



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE AGRONOMÍA



**“EFECTO DEL ACEITE ESENCIAL DE CONGONA EN EL CONTROL
DE *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)”**

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERA AGRONOMA.

AUTOR:

KATHERINE MICHELLE GARCÍA MEDINA

TUTOR:

ING. Mg. GIOVANNY VELÁSTEGUI

CEVALLOS

2023

**“EFECTO DEL ACEITE ESENCIAL DE CONGONA EN EL CONTROL DE
Tetranychus urticae KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)”**

REVISADO Y APROBADO POR:

Ing. Giovanni Patricio Velástegui Espín

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO:

Fecha

16/03/2023

Ing. Patricio Nuñez

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

16/03/2023

Ing. Carlos Vásquez

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

16/03/2023

Ing. Hernán Zurita

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, **GARCÍA MEDINA KATHERINE MICHELLE**, portador de la cédula de ciudadanía número: 1805326921, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: **“EFECTO DEL ACEITE ESENCIAL DE CONGONA EN EL CONTROL DE *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)”** es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



GARCÍA MEDINA KATHERINE MICHELLE

DERECHO DE AUTOR

Al presente este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**EFECTO DEL ACEITE ESENCIAL DE CONGONA EN EL CONTROL DE *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)**” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



GARCÍA MEDINA KATHERINE MICHELLE

DEDICATORIA

A mis padres, Raúl García y Mónica Medina por ser siempre mi apoyo incondicional en cada una de las etapas de mi vida, siempre han estado junto a mi sin importar que tan difícil sea la situación aconsejándome e impulsándome para poder seguir adelante a pesar de todas las adversidades. Por todo el esfuerzo y sacrificio que han hecho para ayudarme a cumplir con todas mis metas y anhelos de vida, por la paciencia, el amor y la educación con la que me han inculcado desde pequeña que ahora ha hecho de mí una persona fuerte, perseverante y dedicada.

Esta investigación se las dedico a ustedes por ser el pilar fundamental en mi vida, porque sé que siempre se sentirán orgullosos de mí, como yo me siento de ustedes.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme dado salud, vida y sabiduría para poder cumplir con esta meta tan importante para mí y por todas las bendiciones que siempre me ha otorgado a lo largo de toda mi vida.

A mis padres que son las personas más importantes de mi vida, les agradezco por todo el amor, el apoyo, la paciencia y la confianza, por siempre creer en mí y en que era capaz de cumplir con esta meta tan importante para nosotros. Nunca me cansare de agradecerles por todo lo que han hecho por mi para que yo siempre este bien y cumpla con todos los objetivos que tengo en la vida.

Agradezco profundamente a todas las autoridades y personal administrativo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, por sus enseñanzas y consejos que han formado parte de mi vida estudiantil. De manera muy especial quiero agradecer al Ing. Giovanni Velástegui, por haber sido un apoyo durante mi paso por la carrera, especialmente por ayudarme a culminar con mi trabajo de investigación y por toda la paciencia que me ha tenido durante este proceso, le agradezco infinitamente por toda la ayuda que me ha brindado; de igual manera quiero agradecer al Ing. Carlos Vásquez, quien me brindo su ayuda para poder realizar el trabajo de investigación.

A mis amigas Andrea y Cristina quienes fueron una compañía y un apoyo incondicional durante todo este proceso. Por compartir conmigo buenos y malos momentos, por todas las risas y recuerdos que siempre permanecerán en mi mente y en mi corazón. Les agradezco también a todos mis compañeros y amigos que en estos últimos meses me brindaron palabras de aliento para poder finalizar con esta investigación.

A todos les agradezco por todo lo que han aportado en mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1. Antecedentes investigativos	1
1.1.1. Categorías fundamentales	2
1.1.2. Ácaro plaga <i>Tetranychus urticae</i> Koch.....	2
1.1.3. Clasificación taxonómica	3
1.1.4. Ciclo de vida	3
1.1.5. Daños.....	6
1.1.6. <i>Peperomia inaequalifolia</i>	6
1.1.7. Clasificación taxonómica	7
1.1.8. Aceites esenciales.....	7
1.1.9. <i>Tetranychus urticae</i> en el cultivo de fresa (<i>Fragaria vesca</i>)	8
1.2. Objetivos.....	9
1.2.1. Objetivo general.....	9
1.2.2. Objetivos específicos	9
CAPÍTULO II	10
METODOLOGÍA	10
2.1. Materiales	10
2.1.1. Equipos.....	10
2.1.2. Materiales.....	10
2.1.3. Materiales de oficina	10
2.2. Métodos	11
2.2.1. Ubicación del ensayo	11
2.2.2. Caracterización del lugar.....	11
2.3. Diseño del ensayo.....	12
2.4. Diseño experimental.....	12
2.4.1. Factores de estudio.....	12

2.5.	Hipótesis.....	13
2.5.1.	Hipótesis alternativa.....	13
2.5.2.	Hipótesis nula.....	13
2.6.	Manejo del experimento.....	13
2.6.1.	Obtención del aceite esencial de congona.....	13
2.6.2.	Obtención de las dosificaciones del aceite esencial de congona.....	14
2.7.	Variables respuesta.....	15
CAPÍTULO III.....		16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		16
3.1.	Análisis y discusión de los resultados	16
3.1.1.	Tasa de mortalidad a las 24, 48 y 72 horas después de la aplicación del aceite esencial de congona.	16
3.1.2.	Tasa de oviposición de las hembras	17
3.1.3.	Longevidad de las hembras.....	19
3.1.4.	Dosis letal del aceite esencial de congona en el control de <i>Tetranychus urticae</i>	20
CAPÍTULO IV.....		21
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		21
4.1.	Conclusiones.....	21
4.2.	Recomendaciones.....	22
C. MATERIALES DE REFERENCIA		23
Referencias bibliográficas.....		23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de <i>Tetranychus urticae</i>	3
Tabla 2. Taxonomía de <i>Peperomia inaequalifolia</i>	7
Tabla 3. Tasa de mortalidad a las 24, 48 y 72 horas	16
Tabla 4. Oviposición de las hembras	18
Tabla 5. Longevidad de las hembras en días	19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida de <i>Tetranychus urticae</i>	4
Figura 2. Diseño del ensayo bloques al azar.	12
Figura 3. Análisis de correlación y regresión del porcentaje de mortalidad de <i>Tetranychus urticae</i>	20

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de entomología del campus de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, ubicada en el cantón Cevallos sector Querochaca, provincia de Tungurahua.

El objetivo de la investigación fue evaluar la eficiencia del aceite esencial de congona en el control de *Tetranychus urticae*. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con 3 repeticiones y los resultados fueron examinados mediante análisis de varianza (ADEVA) y la prueba de significación de Tukey al 5%. El factor en estudio fue el aceite esencial de congona a cuatro diferentes dosificaciones: D1 (2%), D2 (4%), D3 (8%) y D4 (16%), y el testigo T (0%), la aplicación del aceite fue por el método de aspersión, en unidades de cría en donde se colocó 10 ácaros hembras.

En el análisis de varianzas para la tasa de mortalidad a las 24, 48 y 72 horas después de la aplicación del aceite esencial de congona y para la oviposición de los ácaros, se aplicó la transformación de datos con la fórmula $\sqrt{x} + 3$ y $\sqrt{x} + 1$, respectivamente, debido al alto coeficiente de varianza.

En base a los análisis estadísticos realizados en la presente investigación, se determinó que ninguno de los tratamientos aplicados tuvo una respuesta estadísticamente significativa para el control de *Tetranychus urticae*, ya que no existió datos con importante variación al comparar los tratamientos D1, D2, D3 y D4, con el testigo T en ninguna de las variables propuestas en la investigación. La dosis letal media (DL₅₀) tampoco pudo ser calculada debido al bajo porcentaje de mortalidad que presentaron los ácaros.

Palabras clave: Aceite, Ácaros, Congona, *Tetranychus urticae*.

ABSTRACT

This research work was carried out in the entomology laboratory of the campus of the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Ambato, located in the Cevallos canton, Querochaca sector, Tungurahua province.

The objective of the research was to evaluate the efficiency of congona essential oil in the control of *Tetranychus urticae*. The experimental design used was randomized blocks with 3 repetitions and the results were examined by analysis of variance (ADEVA) and Tukey's significance test at 5%. The factor under study was the essential oil of congona at four different dosages: D1 (2%), D2 (4%), D3 (8%) and D4 (16%), and the control T (0%), the application of the oil was by the aspersion method, in breeding units where 10 female mites were placed.

In the analysis of variances for the mortality rate at 24, 48 and 72 hours after the application of the essential oil of congona and for the oviposition of the mites, the data transformation was applied with the formula $\sqrt{x} + 3$ and $\sqrt{x} + 1$, respectively, due to the high coefficient of variance.

Based on the statistical analyzes carried out in the present investigation, it was determined that none of the treatments applied had a statistically significant response for the control of *Tetranychus urticae*, since there were no data with significant variation when comparing treatments D1, D2, D3 and D4, with the control T in none of the variables proposed in the investigation. The median lethal dose (LD50) could not be calculated either due to the low percentage of mortality presented by the mites.

Key words: Oil, Mites, Congona, *Tetranychus urticae*.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

Se estiman que existen más de 1200 especies de ácaros en el mundo, pero solo aproximadamente el 10% de ellos son considerados como plaga, entre estos se encuentra principalmente *Tetranychus urticae*, comúnmente conocido como araña roja, es considerado una de las plagas más importantes debido a que puede afectar a 150 diferentes cultivos (ARVENSIS Agro S.A., 2019). *T. urticae*, es una plaga que puede llegar a dañar cultivos anuales y perennes, sembrados bajo cubierta o en campo como es el caso de la fresa, el maíz y el pepino, ocasionando pérdidas económicas significativas para los agricultores (Pazmiño et al., 2018).

Kirschbaum (2021), menciona que este ácaro es considerado como la plaga más importante en los cultivos de fresa a nivel mundial, debido a que causan aproximadamente un 80% de pérdidas en la producción de este cultivo.

El ácaro se alimenta de la savia de las plantas disminuyendo su vigor, crecimiento, calidad y rendimiento. El principal síntoma para identificar la presencia de *T. urticae* en los cultivos, se presenta en las hojas, el ataque empieza en el envés de las hojas como decoloramientos y posteriormente se manifiestan en el haz como manchas de color amarillento o marrón (INTAGRI, 2017).

El manejo más utilizado para el control de esta plaga es mediante la aplicación de productos químicos, desafortunadamente el excesivo uso de productos como los acaricidas e insecticidas han ocasionado problemas de resistencia en las poblaciones de *T. urticae*; de igual manera ocasionan problemas en el medio ambiente y para la salud tanto de los agricultores como de los consumidores (Mendoza et al., 2018). Estos problemas

han incentivado a buscar nuevas alternativas que sean sustentables para el control de la plaga, que tengan efecto acaricida y provengan principalmente de otras plantas y sean amigables con el medio ambiente (**Pupiro et al., 2018**).

Chueca et al. (2009), señalan que actualmente se considera como una buena opción el uso de aceites esenciales de plantas para el control de la plaga de *T. urticae*, por tal razón, **Santacruz (2015)**, menciona que los aceites son un recurso botánico alternativo a los productos químicos, usados principalmente por su baja toxicidad y porque presentan varias propiedades biológicas, principalmente actividad acaricida.

1.1.1. Categorías fundamentales

1.1.2. Ácaro plaga *Tetranychus urticae* Koch

Tetranychus urticae, comúnmente conocido como araña roja, es un ácaro plaga cosmopolita debido a que puede adaptarse en cualquier territorio y condición climática, además de que tiene alta capacidad reproductiva y pueden llegar a causar daños significativos en corto tiempo en varios cultivos bajo cubierta y al aire libre a pesar de tener un ciclo de vida corto (**InfoAgro, 2019**).

1.1.3. Clasificación taxonómica

Tabla 1.

Taxonomía de Tetranychus urticae

Reino	Animalia
Filo	Arthropoda
Clase	Arachnida
Subclase	Acari
Orden	Prostigmata
Familia	Tetranychidae
Género	Tetranychus
Especie	<i>Tetranychus urticae</i> Koch

(Argolo, 2012)

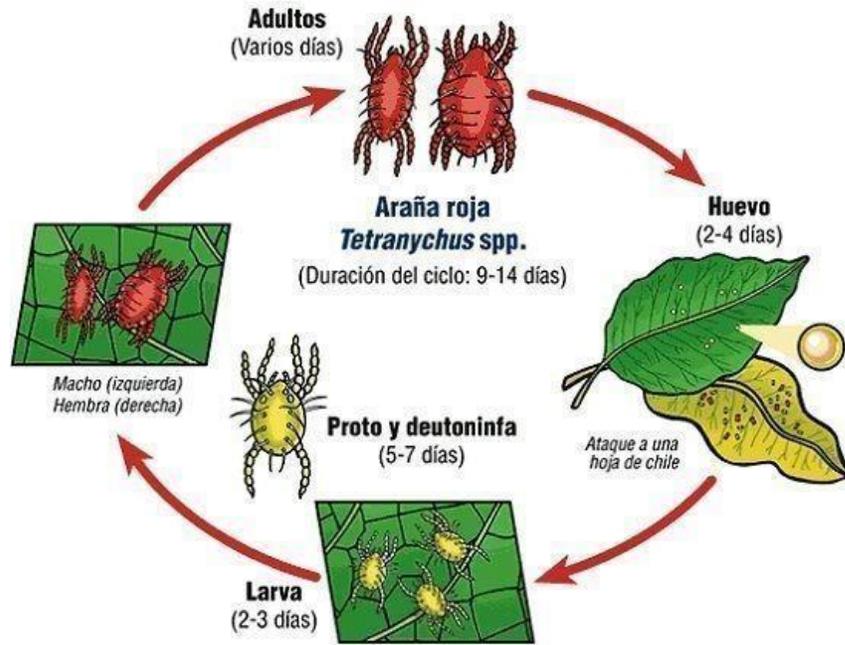
1.1.4. Ciclo de vida

El ciclo de vida de este ácaro es relativamente corto, debido a que se desarrolla muy rápido y en un mes puede completarlo (InfoAgro, 2019). INTAGRI (2017), señala que el ciclo de vida de *T. urticae* consta de cinco estadios: huevo, larva, dos estadios ninfales y adulto.

El ácaro se reproduce por partenogénesis, es decir, las hembras se desarrollan de huevos diploides o fecundados, mientras que los machos mediante huevos haploides o no fecundados (InfoAgro, 2019). Además el CESAVEM (2020) añade que el ciclo biológico de *T. urticae* empieza cuando las hembras ovipositan los huevos en el envés de las hojas, transcurridos de 2 a 3 días estos eclosionan y son larvas, las larvas se desarrollan en protoninfas en un periodo de 3 a 5 días, después de 2 a 3 días más, las protoninfas se desarrollan en deutoninfas y finalmente llegan a ser adultos. Entre cada estadio el ácaro presenta una fase de dormancia o inactividad en el cual se los denomina crisalidas (protocrisalidas, deutocrisalidas y teliocrisalidas), estas fases se caracterizan porque el ácaro se desprende del exoesqueleto.

Figura 1.

Ciclo de vida de Tetranychus urticae



(InfoAgro, 2019).

Sin embargo, **Casuso et al. (2020)**, señalan que el ciclo de vida de *T. urticae* es en gran medida variable debido a que depende de las condiciones climáticas como la temperatura y la humedad relativa para desarrollarse. En tal sentido **INTAGRI (2017)**, manifiesta que el ácaro desde el estadio de huevo hasta su fase reproductiva a una temperatura de 25°C puede tardar entre 9 a 14 días; mientras que con una temperatura de 30°C el desarrollo de los ácaros se acelera y puede tardar tan solo entre 6 a 7 días. **SOLAGRO (2019)**, menciona que las temperaturas menores a los 12°C y mayores a los 40°C pueden llegar a ser perjudiciales para el desarrollo de la plaga; debido a que en temperaturas menores de los 12°C termina el desarrollo del ácaro y entran en una fase conocida como diapausa en donde la actividad metabólica del ácaro se reduce; y de igual manera a temperaturas

mayores a los 40°C se ve afectado el normal desarrollo de los ácaros en sus diferentes estadios.

Huevo: Miden de 0.12 a 0.14 mm, son de color blanco, brillantes y de forma esférica; con el paso de los días se van desarrollando y se van tornando de color amarillo (**Lozada, 2011**).

Larva: Miden aproximadamente 0.15 mm de longitud, cuando apenas eclosionan no tienen color, a medida que se van desarrollando cambian su color a verde claro u oscuro, amarillo, blanquecinas dependiendo de su alimentación; pero todas poseen dos manchas negras en el dorso del tórax que son características de este acaro. Además, Cibrián menciona que durante este estadio el acaro posee tres pares de patas (**CESAVEM, 2020; Cibrián, 2013**).

Ninfa: *Tetranychus urticae* tiene dos estadios ninfales: protoninfa y deutoninfa. En los dos estadios el ácaro tiene el mismo color que en el estadio larva, pero con las manchas del dorso del tórax más grande y ahora tienen cuatro pares de patas. La diferencia entre la protoninfa y deutoninfa es el tamaño ya que las deutoninfas son más grandes. Además, durante esta fase ya se puede ir diferenciando entre las ninfas que originarán hembras y las que serán machos (**SOLAGRO, 2019**).

Adulto: Durante este estadio se pueden diferenciar claramente los ácaros hembra de los ácaros macho, debido a que las hembras se caracterizan por ser de forma oval con un tamaño mayor a los machos, mientras que los ácaros machos tienen una forma más acuminada en el abdomen. Otra diferencia importante entre machos y hembras es la coloración, ya que en las hembras esta puede variar mucho pudiendo ser anaranjadas rojizas, amarillentas, o verdes; los machos siempre tendrán una coloración más pálida, pero en los dos casos siempre presentarán las dos manchas laterales color negro sobre el dorso. Las hembras tienen un ciclo de vida más largo que los machos pudiendo durar entre 20 – 28 días, en tanto el ciclo de vida de un macho disminuye a aproximadamente 14 días (**Guerrero, 2015**).

Las hembras ovipositan entre 100 a 120 huevos, por día se estima que una hembra adulta puede ovipositar entre 3 a 5 huevos (**CERTIS, 2021**).

1.1.5. Daños

Según el **Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2019)** este ácaro, para alimentarse daña con su estilete superficialmente los tejidos de las hojas, destruye las células del mesófilo, lo cual afecta en la transpiración ya que esta aumenta considerablemente y la planta pierde energía por ende hay disminución en su capacidad para realizar la fotosíntesis, a lo que **Forero et al. (2008)** añaden que en consecuencia, la disminución de la tasa fotosintética afecta tanto el crecimiento y desarrollo de la planta como en la calidad de los frutos; además **Cibrián (2013)** menciona que el ácaro al alimentarse necrosa los tejidos foliares y provocan la caída prematura de las hojas, y en ataques más agresivos de la plaga incluso pueden llegar a causar la muerte de la planta.

1.1.6. *Peperomia inaequalifolia*

Peperomia inaequalifolia, también conocida como congona, es una planta nativa del Ecuador y ampliamente distribuida en los países de Colombia y Perú; es principalmente cultivada debido a sus propiedades medicinales (**Pino, 2004**). En el Ecuador la congona es ampliamente distribuida en las provincias de Cañar, Azuay y Carchi (**Santacruz, 2015**).

Grijalva y Tapia (2015), señalan que la congona es una planta herbácea suculenta, su tallo tiene una altura hasta 75 cm, es cilíndrico, ramificado y con nudos; sus hojas son de color verde brillante, lamina ovalada en verticilos de 4 – 6 y tienen un olor similar al de la canela, sus inflorescencias son en espigas terminales. Además, **Carvajal y Quintero (2012)**, añaden que es una planta que requiere de suelos fértiles con buen drenaje y exposición directa al sol, es muy susceptible a las heladas y a las altas temperaturas.

El tallo y las hojas de la congona presentan gran variedad de taninos, resinas, Miristicina y Bisabolol (**Grijalva y Tapia, 2015**).

Algunas de las aplicaciones más comunes de la congona son como analgésico para el dolor de cabeza realizando infusiones con las hojas de la planta, también sirve de tranquilizante, el extracto de las hojas de igual manera es usado para la otitis y conjuntivitis. Además, las hojas trituradas sirven de dentífrico para tratar gingivitis y como cicatrizantes tópicos **Carvajal y Quintero (2012)**.

1.1.7. Clasificación taxonómica

Tabla 2.

Taxonomía de Peperomia inaequalifolia

Reino	Plantae
Phylum	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Piperales
Familia	Piperaceae
Género	Peperomia
Especie	Inaequalifolia

(Universidad Nacional de Colombia, 2007).

1.1.8. Aceites esenciales

Los productos químicos han sido ampliamente utilizados en la agricultura para el control de ácaros, desafortunadamente el uso desmedido de estos productos ha ocasionado consecuencias negativas sobre el medio ambiente y en la salud de las personas; por tal razón, en los últimos años se ha buscado nuevas alternativas de origen natural, como el uso de plantas que son consideradas como una alternativa muy importante para el control de ácaros ya que son un recurso que posee gran cantidad de productos químicos bioactivos **(Santacruz, 2015)**.

Los aceites esenciales son líquidos densos o fluidos de baja solubilidad en agua, varían de color dependiendo de la planta de la cual se han extraído, son metabolitos secundarios que ya han sido sintetizados por las plantas cuando se activa el mecanismo de acción defensa por factores ambientales y ecológicos (**Rodríguez et al., 2012**). Los aceites esenciales son químicamente mezclas complejas muy variables pertenecientes principalmente al grupo de los terpenos y en menor cantidad de compuestos aromáticos provenientes del fenilpropano (**López, 2004**).

1.1.9. Tetranychus urticae en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*)

La plaga que más problemas ocasiona en el cultivo de fresa es *Tetranychus urticae* comúnmente conocida como la araña roja; las poblaciones de este ácaro ocasionan el marchitamiento de las plantas; esta plaga es considerada una de las más perjudiciales para el cultivo de fresa debido a los daños que ocasionan y porque es complicado hacer un control por la resistencia que presentan a los acaricidas (**InfroAgro, 2017**).

En el país, este ácaro es una plaga de importancia económica debido a que los daños ocasionados en los cultivos de fresa por *Tetranychus urticae* alcanzan porcentajes del 60 hasta el 80%, es por eso que para controlar la plaga se hacen frecuentes aplicaciones de productos químicos que desafortunadamente a largo plazo ocasionan problemas de resistencia en las poblaciones de la plaga. Por tal razón, es importante implementar alternativas que contribuyan a controlar eficazmente esta plaga y por ende ayuden a disminuir el uso de productos químicos que a largo plazo ocasionan problemas en el medio ambiente (**Mendoza et al., 2018**).

Los daños por *Tetranychus urticae* en el cultivo de fresa, son ocasionado por las larvas, ninfas y adultos de este ácaro, ya que se alimentan en el envés de las hojas lo que ocasiona manchas de color amarillento o incluso toda la hoja puede llegar a tomar una tonalidad amarillenta y posteriormente causar la pérdida de hojas de la planta; lo que en consecuencia provoca que la planta disminuya su crecimiento y producción. Cuando las poblaciones de *T. urticae* son muy altas, en las plantas se puede observar telas de araña

que son producidas tanto por las ninfas y los adultos de este ácaro, también pueden llegar a dañar el fruto ocasionando pequeñas manchas de color oscuro. Además de que las altas poblaciones del acaro pueden llegar a causar el marchitamiento total de la planta (Gijón, 2017).

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar la eficiencia del aceite esencial de congona en el control de *Tetranychus urticae*.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar el porcentaje de mortalidad de las hembras de *Tetranychus urticae* por el efecto de diferentes dosis de aceite esencial de congona.
- Evaluar la longevidad de las hembras.
- Calcular la dosis letal del aceite esencial de congona en el control de *Tetranychus urticae*.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Materiales

2.1.1. Equipos

- Estereoscopio

2.1.2. Materiales

- Espuma
- Atomizador
- Fundas ziplock
- Algodón
- Tijeras
- Toallas de cocina
- Pincel triple 0
- Cajas Petri
- Hojas de fresa
- Aceite esencial de congona

2.1.3. Materiales de oficina

- Esferos
- Cuaderno
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Impresora

2.2. Métodos

2.2.1. Ubicación del ensayo

El estudio será realizado en el laboratorio de entomología del campus de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, ubicada en el cantón Cevallos sector Querochaca, provincia de Tungurahua. A 20 km del sur de Ambato, a una altitud de 2865 msnm., sus coordenadas geográficas son 01° 22' 02'' de latitud Sur y 78° 36' 24'' de longitud Oeste. (INAMHI, Estación meteorológica de primer orden Querochaca).

2.2.2. Caracterización del lugar

2.2.2.1. Agua

Morocho (2010), menciona que el agua que abastece a los laboratorios tiene un contenido de sólidos totales de 246.4 mg/l, la conductividad eléctrica es de 385µmhos/cm y posee un pH neutro equivalente a 7.04.

2.3. Diseño del ensayo

Figura 2.

Diseño del ensayo bloques al azar.

	Dosificación 2%	Dosificación 4%	Dosificación 8%	Dosificación 16%
Repetición 1	Unidad de cría			
Repetición 2				
Repetición 3				

2.4. Diseño experimental

Para la investigación se utilizó el diseño experimental de bloques al azar, con 3 repeticiones. Los resultados fueron examinados mediante análisis de varianza (ADEVA) y prueba de significación de Tukey al 5% para todas las variables que presentaron significación estadística.

2.4.1. Factores de estudio

Dosis de aceite de congona

D1 = 0%

D2 = 2%

D3 = 4%

D4 = 8%

D5 = 16%

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis alternativa

La aplicación de aceite esencial de congona controla *Tetranychus urticae*.

2.5.2. Hipótesis nula

La aplicación de aceite esencial de congona no controla *Tetranychus urticae*.

2.6. Manejo del experimento

El ensayo se lo realizó con 18 unidades de cría de *Tetranychus urticae* recolectados de las hojas del cultivo de fresa cultivado en la facultad de ciencias agropecuarias campus Querochaca; en cada unidad de cría se colocará 8 hembras de *T. urticae*, con el objetivo de que estas ovipositen, una vez que las crías lleguen a su etapa de adultez se procedió a realizar nuevas unidades de cría, en donde se colocaran 10 hembras en cada una y después aplicar el aceite esencial de congona mediante aspersion y posteriormente se realizó observaciones del efecto sobre la tasa de mortalidad (24, 48 y 72 horas después de la aplicación) y del efecto subletal referido a la de longevidad y tasa de oviposición.

2.6.1. Obtención del aceite esencial de congona

El aceite esencial de congona que se utilizó para el ensayo fue donado por la Srta. Irina Alexandra Tuza Roa, el cual ha utilizado la siguiente metodología:

- Seleccionar y clasificar el material vegetal retirando elementos no deseables

como tierra, insectos y plantas que no se encuentren en perfectas condiciones.

- Lavar la planta con agua potable.
- Dejar escurrir a temperatura ambiente alejado de los rayos directos del sol.
- Pesar 73 libras de la planta de congona y triturar con ayuda de un molino. El material triturado se deposita en un destilador.
- Realizar la extracción del aceite durante ocho horas.

2.6.2. Obtención de las dosificaciones del aceite esencial de congona

El aceite esencial de congona purificado se obtuvo mediante el método de expresión y tiene una concentración del 20%; a partir de lo cual se utiliza un emulsificante para obtener las diferentes dosificaciones establecidas (2%, 4%, 8% y 16%).

Un emulsificante es una sustancia superficialmente activa que ayuda a que dos líquidos que son inmiscibles (que no se unen) formen una mezcla homogénea y estable. Existen tres tipos básicos de emulsificantes según su carga eléctrica en medios acuosos que son los aniónicos, catiónicos y no iónicos (neutros), la utilización del emulsificante depende de la sustancia que se va a emulsionar, del grado de estabilidad requerido y de la utilización que tendrá el producto (**Reynoso, 2018**).

- **Emulsificantes aniónicos:** Forman iones de carga negativa y se usan generalmente en soluciones de pH alcalino, son los más comunes y no son efectivos en medios con alto contenido de sales (**YuBrain, 2021**).
- **Emulsificantes catiónicos:** Forman iones de carga positiva, son efectivos en pH ácidos, pero no son efectivos en concentraciones con alto contenido de sales (**YuBrain, 2021**).
- **Emulsificantes iónicos:** No forman iones al ser disueltos en agua y su efectividad no se afecta ni por el pH ni por la presencia de sales (**YuBrain, 2021**).

Estas dosificaciones fueron aplicadas en la investigación, por el método de aspersión, sobre las unidades de cría a una distancia de 30 cm para evitar que los ácaros se mueran por inmersión y no por el efecto del aceite.

2.7. Variables respuesta

En cada uno de los ensayos se medirán las siguientes variables respuesta.

Tasa de mortalidad a las 24, 48 y 72 horas después de la aplicación del aceite esencial de congona.

Se determinará el porcentaje de mortalidad de los ácaros a las 24, 48 y 72 horas después de la aplicación del aceite de congona, observando con un estereoscopio el número de ácaros vivos.

Tasa de oviposición de las hembras.

Con un estereoscopio se realizará un conteo del número de huevos que hayan ovipositado las hembras ácaros a partir de las 72 horas después de la aplicación del aceite hasta su muerte.

Longevidad de las hembras.

A los individuos sobrevivientes de la aplicación serán observados cada 24 horas hasta su muerte.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de los resultados

3.1.1. Tasa de mortalidad a las 24, 48 y 72 horas después de la aplicación del aceite esencial de congona.

Para el análisis de varianza se aplicó la transformación de datos con la fórmula $\sqrt{x} + 3$, debido al alto coeficiente de variación.

Se realizó el análisis de varianza para la variable tasa de mortalidad a las 24 horas (anexo 8), en la cual se puede verificar que existe significación estadística para tratamientos presentando un coeficiente de variación de 0.009.

Para las 48 y 72 horas al realizar el análisis de varianza (anexos 8 y 9) no presenta significación estadística y un coeficiente de variación de 0.5801 y 0.9032 respectivamente.

Tabla 3.

Tasa de mortalidad a las 24, 48 y 72 horas

Tratamientos	24 horas	48 horas	72 horas
0%	0.00 ± 0.00 B	3.33 ± 3.33	6.67 ± 3.33
2%	13.33 ± 3.33 A	0.00 ± 0.00	10.00 ± 0.00
4%	16.67 ± 3.33 A	0.00 ± 0.00	6.67 ± 3.33
8%	10.00 ± 0.00 AB	3.33 ± 3.33	6.67 ± 3.33
16%	13.33 ± 3.33 A	0.00 ± 0.00	6.67 ± 3.33

Nota. En la presente tabla se expresa el porcentaje de mortalidad a las 24, 48 y 72 horas

de cada uno de los tratamientos.

En base al análisis estadístico realizado para la variable tasa de mortalidad a las 24, 48 y 72 horas después de la aplicación del aceite esencial de congona (Tabla 3), se pudo determinar que a las 24 horas con las dosificaciones al 4% se obtuvo mayor tasa de mortalidad con un porcentaje del 16.67, seguido del 2% y 16% que presentaron una mortalidad del 13.33%; al 8% la mortalidad fue de un 10%; mientras que en el testigo la mortalidad de los ácaros fue del 0%. A las 48 horas no se presentó diferencias significativas entre los tratamientos ya que al 2%, 4% y 16% la mortalidad fue del 0% y solo al 8% y en el testigo la mortalidad fue del 3.33%. A las 72 horas de igual manera no se presentó diferencias significativas en las dosificaciones del 4%, 8% y 16% comparadas con el testigo debido a que la mortalidad de los ácaros fue del 6.67% y únicamente al 2% hubo una mortalidad del 10%. Por lo tanto, se puede deducir que las dosificaciones con mayor tasa de mortalidad fueron al 2% y 4% en donde la mortalidad fue del 23.3%, seguidas de las dosificaciones 8% y 16% con una mortalidad del 20%; y el testigo presentó una mortalidad del 10%. Los valores registrados en la presente investigación son similares a los obtenidos por **Santacruz (2015)** en su investigación “Evaluación del efecto acaricida del aceite esencial de congona, (*Peperomia inaequalifolia* Ruiz & Pav.) en plantas de frutilla (*Fragaria vesca* L.), en la cual obtuvo que al aplicar el aceite esencial de congona con dosificaciones del 0,5%, 0,25% y 0,125% registro una mortalidad en los ácaros del 30%, 23.3% y 0%.

3.1.2. Tasa de oviposición de las hembras

Para el análisis de varianza se aplicó la transformación de datos con la fórmula $\sqrt{x} + 1$, debido al alto coeficiente de variación.

Tabla 4.

Oviposición de las hembras

Tratamientos	Oviposición %
0%	75.67 ± 2.52
2%	88.33 ± 43.98
4%	57.33 ± 23.97
8%	52.33 ± 17.24
16%	76.33 ± 20.26

De acuerdo con los resultados obtenidos estadísticamente (Tabla 4), a partir de las 72 horas después de haber aplicado el aceite esencial de congona, se constató que únicamente con las dosificaciones del 4% y 8% se obtuvo menor tasa de oviposición de las hembras con un porcentaje del 57.33% y 52.33% respectivamente; mientras que con el testigo la tasa de oviposición fue del 75.67%, seguido de la dosificación al 16% con un porcentaje del 76.33% y por último la dosificación al 2% que presentó mayor tasa de oviposición comparada con las otras dosificaciones y el testigo; estos resultados probablemente sean justificados por el fenómeno de hormoligosis, a lo que **Muñiz et al. (2016)**, manifiestan que el aumento de la oviposición probablemente es una respuesta al estrés provocado en las hembras por concentraciones subletales de los metabolitos secundarios contenidos en los extractos vegetales, lo que ocasiona el incremento de la supervivencia mediante una mayor tasa de oviposición. Los resultados obtenidos en esta investigación son inferiores a los obtenidos por **Toapanta (2020)** en su investigación “Evaluación de tres extractos vegetales para el control de ácaros (*Tetranychus urticae* Koch) en hojas de fresa (*Fragaria x annassa*), en la cual se registró que la aplicación de extractos vegetales como el de extracto de cabuya al 1.6% ayuda eficazmente a disminuir la tasa de oviposición de las hembras en un 94.47%.

3.1.3. Longevidad de las hembras.

Tabla 5.

Longevidad de las hembras en días

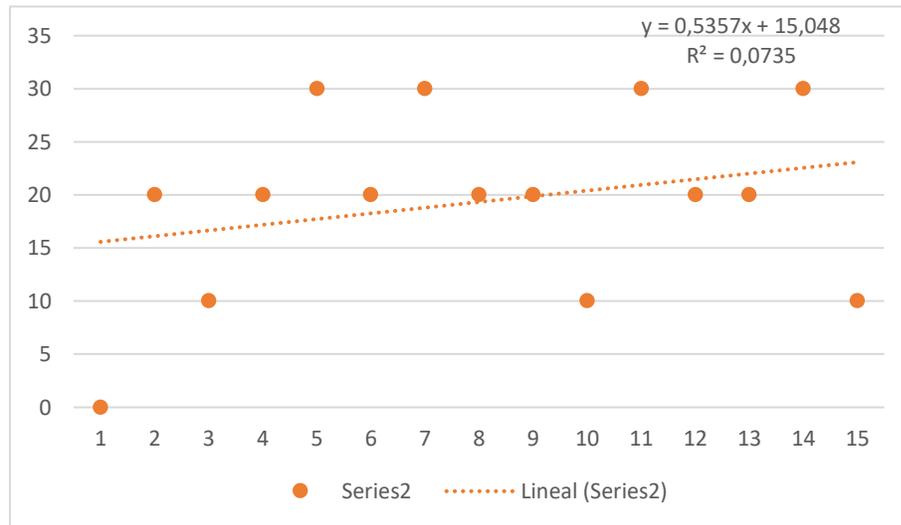
Tratamientos	Longevidad
0%	14.67 ± 0.56
2%	15.67 ± 0.56
4%	13.67 ± 0.56
8%	15.33 ± 0.56
16%	14.67 ± 0.56

Con respecto a la variable de la longevidad de las hembras, los individuos sobrevivientes de la aplicación fueron observados cada 24 horas hasta su muerte, se registró que tampoco hubo diferencias significantes de los tratamientos aplicados comparados con el testigo; a pesar de ello con la dosificación al 4% se presentó menor porcentaje de longevidad de las hembras con un 13.67%, mientras que al 16% y con el testigo la longevidad de las hembras fue del 14.67%, sin embargo con el 2% y 8% la mortalidad de las hembras fue del 15.67% y 15.33% respectivamente, obteniendo valores más altos que con la aplicación del testigo; estos resultados probablemente sean justificados debido a que el aceite esencial de congona no inhibió sobre la alimentación de los ácaros, lo cual es un factor que determina la longevidad de estos. Por otra parte, **Toapanta (2020)** en su investigación “Evaluación de tres extractos vegetales para el control de ácaros (*Tetranychus urticae* Koch) en hojas de fresa (*Fragaria x annassa*), constató que al aplicar extractos vegetales de aguacate al 0.2% y de cabuya al 0.8% reducen la longevidad de las hembras en un 53.3% y 36.7% respectivamente.

3.1.4. Dosis letal del aceite esencial de congona en el control de *Tetranychus urticae*

Figura 3.

*Análisis de correlación y regresión del porcentaje de mortalidad de *Tetranychus urticae*.*



De acuerdo a los datos obtenidos en la presente investigación, la dosis letal media (DL_{50}) no pudo ser calculada debido a que el porcentaje de mortalidad de los ácaros durante las primeras 72 horas después de haber aplicado el aceite esencial de congona no alcanzó el 50% con ninguno de los tratamientos aplicados y por lo tanto no se puede calcular la DL_{50} .

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Al finalizar la investigación “Efecto del aceite esencial de congona en el control de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), se establecen las siguientes conclusiones:

El porcentaje total de mortalidad de los ácaros dentro de las 24, 48 y 72 horas después de haber aplicado el aceite esencial de congona con las dosificaciones establecidas y el testigo se puede concluir que los mejores tratamientos debido al porcentaje de mortalidad fueron con las dosis al 2% y al 4% con un porcentaje del 23,3%; mientras que al 8% y 16% se constató una mortalidad del 20%; y con el testigo el porcentaje de mortalidad fue del 10%.

De acuerdo a los análisis estadísticos, en la longevidad de las hembras no se presentó valores significativamente diferentes entre sí; sin embargo se puede considerar que la dosificación al 4% es mejor ya que, la tasa de longevidad fue menor que en el testigo con un 13.67%, seguida del 16% y el testigo en donde la tasa de longevidad fue del 14.67%, sin embargo al 2% y 8% la longevidad fue del 15.67% y 15.33% respectivamente, es decir, estos valores son más altos que el que se registró con el tratamiento testigo.

La dosis letal del aceite esencial de congona no pudo ser calculado debido a que el porcentaje de mortalidad de los ácaros no alcanzó el 50%, que es necesario para poder calcular la DL_{50} .

4.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar nuevas investigaciones utilizando el aceite esencial de congona mediante un método diferente de aplicación, ya que con el método por aspersión no se logró obtener resultados significativos para ninguna de las variables establecidas en esta investigación; mientras que en otras investigaciones se ha comprobado que el aceite esencial de congona funciona mejor aplicándolo por el método de contacto, es decir por inmersión de la hoja en el aceite.

Se recomienda también realizar otras investigaciones con el aceite esencial de congona probando diferentes dosificaciones y tiempos de mortalidad

Se debería probar con diferentes extractos vegetales, ya que en otras literaturas e investigaciones se ha obtenido resultados óptimos en el control de poblaciones de *Tetranychus urticae* utilizando estos productos de origen vegetal.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias bibliográficas

- Argolo, P. (2012). *Gestión integrada de la araña roja Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae): optimización de su control biológico en clementinos*. (tesis de doctorado). Universidad Politecnica de Valencia.
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17804/tesisUPV3987.pdf>
- ARVENSIS Agro S.A. (2019, 15 de Julio). *Ácaros resistentes a acaricidas*.
<https://www.arvensis.com/es/blog-acaros-resistente-a-acaricidas-arvensis-agro-s-a/>
- Carvajal, C. y Quintero, M. (2012). *Caracterización fitoquímica, actividad antimicrobiana y antimicótica del aceite esencial de congona (Peperomia inaequalifolia Ruiz&Pav.) Piperaceae*. (tesis de grado). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4073/1/UPS-QT02906.pdf>
- Casuso, N., Smith, H., y López, L. (2020). *La araña roja - ciclo de vida*.
https://www.researchgate.net/publication/344054832_La_Arana_roja_Tetranychus_urticae_Ciclo_de_vida
- CERTIS. (2021, 02 de Agosto). *Tetranychus urticae: síntomas y mecanismos de control*.
<https://www.certiseurope.es/noticias/detalle/news/tetranychus-urticae-sintomas-y-mecanismos-de-control#:~:text=Los%20huevos%20de%20la%20ara%C3%B1a,su%20ciclo%20en%209%20d%C3%ADas.>

- CESAVEM. (2020). *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Acari: Tetranychidae).
<https://cesavem.mx/fichas/Ficha%20te%CC%81cnica%20tetranychus%20urticae.pdf>
- Chueca, P., Garcerá, C., Moltó, E., Jacas, J., Urbaneja, A., y Pina, T. (2009). Los aceites minerales pueden ser una alternativa al uso de acaricidas para el control de araña roja. *Levante Agrícola*, 121 - 129.
https://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/6446/2009_Chueca_Los%20oaceites.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cibrián, D. (2013). *Manual para la identificación y manejo de plagas en plantaciones forestales comerciales*. Universidad Autónoma Chapingo.
<https://proteccionforestal.files.wordpress.com/2015/06/manual-para-la-identificacic3b3n-y-manejo-de-plagas-en-plantaciones-forestales-comerciales.pdf>
- Forero, G., Rodríguez, M., Cantor, F., Rodríguez, D., y 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. *Agronomía Colombiana*, 26(1), 78 - 86.
<http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v26n1/v26n1a10.pdf>
- Gijón, I. (2017). *Estrategias de manejo para el control de araña roja (Tetranychus urticae) en fresa (Fragaria x ananassa)*. (tesis de grado). Universidad Autónoma de Baja California.
<https://repositorioinstitucional.uabc.mx/bitstream/20.500.12930/474/1/ENS087438.pdf>
- Grijalva, P., y Tapia, A. (2015). *Evaluación de la actividad acaricida del aceite esencial de congona (Peperomia inaequalifolia)*. (tesis de grado). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9406/1/UPS-QT07113.pdf>

- Guerrero, M. (2015). *Descripción etológica de la araña roja del cultivo de rosa (Rosa sp) en el laboratorio. CEASA, sector Salache, provincia de Cotopaxi 2015.* (tesis de grado). Universidad Técnica de Cotopaxi.
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2542/1/T-UTC-00078.pdf>
- InfoAgro. (2019, 25 de abril). *Características de la araña roja (Tetranychus urticae).*
<https://mexico.infoagro.com/caracteristicas-de-la-arana-roja-tetranychus-urticae/>
- InfoAgro. (2017, 08 de marzo). *Araña roja, la gran amenaza para la fresa.*
https://www.infoagro.com/noticias/2017/arana_roja_la_gran_amenaza_para_la_fresa.asp
- INTAGRI. (2017). *Manejo integrado de araña roja en hortalizas bajo invernadero.*
<https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-integrado-de-arana-roja-en-hortalizas-bajo-invernadero>
- Kirschbaum, D. (2021). Fresa: Tendencias y perspectivas en el control de la plaga clave araña roja (Tetranychus urticae). En G. Fischer, D. Miranda, S. Magnitskiy, y H. Balaguera, *Avances en el cultivo de las berries en el trópico* (pág. 112). Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Kirschbaum/publication/356787619_Fresa_Tendencias_y_perspectivas_en_el_control_de_la_plaga_clave_arana_roja_Tetranychus_urticae_Strawberry_trends_and_perspectives_in_the_control_of_the_key_pest_two-spotted_spider_mite_Tetranychus_urt/links/61b54a724b318a6970d5371f/Fresa-Tendencias-y-perspectivas-en-el-control-de-la-plaga-clave-arana-roja-Tetranychus-urticae-Strawberry-trends-and-perspectives-in-the-control-of-the-key-pest-two-spotted-spider-mite-Tetranychus-urt.pdf
- López, M. T. (2004). Los aceites esenciales Aplicaciones farmacológicas, cosméticas y alimentarias. *ELSEVIER*, 23(7), 88 - 91. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13064296>

- Lozada, A. (2011). *Evaluación de productos orgánicos para el control de araña roja (Tetranychus urticae Koch) en el cultivo de fresa (Fragaria vesca)*. (tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato.
https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/879/1/Tesis_t004agr.pdf
- Mendoza, D., Dobronski, J., Vásquez, C., Frutos, V., y Paredes, S. (2018). Control de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) con *Bacillus subtilis* en hojas de fresa (*Fragaria vesca*). *Agronomía Costarricense*, 43(1), 125 - 133.
doi:<https://doi.org/10.15517/rac.v43i1.35676>
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2019). *Guía de gestión integrada de plagas de fresa y fresón*. Taller del centro de publicaciones del MAPA.
https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/guiagipfresayfreson_tcm30-507859.pdf
- Morocho, L. (2010). *Evaluación de la eficacia de tradígrados en el control del nemátodo (Meloidogyne sp.) bajo condiciones de laboratorio*. (tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato.
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7870/1/Tesis-76%20%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20271.pdf>
- Muñiz, E., Ramos, C., Rodríguez, C., y Ortega, L. (2016). Actividad biológica de nim en adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Aleyrodidae) West. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(6), 1283 - 1295.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v7n6/2007-0934-remexca-7-06-1283-en.pdf>
- Pazmiño, P., Lema, G., Mendoza, D., Velástegui, G., y Vásquez, C. (2018). Parámetros biológicos de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) alimentado sobre dos cultivares de fresa en Ecuador. *Bioagro*, 30(3), 229 - 234.
[http://www.ucla.edu.ve/bioagro/REV30\(3\)/8.%20ms%201758.pdf](http://www.ucla.edu.ve/bioagro/REV30(3)/8.%20ms%201758.pdf)

- Pino, G. (2004). Las especies del género *Peperomia* de la provincia de cajamarca. *Magistri et Doctores*, 19 - 28.
https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/magistri/n1_2006/a02.pdf
- Pupiro, L., Pérez, Y., y Pino, O. (2018). Actividad acaricida de aceites esenciales de especies pertenecientes a las familias Myrtaceae, Lamiaceae y Rutaceae sobre *Tetranychus tumidus* Banks. *Revista de Protección Vegetal*, 33(3), 1 - 7.
<http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v33n3/2224-4697-rpv-33-03-e03.pdf>
- Reynoso, S. (2018). *Los polímeros plásticos: Los conceptos básicos que debes conocer durante y al salir de la universidad*.
<https://www.amazon.com/dp/B07L52XLZ7>
- Rodríguez, M., Meléndez, L., y Real, S. (2012). *Procedimientos para la extracción de aceites esenciales en plantas aromáticas*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. <https://aprenderly.com/doc/3202047/procedimientos-para-extracci%C3%B3n-de-aceites-esenciales-en...>
- Santacruz, G. (2015). *Evaluación del efecto acaricida del aceite esencial de congona, (Peperomia inaequalifolia Ruiz & Pav.) en plantas de frutilla (Fragaria vesca L.)*. (tesis de grado). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10361/1/UPS-QT08218.pdf>
- SOLAGRO. (2019, 11 de septiembre). *El ciclo biológico y el control de la Araña roja. (Tetranychus urticae)*. <https://solagro.com.pe/blog/el-ciclo-biologico-y-el-control-de-la-arana-roja-tetranychus-urticae/>
- Toapanta, J. (2020). *Evaluación de tres extractos vegetales para el control de ácaros (Tetranychus urticae Koch) en hojas de fresa (Fragaria x annassa)*. (tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato.
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31949/1/Tesis->

263%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-
CD%20683%20Janeth%20Elizabeth%20Toapanta.pdf

Universidad Nacional de Colombia. (2007, 14 de febrero). *Peperomia inaequalifolia*
Ruiz & Pav. - Piperaceae.

<http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/detail/271285/>

YuBrain. (2021, 24 de junio). *Definición de emulsionante o agente emulsificante.*

<https://www.yubrain.com/ciencia/quimica/definicion-de-emulsionante-o-agente-emulsificante/>

Anexos

Anexo 1. Unidades de cría.



Anexo 2. Desarrollo de *Tetranychus urticae*





Anexo 3. Ácaro hembra adulto de *Tetranychus urticae*



Anexo 4. Dosificaciones del aceite esencial de congona



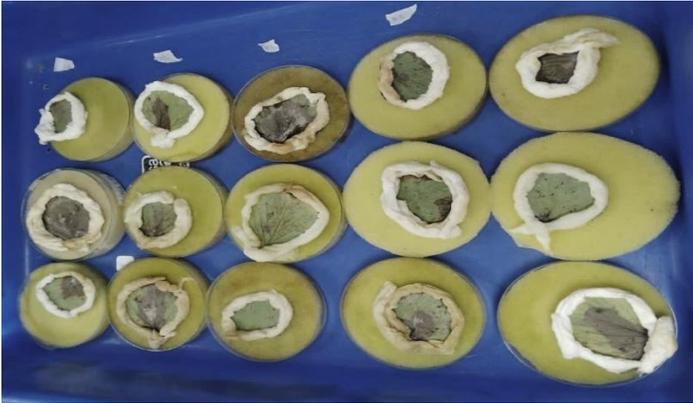
Anexo 5. Aplicación del aceite esencial de congona sobre las unidades de cría.



Anexo 6. Identificación de la mortalidad de los acaros.



Anexo 7. Ensayo



Anexo 8. Resultados ADEVA ácaros 24 horas

F.V.	SC	gl	CM	F	p – valor
Tratamientos	4	493,333	123,333	6,17	0,0091*
Error	10	200,000	20,000		
Total	14	693,333			

Anexo 9. Resultados ADEVA ácaros 48 horas

F.V.	SC	gl	CM	F	p – valor
Tratamientos	4	40,000	10,000	0,75	0,5801 ns
Error	10	133,333	13,333		
Total	14	173,333			

Anexo 10. Resultados ADEVA ácaros 72 horas

F.V.	SC	gl	CM	F	p – valor
Tratamientos	4	26,667	6,6667	0,25	0,9032 ns
Error	10	266,667	26,6667		
Total	14	293,333			

Anexo 11. Resultados ADEVA oviposición

F.V.	SC	gl	CM	F	p – valor
Tratamientos	4	2642,67	660,667	1,03	0,4403 ns
Error	10	6445,33	644,533		
Total	14	9088,00			

Anexo 12. Resultados ADEVA longevidad

F.V.	SC	gl	CM	F	p – valor
Modelo	7,07	4	1,77	1,89	0,1883 ns
Tratamientos	7,07	4	1,77	1,89	0,1883
Error	9,33	10	0,93		
Total	16,40	14			