) manifiestan que químicamente la ruda está compuesta en gran porcentaje de cetonas alifáticas como la 2-undecanona y la 2-nonanona, mientras que el eneldo principalmente contiene compuestos de éter, aromáticos y terpenos (Quevedo,2022)

## **Justificación**

Es de conocimiento general que en la agricultura con el ánimo de mantener las plagas y enfermedades por debajo del umbral económico de acción el uso de insumos químicos (pesticidas y fertilizantes) es altamente demandante, es ahí donde radica el problema, en el elevado uso de químicos lo cual conlleva principalmente afecciones ambientales y a la salud humana.

Dentro de los artrópodos que pueden llegar a convertirse en plaga está el ácaro, el control del arácnido en mención resulta ser un gran inconveniente en la agricultura. Contrarrestar la presencia de ácaros en los cultivos resulta ser de alto interés de estudio a causa de que los acaricidas existentes a más de ser pocos generan pronta resistencia y a la vez generan un alto nivel de estrés en la planta. Por todo lo acotado la intención de esta investigación es contribuir al cuidado ambiental y salud humana sustituyendo los pesticidas químicos por biopesticidas, en este caso aceites esenciales emulsificados de ruda y eneldo para el control de ácaros. A modo de reforzar la razón de esta investigación es necesario mencionar que la constitución del Ecuador tiene como precepto principal fomentar el buen vivir en el cual se involucra mitigar la contaminación ambiental que genera el sector agroproductivo a través de la emanación de gases contaminantes, el uso inadecuado de fertilizantes, el uso indiscriminado de pesticidas, la contaminación del agua e incluso la combustión de plástico (Quishpe, 2017).

## **Planteamiento del problema**

*Tetranychus urticae* es considerado uno de los ácaros de mayor importancia económica a razón que puede infestar a más de 200 especies de plantas (Fasulo & Denmark, 2000). Este ácaro ocasiona pérdidas cuantiosas en diversos cultivos, Kirschbaum (2021) argumenta que en fresa alcanza pérdidas de 10 a 20% llegando hasta un 80%.

Landeros et al (2004) indica que, densidades de 10 y 50 ácaros por hoja causan una reducción en la longitud del tallo floral de entre 17 y 26% en comparación con las plantas sin ácaros. La revista Panorama agro (2015) manifiesta que en el cultivo del

maíz el ácaro, puede llegar a ocasionar mermas de rendimiento de hasta 50% si el ataque se presenta en el inicio de floración y llenado de grano.

Se ha creado una alta dependencia agrícola sobre el uso de pesticidas químicos cuando de controlar plagas de cultivos se trata, es verdad que aplicar plaguicidas contribuye a mantener cultivos sanos, visualmente, pero hoy en día existe un uso indiscriminado de las moléculas químicas lo cual nos lleva a preguntarnos si el emplear pesticidas garantiza la salud del consumidor, de la persona que los manipula, así como del ambiente. La Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1993 estimó que entre tres y cinco millones de personas se contaminan cada año en todo el mundo con pesticidas.

Escobar et al (2013) mencionan que el ácaro *Tetranychus urticae* es una plaga que merece ser manejada cuidadosamente no solo por los perjuicios que crea a las plantas sino también porque adquiere resistencia a los diferentes productos sintéticos utilizados para su control. En la agricultura para mitigar la propagación y afecciones de los ácaros es necesario el control químico, alternativa que es eficiente a corto plazo, a causa que la resistencia que provocan induce a un aumento de la frecuencia y cantidad de su aplicación; (Devine et al, 2008). El reto radica en disminuir e incluso eliminar este modo de control razón por la cual es necesario nuevas herramientas de control que presenten corta persistencia ambiental, bajo perjuicio para la fauna benéfica y que sean inocuos (Sánchez et al, 2017). Debido a ello, resulta necesario estudiar como alternativa la característica acaricida que presentan los aceites esenciales emulsificados procedentes de la planta de ruda y eneldo.

### **Hipótesis de investigación**

Los aceites esenciales emulsificados de Ruda (*Ruta graveolens*) y Eneldo (*Anethum graveolens*) presentan efectos de control ante la plaga de ácaros (*Tetranychus urticae*)

## **Objetivos de la Investigación**

### **Objetivo General**

Evaluar el efecto de aceites esenciales emulsificados en el control del ácaro *Tetranychus urticae* bajo condiciones controladas.

### **Objetivos Específicos**

- Conocer la composición química de los aceites esenciales de Ruda (*Ruta graveolens*) y eneldo (*Anethum graveolens*).
- Determinar el mejor aceite esencial emulsificado para el control del ácaro *Tetranychus urticae*
- Identificar la concentración adecuada del aceite esencial emulsificado para el control del ácaro como plaga

## CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### ÁCARO

Cuando pensamos en ácaros es normal confundirlo con los insectos, es verdad que los dos pertenecen al gran grupo taxonómico de los artrópodos, pero en realidad el ácaro no es un insecto, es un arácnido. Existen características físicas, taxonómicas e incluso biológicas que diferencian el uno del otro entre ellas destaca que los insectos poseen 3 pares de patas, 1 par de antenas, ojos compuestos y alimentación variada mientras que los ácaros tienen generalmente cuatro pares de patas en estado adulto, carecen de antenas, ojos sencillos, alimentación líquida y presencia de quelíceros en el aparato bucal (Otero, 2020).

Los ácaros son artrópodos que existen desde hace aproximadamente 400 millones de años (periodo devónico) según el hallazgo del primer fósil mismo que es identificado como *Protocarus crani*, pero es en el periodo oligoceno (era Cenozoica), aproximadamente 12 millones de años atrás, a donde remite la mayoría de los fósiles encontrados. Es tan antiguo la existencia de los ácaros que Aristóteles en una de sus obras (Historia Animalium) manifiesta con el uso de la palabra “Akari” la presencia de poblaciones de ácaros en los viejos panales de abejas, es desde allí que son los ácaros mencionados y estudiados. Carl Linnaeus En 1758 mediante la denominación *Acarus siro* en su obra (*Systema Naturae*) incluye a los ácaros en una clasificación binomial zoológica (Aguiar et al, 2007)

Los ácaros son uno de los animales más primitivos razón por la cual han desarrollado mayores modos de vida, hábitos tróficos, modelos reproductivos y diversidad ecológica ello debido a plasticidad, oportunismo e incluso a su tamaño microscópico, pero eso no es suficiente para establecer eslabones taxonómicos en el aspecto filogenético (Moraza, 1999).

## Taxonomía y morfología del ácaro

Los ácaros presentan semejanzas taxonómicas con garrapatas, escorpiones y arañas, de entre estos los ácaros son los más diversos y de mayor número de especies descritas, aproximadamente 45000, razón por la cual taxonómicamente se conocen 7 órdenes de la clase *Arachnida* cada uno de ellas con el suborden y especies correspondientes, los ácaros *Tetranychus urticae* junto con 15000 especies más corresponden a la clase *Arachnida* subclase *Acari*, orden *Acariforme*, suborden *Prostigmata* (*Actinedida* = *Trombidiforme*) (Iraola, 1998)

En la Tabla 1 se muestra información detallada donde se identifica y separa a los ácaros en ácaros plagas y en ácaros controladores de plaga

Tabla 1. Taxonomía, clasificación y características de los ácaros

	SUBORDEN	FAMILIA	CARACTERÍSTICAS
Ácaros plaga	<i>Astigmata</i>	<i>Acaridae</i>	Afección alta e importante a productos almacenados
	<i>Prostigmata</i> ( <i>Trombidiforme</i> )	<i>Tetranychidae</i>	Afectan a cultivos herbáceos y arbóreos, son los más conocidos y difundidos
		<i>Tenuipalpidae</i>	Son de importancia secundaria, atacan a frutales, cítricos y vid principalmente
		<i>Tarsonemidae</i>	Son de media importancia, afectan a hortalizas
		<i>Eryophyidae</i>	Son de gran importancia económica, atacan a toda planta con mayor énfasis a árboles, producen agallas en el huésped y son vectores de virus.
Ácaros en control biológico	<i>Astigmata</i>	<i>Hemisarcoptidae</i>	Depredador y parasito de cochinillas de la flia. <i>Diaspididae</i>
	<i>Mesostigmata</i>	<i>Laelapidae</i>	Depredador de nematodos e insectos pequeños
		<i>Macrochelidae</i>	Depredador de nematodos
		<i>Phytoseiidae</i>	Depredador de ácaros fitófagos e insectos de afección agrícola
	<i>Prostigmata</i>	<i>Cheyletidae</i>	Depredador de ácaros en productos almacenados
		<i>Erythraeidae</i>	Depredador y parasito de insectos
		<i>Stigmaeidae</i>	Depredador de ácaros fitófagos de frutales
<i>Trombididae</i>		Depredador y parasito en insectos.	

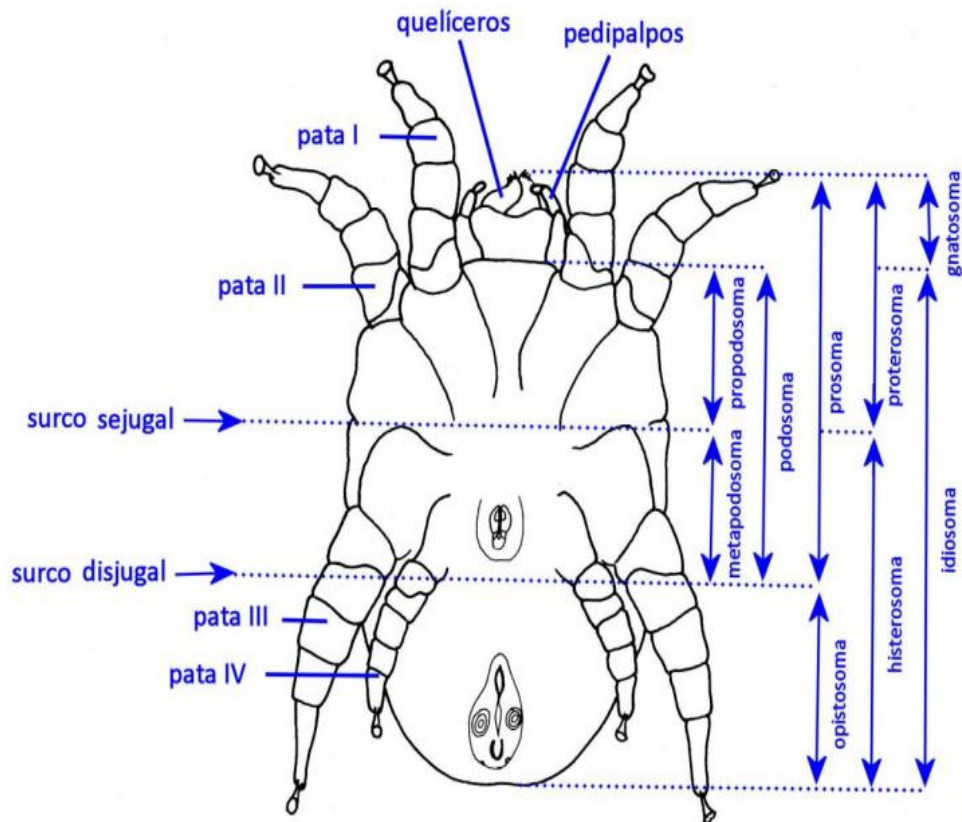
Fuente: (Iraola, 2021)



Por su parte Poliane, (2012) argumenta que el ácaro que ataca al cultivo del rosal está clasificado dentro del phylum *Arthropoda*, clase *Arachnida*, subclase *Acari*, orden *Prostigmata*, familia *Tetranychidae*, género *Tetranychus*, especie *T. urticae* (Koch).

, Iraola (1998) identifica a los ácaros como animales pequeños de entre 0.1 mm hasta 3cm con cuerpo dividido únicamente en 2 segmentos, idiosoma y gnatosoma.

*Figura 1. Estructura (Anatomía) del ácaro*

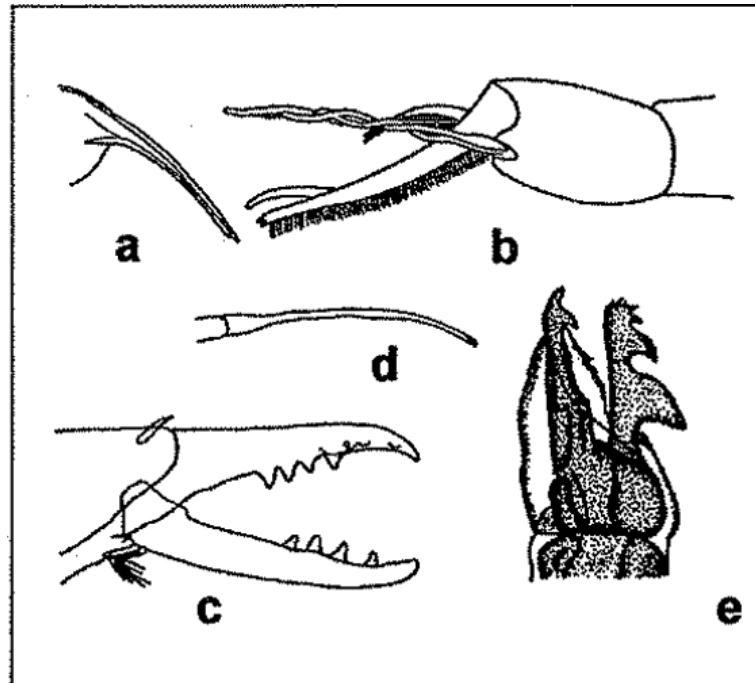


*Fuente: (García et al, 2009)*

En la Figura 1 se muestra la estructura general del ácaro, en nuestro caso es de mayor interés el gnatosoma a causa que es donde se aloja el órgano prehensor (aparato bucal) compuesto por quelíceros con función alimenticia y los pedipalpos con función sensorial con los cuales causa daños mecánicos/físicos a las plantas. Los quelíceros (Figura 2) son apéndices que terminados en diversas formas (pinza, gancho, aguja o estilete), según la familia taxonomía a la que pertenezca el ácaro. Estos quelíceros están formados por dos dígitos, uno dorsal y uno ventral por lo regular el dorsal es fijo y el ventral es móvil. En el apartado a de la Figura 2 se

muestra el quelícero en forma de estilete de los ácaros fitófagos *Eryophylidae* y *Tetranychidae* esta forma de quelícero permite perforar las células vegetales, en el apartado b de la misma figura se visualiza el quelícero de un ácaro depredador (*Parasitus fucorum*), podemos seguir observando en la figura 2, apartado c, como se modifica el dígito móvil del quelícero del ácaro macho *Heterozercion audax* en un órgano copulador para lograr transferir el esperma a la hembra. Algunos quelíceros tienen una estructura perforante como el caso del ácaro parásito *Dermanyssus gallinae* (Figura 2 apartado d), de igual manera en literal e de esta figura se muestra el quelícero de un ácaro parásito (*Exodes redivius*) el cual emplea el quelícero como arpón para fijar al animal sobre el huésped y permitir que el resto de las piezas bucales perforen la piel. Por su parte cada uno del par de palpos poseen pelos sensoriales o sedas y están segmentados en 1 o 5 artejos, gracias a su actividad sensorial y en ocasiones raptatorio ayudan a localizar el alimento, en los ácaros acuáticos los palpos han sufrido modificaciones con la finalidad de favorecer la captura de presas (Iraola, 1998).

**Figura 2. Formas de los quelíceros**



**Fuente: (Iraola, 1998)**

### **Hábitat y hábitos alimenticios de los ácaros**

Por el hecho de los varios años de existencia que presentan los ácaros es que ha evolucionado para lograr adaptarse a diferentes medios, han logrado colonizar casi todos los hábitats, es decir podemos encontrar ácaros en la mayoría de ecosistemas, terrestre, marino, dulceacuícola, es decir están presentes incluso en desiertos, estrato profundo del suelo, manantiales calientes, suelo oceánico, sin dejar a un lado el tejido cutáneo, tejido subcutáneo, pelos, plumas, insectos, plantas. Se podría decir que únicamente están ausentes en el hábitat aéreo a causa que carecen de alas a pesar que ciertos ácaros han logrado desarrollar la habilidad de planear, en todo el periodo evolutivo han tenido los ácaros que desarrollar también sus hábitos alimenticios para lograr establecerse en cierto hábitat y perpetuar la especie por ello se pueden alimentar de un sinnúmero de sustratos. Por lo antes mencionado Aguiar et al en el (2007) junto con Iraola (2001) argumenta que básicamente se pueden reconocer 2 categorías de ácaros, los de vida libre (no parasitos) y los parásitos.

En los ácaros de vida libre de acuerdo a su hábito alimenticios encontramos ácaros fitófagos (células vegetales), depredadores (nematodos y pequeños artrópodos), fungívoros/micófagos (hongos), coprófagos (excrementos animales), saprófagos (material muerto en descomposición) y foréticos (Hospedero). De manera similar los ácaros parásitos presentan también una clasificación en ectoparásitos de vertebrados, ectoparásitos de invertebrados, endoparásitos de vertebrados y endoparásitos de invertebrados. Los ácaros ectoparásitos en vertebrados se alimentan principalmente de sangre, linfa, secreciones sebáceas, pelo, plumas o tejidos mientras que los ácaros ectoparásitos en invertebrados parasitan en su totalidad a moluscos, arácnidos y la casi totalidad de los órdenes de insectos. Por el lado de los ácaros endoparásitos en vertebrados afectan por lo general las cavidades nasales, pulmones o el tejido subcutáneo de murciélagos, pájaros y/o mamíferos sean estos marinos o terrestres, incluso se ha encontrado una especie que coloniza el interior del estómago de los murciélagos, por último, los ácaros endoparásitos en invertebrados son los que parasitan a ortópteros, himenópteros, lepidópteros, esponjas, crustáceos (Aguiar et al, 2007), (Iraola, 2001).

En nuestro caso los de mayor interés son los ácaros de vida libre sobre todo los fitófagos y los depredadores. En el caso de los fitófagos porque se alimentan tanto

de la parte subterránea como aérea de las plantas causando daños económicos, aquí destacan los ácaros de la familia *Tetranychidae* quienes abarcan el 60% de ácaros fitófagos catalogados como plaga a nivel mundial. Mientras que los depredadores son de interés agrícola a causa que por su hábito alimenticio se convierten en controladores de nematodos y de pequeños artrópodos junto con sus huevos, una manera de identificar a estos ácaros es su rápida forma de moverse y por sus largas extremidades anteriores, los ácaros depredadores más conocidos son los de la familia Phytoseiidae por ser los principales enemigos naturales de los ácaros fitófagos (Aguar et al, 2007), (Iraola, 2001).

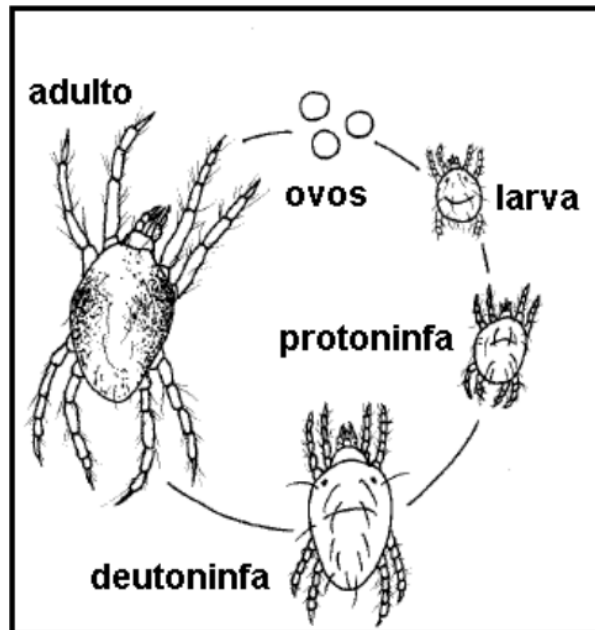
### **Ciclo biológico / biología del ácaro**

Cuando abordamos el tiempo que transcurre el periodo de desarrollo de los ácaros varia no solo según la familia a la cual pertenecen sino también a las condiciones climáticas que se presenten. Con respecto a las etapas del ciclo de vida de los ácaros es común encontrar más de una etapa inmadura, pudiendo resumir su ciclo biológico en las etapas de huevo, larva, protoninfa (ninfa de 1 estadio), deuteroninfa (ninfa de 2 estadios) y adulto (Figura 3). (Aguar et al, 2007).

Al eclosionar el huevo se obtiene una forma juvenil (larva) hexápoda, excepto en los eriófidos (2 pares de patas), posterior a eso cruzan por sus periodos ninfales en donde ya son octópodos y terminan siendo adultos, dentro de este ciclo biológico específicamente entre los periodos ninfales ocurren reemplazos parciales de etapas inactivas (quiescentes). La reproducción puede llevarse a cabo de manera sexual o asexual, la forma sexual se efectúa cuando el macho introduce el esperma en la hembra para posteriormente producir la fecundación interna en la hembra la cual más tarde engendrara a sus crías a partir de huevos, cada hembra adulta puede colocar entre 100-120 huevos, con un índice de ovoposición de 3 a 5 huevos/día. (Flechtmann, 1979), (García et al, 2009).

Flechtmann en (1979) indica que la reproducción asexual en los ácaros puede efectuarse mediante partenogénesis sea este de tipo arrenotóquia o telitóquia, cuando de arrenotóquia se trata se obtienen ácaros machos a partir de huevos no fertilizados mientras que en la telitóquia lo que se obtiene a partir de los huevos no fertilizados es ácaros hembra

Figura 3. Ciclo biológico del ácaro



Fuente: (Aguiar et al, 2007)

### **ÁCARO *Tetranychus urticae***

Para Badii et al (2010) Los ácaros *Tetranychus* conocidos como arañita roja o ácaro de dos manchas son relativamente grandes (0,4 - 0,6 mm.), de color rojo, naranja o verde, forman colonias en el envés de la hoja generando manchas amarillas en el haz de las hojas, producen telaraña para protegerse de los depredadores, crear un microclima para su desarrollo e incluso para proteger sus huevos. Esta plaga presenta mejor desarrollo a una temperatura entre 25 - 30 °C con humedad relativa entre 60 – 70%, condiciones en las cual el tiempo desde huevecillo a adulto toma alrededor de 8-12 días.

### **Taxonomía *Tetranychus urticae***

Taxonómicamente existen más de 1200 especies plaga de ácaros polípagos registrados, con respecto al eslabón taxonómico familia, *Tetranychidae*, como mínimo abarca 71 géneros, todos ellos fitófagos, donde los de mayor realce son los géneros *Tetranychus*, *Eotetranychus*, *Oligonychus* y *Panonchus*. ***Tetranychus urticae*** Koch es considerado como el de mayor importancia económica a causa de ser cosmopolita, polífago y asociarse con más de 4 000 plantas hospederas, ***T. Urticae*** al alimentarse altera en la planta procesos fisiológicos provocando daños

como defoliación, quema de hojas e incluso la muerte de la planta (Manal et al, 2010). Flechtman & Moraes (2008) indican que la clasificación de la arañita roja es la siguiente:

Reino: *Animalia*  
Filo: *Arthropoda*  
Clase: *Arachnida*  
Subclase: *Acari*  
Orden: *Trombidiformes*  
Familia: *Tetranychidae*  
Género: *Tetranychus*  
Especie: *T. urticae* Koch 1836

### **Ecología y biología de *Tetranychus urticae***

*T. Urticae* es una especie de ácaro fitófago que causa daños considerables en los cultivos agrícolas debido no solo a su hábito alimenticio sino también al comportamiento agregativo que posee, con preferencia sobre el envés de las hojas donde producen telaraña como mecanismo de defensa de condiciones climáticas adversas, depredadores, acaricidas e incluso la emplean para dispersarse (Argolo, 2012). Para alimentarse *T. urticae* inserta los estiletes en el tejido de la hoja y succiona el contenido de las células epidérmicas y parenquimáticas provocándoles senescencia que se puede apreciar mediante manchas cloróticas en las hojas repercutiendo esto en la tasa de transpiración y la actividad fotosintética de la planta, es así que Park & Lee (2002) tras cuantificar el daño de *T. urticae* en estado inmaduro y adulto en pepino (*Cucumis sativus. L*) indican que la alimentación del ácaro con respecto a los estados mencionados provoca daños de un 50 y 95 % en la tasa fotosintética neta, reducción del 55 y 80% del contenido de clorofila y disminución del 50 – 80% en el verdor de las hojas.

Moraes & Flechtmann (2008) junto con Badii & Mcmurtry (1984) coinciden al indicar que *T. urticae* tiene un ciclo de vida corto (9 días en las mejores condiciones) en el cual pasa por cinco periodos/estados de desarrollo (huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto), entre cada estado hay un periodo/fase inactiva o de dormancia denominado período quiescente, en la que adoptan una posición característica, recibiendo el nombre de crisalis (protocrisalis, deutocrisalis y teliocrisalis) figura 5, en cada fase inactiva ocurre el desprendimiento del

exoesqueleto quitinoso que permite aumentar su tamaño hasta llegar al estado adulto.

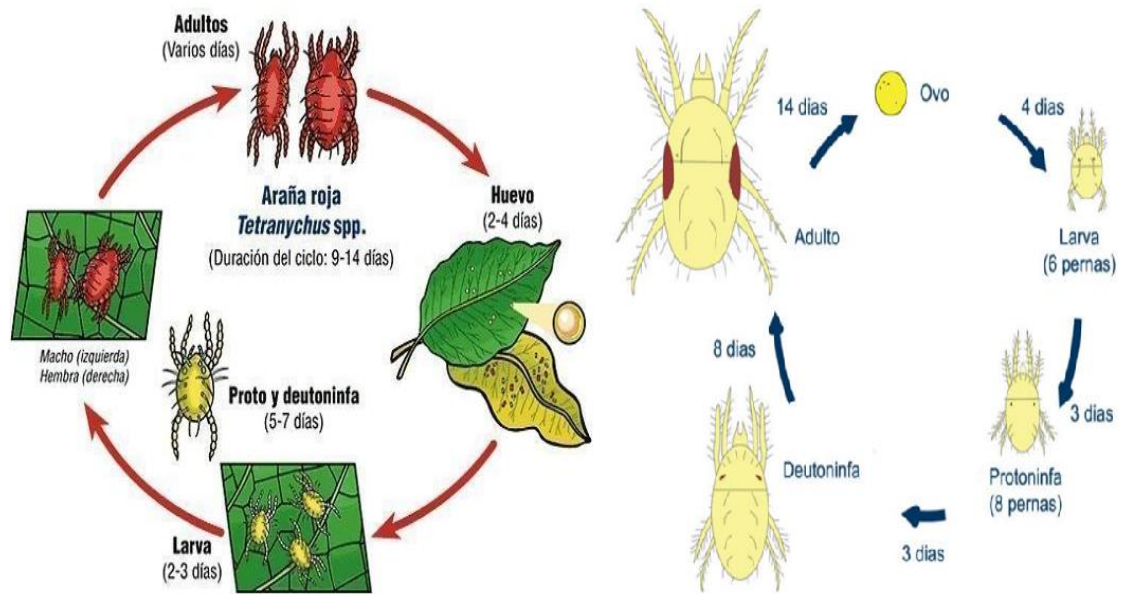
La forma de reproducción de *T. urticae* es mediante partenogénesis arrenotoca a partir de la cual los huevos no fertilizados (haploides) generan machos, y los huevos fecundados (diploides) producen hembras. Argolo (2012) comenta que la hembra adulta de *T. urticae* oviposita alrededor de 3 – 4 huevos/día llegando a colocar alrededor de 100-120 huevos en total, esta cifra es variante según las condiciones ambientales y alimenticias. De los huevos eclosionados existe una relación proporcional entre individuos machos y hembra de entre 2:1 y 9:1 a favor de las hembras. Para diferenciar entre macho y hembra físicamente se puede notar que la hembra tiene aspecto globoso mientras el macho es más pequeño y aperado (Macke et al. 2011).

Según Mesa (1999) el estado de huevo es el que más tiempo toma dentro del ciclo biológico, en condiciones ideales (18 – 27 °C) los huevos eclosionan dentro de 3 días. Los huevos de *T. urticae* habitualmente se los encuentra en grupo tanto en el haz como en el envés de la hoja, generalmente protegidos por telaraña. Es fácil identificarlos por su forma lisa y redonda de aproximadamente 0,14 mm de diámetro. Cuando son recién ovipositados son cristalinos mientras que cuando están pronto a eclosionar toman una tonalidad amarillo transparente donde se puede apreciar ligeramente de color rojizo los estigmas oculares de la larva.

La larva que sale del huevo es de color amarilla con tres pares de patas y dos ojos oscuros a la cual se le marca dos manchas negras en la línea media dorsal del idiosoma al iniciar su alimentación, estas manchas son visibles en los estados ninfales, la habilidad de elaborar telaraña es a partir del estado deutoninfa. La Protoninfa y Deutoninfa presentan ya los cuatro pares de patas, son de color amarillento con dos manchas oscuras laterales. Cuando *Tetranychus urticae* llega a estado adulto presenta dimorfismo sexual la Hembra puede ser de color amarillento, rojo o anaranjado, mide en promedio 0,5mm, su cuerpo es globoso poco ovalado y presenta dos manchas oscuras laterales. Por su parte el macho tiene el cuerpo de color amarillo, es más pequeño y más ancho en la parte anterior (en forma de V), posee dos manchas oscuras en los laterales y sus patas son más largas

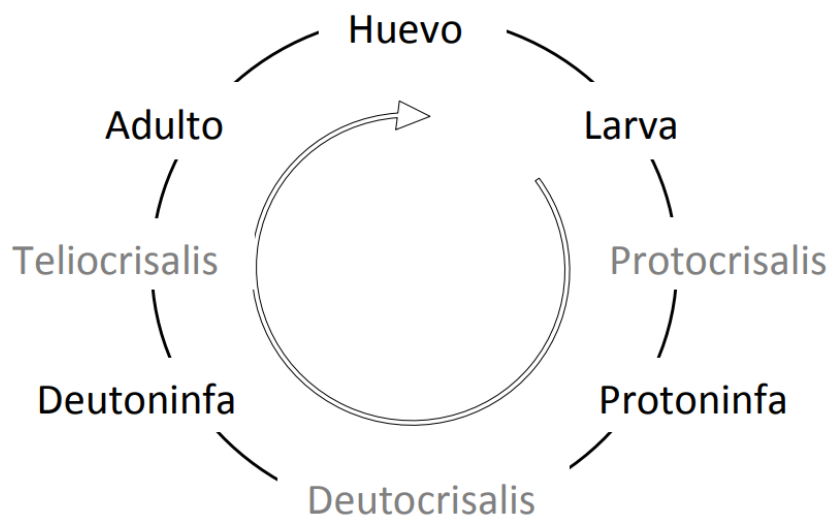
que las de las hembras. El macho es fundamental en la identificación y clasificación taxonómica puesto que el edeago varía de forma según la especie (Mesa, 1999).

**Figura 4. Ciclo biológico del ácaro *Tetranychus*.**



**Fuente:** (Infoagro, 2019)

**Figura 5. Ciclo Biológico del ácaro *Tetranychus urticae* incluido etapas inmóviles**



**Fuente:** (Argolo, 2012)

Páramo et al (1986), tras investigar el periodo que transcurre en cada uno de los periodos biológicos de *T. Urticae* en el cultivo de rosas en condiciones de 23 °C y



85 % de Humedad Relativa determinaron: 7.39 días (huevo), 1.87 días (larva), 1.57 días (ninfocrisalida), 1.53 días (protoninfa), 1.52 días (deutocrisalida), 1.73 días (deutoninfa) y 1.84 días (teliocrisalida), la longevidad promedio fue de 68.4 días y el tiempo de oviposición de 35 días, con un promedio de 3.5 huevos/hembra/día.

Cifuentes en una de sus investigaciones en rosas desarrolladas en 1986 concluye que *T. urticae* se establece en el estrato inferior de las plantas después migra a los otros estratos mostrando mayor preferencia por el estrato medio y presentando la mayor concentración de población del ácaro por cm<sup>2</sup> en la hoja del foliolo apical (Mesa,1999).

### **IMPACTO DE LOS ÁCAROS EN LA AGRICULTURA**

Sin excepción todos los cultivos están siempre propensos al ataque de factores tanto abióticos como bióticos, dichos factores inciden en el rendimiento, producción y calidad del fruto, en esta investigación es de importancia los daños causados por los agentes bióticos específicamente por los ácaros. Mesa (1999) menciona que los ácaros fitófagos al alimentarse de las hojas de las plantas destruyen las células y disminuyen el nivel de clorofila esto debido a que el ácaro al momento que se alimenta de las hojas pica y traspasa las células vegetales del parénquima lagunoso logrando alcanzar el parénquima en empalizada en donde con los estiletes de su aparato bucal succiona el líquido de las células vegetales, tras esta afección el resultado físico en la plantas se manifiesta mediante una clorosis que inicia con unos pocos puntos amarillentos y llega hasta la pérdida completa del pigmento moteándose todas las hojas las cuales mueren y se caen. Forero (2008) indica que la invasión e infestación que genera el ácaro en las células vegetales generan alteraciones a nivel de la respiración, crecimiento, floración y fructificación de las plantas.

El impacto del ataque de los ácaros en el rendimiento de los cultivos llega a ser de alta consideración. Iraola (2001) comenta que en España se estima que del total del daño generado por las plagas del 15 al 20% corresponde únicamente a los ácaros. Herrera et al en (1992) experimentalmente demuestra que el rendimiento en yuca por afección de ácaros se reduce de 18,3 a 8,5 t/ha. Forero (2008) argumenta que

en el cultivo de rosas densidades de ácaros entre 10 y 50 ácaros por hoja causan una reducción del largo del tallo de 17% y 26%, respectivamente.

## **TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN DE ÁCAROS**

Existen distintas metodologías para la crianza y propagación de ácaros, Rodríguez et al (2013) indica como metodología para la multiplicación de ácaros la existencia de dos grandes grupos, el uno la crianza sobre el hospedante natural y el otro la crianza sobre polen, presas alternativas o dietas artificiales. En el primer caso aplica para los ácaros tetraníquidos en especies como *P. persimilis* o *Typhlodromus occidentalis* mientras en el segundo caso aplica para especies polífagas de los géneros *Amblyseius* y *Euseius*. Rodríguez y colaboradores ratifican lo expuesto en 1992 por Gilkeson quien indica que independientemente de la especie del ácaro a propagar existen cinco técnicas de cría fundamentales, en cámaras o celdas, cajas cerradas, plantas, en campo abierto y sobre dietas alternativas o artificiales.

Rodríguez (1992) menciona que para emplear la técnica de cámaras artificiales es necesario dotar a los ácaros de refugios y sitios para ovipositar, para ello se pueden usar cubreobjetos descansando sobre hebras de algodón, piezas pequeñas de acetato en forma de tejado o piezas cuadradas de fieltro negro de 25 mm<sup>2</sup>.

Realizar propagación en secciones de hojas o materiales artificiales a más de ser uno de los primeros métodos que permite mantener colonias de investigación evita la contaminación de las colonias con otras especies a causa no solo de que la barrera de repelencia separa cada grupo de ácaros, sino también porque las cámaras emplean el agua como barrera lo cual sirve para mantener una alta humedad relativa, ideal para la cría de *Phytoseiidae* mismos que se crían con facilidad junto a sus presas. Las plantas que pueden permanecer por un largo tiempo con sus hojas en buenas condiciones son las más adecuadas para este método, tal es el caso del frijol, la higuera y los cítricos. Con este método se ha obtenido buenos resultados para *Amblyseius fallacis*, *P. macropilis*, *P. persimilis*, *T. occidentalis*, *Neoseiulus californicus*, *Neoseiulus barkeri*, *Amblyseius andersoni*, *Amblyseius finlandicus*, *Amblyseius reductus* y *Anthoseius rhenanus*. Otra opción para criar fitoseidos es a campo abierto la cual es más favorable en costo – beneficio que la producción en

invernadero, pero tiene la desventaja de que la producción no se puede predecir de un año a otro (Rodríguez et al, 2013).

Otra forma de cría masiva de ácaros son los sistemas tritróficos, sistema empleado para la multiplicación de ácaros depredadores, la primera fase es obtener y cultivar las plantas hospederas sea en bandejas, macetas o directo en el invernadero, lo importante es garantizar un estado fisiológico adecuado de la planta para el desarrollo del ácaro. La siguiente etapa de este sistema es la reproducción de la presa/alimento del ácaro depredador, lo más común es el uso de ácaros tetraníquidos como presa para lo cual en algunas de las plantas hospederas desarrolladas en la primera etapa se procede a colocar ácaros tetraníquidos como *Tetranychus kanzawai*, *T. urticae* o *T. pacificus* logrando como resultados un cultivo puro de plantas hospederas, es decir, que las plantas en su totalidad posean ácaros tetraníquidos y que los ácaros depredadores no estén presentes. La siguiente fase es la de inoculación para lo cual es necesario colocar a las plantas hospederas restantes en un lugar que brinde condiciones favorables, 22 – 30 °C y una humedad relativa baja, para continuar la inoculación se cortan del cultivo puro hojas infestadas con la población de tetraníquidos y se colocan en las plantas hospederas sanas, según la temperatura y cantidad de ácaros colocados en el transcurso de 7 a 14 días las plantas hospederas estarán altamente infestadas de ácaros tetraníquidos momento en el que se realiza la inoculación con los ácaros depredadores, a partir de la inoculación de los ácaros depredadores es necesario alrededor de 15 a 21 días bajo condiciones de 22 a 26 °C y una humedad relativa entre 75 y 85% para garantizar de 2 a 3 generaciones del ácaro predador, no se recomienda más generaciones porque trae consigo afecciones de la calidad de los ácaros a causa de consanguinidad. Para finalizar se extraen los ácaros depredadores de las hojas pasando por salvado de trigo humedecido las hojas con los ácaros para que los ácaros se queden en el salvado, otra técnica de extraer los ácaros depredadores es cortar las hojas cuando el follaje empieza a secarse y colocarlas en una estructura piramidal con malla metálica y con un eje central sobresaliente en cuya parte superior posea un contenedor donde se van a recoger cada hora los ácaros que van subiendo atraídos por la luz, los ácaros depredadores se los reúne en frascos de mayor tamaño y se los cuenta volumétricamente (Rodríguez et al, 2013)

## CONTROL DE LOS ÁCAROS

Es conocido que se debe aplicar el Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE), cuando un organismo vivo causa daños económicos considerables en los cultivos agrícolas, González et al (2014) consideran al MIPE como el conjunto de estrategias complementarias (biológico, cultural, botánico, físico, químico) empleadas para evitar o reducir el daño causado por plagas y/o enfermedades en un cultivo determinado dando prioridad a las estrategias que menor impacto generen a la salud humana y ambiental. El concepto de MIPE es bastante conocido y divulgado, pero a pesar de eso la gran mayoría de decisiones para controlar plagas o enfermedades es ir directo al control químico saltándose casi por completo los demás controles mencionados. Para la FAO, OMS (2015) el MIP es la consideración de todas las técnicas disponibles para combatir las plagas integrando alternativas adecuadas que permitan disminuir el desarrollo de poblaciones plaga considerando la aplicación de plaguicidas, mecanismos naturales de control y demás alternativas que no solo resulten económicamente rentables si no también reduzcan los riesgos para la salud humana, salud animal, impacto ambiental y junto a ello potencializar una producción de cultivos sanos donde se invada de manera mínima los ecosistemas agrícolas/ecológicos. Para poder decidir acertadamente la/las técnicas MIPE a emplear es necesario ejecutar un monitoreo, Para Mitidieri & Polack (2012) el monitoreo consiste en revisar periódicamente signos, síntomas o anomalías que pudiese presentar el cultivo, midiendo la densidad del problema y la distribución de plagas y/o enfermedades se obtiene resultados de la evolución de los inconvenientes suscitados para intervenir sobre ellos y evitar daños cuantiosos. Se puede decir entonces que la finalidad del monitoreo es conocer el estado fitosanitario del cultivo, conocer la evolución de la población de las plagas y evaluar la efectividad de las medidas de control efectuadas.

*Tetranychus urticae* por simple hecho de ser una plaga cosmopolita registrada en más de 1100 especies de plantas se considera ya un inconveniente en la producción agrícola, la forma inmediata de proceder para su control es el uso de pesticidas sintéticos los cuales se han utilizado de manera indiscriminada. A causa del corto tiempo de desarrollo y alto potencial reproductivo que posee el ácaro provoca una rápida generación de resistencia de los ácaros ante los pesticidas, *T. urticae* ha

desarrollado resistencia a 96 ingredientes activos, de manera conjunta vienen perjudicados de daños ambiental y daños a la salud humana (Takeda et al, 2020).

Takeda junto con sus colaboradores (2020) mencionan que elementos como el hidroxipropil almidón, esteres de propilenglicol de ácidos grasos que se encuentran en los alimentos poseen actividad pesticida presentando como mecanismo de acción la inhibición física de la respiración y el comportamiento de los herbívoros plaga.

Mesa (1999) recopila información de estudios acerca del uso de productos químicos donde expone que, en 1981, Urueta y Navarro, demostraron la resistencia del ácaro a productos como dicofol, dienoclor, metil parathion y tetradifon. En 1987 Delgado et al tras evaluar varios productos para controlar *T. urticae* indica que el mejor es el fenopropathrin.

Como se ha mencionado existen diferentes formas de combatir/mitigar el daño de los ácaros, para Espinoza et al. (2017) la mejor forma de controlar, no solo esta plaga, es el manejo preventivo mediante el control de las condiciones ambientales principalmente temperaturas altas y humedad relativa baja lo que ayuda a aplacar el desarrollo y reproducción de las poblaciones, en nuestro caso del ácaro.

### **Control cultural/mecánico**

Para Diaz (2013) el control cultural son todas aquellas prácticas o técnicas agronómicas que se ejecutan con el propósito de prevenir el ataque de plagas creando un agroecosistema menos favorable para el desarrollo de plagas lo cual implica una cura preventiva y la utilización de costos adicionales. Fagua (2009) considera labores culturales al deshierbe, podas sanitarias, lavados a presión, deshoje, remoción de desechos entre cultivos, erradicación de focos de infección/infestación, control de la humedad en el suelo y el ambiente. Actividades como la destrucción de rastrojos, uso de semillas sanas, correcto trasplante, control de densidad de siembras, preparación del suelo, manejo del agua de riego, técnicas de fertilización barreras físicas, uso trampas también son consideradas control cultural (Torres & Rios, 2007) dentro de este control actividades como la rotación de cultivos, uso de variedades resistentes y la cobertura del suelo forman parte del control cultural (Argolo, 2012).

## Control biológico

El control biológico es una de las alternativas para mitigar el impacto de plagas y/o enfermedades que tiene como objetivo reducir la densidad de la población plaga por debajo del nivel de daño económico mediante la utilización de organismos vivos, el éxito de este método se obtiene concatenadamente con el manejo adecuado de los componentes de los agro sistemas. Al manejar bien esta alternativa no solo se logra reducir la población de la plaga sino también crear plantas con mayor resistencia. Para garantizar el éxito de esta alternativa de control es necesario tener conocimiento sobre la dinámica de población de la plaga y las interacciones plaga-hospedero (Villacide & Corley, 2012).

Villacide & Corley (2012) mencionan que los enemigos naturales (organismos de control de plaga) empleados en el control biológico de invertebrados pueden ser clasificados como parasitoides, depredadores, patógenos o competidores. Chisabo (2021) debido al carácter alimenticio destacan como depredadores de *T. Urticae* los ácaros *Phytoseiulus persimilis* y *Amblyseius californicus*, el coleóptero *Heliotaurus Ruficollis* y el hemíptero *Cytropeltis tenius*. Larrea (2014) junto con Hidalgo (2021) coinciden al indica que los hongos *Metarhizium*, *Trichoderma* *Beauveria bassiana* y *Phaecilomyces*, las bacterias *Bacillus* o los virus del género *Panonychus* ejercen control de tipo patógeno (microorganismos entomopatógenos) sobre *T. Urticae*

## Control químico

La aplicación de acaricidas sintéticos es la alternativa curativa de mayor uso para combatir a *T. urticae* al utilizar este método de control es necesario no emplear siempre el mismo producto, sino más bien, elaborar una rotación de productos en base al mecanismo de acción (Modo de acción en el concepto del Comité de Acción de Resistencia a insecticidas-IRAC), lo cual reducirá a gran escala el generar poblaciones de ácaros resistentes a la molécula química de control, es necesario conocer que esta forma de control es de corto plazo (Argolo, 2012). La preparación de la solución para la aplicación de control del ácaro debe ser realizada como dictan las indicaciones del producto respetando las técnicas y dosis, el objetivo al aplicar

es alcanzar el envés de las hojas garantizando una correcta cobertura vegetal. (Urbaneja et al, 2008).

Es importante en el producto químico (acaricida) siempre identificar el ingrediente activo junto con su modo de acción mas no dejarse llevar por el nombre comercial, esto a causa que en el mercado pareciera existir una infinidad de productos para controlar ácaros, pero en la práctica el número de moléculas registran es bastante limitado, tomando información de varias investigaciones (Hidalgo, 2021); (Peñañiel, 2022); (Morillo,2020); (Argolo, 2012) se recopilaron información sobre las moléculas de los acaricidas químicos de mayor disponibilidad en el mercado (Tabla 2).

*Tabla 2. Moléculas empleadas en el control químico de ácaros*

<b>INGREDIENTE ACTIVO</b>	<b>MECANISMO DE ACCIÓN</b>
Diafenthurion	Inhibidores de la fosforilación oxidativa y de la formación de ATP en las mitocondrias
Clorfenapir	Desacoplador de la fosforilación oxidativa vía la disrupción de la gradiente de protones
Hexythiazox	Inhibidores de crecimiento.
Cyenopyrafen	Inhibidores del transporte del complejo mitocondrial electrón II
Cyflumetofen	Inhibición del sistema de transporte de electrones (complejo II).
Abamectina	Activadores del canal del cloro
Coflentozone	Interfiere en la formación del sistema respiratorio del embrión
Bifenazate	Inhibidor neuronal
Clofentezin	Inhibidor de crecimiento
Etoxazol	Inhibidor de crecimiento
Piridaben	Inhibidores del transporte de electrones punto 1
Tebufenpirad	Inhibidores del transporte de electrones punto 1
Fenpiroximato	Inhibidores del transporte de electrones punto 1
Propargita	Inhibidor de la síntesis de ATP mitocondrial
Spirodiclofen	Inhibidor de la síntesis de lípidos

*Fuente: (Jimenez, 2023)* **Control biorracional**

Relativamente esta es una técnica moderna de control, lleva aproximadamente 50 años desde su difusión, misma que trata sobre alcanzar un control de plagas sin

afectar la fauna natural. El termino biorracional viene asociado con el uso de productos de origen vegetal, microbiano, materias encalantes, ácidos naturales (vinagre), aceites minerales, compuestos azufrados. Se entiende que con la implementación de estas alternativas biorracionales se lograra mitigar las complicaciones generadas por el uso de productos de síntesis química (insecticidas convencionales) como el brote de plagas secundarias, resurgimiento inmediato de la plaga, alta residualidad, elevado riesgo de toxicidad en los operadores y sobre todo resistencia de los artrópodos. Los productos de síntesis química que actúan como inhibidores de la formación de quitina o como reguladores de crecimiento son permitidos dentro del manejo biorracional. Los ingredientes activos químicos que realizan estas funciones son el diflubenzurón, hexaflumuron y lufenuron (Pilco, 2015; Jimenez, 2010).

### **Control botánico**

En la actualidad con miras a reducir la contaminación y cuidar la salud se ha buscado estrategias nuevas para el control de plagas entre ellos está el uso de extractos de plantas sean estos como destilados o como aceites esenciales. Tamai et al (1999) Mencionan que los extractos de planta controlan a las plagas debido a que generan interacciones planta – insecto en donde la plaga es afectada por efectos de repelencia, inhibición de la respiración, prohibición de la alimentación, reducción del crecimiento y/o reducción de la fecundidad. García & Procel (2011) indican que en el caso de ácaros el uso de extractos botánicos es eficiente en las fases de huevo y adulto.

Existen diferentes investigaciones sobre el control de ácaros con el uso de extractos vegetales como el Neem (*Azadirachta indica*) que posee el activo azadirachtina el cual causa mortalidad, reducción de la fecundidad, inviabilidad de formas inmaduras y repelencia. El extracto de ajo – aji muestra efecto de control repelente y de ovoposición al generar olores molestos y confusos en la plaga (Hidalgo, 2021; Morillo, 2020)

### **ACEITES ESENCIALES / EXTRACTOS VEGETALES**

Es una peculiaridad natural de las plantas el producir a través de sus órganos sustancias aromáticas conocidas como aceites esenciales, aceites volátiles o



esencias, del 100% del peso seco de una planta entre el 0,1 – 1 % está representada por los aceites esenciales los cuales emiten las fragancias características de cada especie vegetal mismas que son sintetizadas y segregadas por estructuras histológicas especializadas como células oleíferas, conductos secretores, cavidades secretoras, pelos glandulares, pétalos de rosas, raíces o pericarpio de frutos cítricos (López, 2004). Las plantas sintetizan los aceites esenciales en las partes con mayor contenido de clorofila, es decir en las partes verdes, mientras la planta crece transporta los aceites a los tejidos en donde no se identifica con especificidad su función pero se conoce que se expresan en forma de metabolitos secundarios activando mecanismos de defensa contra factores bióticos y abióticos como la defensa y protección contra insectos, adaptación al estrés hídrico e incluso interviniendo en la polinización al atraer a insectos (Cárdenas, 2014)

Químicamente las esencias son fracciones líquidas volátiles que pueden ser monomoléculares, bimoléculares hasta trimoléculares, por lo general son mezclas (polimoléculares) de hasta 100 compuestos químicos conformado de 3 a 4 moléculas mayoritarias junto con algunas moléculas minoritarias y varias veces centenares de moléculas en tamaño de trazas, en su mayoría dichas moléculas pertenecen al grupo de los terpenos y mínimas cantidades a los compuestos aromáticos derivados del fenilpropano (López, 2004). Estos aceites presentan alta solubilidad en alcoholes o disolventes orgánicos e ínfima solubilidad en agua a causa de ser menos densos que ella, en temperatura ambiental son poco densos, pero con viscosidad mayor a la del agua, son inflamables, ligeramente tóxicos, pueden generar alergias a personas que no toleran ciertos terpenos y sufren degradación química en presencia de la luz solar, del aire, del calor, de ácidos y álcalis fuertes, generando oligómeros de naturaleza indeterminada. Los compuestos terpénicos están formados por unidades de 5 carbonos (isopreno), 10 carbonos (monoterpenos) y/o 15 carbonos (sesquiterpenos); los monoterpenos y sesquiterpenos a su vez pueden ser acíclicos, monocíclicos y bicíclicos, y también oxigenados y no oxigenados (Rodríguez *et al*, 2012).

Manal *et al* (2010) argumenta que varios de los aceites esenciales procedentes de plantas como romero, Ajo, Jojoba, etc poseen propiedades insecticidas y acaricidas de amplio espectro debido a que tiene múltiples modos de acción, principalmente

la actividad antialimentaria y repelente, muda e inhibición de la respiración, crecimiento y reducción de la fecundidad, alteración de la cutícula y actividad en la vía de la octopamina en el sistema nervioso central.

### **Clasificación de los aceites esenciales/ extractos vegetales**

Martínez (2003) argumenta que existen diferentes criterios para clasificar a los aceites esenciales entre ellos, por la consistencia y origen. En base al origen pueden ser naturales, artificiales o sintéticos, cuando se obtiene de manera directa desde la planta sin realizar cambios físicos o químicos son de origen naturales, este método resulta costoso a causa que la cantidad que se logra extraer es mínima. Se denomina aceites esenciales de origen artificial cuando se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de la misma esencia con uno o varios de sus componentes, por ejemplo, la mezcla de esencias de rosa, geranio y jazmín enriquecida con linalool, o la esencia de anís enriquecida con anetol, por su parte los aceites esenciales sintéticos son elaborados a través de síntesis química lo que resulta más económico, este tipo de aceites se los utiliza en la elaboración de aromatizantes y saborizantes (esencias de vainilla, limón, fresa, etc.).

Con relación a la consistencia los aceites esenciales se clasifican en esencias fluidas, bálsamos y oleorresinas. Las esencias fluidas son líquidos volátiles a temperatura ambiente, los bálsamos son poco volátiles de consistencia más espesa y propensos a sufrir reacciones de polimerización, mientras que las oleorresinas generalmente son líquidos viscosos o sustancias semisólidas que poseen de manera concentrada el aroma de las plantas (caucho, gutapercha, chicle) (Martínez, 2003).

Otra manera de clasificar los extractos vegetales es en referencia al grado de concentración de solventes extractivos, en este sentido pueden ser extractos fluidos (líquidos), secos, semisólido (blando) o crioextractos. Los extractos fluidos son los que provienen de vegetales, su disolvente y/o preservante contiene alcohol y como resultado cada mililitro contiene los componentes extraídos de 1 g del material crudo que representa (Solís, De Solís, Gattuso, & Cáceres, 2003). Por su parte los extractos secos son altamente estables, pero en ocasiones son higroscópicos, también son fáciles de manipular y se les puede utilizar para preparar tinturas de extractos fluidos, se los obtiene evaporando todo el solvente hasta que tienen una

consistencia polvosa. (Kuklinski, 2003). Para alcanzar a obtener un extracto semisólido es necesario evaporar el disolvente hasta conseguir un producto de textura semisólida pero que no llegue a mojar el papel filtro (Cañigüeral, 2003).

Castillo & Martínez (2007), indican que los crioextractos son útiles para la obtención de proteínas y enzimas de ciertas especies. La forma de obtenerlo es mediante molturación de la droga vegetal correctamente desecada, sometida a condiciones de congelación (-196 °C), mediante inyección de nitrógeno líquido, de forma que los principios activos no se ven alterados por la acción del calor desprendido en un proceso de molturación y que, dependiendo de la droga vegetal, puede llegar a ser hasta 70 °C.

### **Métodos de extracción de aceites esenciales**

Son varios los métodos de extracción que se pueden emplear para obtener aceites esenciales, entre ellos destaca el prensado, los solventes volátiles, los fluidos supercríticos, MWHD, enfleurage, y el más común que es la destilación por arrastre de vapor. El prensado consiste en exprimir mecánicamente el material vegetal para liberar el aceite y posteriormente filtrarlo, en el método de extracción con solventes volátiles es necesario secar y moler la muestra para ponerla en contacto con solventes como alcohol o cloroformo para lograr solubilizar el aceite esencial, en este método también se extraen otras sustancias como grasas y ceras por ello se dice que la esencia obtenida es impura (Rodríguez *et al*, 2012). León y sus colaboradores (2015) mencionan que en el método de extracción con fluidos supercríticos se emplea como solvente el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), de igual manera indican que el método de hidrodestilación asistido por radiación microondas identificado como (MWHD) es una metodología moderna, eficiente, rápido, ambiental y relativamente económico a causa que emplea el agua no solo como vehículo de extracción sino también como solvente evitando así emplear sustancias tóxicas. Rodríguez *et al* (2012) indica que el método enfleurage o método de enflorado es enfocado en la extracción del aceite a partir de las flores con el uso de grasas como vehículo de extracción a causa que es en la grasa donde se solubiliza el órgano vegetal, posterior a ello se emplean métodos fisicoquímicos (añadir alcohol caliente y dejar enfriar) para separar la mezcla entre el aceite esencial y la grasa, esta técnica

es de bajo rendimiento e incluso costosa por la dificultad de disgregar la mezcla del lípido con el aceite esencial.

### **Método de extracción de destilación por arrastre de vapor**

Considerando que la destilación por arrastre de vapor permite la separación de sustancias insolubles en H<sub>2</sub>O y ligeramente volátiles de otros productos no volátiles se optó en emplear este método de extracción para nuestra investigación, mismo proceso extractivo que consiste en incorporar una muestra vegetal cortada y fresca en una cámara inerte la cual es sometida a una corriente de vapor de agua sobrecalentada con presión superior a la atmosférica logrando romper las celulares y/o canales oleíferos permitiendo la salida y evaporación de los aceites esenciales, la fase gaseosa arrastra la esencia a la parte superior para ser destilado y posteriormente condensada mediante intercambio térmico (García, 2014). Armijo et al (2012) argumentan que el vapor cumple el rol principal en este proceso puesto que realiza la doble función de calentar la mezcla hasta su punto de ebullición y de reducir la temperatura de ebullición al adicionar la tensión (presión) del vapor, que se inyecta, a la de los componentes volátiles de los aceites esenciales. Los vapores obtenidos se enfrían hasta condensar y los dos líquidos inmiscibles (aceites esenciales y agua) mediante gravedad son separados. En si la destilación por arrastre de vapor es una técnica que permite mediante vapor de agua vaporizar los compuestos vegetales volátiles de la materia vegetal

### **CROMATOGRAFÍA DE GASES ACOPLADA A ESPECTROMETRÍA DE MASAS (GC/MS)**

La GC/MS es una técnica analítica dedicada a la separación, identificación y cuantificación de mezclas de sustancias volátiles y semivolátiles. La separación de dichas sustancias depende de la diferente distribución de los elementos presentes entre las fases móvil y estacionaria que conforman el sistema. Después de ser separadas las sustancias son fragmentadas y analizadas en función de su patrón de fragmentación. La GC/MS es una técnica procedente de la interacción entre la cromatografía de gases y la espectrometría de masas. La cromatografía de gases-masas es una técnica que combina la capacidad de separación que presenta la cromatografía de gases con la sensibilidad y capacidad selectiva del detector de

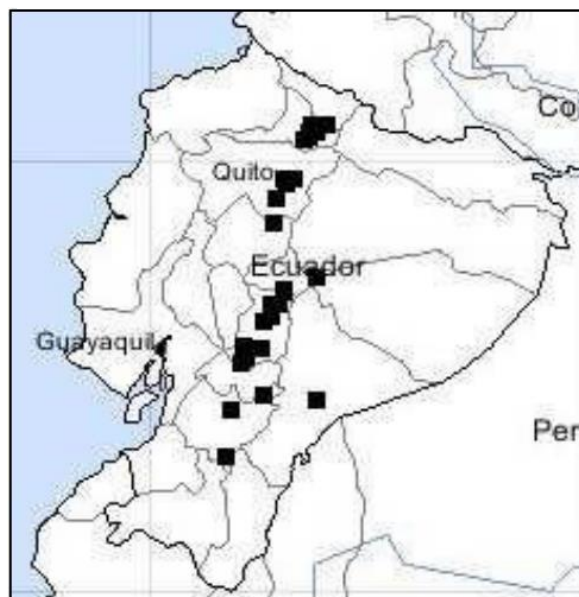
masas. Esta combinación permite analizar y cuantificar compuestos trazas en mezclas complejas con un alto grado de eficacia mientras que la espectrometría de masas puede identificar de manera casi inequívoca cualquier sustancia pura, pero normalmente no es capaz de identificar los componentes individuales de una mezcla sin separar previamente sus componentes, debido a la extrema complejidad del espectro obtenido por superposición de los espectros particulares de cada componente (Gutiérrez & Droget, 2002)

## **CARACTERÍSTICAS DE LA RUDA (*Ruta Graveolens*)**

### **Origen, distribución y generalidades**

La ruda (*Ruta graveolens L.*) es una planta (hierba) perenne de entre 30-60 cm generalmente, posee flores amarillo y desprende un olor característico fuerte y penetrante (Rojas et al, 2011). La ruda se ha adaptado en diversos ecosistemas a nivel mundial a pesar de que su origen es en el sur de Europa en el continente americano se la encuentra con facilidad en Canadá, Estados Unidos, México, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia (Hale et al, 2004). En Ecuador esta especie esta difundida en la zona interandina, región sierra principalmente en las provincias de Tungurahua, Azuay, Pichincha, Bolívar, Chimborazo (Figura 6) en donde los pisos altitudinales rondan los 1500 – 3000 m.s.n.m Es una planta utilizada con fines medicinales, ornamental e incluso como repelente de insectos plaga (Ramón, 2020)

*Figura 6. Distribución de la ruda en Ecuador*



*Fuente: (Ramón, 2020)*

## **Taxonomía y botánica de la ruda**

La ruda pertenece taxonómicamente a la familia de las *Rutaceae*, se le considera un arbusto de hojas perenne verde azuladas con un olor fuerte característico y sabor amargo (Hale et al, 2004).

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Subclase: *Rosidae*

Orden: *Sapindales*

Familia: *Rutaceae*

Subfamilia: *Rutoideae*

Género: *Ruta*

Especie: *R graveolens*

Nombre Binomial: ***Ruta graveolens* L.**

(IBUNAM,2018)

La Raíz es fibrosa, leñosa de color amarillo con tallos herbáceos pequeños, carnosos, oblongos, lisos con ramificaciones de entre 2 o 3 pisos de alto que están sobre un peciolo y terminan en una hoja impar. La Flor posee 5 pétalos cóncavos que están prendidos por pequeñas uñuelas, con cáliz que posee 5 secciones que por lo general tiene 4 pétalos con 4 divisiones en el cáliz, el pistilo tiene de entre 8 o 10 estambres adheridos al cáliz. El fruto mantiene la forma de capsula dividida en tantos lóbulos como pétalos que se abren por la parte superior y su semilla es de color oscuro (Naveda, 2010; Ramón, 2020).

## **Usos y propiedades**

La ruda es ampliamente usada tanto en la parte humana como vegetal. Existen varias referencias sobre las propiedades/ usos de la ruda en la salud humana entre los que destaca ser antiespasmódica, antiparasitaria, antiséptica, alelopática, citotóxica, sedante, hipotensora, vaso protector, sudorífica y analgésico para la menstruación, fiebre, inflamaciones, luxaciones, amenorrea. Es útil también en problemas nerviosos, histeria, inapetencia, dispepsia e incluso tiene efectos abortivos (Naveda, 2010). En el apartado agrícola la ruda presenta propiedad

antifúngica, antibacteriana, insecticida, y nematicida. La función de fungida la desarrolla gracias a la cumarina la cual inhibe el desarrollo de los hongos (Cusquipoma, 2018). Ivanova et al (2005) muestran como el extracto metanólico de ruda actúa frente a bacterias gram positivas fitopatógenas como *Listeria monocitogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Bacillus subtilis*. Naveda (2010) manifiesta que la ruda se utiliza como insecticida contra saltamontes, hormigas y pulgones e incluso para desinfecciones edáficas con el control de nematodos y hongos de suelo. Jumbo et al (2019) argumenta que el aceite esencial de ruda en concentración del 50% genera un control del 82.79 % del ácaro barroa en abejas

### **Composición**

*R. graveolens* de manera general posee flavonoides, furanocumarinas, alcaloides de acridona y quinolona (Hale et al, 2004). La ruda está compuesta principalmente de aceite Esencial (0.1-0.6%), alcaloides (0,4 – 1,4), compuestos furoquinólicos, flavonoides, alcoholes e hidrocarburos. La planta de ruda contiene entre el 0.2 % y 0.7% de aceite esencial mientras que la planta perse químicamente está compuesta por cetonas en un 90 %, alcaloides entre 0,4 y 1,4 %, flavonoides, quercetina, rutina, alcoholes, metil-etil-carbinol, hidrocarburos, pinene y limoneno.

Entonces son varios los principios activos que posee la ruda, el principal de ellos, el glucosido flavonoide ( $C_{27}H_{30}O_{16}$ ), está presente mayoritariamente en las hojas. Existen más componentes como aceites esenciales (cetonas, terpenos), alcaloides, taninos, furanocumarinas, vitamina C., gomas, resinas y flavonoides (Naveda, 2010; Pernichi, 1998; Cusquipoma, 2018)

Ruiz et al (2015) tras realizar un análisis de la composición química del aceite esencial de ruda con la técnica de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas obtiene el resultado expuesto en la Tabla 3.

**Tabla 3. Composición del aceite esencial de ruda**

<b>COMPUESTO</b>	<b>ABUNDANCIA RELATIVA %</b>
2 – Nonanona	28,96
Acetato de 2 – Octilo	0,39
N.I (C <sub>11</sub> H <sub>16</sub> )	0,43
5,6-dietenil-1-metil-ciclohexeno	4,22
2 – Decanona	1,19
N.I. (C <sub>13</sub> H <sub>24</sub> O <sub>2</sub> )	16,29
2-Undecanona	40,88
2-Metil undecanal	0,87
2-Dodecanona	0,49
N.I. (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )	1,94
β-Cariofileno	3,40
α-Cariofileno	0,37
2 – Tridecanona	0,57

*Fuente:(Ruiz et al, 2015)*

Los aceites esenciales de dos muestras de *R. graveolens* procedentes de los estados Mérida y Miranda; Venezuela, fueron analizados por CG/EM lográndose identificar como componentes mayoritarios: 2-undecanona, 2-nonanona y pregeijereno (Rojas et al, 2011)

### **CARACTERÍSTICAS DEL ENELDO (*Anethum graveolens*)**

#### **Origen, distribución y generalidades**

" Anethum " proviene de la palabra griega "anethon" y el nombre coloquial de eneldo se deriva de la palabra nórdica antigua "dilla" que posiblemente significa "calmar" (Taghi, 2016) *Anethum graveolens* es una planta anual perteneciente a la familia *Apiaceae*, posee diminutas flores amarillas y su origen es tanto en Asia como en el mediterráneo oriental (Egipto, Grecia, Roma). El Eneldo es una planta utilizado en diferentes industrias entre ellas la medicina, agronomía y sobre todo gastronomía en donde las semillas a causa de su fuerte olor se emplean como aromatizantes en ensaladas, salsas, sopas, té, mariscos y encurtidos. En medicina el eneldo se utiliza para inflamaciones de la vejiga, enfermedades hepáticas e insomnio mientras que a manera de aceite volátil cumple funciones de antiespasmódico, anticonvulsivo, antiemético y sanador de heridas o calambres. Varias investigaciones han demostrado que en la agronomía varios aceites esenciales actúan como insecticidas naturales, entre ellos el de eneldo. El aceite



esencial de semilla de eneldo contiene carvona, dillapiol y limoneno principalmente (Chaubey, 2021; Babri et al, 2012)

### **Taxonomía y botánica del eneldo**

El Eneldo es una planta de la familia *Apiaceae* de carácter anual, su raíz desprende un olor fétido característico, las hojas tienen un sabor semejante al perejil, sus flores son amarillas y aparecen en verano, la semilla tiene un olor intenso y agradable junto con un sabor aromático picante. (Infoagro, sf)

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Subclase: *Osidae*

Orden: *Apiales*

Familia: *Apiaceae*

Subfamilia: *Apioideae*

Género: *Anethum*

Especie: *Anethum graveolens*

(Infoagro, sf)

*Anethum graveolens* es una planta herbácea, anual glabra, glauca de entre 25-50 cm. Su raíz es pivotante, los tallos son frágiles y poseen estrías blancas y verdes, las hojas son de color verde oscuro, tritetrápinnatisectas, están divididas en laciniadas filiformes y mucronadas. Las flores poseen pétalos amarillos, oblongos, enteros y con el ápice curvado hacia dentro sin presencia de cáliz ni brácteas y están agrupadas en umbrales de 15-30 radios, los frutos son marrón oscuro de forma oval – elíptico de 5- 6 mm y con mericarpios de cinco costillas de las cuales tres son dorsales filiformes, carenadas y salientes mientras los dos restantes son laterales y dilatadas en un ala plana. Las semillas son ovaladas de color pardo, olor intenso y sabor picante (Jane & Shekhawat, 2010)

### **Usos y propiedades**

El eneldo no solamente es empleado en la gastronomía para dar sabor a alimentos y bebidas si no también es utilizado en la medicina para el tratamiento de muchas afecciones patológicas, como enfermedades del útero, cervicales, indigestión, dolor de estómago, flatulencia, cólicos y gases en el tracto intestinal; en la medicina natural se lo utiliza para incrementar la producción de leche y estimular la

menstruación. Esta planta también presenta propiedades antibacterianas, antihipercolesterolémicas, antihiperlipidémicas e incluso funciona como conservante para alimentos ecológicos (Tian et al, 2012)

El eneldo posee la capacidad de inhibir el crecimiento de bacterias como *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas* por ello es empleado como conservante de alimentos. *Anethum graveolens* en todos sus órganos vegetales elabora y acumula aceite esencial mismo que cambia significativamente tanto en cantidad como en calidad durante el período vegetativo, cuando se agregan los exudados del eneldo a los insecticidas estos incrementan su eficacia, se ha demostrado también que por sí solo el aceite esencial de *A. graveolens* L. presenta control de repelencia y toxicidad en el crecimiento de larvas y adultos de *Tribolium castaneum* (Jane & Shekhawat, 2010)

### **Composición**

Como planta per se el eneldo presenta 36 % de carbohidratos, 15,68 % de proteínas, 14,80 % de fibra, 9,8 % de cenizas y 8,39 % de humedad, así como aceites esenciales, aceites grasos, minerales y vitaminas ((Taghi, 2016). Babri et al (2012) al realizar en Pakistar la extracción por hidrodestilación de aceite vegetal de *Anethum graveolens* identifican como principales componentes la carvona (38,899%), apiol (30,812%), limoneno (15,938%) y trans-(+)-dihidrocarvona (10,999%), los autores demostraron también que este aceite esencial controla insectos como *Tribolium castaneum*, *Periplanata americana* L. y *Musca domestica* al presentar mortalidad media entre 25 – 100 %.

Said-Al Ahl et al (2015) indican que los componentes principales de los aceites esenciales de eneldo varían según la parte de la planta y la etapa de desarrollo en la que se encuentre, es así que al extraer aceite esencial de las hojas de eneldo en estado de floración destacan los componentes p-cimeno (33,42%), carvona (13,10%) y diléter (19,63%), mientras que al obtener aceite esencial de la semilla los elementos destacantes son carvona (62,48%), dillapiol (19,51%) y limoneno (14,61%), se considera que la presencia de furanocumarina le da características antimicrobiana mientras que el limoneno y la carvona brindan actividad antifúngica.

Jane & Shekhawat (2010) al igual que los anteriores investigadores nombrados coinciden que *Anethum graveolens* posee varios componentes volátiles entre ellos la carvona el cual es el odorante predominante de la semilla, el  $\alpha$ -felandreno, el limoneno, el éter de eneldo y la miristicina son los odorantes más importantes de la hierba de eneldo. Compuestos como las cumarinas, los flavonoides, los ácidos fenólicos y los esteroides también están presentes en el eneldo.

Jane & Shekhawat (2010) después de realizar en su investigación el análisis fitoquímico cualitativo del polvo crudo de las hojas, tallos y raíces de la planta de eneldo muestran que estos órganos vegetales son ricos en flavonoides, taninos, terpenos y glucósidos cardíacos. La fruta produce alrededor del 3,5% del aceite con peso específico entre 0,895 y 0,915. En los análisis realizados del aceite esencial de eneldo se logra identificar la presencia de 17 metabolitos importantes como el hidrocarburo parafínico (40 al 60 %), carvona (23,1 %), limoneno (45%) en mayor cantidad y el  $\alpha$ -felandreno, eugenol, anetol, flavonoides, cumarinas, triterpenos, ácidos fenólicos y umbeliferonas en menor cantidad.

## **CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Tipo y Método de la investigación**

#### ***2.1.1. tipo de investigación***

Cuantitativo

Con la finalidad de probar la hipótesis planteada se recolectó y estudió los datos numéricos obtenidos al momento de evaluar el porcentaje de ácaro muertos con el uso de aceites esenciales emulsificados de ruda y eneldo. Mencionados resultados favorecieron la identificación de la relación existente entre aceites esenciales, concentraciones y porcentaje de control de ácaros.

#### ***2.1.2. Método de investigación***

Experimental

La investigación se realizó con un enfoque científico donde se comprobó que el porcentaje de mortalidad de ácaros (variable dependiente) cambia en relación a la concentración y tipo de aceite esencial emulsificado (variables independientes).

### **2.2. Técnica de investigación**

#### ***2.2.1. Laboratorio***

La investigación fue netamente experimental, se la llevó a cabo en el laboratorio de protección vegetal de la Universidad técnica de Cotopaxi, este tipo de técnica nos permitió controlar las variables independientes y diseñar a nuestra conveniencia las condiciones de estudio. Es importante tener presente que los resultados de una investigación de laboratorio pueden perder validez cuando se traslada la investigación al exterior a razón que en esas circunstancias el control de las variables independientes es bajo.

### 2.2.2. Observación

Para cuantificar los ácaros muertos fue necesario observar cuales no se movían por lo cual esta técnica apporto información de interés.

### 2.3. Análisis funcional

Tabla 4. Variables de la investigación

Variable independiente	Variable dependiente	Parámetros	Indicador
Aceite esencial	Efecto en ácaros con la aplicación de aceites esenciales y concentraciones	Ácaros muertos	%
Concentraciones de aceite esencial.		Composición de aceites	%

Fuente: (Jimenez, 2023)

### 2.4. Indicadores en estudio

#### 2.4.1. Porcentaje de mortalidad de ácaros

Se realizó a los 75 minutos después de la aplicación de los aceites esenciales la cuantificación de los individuos muertos. Para corroborar que el ácaro no esté vivo se procedió a confirma la falta de movilización. Se realizaron observaciones periódicas cada 15 minutos en donde no existió mortalidad alguna, fue a los 75 minutos cuando de manera fugaz se evidenció ácaros muertos en alta cantidad.

#### 2.4.2. Composición y concentración de los aceites esenciales

Mediante las muestras de los aceites esenciales emulsificados enviadas al laboratorio y analizadas a través de cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas se obtuvo la composición porcentual de los elementos presentes en cada uno de los aceites esenciales.

## 2.5. Población

La recolección y análisis de datos fueron considerados como población y analizados en porcentaje (%) de control. A causa del tamaño, hábito migratorio y tiempo prolongado en el que mueren los ácaros no se fijó una población de ácaros constante para cada unidad experimental (foliolo). Se estableció la población de análisis de cada unidad experimental cuantificando el total de ácaros presentes en cada foliolo, como cada foliolo contenía diferente cantidad de ácaros, el número de individuos muertos se cuantificó de manera porcentual (Moraza, 1999), (Manal et al, 2010).

## 2.6. Factores en estudio

Para alcanzar los objetivos de esta investigación se evaluó 2 factores en estudio

Factor A: Aceites esenciales

- EN: Eneldo (*Anethum graveolens*)
- RU: Ruda (*Ruta graveolens*)

Factor B: Concentraciones del aceite esencial

- D2: 25%
- D3: 50%

testigo: 0% (Se lo considera como adicional)

La decisión de las concentraciones a evaluar es basada en la investigación realizada por Sisalima & Balcázar (2019) quienes elaboran acaricidas a base de aceite esencial de ruda en concentración del 40% y 50% para el control del ácaro Varroa donde obtienen resultados de efectividad del 59,42% y 79,77% respectivamente. Quinte (2023) emplea 25% y 50% de concentración de aceite esencial de ruda y eneldo para el control del pulgón (*Macrosiphum rosae*), donde en la variable concentración no obtiene diferencias significativas estadísticamente.

## 2.7. Tratamientos

Los tratamientos fueron 5 en total (Tabla 5), mismos que procedieron de la combinación de los factores en estudio, cada tratamiento estuvo compuesto por 6 repeticiones u observaciones.

*Tabla 5. Descripción y origen de los tratamientos*

<b>FACTOR A</b>	<b>FACTOR B</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO</b>	<b>DETALLE DEL TRATAMIENTO</b>
EN RU	D2	EN – D2	Aceite esencial de Eneldo en concentración del 25 %
		EN – D3	Aceite esencial de Eneldo en concentración del 50 %
	D3	RU – D2	Aceite esencial de Ruda en concentración del 25 %
		RU – D3	Aceite esencial de Ruda en concentración del 50 %
Testigo			Sin nada

Fuente: (Jimenez, 2023)

## 2.8. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un arreglo factorial (2\*2) + 1 con cinco tratamientos y seis repeticiones llegando a obtener 30 unidades experimentales, la prueba estadística empleada fue la de LSD Fisher con un nivel de significación de 0,05.

Cada unidad experimental fue representada por un envase (tarrina) que poseía un foliolo con ácaros, cada 6 envases de ácaros correspondían a un mismo tratamiento, a causa de que existió 5 tratamientos cada uno con 6 repeticiones llegamos a un total de 30 unidades experimentales, la descripción y simbología de cada unidad experimental se detalla en Anexos (Tabla 6).

Como lo estipula el DCA las observaciones/repeticiones fueron colocadas de manera aleatorizada (Tabla 7) en Anexos.

## 2.9. Esquema del análisis de la varianza (ADEVA)

En la Tabla 8 se muestra el ADEVA, donde se evaluó la existencia de diferencias dentro de cada uno de los factores de estudio, la interacción entre los factores y la interacción del factorial con el adicional/testigo.

**Tabla 8. ADEVA del experimento**

<b>F.V</b>	<b>GL</b>
Total	29
Fuente del aceite esencial (a)	1
Concentraciones del aceite esencial (b)	1
a*b	1
Factorial * adicional	1
Error	25

*Fuente: (Jimenez, 2023)*

## 2.10. Materiales y métodos

### 2.10.1. Materiales

El material necesario para cada una de las fases descritas se detalla en la Tabla 9, resulta importante acotar que las fases son colindantes entre sí. La fase de Propagación y Extracción fueron realizadas a la par mientras que la fase de evaluación dependió en su totalidad de las dos fases que le anteceden.

**Tabla 9. Materiales de las diferentes fases de la investigación.**

<b>FASE DE PROPAGACIÓN</b>	Fundas de vivero	Abono de gallina	Tierra negra	Turba	Semillas de fréjol	
	Ácaros de rosa		Etiquetas	Regaderas de agua		
<b>FASE DE EXTRACCIÓN</b>	Hojas, tallos y flores de Ruda ( <i>Ruta graveolens</i> )		Hojas tallos y flores de Eneldo ( <i>Anethum graveolens</i> )		Máquina de destilación XIAOJIAN	
	Equipos de protección personal		Matraz de destilación		Frascos de vidrio ámbar	Vasos de precipitación
	Embudo	Pipeta	Jeringuillas de insulina	Estereoscopio	Plato agitador calefactor	Pinzas
	Papel absorbente	Balanza digital	Tween 80	Agua destilada	Etiquetas	
<b>FASE DE EVALUACIÓN</b>	Hojas de fréjol infestadas de ácaros		Tarrinas transparentes con tapa		Atomizadores	Lupa
	Estereoscopio		Papel absorbente			

*Fuente: (Jimenez, 2023)*



### 2.10.2 Métodos

La metodología de la investigación se desarrolló en cuatro fases o etapas simultáneas:

- a) Establecimiento de población de ácaros (fase de propagación)
- b) Preparación de extractos vegetales (fase de extracción)
- c) Aplicación de los extractos vegetales en ácaros (fase de evaluación)
- d) Análisis de cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (fase de composición)

#### a) Fase de propagación

Esta fase se centró en generar una población de ácaros fitófagos (*Tetranychus urticae*) para evaluar los extractos vegetales por ello se implementó en fréjol una reproducción masiva del arácnido a estudiar, se eligió este cultivo a causa que es un hospedero alterno de los ácaros en mención.

La multiplicación del ácaro plaga se llevó mediante la técnica de producción masiva sobre plantas, en nuestro caso fréjol y el sistema tritrófico descrito en el capítulo 1. Se Inició la fase de propagación con la generación de plantas de fréjol donde se desarrollaron los ácaros para lo cual se sembró las semillas de fréjol en las fundas de vivero utilizando como sustrato la mezcla de turba, tierra negra y abono de gallina, concluida la siembra colocamos en un lugar de condiciones controladas las fundas de vivero, las cuidamos hasta que las plantas llegaron a etapa vegetativa donde colocamos y multiplicamos los ácaros. Una vez que las plantas de fréjol tuvieron follaje exuberante adquirimos follaje de plantas de rosas infestadas de ácaros, colocamos el follaje de rosas infestado en las plantas de fréjol para que los ácaros se trasladen a alimentarse y reproducirse en este cultivo. De manera constante y periódica se dio mantenimiento y cuidados a las plantas de fréjol para garantizar un ambiente idóneo que genere la multiplicación de los ácaros hospederos.

#### b) Fase de extracción

Se realizó el procedimiento de manera independiente para cada extracto es decir no se mezcla la ruda con el eneldo, al final obtuvimos el extracto de ruda como el de eneldo.

1. Recolección del material vegetal

En horas de la mañana en las instalaciones de la UTC campus Salache se recolecto manualmente en fundas plásticas el material vegetal (hojas, tallos y flores) fresco de *Ruta graveolens* y *Anethum graveolens*

2. Clasificación del material vegetal

Del material vegetal recolectado seleccionamos lo más óptimo, apartando aquel que estuvo con tierra, daños mecánicos, daños físicos, afecciones fitosanitarias o deshidratado.

3. Lavado del material vegetal

Con cautela y cuidado se lavó con agua destilada el material vegetal clasificado, a la par se realizó un control de calidad separando aquellas hojas, flores o tallos no adecuados.

4. Pesado del material vegetal

Una vez que se secó el material clasificado y lavado se pesó 1700 gramos (1.7 kg) para colocarlo en la maquina extractora de aceite.

5. Extracción de aceite esencial

La extracción se llevó a cabo en la maquina destiladora “XIAOJIAN” (Figura 7) con una temperatura de 110 °C.

Iniciamos la extracción colocando en la maquina 2000 ml (2 litros) de agua destilada junto con los 1700 gr del material vegetal preparado anteriormente.

La alta temperatura dentro de la maquina provocó que el agua llegue a su punto de ebullición y genere vapor el cual entró en contacto con el material vegetal provocando exudación de los órganos vegetales y a la vez estimulando el desprendimiento de los metabolitos a manera de exudación, el proceso de extracción inició a partir de la primera gota de aceite y duró alrededor de tres horas en destilar por completo el material vegetal colocado.

6. Separación del aceite esencial

Para separar el aceite esencial de la solución de extracción se utilizó la jeringuilla de insulina.

7. Medición del aceite esencial

Por motivos de cuantificar medimos el resultado final del aceite esencial procedente de la extracción, en nuestro caso se consiguió 2 ml a partir de los 1700 gr de material vegetal. Se preparó un total de 10 ml de solución para utilizarlo en la fase de evaluación.

Envasamos el aceite esencial en frascos ámbar y se lo colocó a refrigerar en temperatura entre 0 - 5°C

8. Cálculo y preparación de las concentraciones de los aceites esenciales

Conociendo que el aceite esencial obtenido de la separación de la solución resultante de la destilación del material vegetal es 100% concentrado, fue necesario efectuar disoluciones para alcanzar aceites esenciales con concentraciones del 25% y 50%, para mencionado cálculo se empleó la fórmula de volúmenes y concentraciones en disoluciones de la cual despejamos V2 para conocer la cantidad de solvente (agua destilada) necesaria a incorporar para alcanzar los aceites esenciales a las concentraciones mencionadas; siendo así la formula a emplear sería

$$C1 * V1 = C2 * V2$$

$$V2 = \frac{C1 * V1}{C2}$$

*C1* Concentración 1

*C2* Concentración 2

*V1* Volumen 1

*V2* Volumen 2

Con los resultados de los cálculos se procedió a realizar la disolución para lo cual se colocó un vaso de precipitación sobre el plato agitador calefactor, seguidamente incorporamos en el vaso de precipitación las dosis calculadas del aceite esencial puro y el agua destilada (Tabla 10), fue necesario dejar funcionar el plato agitador por 2 minutos para garantizar una mezcla correcta.

9. Emulsificación del aceite vegetal

Consistió en agregar el emulsionante Tween 80 a las soluciones de aceites esenciales. Resulto necesario incorporar el emulsionante para lograr

mezclar el agua con el aceite. Para obtener la solución emulsionada se incorporó el Tween 80 en el plato agitador junto con el agua destilada y el aceite esencial puro, se agitó por 2 minutos. El porcentaje de Tween 80 que se incorporó corresponde al 7 % del volumen de la solución final (Tabla. 10).

Para concluir esta fase y tener listo al 100% los aceites esenciales emulsificados fue necesario envasarlos en un recipiente y colocarlos en refrigeración a una temperatura de 5°C.

La solución obtenida tras la extracción por destilación de arrastre de vapor es una solución madre o solución pura que fue disuelta para alcanzar las diferentes soluciones emulsificantes a evaluar. Los resultados de la cantidad de aceite esencial puro, emulsificante y agua destilada colocado en cada aceite esencial emulsificado se detalla en la Tabla 10.

*Tabla 10. Dosis de los elementos que componen el aceite esencial emulsificado final*

<b>Aceite esencial emulsificado</b>	<b>Aceite esencial Puro (cc)</b>	<b>Tween 80 (Emulsificante) (cc)</b>	<b>Agua destilada (cc)</b>	<b>Solución final emulsificada (cc)</b>
Aceite esencial emulsificado de eneldo al 25%	1.75	0.525	5.25	7.525
Aceite esencial emulsificado de eneldo al 50%	3.5	0.525	3.5	7.525
Aceite esencial emulsificado de ruda al 25%	1.75	0.525	5.25	7.525
Aceite esencial emulsificado de ruda al 50%	3.5	0.525	3.5	7.525
Testigo	0	0	7.525	7.525

*Fuente: (Jimenez, 2023)*

### c) Fase de evaluación

La fase de evaluación de la investigación se llevó a cabo en el laboratorio de protección vegetal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para lo cual estuvo listo

una cuantiosa población de ácaros y las emulsiones de aceites esenciales totalmente preparados en sus concentraciones correspondientes

#### 1. Evaluación de control de los aceites esenciales

Relativamente las 30 unidades experimentales fueron preparadas de igual manera

- Colocamos en la base de la tarrina plástica transparente papel absorbente blanco
- Etiquetamos la tarrina con el tratamiento que le corresponde
- Agregamos dentro de la tarrina un foliolo de hoja infestada totalmente con ácaros vivos y tapamos la tarrina
- Incorporamos en los atomizadores cada una de las emulsiones preparadas para la evaluación
- Roseamos en cada unidad experimental 1ml de la emulsión de aceite esencial (2 roseadas) que le corresponde según la etiqueta de identificación
- Observamos y cuantificamos porcentualmente todas las unidades experimentales enfocándonos en el estado de los ácaros, identificando si están o no vivos (si se mueven).
- Ejecutamos los datos obtenidos en el programa estadísticos Infostat para tener los resultados

#### d) Fase de composición

Para dar mayor realce a la investigación se enviaron muestras de los aceites esencial al laboratorio para el análisis de la composición química mediante el método de cromatografía de gases/ espectrómetro de masa (GC/MS) donde se empleó 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.

- Añadimos 1 ml de solución de patrón interno (ácido C13:0, a 10 mg. ml en metanol), y 3 ml de cloruro de acetilo al 10 % (v/v) en metanol.

- Cerramos el tubo de ensayo y llevamos a 85 °C por 2 horas, aplicando agitación discontinua.
- Dejamos enfriar y añadimos 4 ml de hexano y 4 ml de agua destilada.
- Adicionamos 4 ml de etanol.
- Agitamos de manera manual por unos segundos.
- Colocamos una alícuota de 3 ml de la fase orgánica en otro tubo de ensayo, en el se adiciona 4 ml de hexano, 4 ml de hidróxido de sodio y 1 ml en metanol.
- Cerramos y agitamos por 15 minutos
- Adicionamos 4 ml de agua destilada y agitamos 15 minutos
- Dejamos reposar
- Transferimos una alícuota de 2 ml hacia un vial de 4 ml de capacidad, del que se toma 60 ml
- Diluimos en 1,5 ml de hexano para el respectivo análisis

## CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Pruebas estadísticas de validación

La evaluación de mortalidad de los ácaros tras la atomización de los aceites esenciales emulsificados se realizó a los 75 minutos, los resultados obtenidos son expuestos a continuación de manera estadística

#### 3.1.1. Medidas de resumen

*Tabla 11. Medidas de resumen obtenidas en el análisis estadístico*

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>Var(n)</b>	<b>CV</b>	<b>Mín</b>	<b>Máx</b>	<b>Mediana</b>
% CONTROL	30	70,87	36,53	1290,25	51,55	0	100	87,5

*Fuente: (Jimenez, 2023)*

Las medidas de resumen de los datos obtenidos en la investigación nos indicaron que el número de datos analizados (n) son 30 de los cuales se obtuvo una media de 70,87% a nivel general, junto con una mediana de 87,5%, resultados que demostraron el alto % de control de ácaros que otorga el uso de los aceites esenciales en estudio. El análisis estadístico descriptivo (Tabla 11) arrojó para las medidas de dispersión, desviación estándar (D.E), varianza (Var (n)) y coeficiente de variación (CV), valores de 36,53; 1290,25 y 51,55 respectivamente, datos mismos que indicaron la dispersión de los datos con respecto a la media.

#### 3.1.2. Comprobación de los supuestos de la distribución paramétrica de poblaciones

Con fines de demostrar que los datos obtenidos están acordes y aptos al análisis estadístico se realizó la prueba de Shapiro - Wilks en la que se demostró la normalidad de los datos y la prueba de Levink para demostrar la homogeneidad de las varianzas

### 3.1.2.1 Prueba de la Normalidad (Shapiro - Wilks)

Tabla 12. Resultado de la prueba estadística de Shapiro - Wilks

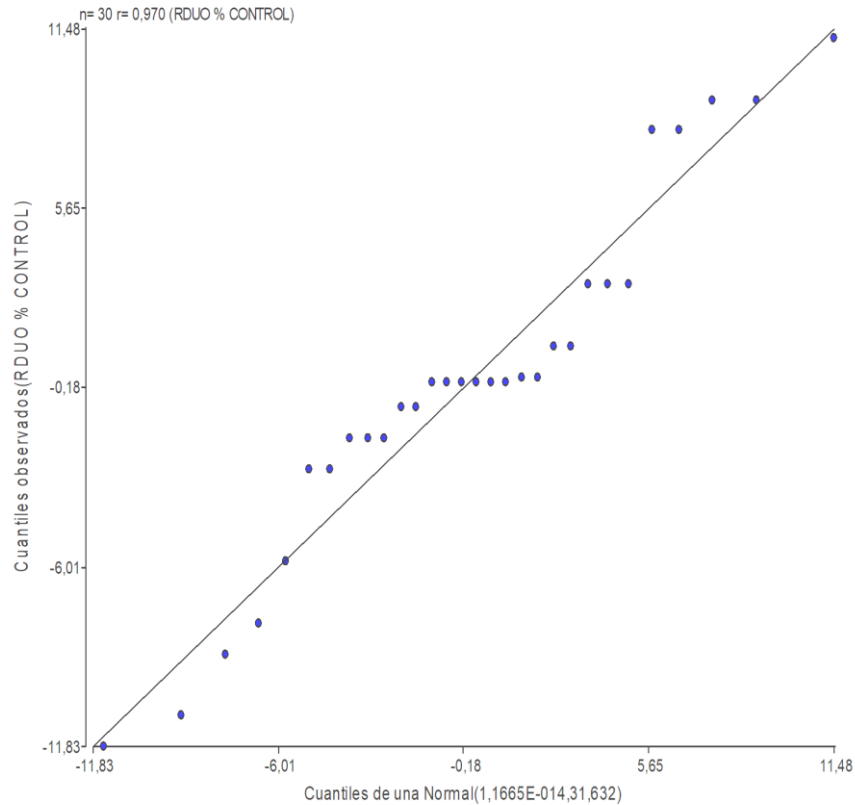
Variable	N	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO % CONTROL	30	0	5,62	0,93	0,1337

Fuente: (Jimenez, 2023)

La prueba de Shapiro – Wilks (Tabla 12) al analizar la normalidad de los valores de los residuos de la variable en estudio (% de control de ácaros) arrojó como resultado un valor mayor a 0,05 (0,1337) con el cual demostramos que la distribución de los datos es normal por ende el modelo elegido/empleado en este estudio es correcto.

El gráfico de Q - Q plot (Gráfica 1) resultante de los datos de los residuos indicaron una distribución de tipo normal por ello los datos se alinearon a la recta y proyectando una correlación bastante alta (0,97) entre los valores observados y los cuantiles de la normal.

Gráfica 1. Q-Q PLOT de la distribución de los datos



Fuente:(Jimenez, 2023)



### 3.1.2.2 Prueba de Varianzas Constantes (Levink)

Tabla 13. Resultados de la prueba estadística de Levink

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS % CONTROL	30	0,29	0,17	94,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

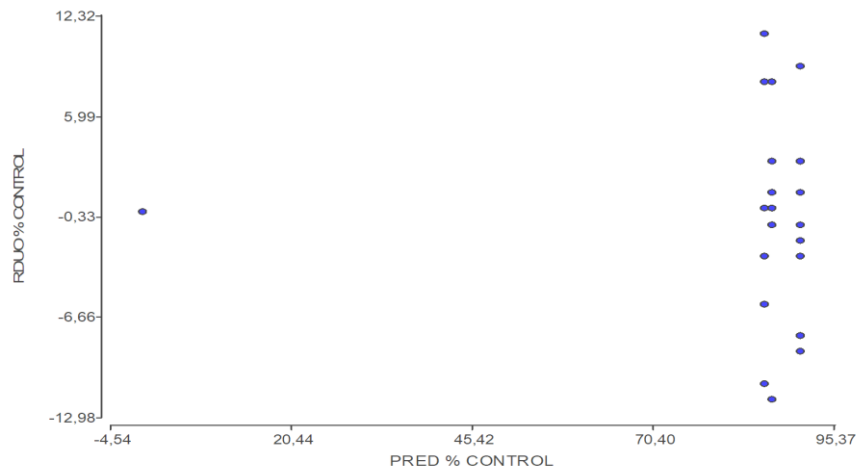
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	134,84	4	33,71	2,52	0,0663
ACEITE ESENCIAL	134,84	4	33,71	2,52	0,0663
Error	333,96	25	13,36		
Total	468,8	29			

Fuente:(Jimenez, 2023)

La prueba de varianzas constantes o prueba de Levink nos indica si existe o no problemas de heterocedasticidad en las varianzas, en nuestro caso al obtener en la prueba un resultado mayor a 0,05 (0,0663) confirmamos que los datos de las varianzas son constantes/homogéneas, logrando entonces evitar inconvenientes de heterocedasticidad.

Realizamos un gráfico de diagrama de dispersión de los residuos vs los predichos (Gráfica 2) para ratificar el análisis de las varianzas, en el gráfico los datos se distribuyeron a manera de una campana lo cual indicó que la distribución de los datos es homogénea logrando corroborar los resultados de la prueba de Levink.

Gráfica 4. Diagrama de dispersión de los datos de las varianzas



Fuente:(Jimenez, 2023)

### 3.2 Composición química de los aceites esenciales

El análisis para conocer la composición química de los aceites esenciales de eneldo y ruda fueron realizados mediante el método de cromatografía de gases/espectrómetro de masa (GC/MS).

**Tabla 14. Composición química del aceite esencial de eneldo**

Clasificación	Parámetro	Unidad	Aceite de eneldo	Método interno	Método de referencia
Aceites esenciales	Alfa-Pineno	% p/v	1,27	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)
	Mirceno	% p/v	0,45		
	Alfa-Felandreno	% p/v	<b>3,56</b>		
	Limoneno	% p/v	2,52		
	Trans-Beta-Ocimeno	% p/v	0,68		
	Sabineno	% p/v	0,56		
	Gamma-Terpineno	% p/v	0,63		
	Allo-Ocimeno	% p/v	0,43		
	Alfa-Tijone	% p/v	<b>10,44</b>		
	L-Canfor	% p/v	0,25		
	Metilchavicol	% p/v	<b>3,10</b>		
	Anetol	% p/v	0,22		
	Trans-Anetol	% p/v	<b>75,88</b>		
	Total de compuestos en el aceite esencial ensayado	% p/v	100,00		

**Fuente: (LABPARREÑO.CIA, 2023)**

En la Tabla 14 se muestran los 13 componentes del aceite esencial emulsificado de eneldo donde destacan en mayor concentración el trans-Anetol 75,88%, Alfa – tijone 10,44%, Alfa-Felandreno 3,56 % y el Metilchavicol 3,10 %.

Quevedo (2022) tras realizar el análisis de cromatografía de gases del eneldo obtiene como componentes mayoritarios el Estragol (77,18%); el Trans-Anetol (8,73%); el Alfa-Felandreno (5,65%) y L-Fenchona (3,38%), al contrarrestar estos resultados con los de nuestro análisis pudimos corroborar que en el aceite esencial de eneldo existe la presencia de trans anetol y alfa felandreno como sustancias de mayor concentración.

Al comparar la composición de nuestro aceite esencial emulsificado de eneldo extraído de hojas, tallos y flores con los resultados alcanzados por Babri et al (2012) del aceite esencial de la semilla de eneldo notamos que existe similitud únicamente en los elementos limoneno y gamma terpineno, elementos que no son los de mayor concentración en ninguno de los aceites en mención, puesto que en el aceite procedente de la semilla de eneldo Babri et al (2012) indican como elementos de mayor porcentaje a carvona (38,899%), apiol (30,812%), limoneno (15,938%) y trans-(+)-dihidrocarvona (10,999%); con lo mencionado pudimos demostrar que la composición del extracto y/o aceite esencial varía según el órgano de procedencia y la etapa fenológica de la planta.

Hussein et al (2015) al estudiar la composición del aceite esencial de diferentes órganos vegetales del eneldo demostraron que la composición química varía, es así que el aceite esencial procedente de las hojas contienen principalmente alfa-felandreno (46,33%), limoneno (13,72%), B-felandreno (11,01%) y p-cimeno (17,88%), mientras que el aceite esencial de la flor posee p-cimeno (33,42 %), carvona (13,10 %) y diléter (19,63 %) y el de la semilla posee carvona (62,48 %), dillapiol (19,51 %) y limoneno (14,61 %); los resultados del aceite esencial de la semilla expuestos por Hussein et al en 2015 son semejantes al obtenido por Babri et al en 2012; de igual manera al equiparar nuestros resultados con el de las investigaciones en mención se pudo evidenciar que existe mayor similitud de las sustancias con los datos del aceite esencial de las hojas al coincidir en elementos como Alfa felandreno y limoneno.

**Tabla 15. Composición química del aceite esencial de ruda**

Clasificación	Parámetro	Unidad	Aceite de ruda	Método interno	Método de referencia
<b>Aceites esenciales</b>	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	<b>27,26</b>		
	Alfa-Tujona	% p/v	0,74		
	Geireno	% p/v	<b>2,61</b>		
	2-Decanona	% p/v	1,74		
	L-Canfor	% p/v	2,32		
	2-Un decanona	% p/v	<b>46,88</b>		
	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) Propionaldehido	% p/v	1,06		
	Feniletil Fenilacetato	% p/v	1,41		
	1,3-Bensodioxiol	% p/v	0,83		
	Psoraleno	% p/v	0,24		
	P-Anisaldehido	% p/v	1,48		
	Isomaturnin	% p/v	<b>7,66</b>		
Total de compuestos en el aceite esencial ensayado	% p/v	100,00			

**Fuente:** (LABPARREÑO.CIA, 2023) En la Tabla 15. se visualiza los 18 elementos que posee el aceite esencial emulsificado de ruda tras el análisis cromatografía de gases donde se muestra que el 2-Un decanona (46,88%), 2-Nonanona (27,26 %), Isomaturnin (7,66%) y Geireno (2,61) son los elementos presentes en mayor concentración.

Fernández & Reascos (2022) al emplear la misma metodología de cromatografía de gases obtuvieron resultados similares para el aceite esencial de ruda, teniendo como componentes de mayor concentración al 2-Undecanona 46,74%; al 2-Nonanona 29,

14%; Isomatumin 5,17% y Geireno con 5,02%. Rojas et al (2011) obtuvieron resultados bastante similares a los de nuestra investigación y a los de Fernández & Reascos 2022, al estudiar la composición química del aceite esencial de la ruda (*Ruta graveolens*) puesto que identificaron como componentes mayoritarios a 2-undecanona (37,8%), 2-nonanona (28,28%), pregeijereno (6,8%) e isomaturmin (3,94%). Con la especie vegetal *Ruta Chalepensis* mediante cromatografía de gases del aceite esencial Pino et al (2014) identificaron como principales componentes con el 34.88% el 2-undecanona; 25,23% de 2-nonanona; 10,93 de 1-noneno y 5,11% de 2-dodecanona.

### 3.3 Análisis de la varianza (ANOVA) del control de ácaros

Al realizar el análisis de varianza de la variable de estudio, control de ácaros (%), se obtuvo resultados con diferencias significativas únicamente para el factor (F.V.) de la interacción factorial x adicional a razón que es la única que obtuvo un p valor menor a 0,05 indicando así que no existen diferencias estadísticas significativas dentro de los factores en estudio (aceites esenciales y concentraciones) ni en la interacción entre ellos, mas sin embargo si existió diferencia al contrarrestar el factorial vs el adicional (Tabla 16).

**Tabla 16. Resultado estadístico del análisis de ANOVA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Total	38707,47	29				
Aceite esencial (a)	1,5	1	1,5	0,04088307	0,8583	Ns
Concentración (b)	1,5	1	1,5	0,04088307	0,8583	Ns
a x b	121,5	1	121,5	3,31152903	0,1193	Ns
Factorial x Adicional	37665,63	1	37665,63	1026,59117	< 0,0001	*
Error	917,33	25	36,69			
CV %	8,55					

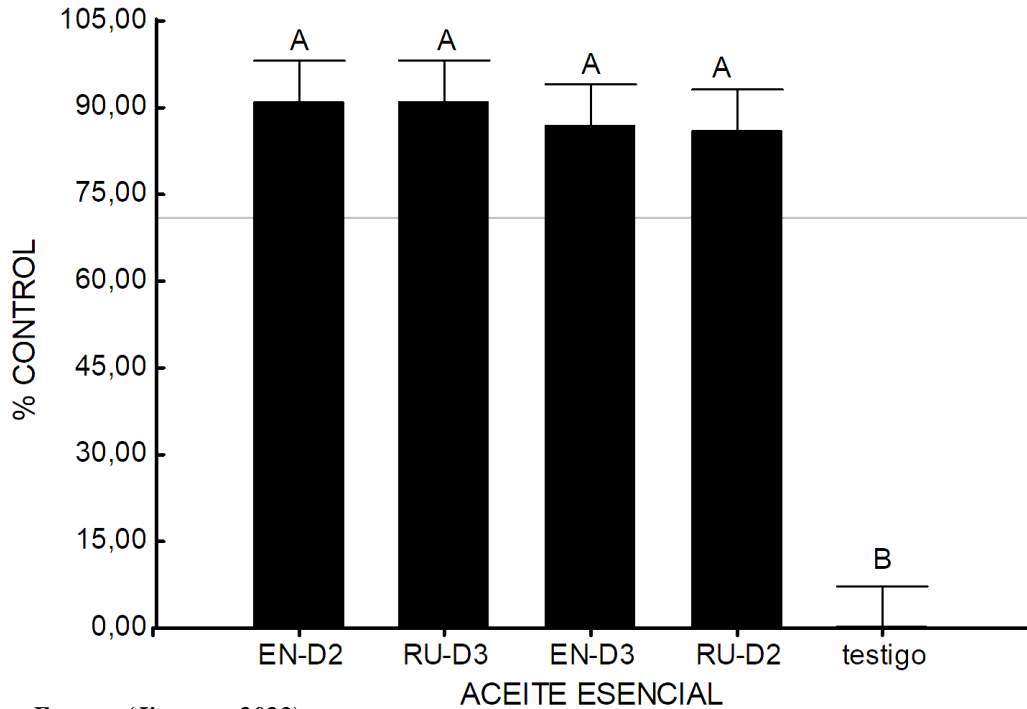
Fuente: (Jimenez, 2023)

Para el factor que demostró diferencia significativa se realizó la prueba de Fisher con un alfa de 0,05 donde se consiguió 2 rangos de significancia, (Grafica 3)

\* : Diferencia significativa; Ns: Diferencia no significativa

Gráfica 3. Rangos de significancia de la variable control de ácaros con la prueba estadística de Fisher<sup>3</sup>

**PORCENTAJE DE CONTROL DE ÁCAROS CON ACEITES ESENCIALES EMULSIFICADOS**



Fuente: (Jimenez, 2023)

Pudimos diferenciar dos rangos de significancia (A y B) los 4 tratamientos que contienen aceites esenciales emulsificados pertenecen al rango A y se diferencian tan solo del tratamiento testigo al cual le correspondió el rango B.

La media general de individuos muertos en la investigación es de 70,87%, media que no es superada únicamente por el tratamiento testigo más sin embargo el tratamiento EN-D2 y RU-D3 de manera semejante presentan el mayor porcentaje de control (90,83%) seguidos de los tratamientos EN-D3 y RU-D2 que presentan el 86,83% y 85,83% de individuos muertos respectivamente.

Los resultados obtenidos nos mostraron claramente que el uso de aceites esenciales emulsificados controlan ácaros bajo condiciones de laboratorio lo cual coincide con Pupiro et al (2018) quienes al investigar bajo condiciones de laboratorio la actividad acaricida para *Tetranychus tumidus* con aceites esenciales en concentración del 1% de las familias botánicas *Myrtaceae* (*Eucaliptus globulus*) (*Pimienta dioica*), *Lamiaceae* (*Rosmarinus officinalis*) (*Mentha piperita*), y *Rutaceae* (*Citrus limón*)

(*Citrus sinensis*) alcanzaron resultados de mortalidad superior al 50 % lo cual corrobora el 70,87% de control de ácaros que obtuvimos como media general en esta investigación. En el estudio de Pupiro los aceites esenciales *de P. dioica*, *M. piperita* y *C. limon* presentaron mayor actividad acaricida al transcurrir 72 horas del tratamiento, de entre los mencionados el mejor tratamiento para Pupiro et al fue el de pimienta tras alcanzar una mortalidad de ácaros mayor al 90 % valor que se asemeja a nuestros tratamientos de aceite esencial emulsificado de eneldo al 25% y aceite esencial emulsificado de ruda al 50% que mostraron un 90.83 % de control en los dos casos.

Choi et al (2004) al investigar la toxicidad de 53 aceites esenciales de plantas para los ácaros *Tetranychus urticae* y *Phytoseiulus persimilis* indicaron que el aceite esencial de alcaravea, planta de la familia *Apiaceae*, presenta efectos de control mayor a 90% en adulto y 85% como ovicida para el ácaro *T. urticae* resultado que corrobora el 90,83 y 86,83 % de control que se alcanzó en esta investigación para el control de *T urticae* en estado adulto a través del aceite esencial emulsificador de eneldo, planta que corresponde taxonómicamente a la misma familia botánica que la alcaravea.

Ruiz et al (2021) en México bajo condiciones de laboratorio demostraron que la actividad acaricida del extracto de ruda al 1% a las 72 h de exposición genera un 75% de mortalidad sobre el ácaro rojo de las palmas, resultado que se asemeja a lo que se obtuvo en nuestra investigación tras haber alcanzado un porcentaje de control de 90,83% y 85,83% en el primer caso con el uso de aceite emulsificado de ruda al 50% y en el segundo con aceite emulsificado de ruda al 25%.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

Se determinó que los aceites esenciales emulsificados de *Anethum graveolens* y *Ruta Graveolens* controlan al ácaro *Tetranychus urticae* bajo condiciones de laboratorio.

En la composición química del aceite esencial de *Anethum graveolens* predominó el trans-Anetol 75,88%; Alfa – tijone 10,44%; Alfa-Felandreno 3,56 % y el Metilchavicol 3,10 % mientras que en el aceite esencial de *Ruta graveolens* existió mayor concentración de 2-Un decanona 46,88%; 2-Nonanona 27,26 % e Isomaturnin 7,66%

El aceite esencial emulsificado de *Anethum graveolens* en concentración del 25% y el aceite esencial emulsificado de *Ruta graveolens* en concentración del 50% presentaron los dos, el mejor porcentaje de individuos muertos (90.83%) de *Tretranychus urticae*

Se estableció que no existe diferencias significativas en el control de ácaros a nivel de concentraciones del 25% y 50%, pero estas concentraciones si superan al testigo que obtuvo un porcentaje de 0% de individuos muertos



## **Recomendaciones**

Realizar investigaciones de control de ácaros con el uso de aceites esenciales emulsificados de ruda y eneldo en concentraciones inferiores al 25%

Evaluar otros métodos de extracción de aceites esenciales y su efecto acaricida

Ejecutar ensayos de control de plagas con aceites esenciales procedente de diferentes órganos vegetales en distintas etapas fenológicas, puesto que según el estado fenológico y el órgano vegetal de extracción varia la composición química.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Zabala, V. (2020). 10 principales productos de exportación del Ecuador. <https://www.ekosnegocios.com/articulo/10-principales-productos-de-exportacion-del-ecuador>.
- Perez, R. (2002). Plagas y enfermedades importantes del rosal. México. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3741/T13155%20PEREZ%20SALINAS%2C%20ROBERTO%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quishpe, B. (2017). Actividades florícolas en el Cantón Cayambe y su repercusión en el derecho al buen vivir en un ambiente sano, para sus habitantes. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/14513/1/T-UC-013-AB-230-2018.pdf>
- Chiffelle et al (2017). Efecto insecticida de extractos de hojas de Schinus molle en larvas de *Gonipterus platensis*. Universidad Nacional de Colombia. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v70n3/0304-2847-rfnam-70-03-08263.pdf>
- Pérez, D. (2020). Efecto del falso tabaco sobre la mosca de la fruta género *Anastrepha*, en condiciones de laboratorio. Universidad Técnica de Cotopaxi. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7053/1/PC-001009.pdf>
- López et al. (2017). Evaluación de la actividad insecticida de *Schinus molle* sobre *Premnotrypes vorax* en papa. <https://www.redalyc.org/journal/436/43654191006/html/>
- Robles, T. (2014). Efecto biocida de *Schinus molle* L. “molle” (Anacardiaceae) para el control de *Erosina hybernata* Guenée 1858 (Lepidoptera: Geometridae) en estado larval, plaga del *Tecoma stans* (L.) C. Juss. Ex Kunth. (Bignoniaceae) en el Distrito de Miraflores, Lima-Perú”. [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/1001/Robles\\_te.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/1001/Robles_te.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Pérez, D. (2020). Efecto del falso tabaco sobre la mosca de la fruta género *Anastrepha*, en condiciones de laboratorio. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7053/1/PC-001009.pdf>
- Monetti, L. (1999). Estudio de los atributos vitales de los ácaros fitoseidos y su aplicación al control biológico de plagas. Rev. Soc. Entomol. Argentina. <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/0.pdf>

- Landeros, J., Guevara, LP., Badii, MH., Flores, AE., Pámanes, A. (2004). Effect of different densities of the twospotted spider mite *Tetranychus urticae* on CO<sub>2</sub> assimilation, transpiration, and stomatal behaviour in rose leaves. DOI: 10.1023/b:appa.0000021788.07667.6b
- Rodríguez, H., Montoya, A., Pérez, Y., Ramos, M. (2013). Reproducción masiva de ácaros depredadores Phytoseiidae: retos y perspectivas para Cuba. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522013000100002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522013000100002)
- Rodríguez, J., García M., Ferragut F. Actividad depredadora de varios ácaros fitoseidos sobre distintos estados de desarrollo del trips de las flores *Frankliniella occidentalis*. [https://www.researchgate.net/publication/28162016\\_Actividad\\_depredadora\\_de\\_varios\\_ácaros\\_fitoseidos\\_sobre\\_distintos\\_estados\\_de\\_desarrollo\\_de\\_l\\_trips\\_de\\_las\\_flores\\_Frankliniella\\_occidentalis\\_Pergande](https://www.researchgate.net/publication/28162016_Actividad_depredadora_de_varios_ácaros_fitoseidos_sobre_distintos_estados_de_desarrollo_de_l_trips_de_las_flores_Frankliniella_occidentalis_Pergande)
- Poliane, A. (2012). Gestión integrada de la araña roja *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): optimización de su control biológico en clementinos. Tesis Doc. Valencia, España. Universidad Politecnica de Valencia. p. 29. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17804/tesisUPV3987.pdf>
- Vergara, J. (2019). Plagas en el cultivo de rosa (rosa canina L.) Var. Freedom en invernadero en el distrito de Jesús – Cajamarca. Perú. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3254/PLAGAS%20EN%20EL%20CULTIVO%20DE%20ROSA%20%28Rosa%20canina%20L.%29%20var.%20Freedom%20EN%20INVERNADERO%20EN%20EL%20DISTRITO%20DE%20JES%20C3%29AS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reséndiz, B., Castillo, O. (2018). Biología del ácaro de dos manchas *Tetranychus urticae* Koch. (Acari: *Tetranychidae*) en laboratorio en Chapingo, estado de México. <https://docplayer.es/107264243-Biologia-del-ácaro-de-dos-manchas-tetranychus-urticae-koch-acari-tetranychidae-en-laboratorio-en-chapingo-estado-de-mexico.html>
- Devine, G., Eza, D., Ogasuku, E., Furlong, M. (2008). Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-46342008000100011&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-46342008000100011&script=sci_abstract)
- Chavarro, J. (2021). Evolución y desafíos de la floricultura ecuatoriana en el futuro próximo. *Floricultura en el mundo*.

<https://www.metroflorcolombia.com/evolucion-y-desafios-de-la-floricultura-ecuatoriana-en-el-futuro-proximo/>

- Calvache, A., Yanchapaxi, J., Lalama, M. (2017). Elaboración de un manual técnico-práctico del cultivo de rosas (*rosa sp.*) para exportación. file:///C:/Users/Usuario/Downloads/MANUALTECNICO-PRACTICODELCULTIVODEROSASENELECUADOR.pdf
- Solís, P., De Solís, N., Gattuso, S., & Cáceres, A. (2003). Manual de Caracterización y Análisis de Drogas Vegetales y Productos Fitoterapéuticos. 43-91: Organización de los Estados Americanos.
- Kuklinski, K. (2003). Farmacognosia: Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural. Barcelona: Omega.
- Kirschbaum, D. (2021). Fresa: Tendencias y perspectivas en el control de la plaga clave araña roja (*Tetranychus urticae*). [https://chilealimentos.com/wp-content/uploads/2021/12/LIBRO-SIMPOSIO-DE-BERRIES\\_2021.pdf#page=59](https://chilealimentos.com/wp-content/uploads/2021/12/LIBRO-SIMPOSIO-DE-BERRIES_2021.pdf#page=59)
- Cañigueral, S. (2003). Identidad y pureza de drogas vegetales y extractos. Cartagena: Seminario Taller sobre Estandarización de Extractos vegetales y Garantía de Calidad de Productos Fitoterápicos.
- Castillo, E., & Martínez, I. (2007). Manual de Fitoterapia. España: Elsevier.
- Amaguaña, F., Churichumbi E. (2018). Estandarización fitoquímica del extracto de caléndula. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16149/1/UPS-QT13324.pdf>
- Andrade & Tapia. (2020). Desarrollo de un aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare l.*) microencapsulado, mediante secado por aspersion". <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6679/1/PC-000866.pdf>
- Pupiro, L., Pérez, Y., Pino, O. (2018). Actividad acaricida de aceites esenciales de especies pertenecientes a las familias Myrtaceae, Lamiaceae y Rutaceae sobre *Tetranychus tumidus* Banks. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v33n3/2224-4697-rpv-33-03-e03.pdf>
- Choi, W., Lee, S., Park H., Ahn, Y. (2004). Toxicity of Plant Essential Oils to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). Journal of Economic Entomology, Volume 97. <https://doi.org/10.1093/jee/97.2.553>
- Ruiz, K., Osorio, R., Hernandez, L., Ochoa, A., Sillva, R., Méndez, G. (2021). Acaricidal activity of plant extracts against the red palm mite *Raoiella*

indica (Acari: Tenuipalpidae).  
<http://dx.doi.org/https://doi.org/10.25085/rsea.800104>

- Cárdenas, E. (2014). Determinación de parámetros de operación para la destilación por arrastre con vapor de agua del aceite esencial de molle (*Schinus molle linneo*) en el equipo modular de extracción de aceites esenciales. [http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/1032/1/Tesis%20Q472\\_Car.pdf](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/1032/1/Tesis%20Q472_Car.pdf)
- López, T. (2004). Los aceites esenciales aplicaciones farmacológicas, cosméticas y alimenticias. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13064296>
- Rodríguez, M. Alcaraz, L. Real, S. (2012). Procedimientos para la extracción de aceites esenciales en plantas aromáticas. SAGARPA – CONACYT. México.  
[https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/540/1/rodri-guez\\_m.pdf](https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/540/1/rodri-guez_m.pdf)
- Panorama agro. (2015). Araña roja – *Tetranychus urticae*. <https://panorama-agro.com/?p=669>
- León, G. Osorio, M. Martínez, S. (2015). Comparación de dos métodos de extracción del aceite esencial de *Citrus sinencis L.* [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75152015000400014](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152015000400014)
- Martínez, A. (2003). Aceites esenciales. Colombia. [https://www.med-informatica.com/OBSERVAMED/Descripciones/AceitesEsencialesUdeA\\_esencias2001b.pdf](https://www.med-informatica.com/OBSERVAMED/Descripciones/AceitesEsencialesUdeA_esencias2001b.pdf)
- Rodriguez, M. Alcaraz, L. Real, S. (2012). Procedimientos para la extracción de aceites esenciales en plantas aromáticas. SAGARPA-CONACYT. [https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/540/1/rodri-guez\\_m.pdf](https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/540/1/rodri-guez_m.pdf)
- Armijo, J. Vicuña, E. Romero, P. Condorhuamán C. Hilario, B. (2012). Modelos y simulación del proceso de extracción de aceites esenciales mediante la destilación por arrastre con vapor. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/4967/4035>
- García, R. (2014). Obtención de aceite esencial de citronela (*Cymbopogon winterianus*) extraído por arrastre con vapor a escala piloto: estudio de la influencia de variables en el rendimiento y la calidad del aceite. <https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/847/Tesis%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- García, I. Muñoz, B. Aguirre, A. Roldan, I. García, A. Refoyo, P. (2009). Manual de laboratorio de parasitología, introducción a los artrópodos. Arácnidos (ácaros y garrapatas). Madrid. <http://www.revistareduca.es/index.php/biologia/article/viewFile/806/821>
- Otero, P. (2020). Diferencias entre ácaro e insecto ¿ Qué bicho tengo en mis plantas?. AgroHuerto. <https://www.agrohuerto.com/ácaro-o-insecto/#:~:text=Los%20%C3%A1caros%20no%20tienen%20antenas,la%20de%20los%20insectos%20variada>.
- Iraola, V. (1998). Introducción a los ácaros (I): Descripción general y principales grupos. [http://sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN\\_23/B23-002-013.pdf](http://sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_23/B23-002-013.pdf)
- Iraola, V. (2001). Introducción a los ácaros (II): Hábitats e importancia para el hombre. [http://sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN\\_28/B28-037-141.pdf](http://sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_28/B28-037-141.pdf)
- Poliane, A. (2012). Gestión integrada de la araña roja *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): optimización de su control biológico en clementinos. Tesis Doc.
- Valencia, España. Universidad Politecnica de Valencia. p. 29. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17804/tesisUPV3987.pdf>
- Aguiar, E. Aquino, A. Fernandes, M. Menezes, E. (2007). Ácaros: Taxonomia, Bioecologia e sua Importancia Agrícola. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria. file:///C:/Users/Usuario/Downloads/doc240.pdf
- Flechtmann, (1979). Ácaros de importancia agrícola. Brasil. file:///C:/Users/Usuario/Downloads/%C3%81caros%20de%20importancia%20Agr%C3%ADcola-Flechtmann%201979%20(1).pdf
- Moraes G & Flechtmann, C. (2008). Manual de Ácarología. [https://www.scirp.org/\(S\(lz5mqp453edsnp55rrgjt55.\)\)/reference/referenc espapers.aspx?referenceid=2199934](https://www.scirp.org/(S(lz5mqp453edsnp55rrgjt55.))/reference/referenc espapers.aspx?referenceid=2199934)
- Moraza, M. (1999). Los Ácaros: origen, evolución y filogenia. Departamento de Zoología y Ecología Universidad de Navarra. [http://sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN\\_26/B26-023-281.pdf](http://sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_26/B26-023-281.pdf)
- Forero, G. Rodríguez, M. Cantor, F. Rodríguez, D. Cure, J. (2008). Criterios para el manejo de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) con el ácaro depredador *Amblyseius (Neoseiulus) sp.* (Acari: Phytoseiidae) en cultivos de rosas. <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v26n1/v26n1a10.pdf>
- Mesa, C. (1999). Ácaros de importancia agrícola en Colombia. file:///C:/Users/Usuario/Downloads/ycadavidm,+1.Investigador+Invitado+Ácaros+y+su+importancia+agr%C3%ADcola.pdf

- Manal, S. Ghallab, M. Soliman, M. AboGhalia, A. (2010). Acaricidal activities of some essential and fixed oils on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*.  
[https://ejbsz.journals.ekb.eg/article\\_14314\\_4abd0f8d45e89eaa7eb4dcbac1d53e6.pdf](https://ejbsz.journals.ekb.eg/article_14314_4abd0f8d45e89eaa7eb4dcbac1d53e6.pdf)
- Takeda, N. Takata, A. Arai, Y. Sasaya, K. Noyama, S. Wakisaka, S. Abuelfadl, N. Voigt, D. Suzuki, T. (2020). A vegetable oil-based biopesticide with ovicidal activity against the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/elsc.202000042>
- Paramo, G. Sanchez, M. Corredor, D. (1986). Tabla de vida y parametros poblacionales fundamentales de *Tetranychus urticae* koch (acari: tetranychidae) sobre rosa sp. En condiciones de laboratorio. <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/jcanduckiaa,+20884-70620-1-CE.pdf>
- Badii. M, & Mcurtry (1984). Life history of and life table parameters for phytoseiulus longipes with comparative studies on p. Persimilis and typhlodromus occidentalis (acari : phytoseiidae). [https://www1.montpellier.inrae.fr/CBGP/acarologia/export\\_pdf.php?id=2727&typefile=1](https://www1.montpellier.inrae.fr/CBGP/acarologia/export_pdf.php?id=2727&typefile=1)
- Argolo, P. (2012). Gestión integrada de la araña roja *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): optimización de su control biológico en clementinos. Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17804/tesisUPV3987.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Macke, E., Magalhaes, S., Khan, H.D.T., Luciano, A., Frantz, A., Facon, B. and Olivieri, I. (2011) Sex allocation in haplodiploids is mediated by egg size: evidence in the spider mite *Tetranychus urticae* Koch. doi: 10.1098/rspb.2010.1706
- Park, Y.L. & Lee, J.H. (2002). Leaf cell and tissue damage of cucumber caused by twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae). DOI: 10.1093/jee/95.5.952
- Gonzalez, V., Ardiles, S., Sepúlvesa, R. (2014). Manejo integrado de plaga y enfermedades (mipe) en el cultivo de tomate bajo malla antiáfido en el valle de Azapa. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/4569/NR40237.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Espinoza, A. E., Arguello, C., Hidalgo, J., Camacho, y Robalino. (2017). Análisis económico del control biológico de la Araña Roja (*Tetranychus urticae*) en el cultivo de la rosa a través de la aplicación del hongo entomopatógeno (*Verticillium Lecanii*). doi: 10.19044/esj.2017.v13n13p240

- Escobar, A., Molina, C., Zapata, G. (2013). Comparación de la actividad acaricida entre *Ocimum basilicum*, *Coriandrum sativum* y *thymus vulgaris* contra el ácaro *Tetranychus urticae*.  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5100/1/UPS-QT03733.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Organización Mundial de la Salud (OMS). (2015). Código Internacional de Conducta para la Gestión de Plaguicidas.  
<https://www.fao.org/3/I3604S/i3604s.pdf>
- Mitidieri, M., Polack, L. (2012). Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas, enfermedades y enemigos naturales de tomate y pimiento. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).  
[https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp\\_intasp\\_guia\\_de\\_monitoreo\\_2012bdt22.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp_intasp_guia_de_monitoreo_2012bdt22.pdf)
- Hidalgo, A. (2021). Evaluación de alternativas de control no convencionales de ácaros del género *Tetranychus urticae* en dos variedades de rosas.  
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7611/1/MUTC-000904.pdf>
- Peñañiel, J. (2022). Efecto acaricida de Diflubenzurón sobre *Tetranychus urticae*, en laboratorio, para su potencial inclusión en programas de MIP.  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/28853/1/FAG-CIA-PENAFIEL%20JANELY.pdf7>
- Morillo, C. (2020). “EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DEL ÁCARO (*Tetranychus urticae*) EN EL CULTIVO DE ROSAS (*Rosa* sp.) EN CAYAMBE, PICHINCHA.”.  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10535/2/03%20AGP%20270%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Urbaneja, A., Pascual-Ruiz, S., Pina, T., Abad-Moyano, R., Vanaeloch, P., Monton, H., Dembilio, O., Castanera, P., Jacas, J.A. (2008). Efficacy of five selected acaricides against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), and their side effects on relevant natural enemies occurring in citrus orchards.  
<https://doi.org/10.1002/ps.1572>
- Fasulo, T., & Denmark, H. (2000). Twospotted Spider Mite, *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Acari: Tetranychidae). doi.org/10.32473/edis-in307-2000
- Fagua, N. (2009). Evaluación de enmiendas naturales y productos biorracionales para transición de un cultivo de rosa convencional a orgánico.  
[https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/10169/FaguaA\\_revaloNohoraCecilia2009.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/10169/FaguaA_revaloNohoraCecilia2009.pdf?sequence=2&isAllowed=y)



- Díaz, K. V. (2013). Dinámica poblacional del trips en el cultivo de rosa. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/40643/DINAMICA+P+OBLACIONAL+DE+TRIPS+EN+ROSA.pdf;jsessionid=1A11ED5E589C2C5A34E74B6DA7AEA815?sequence=1>
- Torres Espinosa, L. E., & Rios Figueroa, R. A. (2007). Formulación y desarrollo del programa del manejo integral de plaga y enfermedades (MIPE) para el cumplimiento de los niveles 1 y 2 del código de conducta flor verde en el cultivo Flores San Juan S.A.C.I. (Funza - Cundinamarca). [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1263&context=ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1263&context=ing_ambiental_sanitaria)
- Quinte, J. (2023). Control del pulgón de la rosa (*Macrosiphum rosae*) con aceites esenciales en emulsión, en condiciones de laboratorio, provincia de Cotopaxi, canton Latacunga. Repositorio Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Villacide, J., Corley J. (2012). Introducción a la teoría del control biológico de plagas Deborah Fischbein. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-control\\_biologico\\_de\\_plagas.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-control_biologico_de_plagas.pdf)
- Chisabo, N. (2021). Uso de Phytoseidos en el manejo integrado de *Tetranychus urticae* en ornamentales. <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/4401/documento%20final%20grado%20monografia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Larrea, M. (2014). “Bacillus spp. En *Tetranychus urticae* en rosas (rosa spp.) Bajo invernadero y sus eventos de patogenicidad”. <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/410/1/T-UIDE-0389.pdf>
- Jimenez, J. (2010). Control biorracional de plagas de ornamentales de corte. [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13601/Ver\\_Documento%2067222.pdf?sequence=3&isAllowed=y#page=356](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13601/Ver_Documento%2067222.pdf?sequence=3&isAllowed=y#page=356)
- Pilco, R. (2015). Estudio de efectividad de tres productos biorracionales (triflumuron, diflubenzuron y azadirachtina) en combinación con aceite de piñón (*Jatropha curcas*), para el control del barrenador de la naranjilla (*Neoleucinodes elegantalis*). río negro, tungurahua. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3165/1/T-UCE-0004-001.pdf>
- Tamai, M., Batista, S., Janeiro, P. (1999). Pathogenicity of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Against *Tetranychus urticae* Koch. <https://www.scielo.br/j/sa/a/xsKF3WsYkdt7dMByYgXQNtk/?lang=pt>

- Garcia, D., Procel, D. (2011). Evaluacion de cuatro extractos en el control de *Tetranychus* sp (ácaros) en rosas de exportación en la empresa Guanguilqui agroindustrial S.A. <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/2163/1/UDLA-EC-TIAG-2011-29.pdf>
- Hale, A., Meepagala, K., Oliva, A., Aliotta, G., Duke, S. (2004). Phytotoxins from the Leaves of *Ruta graveolens*. <https://doi.org/10.1021/jf0497298>
- Jumbo, N., Fernández, P., Sisalima, R., Balcazar, M. (2019). Elaboración de un acaricida natural a base de aceite esencial de ruta graveolens para el control de varroasis (*varroa jacobsoni oudemans*) en abejas (*apis mellifera*). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7781990>
- Ramon, J. (2020). Extracción y caracterización de aceites esenciales de la ruda (*ruta graveolens* l.) Y el marco (*ambrosia chamissonis*) para su potencial uso como plaguicida. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/50266/1/Ram%c3%b3n%20Alvarado%20Jorge%20Antonio.pdf>
- Departamento de Botánica, Instituto de Biología (IBUNAM). (2018). *Ruta graveolens* L., ejemplar de: Herbario Nacional de México (MEXU), Plantas Vasculares. En Portal de Datos Abiertos UNAM (en línea), México, Universidad Nacional Autónoma de México. <http://datosabiertos.unam.mx/IBUNAM:MEXU:631860>.
- Castro, D., Pantoja, A., Gomajoa, H. (2017). Evaluación in vitro de la capacidad antimicrobiana del aceite esencial de eneldo –*anethum graveolens*– como inhibidor del crecimiento de *staphylococcus aureus*, coliformes y hongos presentes en la carne de trucha. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmvz/v64n2/v64n2a04.pdf>
- Rojas, J., Mender, T., Rojas, Luis., Gullien, E., Buitrago, A., Lucena, M., Cárdenas, N. (2011). Estudio comparativo de la composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de *Ruta graveolens* L. recolectada en los estados Mérida y Miranda, Venezuela. <https://www.redalyc.org/pdf/933/93321324005.pdf>
- Naveda, G. (2010). Establecimiento de un proceso de obtención de extracto de ruda (*Ruta graveolens*), con alto contenido de polifenoles. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2295/1/CD-3036.pdf>
- Ruiz, C., Diaz, C., Rojas, R. (2015). Composición química de aceites esenciales de 10 plantas aromáticas peruanas. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v81n2/a02v81n2.pdf>

- Chaubey, M. (2021). Insecticidal activities of *Anethum graveolens* L. and *Illicium verum* Hook. f. essential oils against *Sitophilus zeamais* Motschulsky. <https://doi.org/10.22267/rcia.213801.143>
- Cusquipoma, M. (2018). Efecto antimicótico in vitro del aceite esencial de las hojas de ruta graveolens (ruda) sobre candida albicans. [http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/51110/RUTA\\_GRAVEOLENS\\_ACEITES\\_ESENCIALES\\_CUSQUIPOMA\\_ECHERRIA\\_MARIA\\_ISABEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/51110/RUTA_GRAVEOLENS_ACEITES_ESENCIALES_CUSQUIPOMA_ECHERRIA_MARIA_ISABEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ivanova, A., Mikhova, B., Najdenski, H., tsvetkova, I., Kostova, I. (2005). Antimicrobial and cytotoxic activity of *Ruta graveolens*. [https://www.researchgate.net/profile/Ivanka-Kostova-2/publication/7851771\\_Antimicrobial\\_and\\_cytotoxic\\_activity\\_of\\_Ruta\\_graveolens/links/5b04fbc0aca2720ba099e87f/Antimicrobial-and-cytotoxic-activity-of-Ruta-graveolens.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ivanka-Kostova-2/publication/7851771_Antimicrobial_and_cytotoxic_activity_of_Ruta_graveolens/links/5b04fbc0aca2720ba099e87f/Antimicrobial-and-cytotoxic-activity-of-Ruta-graveolens.pdf)
- Saldaña, R & Torres V. (2012). Efecto analgésico de aceites esenciales de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*), ruda (*ruta graveolens*), formulados como conos nasales. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2465/1/tq1108.pdf>
- Pernichi, C. (1998). Estudio comparativo de las distintas especies de *Ruta Graveolens*. <http://www.acfah.org/conferencias/carmen/1/ruta1.php>
- Babri, R., Khokhar, I., Mahmood, Z., Mahmud, S. (2012). Chemical composition and insecticidal activity of the essential oil of *anethum graveolens* L. <http://www.sci-int.com/pdf/40767228122-SI-2012-07-01-E2%20Zeshan-24-4-12%20453-455.pdf>
- Taghi, M., Khodadadi, I., Tavilani, O. (2016). The Role of *Anethum graveolens* L. (Dill) in the Management of Diabetes. <https://doi.org/10.1155/2016/1098916>
- Tian, J., Ban, X., Zeng, H., He, J., Chen, Y., Wang, Y. (2012). The Mechanism of Antifungal Action of Essential Oil from Dill (*Anethum graveolens* L.) on *Aspergillus flavus*. <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0030147&type=printable>
- Jana, S., Shekhawat, G. (2010). *Anethum graveolens*: An Indian traditional medicinal herb and spice. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22228959/>
- Fernández, L & Reascos (2022). Extracción de aceite esencial de ruda (*Ruta graveolens*) mediante la metodología de arrastre de vapor. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8638/1/PC-002258.pdf>

- Hussein, A., Said, A., Atef, M., Abou, D., Shahat N., Mohamed, S., Nabila, Y. (2015). Essential Oils of *Anethumgraveolens* L.: Chemical Composition and Their Antimicrobial Activities at Vegetative, Flowering and Fruiting Stages of Development. [https://www.researchgate.net/publication/281843518\\_Essential\\_Oils\\_of\\_Anethum\\_graveolens\\_L\\_Chemical\\_Composition\\_and\\_Their\\_Antimicrobial\\_Activities\\_at\\_Vegetative\\_Flowering\\_and\\_Fruiting\\_Stages\\_of\\_Development](https://www.researchgate.net/publication/281843518_Essential_Oils_of_Anethum_graveolens_L_Chemical_Composition_and_Their_Antimicrobial_Activities_at_Vegetative_Flowering_and_Fruiting_Stages_of_Development)
- Quevedo, M. (2022). Caracterización del aceite esencial de eneldo (*Anethum graveolens*), en función de la composición química, capacidad antioxidante y actividad antimicrobiana. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9439/1/PC-002377.pdf>
- Gutiérrez, M & Droget, M (2002). La cromatografía de gases y la espectrometría de masas: identificación de compuestos causantes de mal olor. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/2733/5CROMGASES.pdf>
- Organización Mundial de la Salud/Organización Panamericana de la Salud. (1993). Pesticidas y salud en las Américas. Serie Medioambiental No. 12. Geneva/Washington, DC: OMS
- García, I., Muñoz, B., Amaya, I., Roldán, I., Moreno, A., Román, P. (2009). Manual de laboratorio de Parasitología 11. Introducción a los Artrópodos. Arácnidos (ácaros y garrapatas). <http://www.revistareduca.es/index.php/biologia/article/viewFile/806/821>
- Infoagro. (2019). Características de la araña roja (*Tetranychus urticae*). <https://mexico.infoagro.com/caracteristicas-de-la-arana-roja-tetranychus-urticae/>
- Pino, O., Sánchez, Y., Rojas, M., Abreu, Y., Correa, T., Martínez, D., Montes de Oca, R. (2014). Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de *Ruta chalepensis* L. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v29n3/rpv11314.pdf>
- Sevillano, R., Siche, R., Castillo, W., Silva, E. (2019). Optimización de la extracción por arrastre de vapor de aceite esencial de romero (*Rosmarinus officinalis*) utilizando diseños secuenciales. <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/117/176>
- Sánchez, P., Osorio, R., Hernández, U., Hernández, V., Márquez, C., De la Cruz, E. (2017). TOXICIDAD DE ACARICIDAS PARA EL ÁCARO ROJO DE LAS PALMAS *Raoiella indica* (ACARI: TENUIPALPIDAE).

<https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v51n1/1405-3195-agro-51-01-00081.pdf>

Murray, B. (2008). Perspective Botanical insecticides: for richer, for poorer.

<https://doi.org/10.1002/ps.1470>

## ANEXOS

*Tabla 6. Descripción e identificación de las unidades experimentales*

<b>FUENTE VEGETAL</b>	<b>CONCENTRACIÓN</b>	<b>REPETICIÓN</b>	<b>DETALLE DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL</b>
EN	D2	R1	Aceite esencial emulsionado de ruda al 25 % de concentración (Observación 1)
EN	D2	R2	Aceite esencial emulsionado de ruda al 25 % de concentración (Observación 2)
EN	D2	R3	Aceite esencial emulsionado de ruda al 25 % de concentración (Observación 3)
EN	D2	R4	Aceite esencial emulsionado de ruda al 25 % de concentración (Observación 4)
EN	D2	R5	Aceite esencial emulsionado de ruda al 25 % de concentración (Observación 5)
EN	D2	R6	Aceite esencial emulsionado de ruda al 25 % de concentración (Observación 6)
EN	D3	R1	Aceite esencial emulsionado de ruda al 50 % de concentración (Observación 1)
EN	D3	R2	Aceite esencial emulsionado de ruda al 50 % de concentración (Observación 2)
EN	D3	R3	Aceite esencial emulsionado de ruda al 50 % de concentración (Observación 3)
EN	D3	R4	Aceite esencial emulsionado de ruda al 50 % de concentración (Observación 4)
EN	D3	R5	Aceite esencial emulsionado de ruda al 50 % de concentración (Observación 5)
EN	D3	R6	Aceite esencial emulsionado de ruda al 50 % de concentración (Observación 6)
RU	D2	R1	Aceite esencial emulsionado de ruda al 25 % de concentración (Observación 1)
RU	D2	R2	Aceite esencial emulsionado de ruda al 25 % de concentración (Observación 2)
RU	D2	R3	Aceite esencial emulsionado de ruda al 25 % de concentración (Observación 3)

RU	D2	R4	Aceite esencial emulsionado de ruda al 25 % de concentración (Observación 4)
RU	D2	R5	Aceite esencial emulsionado de ruda al 25 % de concentración (Observación 5)
RU	D2	R6	Aceite esencial emulsionado de ruda al 25 % de concentración (Observación 6)
RU	D3	R1	Aceite esencial emulsionado de ruda al 50 % de concentración (Observación 1)
RU	D3	R2	Aceite esencial emulsionado de ruda al 50 % de concentración (Observación 2)
RU	D3	R3	Aceite esencial emulsionado de ruda al 50 % de concentración (Observación 3)
RU	D3	R4	Aceite esencial emulsionado de ruda al 50 % de concentración (Observación 4)
RU	D3	R5	Aceite esencial emulsionado de ruda al 50 % de concentración (Observación 5)
RU	D3	R6	Aceite esencial emulsionado de ruda al 50 % de concentración (Observación 6)
TESTIGO		R1	0 % de concentración de aceite esencial emulsionado de ruda o eneldo (sin aceite esencial)
TESTIGO		R2	0 % de concentración de aceite esencial emulsionado de ruda o eneldo (sin aceite esencial)
TESTIGO		R3	0 % de concentración de aceite esencial emulsionado de ruda o eneldo (sin aceite esencial)
TESTIGO		R4	0 % de concentración de aceite esencial emulsionado de ruda o eneldo (sin aceite esencial)
TESTIGO		R5	0 % de concentración de aceite esencial emulsionado de ruda o eneldo (sin aceite esencial)
TESTIGO		R6	sin nada

*Fuente:(Jimenez, 2023)*

**Tabla 7. Disposición aleatorizada de las unidades experimentales**

TESTIGO-R2	EN-D2-R1	TESTIGO-R6	EN-D3-R2	RU-D3-R1
EN-D2-R3	TESTIGO-R4	EN-D3-R6	RU-D3-R5	RU-D2-R5
EN-D3-R3	RU-D2-R4	EN-D2-R4	RU-D2-R2	TESTIGO-R3
RU-D3-R4	EN-D3-R4	RU-D3-R6	EN-D2-R6	EN-D3-R5
RU-D2-R6	TESTIGO-R1	RU-D2-R1	RU-D3-R3	EN-D2-R2
EN-D2-R5	RU-D3-R2	EN-D3-R1	TESTIGO-R5	RU-D2-R3

Fuente: (Jimenez, 2023)

EN: Aceite esencial de eneldo; RU: Aceite esencial de ruda; D2: concentración 25%; D3: concentración 50%; TESTIGO; R1: observación 1; R2: observación 2; R3: observación 3; R4: observación 4; R5: observación 5; R6: observación

**Figura 7. Preparación de sustratos para siembra de frejol**



Fuente: (Jimenez, 2023)

**Figura 8. Siembra de frejol**



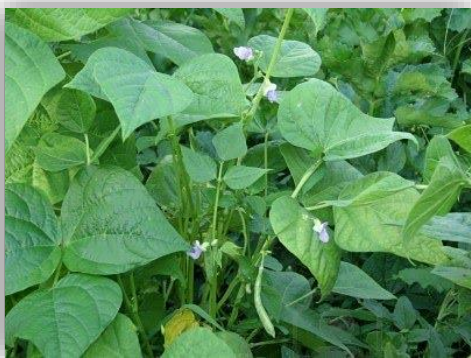
Fuente: (Jimenez, 2023)

**Figura 9. Germinación del frejol**



Fuente: (Jimenez, 2023)

**Figura 10. Desarrollo fenológico del frejol**



Fuente: (Jimenez, 2023)

**Figura 11. Ácaros T. urticae para infectar al frejol**



Fuente: (Jimenez, 2023)

**Figura 12. Reconocimiento de T. urticae**



Fuente: (Jimenez, 2023)

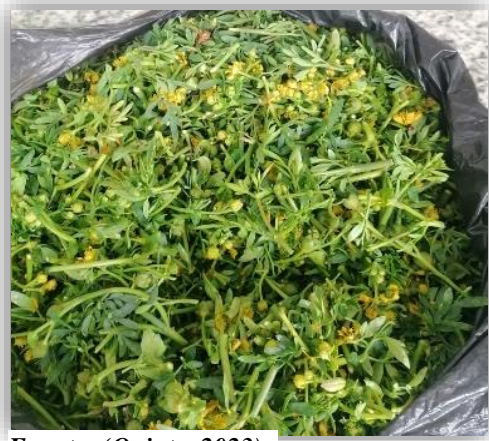


Figura 13. Recolección de material vegetal de ruda y eneldo



Fuente: (Quinte, 2023)

Figura 14. Preparación del material vegetal de ruda y eneldo



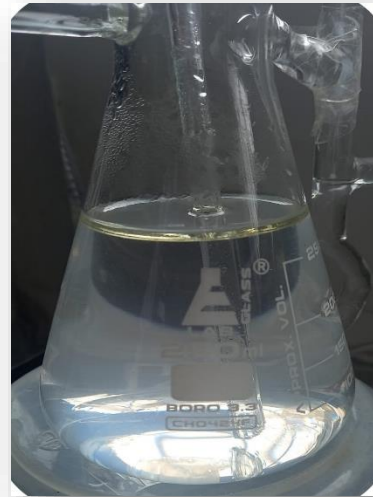
Fuente: (Quinte, 2023)

Figura 15. Máquina XIAOJIAN extractora de aceite esencial



Fuente: (Jimenez, 2023)

Figura 16. Resultado de la destilación por arrastre de vapor



Fuente: (Jimenez, 2023)

Figura 17. Aceite esencial

Figura 18. Aceites esenciales emulsificados de ruda y eneldo

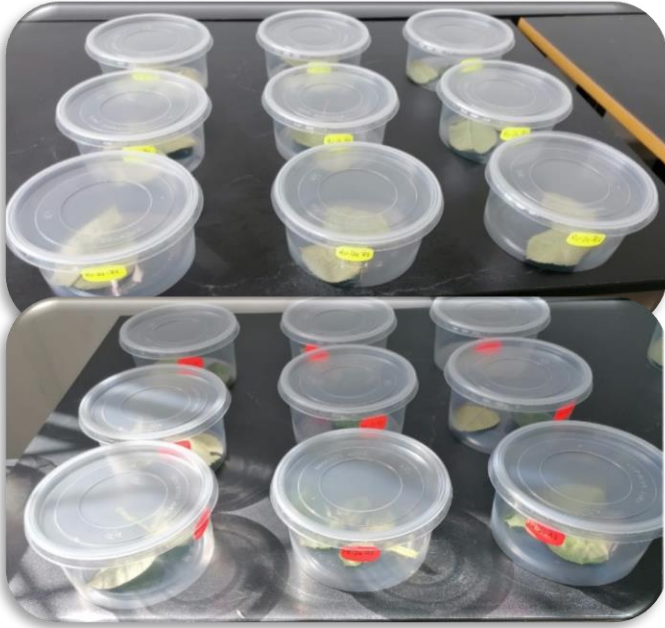


Fuente: (Jimenez, 2023)



Fuente: (Jimenez, 2023)

*Figura 19. Unidades experimentales de la investigación*



*Figura 20. Control de ácaros*

