

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**TÍTULO DE PROYECTO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**EFFECTO DEL USO DE UN COADYUVANTE EN LA EFECTIVIDAD  
DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE AJO PARA EL CONTROL DE  
*Oligonychus yothersi* (MCGREGOR) (ACARI: TETRANYCHIDAE)**

**DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO  
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**AUTOR:**

Alvaro Mauricio Tiana Erazo

**TUTORA:**

Ing. Rita Cumandá Santana Mayorga Mg.

**CEVALLOS, 2022**

**EFFECTO DEL USO DE UN COADYUVANTE EN LA EFECTIVIDAD  
DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE AJO PARA EL CONTROL DE  
*Oligonychus yothersi* (MCGREGOR) (ACARI: TETRANYCHIDAE)**

REVISADO POR:

.....

Ing. Rita Cumandá Santana Mayorga Mg.  
TUTOR

**APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:**

**Fecha**

.....

**19/09/2022**

Ing. Marco Oswaldo Pérez Salinas, Ph.D.  
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

.....

**19/09/2022**

Ing. Carlos Luis Vásquez Freytez, Ph.D.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

.....

**19/09/2022**

BQF. Cristina Isabel López Villacis, Mg.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

## AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, **ALVARO MAURICIO TIANA ERAZO**, portador de cédula de ciudadanía número: 1804420170, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “**EFFECTO DEL USO DE UN COADYUVANTE EN LA EFECTIVIDAD DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE AJO PARA EL CONTROL DE *Oligonychus yotheresi* (MCGREGOR) (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.



---

**ALVARO MAURICIO TIANA ERAZO**

## DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**EFFECTO DEL USO DE UN COADYUVANTE EN LA EFECTIVIDAD DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE AJO PARA EL CONTROL DE *Oligonychus yothersi* (MCGREGOR) (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.



---

**ALVARO MAURICIO TIANA ERAZO**

## DEDICATORIA

La presente Tesis se la dedico a Dios, quien supo guiarme por buen camino y llenarme de bendiciones, aquel que me brindo fortaleza, perseverancia y sabiduría durante el trayecto de mi carrera Universitaria, aquel que con su infinita bondad me permite culminar una etapa más en vida.

A mis padres Galo Tiana y Anita Erazo, quienes me enseñaron que la vida no es fácil y que por más difícil que se ponga la situación siempre habrá una salida y nunca olvidándome de los valores con los que me formaron, ellos son mi pilar y fuente de inspiración, el motor que me impulsa a seguir superándome día a día.

A mi hermana Gabriela Tiana, por ser quien me impulsa a seguir avanzando y quien me exige ser un ejemplo a seguir, por su apoyo y compañía en los días más difíciles y en las noches de desvelo.

A mis abuelitos, Alfredo Erazo, Adelaida Moreta y Gloria Chicaiza, quienes nunca dudaron de mis capacidades y siempre me apoyaron con sus oraciones y palabras de aliento, dedico esta tesis a su bondad, amor y a sus acciones de corazón.

A mi familia, tíos, primos y sobrinos, por formar parte de mi vida y hacer de este mi gran sueño y meta un poco de su orgullo.

También dedico mi tesis a una persona quien me ayudo desde el primer momento que nos conocimos sin esperar nada a cambio, quien me brindo su cariño, amistad, amor y me permitió formar parte de su vida, he izo que mi camino universitario sea muy hermoso pese a las dificultades, esto es para ti Lisseth Tipantasig, quien no dejo de dudar ni de hacerme una mejor persona.

Finalmente, me auto dedico mi tesis, por mi esfuerzo, sacrificio y responsabilidad, haciéndome ver que los sueños si se cumplen siempre y cuando tengas en cuenta primero a Dios y a la familia y que cada meta que te propongas está a un paso de ser alcanzada con el debido esfuerzo.

## AGRADECIMIENTO

Tras recorrer un largo camino, doy gracias a Dios por la vida, la salud y la familia, por esta gran oportunidad de vivir y cumplir mi sueño, por acompañarme durante la trayectoria de mi carrera Universitaria y ser esa fuerza de voluntad que me ayudo a superarme hasta conseguir mi meta.

A mis padres, quienes me ayudaron y guiaron por buen camino, por siempre mantenerse al pendiente de mi brindándome su bendición al momento de salir y llegar a mi hogar, por nunca faltarme lo necesario en mi estudio, les doy gracias por permitirme ser su hijo y pese a lo errores cometidos nunca dejar de confiar en mí, son mi ejemplo por seguir y mi mayor orgullo.

A mi hermana quien fue el motor de mi esfuerzo y superación, por convertirse en mi confidente en mis momentos de dolor, le agradezco infinitamente por su ayuda y compañía en mis noches de desvelo haciéndome saber que yo soy su ejemplo a seguir y que por más caída que tenga debo levantare con más fuerza.

A mis Abuelitos, quienes con su carisma y amor me impulsaron a seguir adelante haciéndome saber que no estoy solo y que tras de mi llevo la esperanza de toda mi familia, les doy gracias por la sabiduría infundida en cada palabra de aliento y por mantenerse al pendiente de cada progreso realizado.

A mi familia, quienes formaron parte de la fuerza que me impulso a seguir adelante, les agradezco por su incondicional apoyo y consejos, gracias por ayudarme a cumplir mi sueño.

A mis amigos, Christian Pico, Daniel Pallo, Belén Machado quienes me enseñaron el verdadero significado de la amistad, agradecerles por todos los momentos de felicidad, tristeza y preocupación vividos en nuestro trayecto Universitario.

Es para mí una gran satisfacción expresar mi más sinceros agradecimientos a la Universidad Técnica de Ambato y a todo su personal docente, por ser la guía en el camino de la formación de profesionales, y ser ese segundo hogar a que muchos de los estudiantes acudimos con el sueño de convertirnos en profesionales.

Por último, quisiera agradecer generalmente a todas las personas quienes me ayudaron con palabras de aliento y consejos.

## ÍNDICE GENERAL

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	iii
DERECHO DE AUTOR.....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Antecedentes Investigativos .....	2
1.2. Objetivos.....	4
Objetivo general:.....	4
Objetivos específicos: .....	5
1.3. Categorías fundamentales.....	5
1.3.1. Generalidades sobre la plaga .....	5
a. Aspectos bioecológicos de Tetranychidae .....	5
b. Daños ocasionados.....	5
1.3.2. Métodos disponibles para el control de ácaros Tetranychidae .....	6
a. Control químico:.....	6
b. Métodos alternativos de control de ácaros.....	8
c. Fuentes de insecticidas botánicos .....	8
d. Los biopesticidas como alternativa a los plaguicidas químicos: .....	9
e. Los plaguicidas botánicos.....	9
f. Los principales pesticidas botánicos utilizados comercialmente en el manejo de plagas agrícolas.....	10
CAPÍTULO II .....	12
METODOLOGÍA .....	12
2.1. Ubicación del estudio .....	12

2.2. Modalidad de la investigación.....	12
2.3. Tipo de investigación .....	12
2.4. Recolección de la información .....	12
2.5. Análisis de la información.....	14
CAPÍTULO III.....	15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
3.1. Tasa de mortalidad de <i>Oligonychus yothersi</i> por la aplicación de diferentes dosis del extracto etanólico de ajo con y sin coadyuvante .....	15
3.2. Tasa de oviposición en hembras de <i>Oligonychus yothersi</i> por la aplicación de diferentes dosis del extracto etanólico de ajo con y sin coadyuvante.....	18
3.3. Longevidad en hembras de <i>Oligonychus yothersi</i> por la aplicación de diferentes dosis del extracto etanólico de ajo con y sin coadyuvante .....	19
CAPÍTULO IV.....	21
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	21
4.1. Conclusiones.....	21
4.2. Recomendaciones .....	21
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
ANEXOS.....	29



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Acaricidas sintéticos que se han utilizado para el control de Tetranychidae en todo el mundo .....	6
<b>Tabla 2.</b> Tasa de oviposición de hembras de <i>O. yothersi</i> tratadas con diferentes concentraciones del extracto de ajo aplicado con y sin coadyuvante .....	18
<b>Tabla 3.</b> Longevidad de hembras de <i>O. yothersi</i> tratadas con diferentes concentraciones del extracto de ajo aplicado con y sin coadyuvante .....	19

## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1.** Porcentaje de mortalidad de *O. yothersi* a las 24, 48, 72 horas y mortalidad acumulada por la aplicación de extracto de ajo sin coadyuvante ..... 16

**Figura 2.** Porcentaje de mortalidad de *O. yothersi* a las 24, 48, 72 horas y mortalidad acumulada por la aplicación de extracto de ajo *con* coadyuvante .... 17

## RESUMEN

La familia Tetranychidae incluye especies plaga que pueden llegar a causar daños económicos en cultivos de importancia económica a nivel mundial, por lo que con frecuencia requieren de medidas de control. Dada su importancia, varios estudios han sido hechos para evaluar la eficiencia de métodos de control más amigables con el ambiente, como el uso de productos bioplaguicidas. En el presente estudio se evaluó el efecto del uso de un coadyuvante sobre la efectividad del extracto etanólico de ajo para el control de *Oligonychus yothersi*. La actividad acaricida del extracto de ajo fue evaluada mediante la técnica de contacto residual usando discos de hojas sumergidos en cada una de las concentraciones del extracto durante 20 s. Se observó que el uso de coadyuvante provocó una mayor tasa de mortalidad a las 24 h después de la aplicación, alcanzando un 37,5% mientras que en los tratamientos donde no se usó coadyuvante alcanzó 30,0%. A las 48 después de la aplicación las tasas de mortalidad durante esos períodos fueron de 23,33 y 25,42% con y sin coadyuvante, respectivamente y a las 72 h se alcanzaron tasas de 16,67 y 12,92%, respectivamente. Sin embargo, al analizar el efecto sobre la mortalidad acumulada después de las 72 h de aplicación se verificó lo observado a las 24 h, donde la tasa acumulada alcanzó 77,50 en el extracto con coadyuvante y 68,33% cuando se usó el extracto solo. Adicionalmente, el extracto de ajo con coadyuvante provocó la mayor reducción de oviposición a las máximas concentraciones (8 y 16% del extracto) con una reducción del 70,80 y 7,03% respecto al tratamiento control. Por otra parte, las reducciones observadas en la oviposición cuando se usó el extracto de ajo solo fueron menores, puesto que, con las mayores dosis, el porcentaje de reducción fue de 55,3 y 59,6 %, respectivamente. Finalmente, la mayor reducción de la longevidad fue observada con las dosis de 4 a 16% del extracto, independientemente de que haya sido aplicado con o sin coadyuvante. Las dosis intermedias (1 y 2%) lograron provocar reducción de la longevidad entre 27,3 y 35% con relación al tratamiento control. El extracto de ajo mostró tener un efecto positivo en el control de *O. yothersi*, por lo cual podría incluirse en planes de manejo de la plaga.

**Palabras clave:** bioplaguicida, coadyuvante, ajo, extracto vegetal Tetranychidae, manejo de plagas

## ABSTRACT

Tetranychidae includes pest species that can inflict economic damage to crops of economic importance worldwide, so they often require control measures. Given its importance, several studies have been carried out to evaluate the efficiency of more environmentally friendly control methods, such as the use of biopesticide products. In the present study, the effect of the use of an adjuvant on the effectiveness of the ethanolic extract of garlic for the control of *Oligonychus yothersi* was evaluated. The acaricidal activity of the garlic extract was evaluated by the residual contact technique using leaf disks immersed in each of the extract concentrations for 20 s. The use of adjuvant caused a higher mortality rate at 24 h after application, reaching 37.5%, while in the treatments where no adjuvant was used, it reached 30.0%. At 48 hours after application, the mortality rates during these periods were 23.33 and 25.42% with and without adjuvant, respectively, and at 72 hours, rates of 16.67 and 12.92%, respectively, were reached. However, when analyzing the effect on cumulative mortality after 72 h of application, what was observed at 24 h was verified, where the cumulative rate reached 77.50 in the extract with adjuvant and 68.33% when the extract was used. only. Additionally, the garlic extract with adjuvant caused the greatest reduction in oviposition at the highest concentrations (8 and 16% of the extract) with a reduction of 70.80 and 7.03% compared to the control treatment. On the other hand, the observed reductions in oviposition when garlic extract was used alone were smaller, since, with the highest doses, the percentage reduction was 55.3 and 59.6%, respectively. Finally, the greatest reduction in longevity was observed with doses of 4 to 16% of the extract, regardless of whether it was applied with or without adjuvant. The intermediate doses (1 and 2%) were able to cause a reduction in longevity between 27.3 and 35% in relation to the control treatment. The garlic extract showed to have a positive effect in the control of *O. yothersi*, for which it could be included in pest management plans.

**Keywords:** biopesticide, adjuvant, garlic, plant extract Tetranychidae, pest management

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### INTRODUCCIÓN

La familia de ácaros Tetranychidae incluye aproximadamente 1200 especies con amplia distribución geográfica, de las cuales algunas de ellas se pueden llegar a convertir en plagas de importancia económica en la agricultura debido al amplio rango de especies hospederas a las cuales ataca (Migeon & Dorkeld, 2021). Entre los géneros más estudiados se encuentran *Tetranychus* y *Panonychus*, mientras que *Oligonychus* ha recibido poca atención como plaga agrícola, a pesar de que en este género se han descrito varias especies que son plaga en cultivos a nivel mundial, que van desde especies polífagas, como *Oligonychus coffeae* (Nietner) y *Oligonychus biharensis* (Hirst) que pueden causar daño en mango, café, té, algodón, entre otros, hasta especies mono-oligófagas, como *Oligonychus orthius* Rimando, *Oligonychus modestus* (Banks) y *Oligonychus rubicundus* Ehara que habitan solo plantas gramíneas (Matsuda et al., 2012).

De acuerdo con López et al. (2017), aparte de las especies mencionadas, también las especies *Oligonychus yothersi* (McGregor), *Oligonychus punicae* (Hirst) y *Oligonychus perseae* Tuttle, Baker & Abbatiello ocasionan daños de importancia económica, sin embargo, existen pocos estudios sobre estas especies, principalmente en el caso de *O. yothersi*.

La demanda mundial de producción de alimentos está ejerciendo presión para producir cultivos con mayor eficiencia, lo que ha llevado al uso descontrolado de productos químicos con efecto plaguicida, sin embargo, las consecuencias negativas de su uso han despertado la necesidad de buscar otras alternativas efectivas y sustentables (Tavares et al., 2021).

En general existen pocos estudios sobre otras estrategias de control de esta especie usando métodos alternativos de manejo. En Colombia, Vargas-S (2017) evaluó el uso de un producto comercial a base del hongo *Paecilomyces fumosoroseus* (Acarex) para el control de los diferentes estados de desarrollo de *O. yothersi*, obteniendo porcentajes de control entre 87 y 95% en campo, los cuales fueron superiores al control ejercido

por los productos químicos más usados en la zona y, además mostró tener un efecto residual más prolongado. Aparte del uso del control biológico, el uso de extractos de plantas y los aceites esenciales resultan una alternativa segura, ecológica y más compatibles con los componentes ambientales en comparación con los plaguicidas sintéticos, por lo que se incluyen en la categoría de "plaguicidas verdes" y actualmente existe una tendencia creciente en el uso de productos botánicos con más de 2400 especies de plantas bioactivas identificadas por sus propiedades insecticidas, acaricidas y antipatogénicas (Rahman et al., 2016).

Puesto que la naturaleza es vista como la principal fuente de respuestas a los problemas de protección de cultivos, el uso de los extractos vegetales puede constituir una fuente valiosa para el manejo de plagas, lo cual se evidencia en el hecho de que un amplio número de plantas exhiben actividad insecticida y pueden ser utilizados como biopesticidas contribuyendo a la agricultura sostenible (Tavares et al., 2021). Considerando la importancia de *O. yothersi* como plaga agrícola, en la presente investigación se plantea evaluar el uso de extractos vegetales y el potencial rol de los coadyuvantes como mecanismo para mejorar su eficiencia en el manejo de los ácaros plaga.

### **1.1. Antecedentes Investigativos**

En general el extracto de ajo ha sido evaluado principalmente en el control de insectos. De acuerdo con Golubkina et al. (2022), la protección de las plantas contra las plagas es un aspecto importante para garantizar la producción agrícola, con el reto de provocar la menor contaminación ambiental, del agua y de los alimentos por el uso de plaguicidas tóxicos, lo que impone la necesidad de desarrollar métodos de control de plagas que sean ecológicamente seguros. Es por ello que, en su revisión, los autores analizaron el uso del extracto de ajo y su comparación con la eficiencia del selenato de sodio y el fertilizante a base de silicio (Siliplant) sobre el control del mosquito agallador de las crucíferas (*Contarinia nasturtii*) en plantas de *Raphanus sativus* var. lobo, observando un control eficiente de la plaga como resultado de la aplicación foliar de extracto de ajo o fertilizante que contiene silicio.

Mamduh et al. (2017) investigaron el efecto insecticida a base de ajo y su capacidad para interrumpir el desarrollo, reducir la reproducción y la tasa de actividad física en

algunas especies de plagas y enemigos naturales, incluso cuando es usado en dosis subletal. En este sentido, evaluaron los efectos secundarios del extracto de ajo sobre los parámetros de la tabla de vida reproductiva del insecto depredador, *Podisus maculiventris* cuando fue aplicado a 10% v/v. Los resultados sugirieron que, como plaguicida orgánico, el extracto de ajo representa alternativa nueva y ambientalmente sostenible para su aplicación en programas de manejo de plagas donde *P. maculiventris* o insectos depredadores similares son enemigos naturales importantes

En este sentido, Mohammadebrahimi y Ahmadi (2021), dada la importancia de los ácaros como plagas de cultivos, evaluaron los efectos letales y subletales del extracto de ajo (*Allium sativum*) sobre la mortalidad de hembras y huevos de *T. urticae* y encontraron que los porcentajes de mortalidad de las hembras de *T. urticae* aumentaron significativamente en los especímenes tratados en comparación con los controles en el tratamiento con extracto de ajo en etanol ( $88,52 \pm 3,45\%$ ). Por otra parte, el retraso en el desarrollo embrionario alcanzó 92,29 y 95,75% con los extractos etanólicos y acéticos de ajo, con lo se demostró que el extracto de ajo tuvo un efecto apreciable desde el punto de vista de la mortalidad y un efecto subletal (reducción de la oviposición).

De la misma forma, Habashy et al. (2016) consideraron una serie de experimentos de laboratorio y semi-campo para determinar la susceptibilidad de las hembras adultas de dos especies de ácaros (*Tetranychus urticae* y *T. cinnabarinus*) a diferentes concentraciones de extracto acuoso de ajo (0, 1.0, 5.0, 12.5, 20.0 y 25.0%), con lo cual determinaron que la mortalidad de hembras del ácaro aumentó con la concentración, aunque *T. urticae* fue más tolerante que *T. cinnabarinus* puesto que el extracto causó 90 y 100 % de mortalidad en condiciones de laboratorio después de 24 horas cuando se usó al 25 %, respectivamente. Por otra parte, en condiciones de semi-campo. El efecto fue más notorio en la reducción *T. urticae*, la cual alcanzó 89,75%, mientras que con *T. cinnabarinus* fue de 80.14 %. La composición química del extracto acuoso de ajo mostró la presencia de 33 compuestos, de los cuales el compuesto principal se identificó como 2-furancarboxaldehído, 5-(hidroximetilo). Con base en los resultados, el extracto de ajo puede representar una alternativa fácil, disponible y viable, ya que se consideran plaguicidas de riesgo mínimo.

Además, Geng et al. (2014) estudiaron la toxicidad por contacto y los efectos repelentes de diferentes concentraciones del extracto (20, 10, 5, 2,5 y 1,25 g/L) obtenido a partir de los restos de cosecha de ajo sobre las hembras adultas de *T. urticae* y *T. viennensis* bajo condiciones de laboratorio. La concentración de 20 g/L causó 76,5% y 54,9% de mortalidad en *T. urticae* y *T. viennensis* a las 48 h después de la aplicación, respectivamente, lo cual fue explicado mediante las ecuaciones de regresión  $y = 5,13x + 3,9$  y  $y = 5,08x + 4,1$ , con valores de  $CL_{50}$  de 7,2 g/L y 13,8 g/L, respectivamente. Adicionalmente, la repelencia sobre hembras de *T. urticae* fue del 95,6 % y del 65,2 % después de 24 h en concentraciones de extracto de 10 g/L y 20 g/L, respectivamente, mientras que en *T. viennensis* la tasa de repelencia fue superior al 90 % para cada concentración, demostrándose la utilidad de los extractos de residuos de ajo en el manejo sostenible de *T. urticae* y *T. viennensis* en plantaciones de manzano.

Por último, debido a que la resistencia a los acaricidas es un fenómeno frecuente en poblaciones de ácaros plagas, Attia et al. (2012) consideran que es crucial el desarrollo de nuevas tácticas de control biológico para el manejo de la población, entre las cuales, el uso del extracto de ajo puede representar una alternativa viable. Así en este estudio, se determinó la susceptibilidad de las hembras adultas de *T. urticae* a diferentes concentraciones de extracto de ajo (0,46 – 14,4 mg/L), obtenido por destilación de vapor y aplicados con una torre de Potter. La mortalidad de hembras aumentó con la concentración, con valores de  $LD_{50}$  y  $LD_{90}$  de 7,49 y 13,5 mg/L, respectivamente, mientras que la fecundidad se redujo con aplicaciones del extracto a concentración de 0,36 y 0,74 mg/L.

## **1.2. Objetivos**

### *Objetivo general:*

Evaluar el efecto del uso de un coadyuvante sobre la efectividad del extracto etanólico de ajo para el control de la arañita roja, *Oligonychus yothersi*.



*Objetivos específicos:*

- Determinar la tasa de mortalidad de *Oligonychus yothersi* por la aplicación de diferentes dosis del extracto etanólico de ajo con y sin coadyuvante.
- Calcular la tasa de oviposición en hembras de *Oligonychus yothersi* por la aplicación de diferentes dosis del extracto etanólico de ajo con y sin coadyuvante.
- Determinar la longevidad en hembras de *Oligonychus yothersi* por la aplicación de diferentes dosis del extracto etanólico de ajo con y sin coadyuvante.

### **1.3. Categorías fundamentales**

#### **1.3.1. Generalidades sobre la plaga**

##### **a. Aspectos bioecológicos de Tetranychidae**

La mayor parte de estudios de biología y ecología son basados en *Tetranychus urticae*, sin embargo, debido a su parentesco y similitud con otras especies de Tetranychidae, familia a la cual pertenece *Oligonychus yothersi*, pueden hacerse generalizaciones o aproximaciones a partir de estos estudios. En tal sentido, los estudios presentados

En la determinación de los parámetros biológicos de *T. urticae* se ha señalado la influencia de las condiciones de cría, específicamente de la temperatura, la cual puede provocar variaciones en el ciclo de vida (Bondareva et al., 2020). En condiciones de clima cálido y seco, este ácaro puede completar su ciclo de vida en pocos días, dado que altas temperaturas y baja humedad relativa pueden favorecer su desarrollo (Souza-Pimentel et al., 2017).

##### **b. Daños ocasionados**

Los ácaros tetraníquidos son considerados plagas en la agricultura, pudiéndose encontrar en numerosos cultivos de frutas, árboles, hortalizas y ornamentales (Fathipour & Maleknia, 2016). *Tetranychus urticae* Koch destaca como plaga importante en cultivos y plantas ornamentales (Afshar & Latifi, 2017). Sus daños generalmente comienzan con la formación de colonias en el envés de las hojas,

alimentándose de las células que están debajo de la epidermis, causando amarillamiento y manchas punteadas; si el ataque se intensifica, la hoja se torna marrón, pudiendo secarse y caer, lo que conduce luego a la muerte de la planta (Gerson & Weintraub, 2012).

Según Muimba-Kankolongo (2018), la alimentación de *T. urticae* ocasiona amarillamiento de las hojas y con el avance de los daños se forman manchas necróticas; también se pueden observar pequeñas manchas cloróticas en los sitios de alimentación, producto de la destrucción de células del mesófilo; en la flor abierta el ácaro puede provocar oscurecimiento y marchitamiento de los pétalos.

### ***1.3.2. Métodos disponibles para el control de ácaros Tetranychidae***

#### **a. Control químico:**

Actualmente, el método más popular para el control de los ácaros se basa en el uso de acaricidas sintéticos, los cuales, en los mejores de los casos, deben hacerse cuando las poblaciones del ácaro excedan los valores umbral de daño económico y cuando estas no puedan reducirse mediante el uso de plantas resistentes o por el uso de métodos biológicos y en el caso de requerirse varias aplicaciones, es necesario realizar con productos de diferentes grupos químicos con diferentes modos de acción (Jakubowska et al., 2022). La tabla 1 presenta productos seleccionados para el control de la araña roja de entre 14 grupos químicos (15 sustancias activas) disponibles en el mercado mundial de productos químicos para la protección de plantas. Los acaricidas presentados son diversos en su mecanismo de acción, desde aquellos que afectan las neurotoxinas a nivel del sistema nervioso, inhiben el crecimiento de los ácaros o alteran su desarrollo e inhiben el metabolismo de los lípidos (Jakubowska et al., 2022).

**Tabla 1.** Acaricidas sintéticos que se han utilizado para el control de Tetranychidae en todo el mundo

<b>Ingrediente activo</b>	<b>Grupo químico</b>	<b>Modo de acción</b>
Abamectina, Milbemectina	Lactonas macrocíclicas	Neurotoxina. Contacto y produce un efecto translaminar y un efecto sistémico limitado

Acequinocil	Quinolinas	Preinsecticida. Acción ovicida. Interrumpe la respiración celular y síntesis de ATP. Actúa por contacto y por ingestión
Bifenazato	Carbacinatos	Acción ovicida. Interrumpe la respiración celular y la síntesis de ATP. Tóxico por contacto
Clofentezina	Tetrazinas	Regulador de crecimiento. Tóxico para huevos y larvas. Actúa por contacto
Etoxazol	Difenil oxazolina	Inhibidor de la síntesis de quitina. Inhibe la muda de ácaros. Tóxico para huevos y larvas. Actúa por contacto
Fenazaquin	Quinazolina	Interrumpe la respiración celular. Actúa por contacto
Fenpiroximato	Fenoxipirazoles	Interrumpe la respiración celular y el metabolismo energético en todas las etapas de las fases móviles de los ácaros. Actúa por contacto e ingestión
Fosmet Malatión	Organofosforados	Inhibe la actividad de la colina esterasa. Neurotóxico que actúa por contacto y, en menor medida, por ingestión
Hexitiazox	Tiazolidinas	Regulador de crecimiento. Tóxico para huevos y larvas. Actúa por contacto e ingestión. El tóxico tiene un efecto translaminar
Oxamil	Carbamatos	Inhibidor de la acetilcolinesterasa. Neurotóxico. Tóxico por contacto. Tiene un efecto sistémico
Piridaben	Piridazinonas	Interrumpe la respiración celular. Actúa por contacto
Piretroides sintéticos	Piretrinas	Interrumpen la conducción neural. Bloquea los canales de sodio en las células nerviosas. Actúa por contacto
Espirodiclofen	Ácidos tetrónicos	Inhibe la biosíntesis de lípidos al inhibir la acetil-CoA carboxilasa. Actúa por contacto
Tebufenpirad	Derivados de pirazol	Neurotóxico. Actúa por contacto e ingestión. Tiene un efecto translaminar y un efecto sistémico limitado

Fuente: Jakubowska et al. (2022)

## **b. Métodos alternativos de control de ácaros**

Un método para reducir el daño de los ácaros plaga es a través del uso de plantas con resistencia natural al ataque de plagas. Existen varios estudios que demuestran diferencias en la susceptibilidad de los cultivos a la infestación por ácaros tetránquidos, tales como vid (*Vitis* spp.) (El-Ghobashy et al., 2012), fresa (*Fragaria* spp., Rosaceae) (Fahim et al., 2019; Vásquez et al., 2018), *Rosa* spp. (Rosaceae) (Chacón-Hernández et al., 2020), *Malus* spp. (Rosaceae) (Warabieda, 2015), *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae) (Saeidi, 2020), *Cucumis sativus* L. (Maleknia et al., 2016), *Prunus persica* (L.) (Rosaceae) (Riahi et al., 2011), *Solanum lycopersicum* (L.) (Kumral et al., 2019), *Solanum melongena* L. (Solanaceae) (de Oliveira et al., 2018). Estas diferencias en la susceptibilidad de las especies y/o cultivares de plantas a la colonización de tetránquidos puede ser explicada por barreras físicas en la estructura de la hoja, la cutícula y la presencia de tricomas glandulares y no glandulares, que secretan sustancias de defensa de la planta (metabolitos secundarios) que limitan la alimentación o reproducción de los ácaros (Jakubowska et al., 2022).

Los metabolitos secundarios de las plantas se han investigado en muchos estudios experimentales para evaluar el potencial en el control de los ácaros por efecto de sustancias como terpenoides, alcaloides, flavonoides y poliacetilenos (Hu et al., 2022). Además, los extractos de plantas a menudo contienen mezclas de sustancias activas que pueden retrasar o prevenir el desarrollo de resistencias (Rattan, 2010). Por otra parte, al seleccionar extractos de plantas plaguicidas potenciales, se deben considerar varias propiedades, incluida la eficiencia de sus bajas concentraciones en el control de ácaros y la no toxicidad para otros animales, de modo que puedan usarse de manera segura en la agricultura sostenible (Ngegba et al., 2022).

## **c. Fuentes de insecticidas botánicos**

Algunos pesticidas botánicos pueden ser obtenidos a partir de extractos de plantas, de sus aceites esenciales o de una combinación de ambos usando los rizomas, la corteza, las hojas, frutos, tallos, flores, etc., dependiendo del tipo y concentración de los compuestos bioactivos contenidos, los cuales pueden variar de acuerdo con la familia botánica y entre las más usadas se incluyen Myristicaceae, Rutaceae, Caesalpinaceae, Apiaceae, Caesalpinaceae, Sapotaceae, Cupressaceae, Piperaceae, Solanaceae y Zingiberaceae (Ahmed et al., 2021). Las partes de plantas a ser utilizadas deben ser

secadas, pulverizadas y sometidas a extracción con solventes y posteriormente destiladas y entre las sustancias más comúnmente utilizadas están la azadirachtina (*Azadirachta indica*), piretrinas (*Tanacetum cinerariifolium*), además es común usar otras especies de plantas que han mostrado tener propiedades plaguicidas como el ajo (*Allium sativum*), la cúrcuma (*Curcuma longa*), el romero (*Rosmarinus officinalis*), el jengibre (*Zingiber officinale*), la menta (*Mentha piperita*) y el tomillo (*Thymus vulgaris*), entre otros (Laxmishree & Nandita, 2017).

#### **d. Los biopesticidas como alternativa a los plaguicidas químicos:**

Los efectos nocivos de los plaguicidas químicos sobre la salud humana y el medio ambiente han llevado a la búsqueda y uso de otros productos que sirvan como alternativas, surgen así los bioplaguicidas, los cuales se definen como plaguicidas bioquímicos resultado de la mezcla de sustancias naturales con capacidad para controlar las plagas mediante mecanismos no tóxicos (Gupta & Dikshit, 2010; Lengai & Muthomi, 2018).

Adicionalmente, Laxmishree & Nandita (2017) señalan que se considera que los biopesticidas están formados por productos derivados de material natural como plantas, microorganismos (bacterias, hongos, virus y protozoos) y animales que pueden reducir y/o controlar las plagas y es así como tanto los organismos vivos, los fitoquímicos, los productos microbianos o los subproductos (semioquímicos) pueden usarse como bioplaguicidas. Por otra parte, (Kandpal, 2014) mencionan que el auge en las investigaciones sobre los biopesticidas se deben a las múltiples ventajas respecto a los plaguicidas químicos, entre las que se incluyen: son menos nocivo que los plaguicidas convencionales y son más eco- amigables, pueden afectar solo una plaga (son más específicos), son eficaces en pequeñas dosis, son biodegradable y no persistentes.

#### **e. Los plaguicidas botánicos**

Los pesticidas botánicos están conformados por metabolitos secundarios naturales (fitoquímicos) extraídos de plantas y que tienen la potencialidad de controlar las plagas agrícolas, por lo tanto constituyen una de las alternativas a los plaguicidas convencionales y un subgrupo de biopesticidas en el manejo de plagas agrícolas (Laxmishree & Nandita, 2017). Entre las características más resaltantes de los

plaguicidas botánicos están su baja persistencia y bioacumulación en el medio ambiente, la selectividad con relación a los enemigos naturales y la baja toxicidad para los humanos, por lo que son más seguros para los humanos y el medio ambiente que los plaguicidas químicos convencionales (Sharma, 2012).

#### **f. Los principales pesticidas botánicos utilizados comercialmente en el manejo de plagas agrícolas**

Productos a base de neem: los productos a base de neem son extraídos de *Azadirachta indica* (Meliaceae), cuyo principal ingrediente activo es la azadirachtina, un tetranortriterpenoide limonoide que se encuentra en mayor concentración (0,2 – 0,6 %) en las semillas del neem, pero también tiene meliantriol, salannin, desacetyl salannin, nimbin, desacetyl nimbin y nimbidin (Baby et al., 2022). La azadiractina A es el ingrediente biológico más activo que muestra actividad insecticida en comparación con otros análogos de la azadiractina y tiene un amplio espectro de acciones sobre los insectos, como propiedades repelentes, antialimentarias, reguladoras del crecimiento de insectos y antioviposicionales (Baby et al., 2022).

Rotenona: es un plaguicida botánico de amplio espectro a base de isoflavonoide que es extraído de las raíces y tallos de leguminosas tropicales de los géneros *Derris* (*Derris elliptica*, *Derris involuta*), *Lonchocarpus* (*Lonchocarpus utilis* y *Lonchocarpus urucu*) y *Tephrosia virginiana*, cuya acción es comparable al DDT por su toxicidad aguda para los mamíferos ( $DL_{50} = 132 \text{ mg/ kg}$ ), que actúa como insecticida de contacto e ingestión, inhibiendo las enzimas respiratorias celulares (Sae-Yun et al., 2006).

Piretrinas: las piretrinas es un plaguicida botánico que se extrae de las flores de *Chrysanthemum cinerariaefolium* y que está conformado por una mezcla de seis ingredientes activos (piretrina I, piretrina II, cinerina I, cinerina II, jasmolina I y jasmolina II, siendo la piretrina, cinerina y jasmolina I son los ésteres del ácido crisantémico, mientras que la piretrina, cinerina y jasmolina II son ésteres del ácido pirétrico (Sun et al., 2020).

Aceite esencial de eucalipto: el aceite de eucalipto es una mezcla de varios fitoquímicos como monoterpenos, sesquiterpenos, fenoles aromáticos, óxidos, éteres, alcoholes, aldehídos y cetonas y cuya composición y proporción varía según la especie,

sin embargo, la mayor actividad plaguicida se debe al 1,8-cineol (eucaliptol), citronelal, citronelol, acetato de citronelilo, p-cimeno, eucamalol, limoneno, linalool y  $\alpha$ -pineno (Batish et al., 2008). Los diversos componentes químicos actúan de manera sinérgica para generar la actividad total del plaguicida y además del aceite esencial, los extractos de hojas de *Eucalyptus* también tienen actividad insecticida contra diversas plagas (Ebadollahi et al., 2022).

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1. Ubicación del estudio**

El estudio fue conducido en el laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato, ubicado en Cevallos, provincia de Tungurahua.

#### **2.2. Modalidad de la investigación**

La investigación fue abordada desde un enfoque cuantitativo, en cual, de acuerdo con Hernández-Sampieri et al. (2014), se basa en la recolección de datos cuantitativos con los cuales se pretende evaluar una hipótesis a través del análisis estadístico de los datos de modo de establecer tendencias en el comportamiento de la variable de estudio.

#### **2.3. Tipo de investigación**

El tipo de investigación bajo el cual fue conducido el estudio fue de tipo experimental, el cual se caracteriza por la aplicación de algún tipo de tratamiento, mediante la manipulación intencional de variables (independientes) para medir su efecto sobre una o más variables dependientes, de manera de establecer una comparación entre dos o más grupos de estudio (Hernández-Sampieri et al. 2014).

#### **2.4. Recolección de la información**

Las muestras de ácaros de la especie *O. yothersi* fueron colectadas en plantas de capulí que crecen de manera natural en la Estación Experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCAGP-UTA), Cantón Cevallos. Las muestras de hoja con síntomas de ataques por tetraníquidos fueron seleccionadas y recogidas en papel absorbente que fueron luego colocados en fundas plásticas de cierre hermético y llevadas al laboratorio de Entomología.

Con las muestras de traídas de campo se prepararon placas para observación al microscopio usando Líquido de Hoyer, con lo que se corroborará la especie en estudio. Una vez confirmada la especie, se obtuvo una cohorte de edad homogénea usando arenas o unidades de cría preparadas con placas Petri dentro de la cual se colocó una



almohadilla de poliuretano de 1 cm de espesor siguiendo la metodología de Pazmiño et al. (2018).

En cada unidad de cría fueron colocados discos de hoja de capulí en los cuales fueron transferidas hembras y machos de *O. yothersi* para promover la oviposición. Una vez obtenidos 1000 huevos de 0-24 horas de edad, las hembras y machos padres fueron eliminados y los huevos fueron observados diariamente hasta la obtención del estado adulto de edad conocida, con los cuales se inició el estudio de efectividad del extracto etanólico.

Para la obtención del extracto de ajo se usaron bulbos de ajo que fueron llevados al laboratorio de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de Alimentos y Bioquímica, de la Universidad Técnica de Ambato, donde fueron secados a estufa (40 °C durante 24 h), molidos en un molino eléctrico de cuchillas y mezclados con etanol 96% (en proporción 1:5 p/v). La mezcla fue mantenida en maceración y filtrada y el disolvente remanente de la solución filtrada fue eliminado en un roto evaporador a 70°C. A partir del extracto etanólico crudo fueron preparadas las diluciones a concentraciones de 1, 2, 4, 8 y 16%. Cada una de estas concentraciones representó un tratamiento, los cuales fueron entonces aplicados con o sin coadyuvante. En relación al coadyuvante se evaluó el efecto de ALZOR®, el cual provee de condiciones óptimas de humectación, dispersión y penetración de las soluciones de aplicaciones de plaguicidas, además reduce la tensión superficial de las gotas pulverizadas, mejorando así la cobertura de la aplicación y adherencia del producto sobre la hoja de la planta (Interoc, 2020).

La actividad acaricida del extracto fue evaluada mediante la técnica de contacto residual usando hembras de *O. yothersi* (Lima et al., 2020), para lo cual cada disco de hoja de manera individual fue sumergido en cada una de las concentraciones del extracto durante 20 s y secados a temperatura ambiente. Una vez secos, los discos de hoja tratados fueron colocados en las unidades de cría y sobre estos fueron colocadas 20 hembras de la cría general. Cada tratamiento fue repetido 5 veces y el bioensayo repetido 3 veces para convalidar los datos. Se usó agua como tratamiento testigo.

La mortalidad de las hembras tratadas fue evaluada a las 24, 48, 72 y 96 horas después de la aplicación y estas fueron consideradas muertas cuando no reaccionaron al toque con un pincel superfino (000). Con relación al efecto subletal (efecto medido sobre la

tasa de oviposición, fecundidad y longevidad) este fue medido siguiendo la misma metodología del ensayo de toxicidad aguda, contabilizando el número de huevos diarios colocados por hembra durante 3 días, mientras que la longevidad fue estimada como el número de días que vivió cada hembra después de ser expuesta al extracto. Cada tratamiento fue replicado 5 veces.

La disposición de los tratamientos quedó de la siguiente manera:

Tratamiento	Concentración (%)	Repeticiones				
Extracto de ajo	1	R1	R5	R3	R2	R4
	2	R5	R3	R1	R4	R2
	4	R4	R2	R5	R3	R1
	8	R2	R1	R3	R5	R4
	16	R3	R5	R1	R4	R2
Extracto de ajo + Alzor	1 + 2,25 cc/L	R1	R5	R3	R2	R4
	2 + 2,25 cc/L	R5	R3	R1	R4	R2
	4 + 2,25 cc/L	R4	R2	R5	R3	R1
	8 + 2,25 cc/L	R2	R1	R3	R5	R4
	16 + 2,25 cc/L	R3	R5	R1	R4	R2
Testigo negativo (agua)	0	R4	R2	R1	R2	R4

## 2.5. Análisis de la información

El ensayo fue conducido en un diseño completamente al azar con un arreglo de tratamientos en un diseño de medidas repetidas en el tiempo. Las variables mortalidad (efecto tóxico), oviposición y fecundidad (efecto sub-letal) fueron sometidas a análisis de varianza (ANOVA) y las variables que mostraron diferencias significativas fueron comparadas mediante prueba de medias según Tukey usando el programa estadístico Statistix versión 10.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

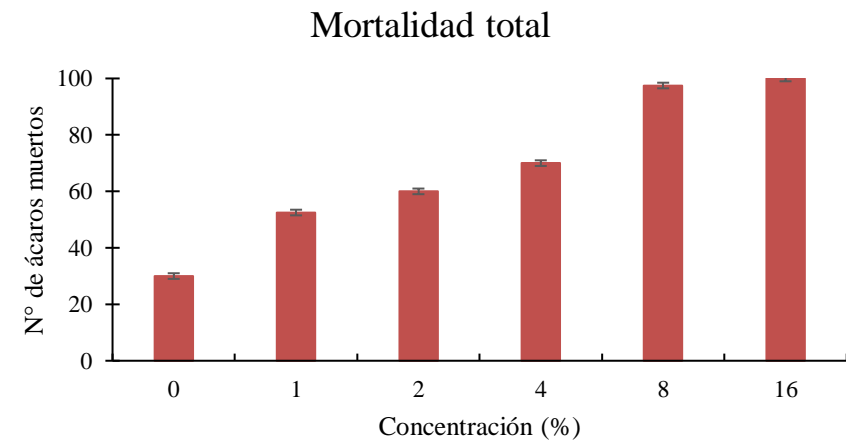
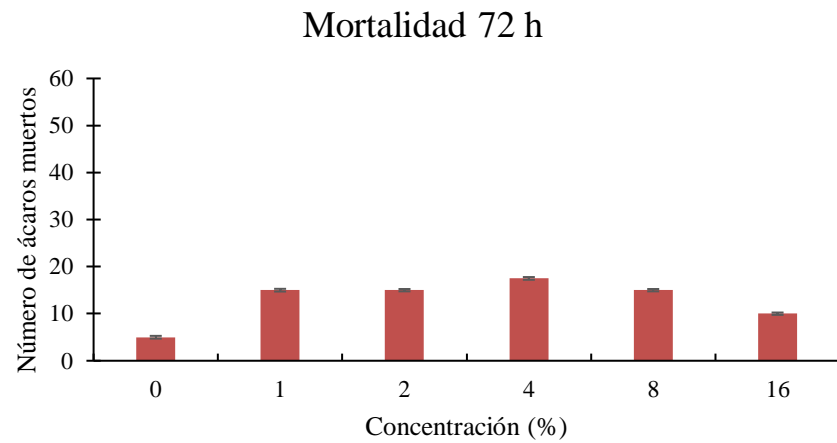
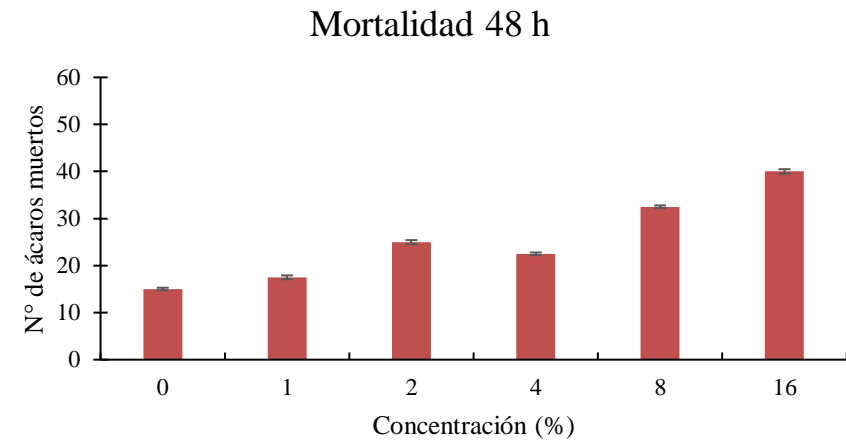
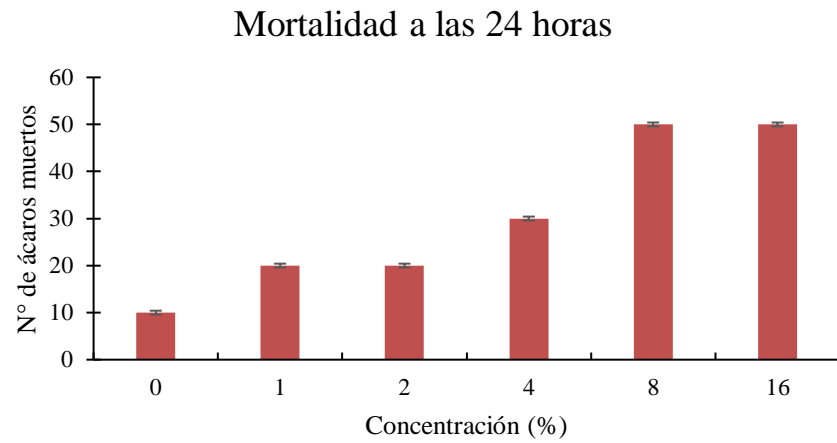
#### 3.1. Tasa de mortalidad de *Oligonychus yothersi* por la aplicación de diferentes dosis del extracto etanólico de ajo con y sin coadyuvante

Se demostró un efecto individual tanto de la forma de aplicación del extracto de ajo (con o sin adyuvante) como de las concentraciones usadas sobre la mortalidad de las hembras de *O. yothersi* evaluada a las 24 h después de la aplicación y en la mortalidad acumulada, mientras que a las 48 y 72 horas de la evaluación solo se verificó efecto de la concentración (Figuras 1 y 2).

Con relación al efecto del uso de coadyuvante se observó que su uso provocó una mayor tasa de mortalidad a las 24 h después de la aplicación, alcanzando un 37,5% mientras que en los tratamientos donde no se usó coadyuvante alcanzó 30,0%, mientras que a las 48 después de la aplicación las tasas de mortalidad durante esos períodos fueron de 23,33 y 25,42% con y sin coadyuvante, respectivamente y a las 72 h se alcanzaron tasas de 16,67 y 12,92%, respectivamente. Sin embargo, al analizar el efecto sobre la mortalidad acumulada después de las 72 h de aplicación se verificó lo observado a las 24 h, donde la tasa acumulada alcanzó 77,50 en el extracto con coadyuvante y 68,33% cuando se usó el extracto solo.

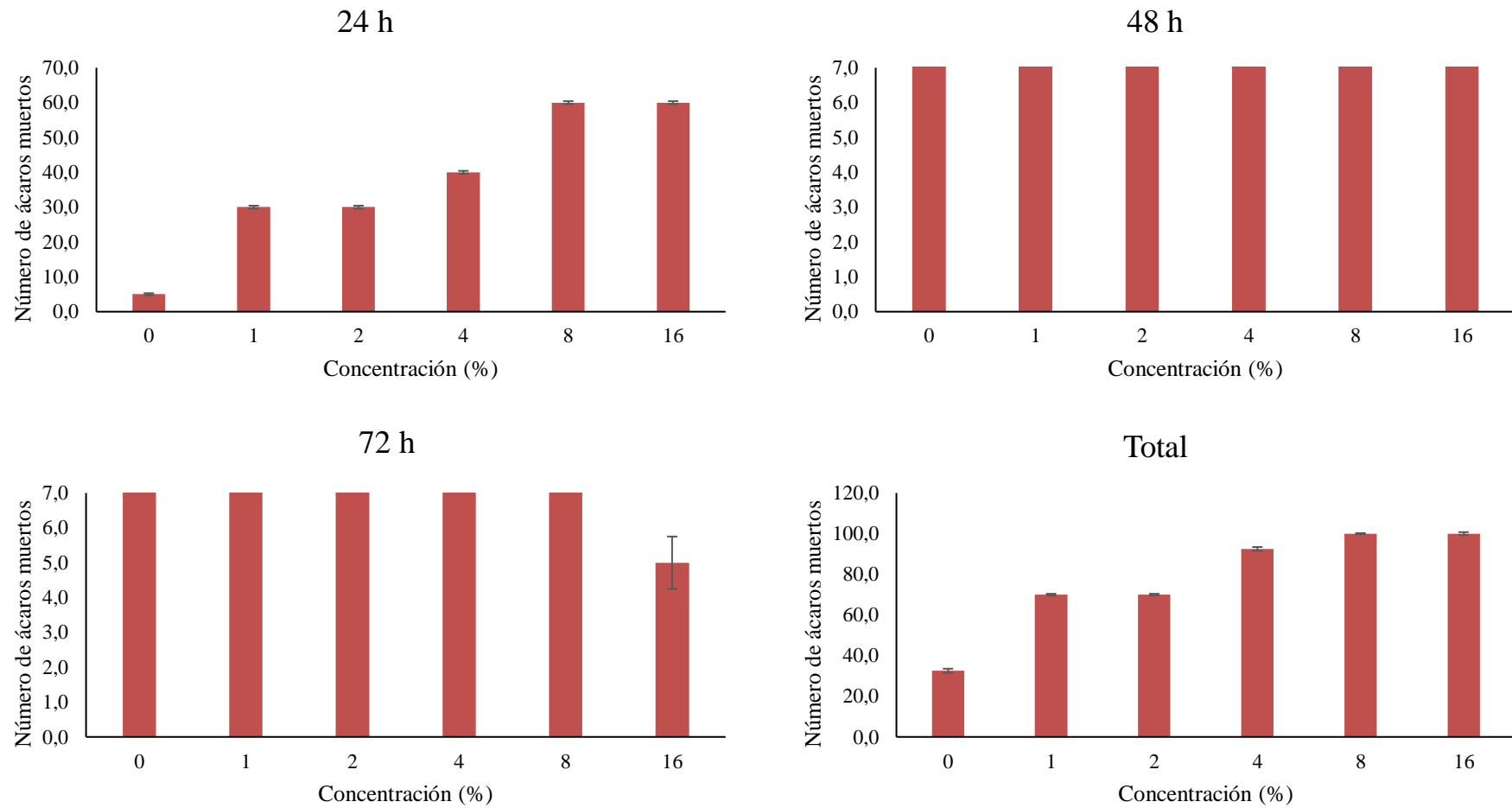
Cuando se analizó el efecto de la concentración, en general la mayor mortalidad ocurrió con las concentraciones mayores (8 y 16%) independientemente de si se usó o no coadyuvante, alcanzándose la máxima mortalidad con 16% del extracto sin coadyuvante y con 8 y 16% del extracto con coadyuvante, seguido de 97,5% de mortalidad con extracto al 8% sin coadyuvante y 92,5% con el uso de extracto al 4 % con coadyuvante.

(Mohammadebrahimi & Ahmadi, 2021) demostraron un efecto letal de los extractos de ácido acético y etanol de dientes de ajo sobre *T. urticae* a una concentración de 50 mg/ml, con tasas de mortalidad causadas por el extracto etanólico de ajo (88,52 %) y acético (825), respectivamente.



**Figura 1.** Porcentaje de mortalidad de *O. yothersi* a las 24, 48, 72 horas y mortalidad acumulada por la aplicación de extracto de ajo sin coadyuvante

Fuente: Tiana (2022)



**Figura 2.** Porcentaje de mortalidad de *O. yothersi* a las 24, 48, 72 horas y mortalidad acumulada por la aplicación de extracto de ajo *con* coadyuvante

Fuente: Tiana (2022)

Resultados similares fueron obtenidos por Habashy et al. (2016) quienes observaron que la toxicidad del extracto acuoso de ajo aumentó con la concentración y alcanzó 83,3 y 86,7% para *T. urticae* y *T. cinnabarinus*, respectivamente y similar a lo observado en el presente estudio, la mortalidad fue mayor a las 24 horas y tres días después del tratamiento.

### 3.2. Tasa de oviposición en hembras de *Oligonychus yothersi* por la aplicación de diferentes dosis del extracto etanólico de ajo con y sin coadyuvante

Adicionalmente se observó un efecto de la forma de aplicación del extracto de ajo (con o sin coadyuvante) y la concentración del extracto sobre la tasa de oviposición de las hembras de *O. yothersi* (Tabla 2). El extracto de ajo con coadyuvante fue capaz de provocar la mayor reducción de oviposición cuando se usó a las máximas concentraciones (8 y 16% del extracto) ubicándose en 6,50 y 6,00 huevos por hembra, lo cual fue 70,80 y 7,03% menor que el tratamiento control, seguido del tratamiento de la concentración 4% que redujo a 9,75 huevos/hembra, siendo 56,2% menor que el control. Por otra parte, las reducciones observadas en la oviposición cuando se usó el extracto de ajo solo fueron menores, puesto que con las mayores dosis (8 y 16%), el porcentaje de reducción fue de 55,3 y 59,6 %, respectivamente.

**Tabla 2.** Tasa de oviposición de hembras de *O. yothersi* tratadas con diferentes concentraciones del extracto de ajo aplicado con y sin coadyuvante

Concentración del extracto (%)	Tasa de oviposición	
	Extracto de ajo sin coadyuvante	Extracto de ajo con coadyuvante
0	28,50 ± 2,646a	22,25 ± 3,096bc
1	26,75 ± 2,217ab	19,75 ± 2,062c
2	25,50 ± 1,732ab	18,00 ± 2,582cd
4	18,50 ± 1,291cd	9,75 ± 1,708ef
8	12,75 ± 2,217de	6,50 ± 1,291f
16	11,50 ± 1,915ef	6,00 ± 2,160f

Valores promedios dentro de una columna seguidos de letras diferentes mostraron diferencias significativas de acuerdo con la prueba de medias de Tukey ( $p < 0,01$ ).

Fuente: Tiana (2022)

De la misma manera Mohammadebrahimi & Ahmadi (2021) encontraron que la tasa de eclosión de los huevos de *T. urticae* disminuyeron hasta un 92,29 y 95,75 % por efecto de los extractos etanólicos y acéticos de ajo, respectivamente. De acuerdo con Habashy et al. (2016), la fecundidad de las hembras de *T. urticae* y *T. cinnabarinus* fue afectada incluso por las bajas concentraciones del extracto de ajo, puesto que el número de huevos puestos por ambas especies de ácaros se redujo significativamente en comparación con el control, ya que cambió de 49,83 en el control a 21 huevos en hembras de *T. urticae* tratadas con el extracto, mientras que el número de huevos de *T. cinnabarinus*, varió de 41,73 en el control a 26,47 huevos en los ácaros tratados.

### 3.3. Longevidad en hembras de *Oligonychus yothersi* por la aplicación de diferentes dosis del extracto etanólico de ajo con y sin coadyuvante

En cuanto a la longevidad, este parámetro también fue afectada de manera individual tanto de la forma de aplicación del extracto de ajo (con o sin adyuvante) como de las concentraciones usadas sobre el tiempo de vida de las hembras de *O. yothersi* (Tabla 3). La mayor reducción de la longevidad fue observada con las dosis de 4 a 16% del extracto. Las dosis intermedias (1 y 2%) lograron provocar reducción de la longevidad entre 27,3 y 35% con relación al tratamiento control.

**Tabla 3.** Longevidad de hembras de *O. yothersi* tratadas con diferentes concentraciones del extracto de ajo aplicado con y sin coadyuvante

Concentración del extracto (%)	Longevidad de las hembras	
	Extracto de ajo sin coadyuvante	Extracto de ajo con coadyuvante
0	22,00 ± 2,160 a	20,00 ± 2,160 ab
1	16,00 ± 0,817 bc	14,00 ± 0,817 c
2	15,00 ± 2,160 c	13,00 ± 2,160 c
4	7,25 ± 0,957 d	6,25 ± 0,957 d
8	5,75 ± 0,957 d	5,00 ± 0,817 d
16	6,00 ± 1,414 d	5,75 ± 0,957 d

Valores promedios dentro de una columna seguidos de letras diferentes mostraron diferencias significativas de acuerdo con la prueba de medias de Tukey ( $p < 0,01$ )

Fuente: Tiana (2022)

Aunque algunos productos botánicos usados en el control de plagas pueden tener efecto fitotóxico, en el caso del extracto de ajo no ha demostrado tener tal capacidad, por lo que, junto con su alta efectividad como bioplaguicida se convierten en una alternativa viable en el manejo de poblaciones de ácaros plaga, debido a la presencia metabolitos secundarios como el trisulfuro de dialilo, disulfuro de dialilo, sulfuro de dialilo, trisulfuro de alilo metilo, disulfuro de alilo metilo y sulfóxidos derivados de alicina, los cuales se incluyen dentro de los compuestos organosulfurados (Habashy et al., 2016).

Estudios previos han demostrado que la alicina, principal componente del extracto de ajo, tiene efectos sobre algunos tipos de ARN y puede alterar la producción de algunos péptidos, además, puede causar mutación, muerte del embrión e interrupción en el proceso de producción de hormonas de muda y afecta la fertilidad y la fecundidad en artrópodos (Mohammadebrahimi & Ahmadi, 2021), lo que puede explicar los resultados observados en la presente investigación.



## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

Se demostró que la tasa de mortalidad de las hembras de *Oligonychus yothersi* aumentó a medida que se incrementaron las concentraciones del extracto de ajo, lo cual fue potenciado por el uso de un coadyuvante en combinación con el extracto. Esto fue verificado al analizar el efecto sobre la mortalidad acumulada después de las 72 h de aplicación cuando se observó que la tasa de mortalidad acumulada alcanzó 77,50 cuando se usó extracto de ajo mezclado con coadyuvante y 68,33% cuando se usó el extracto solo.

Adicionalmente se observó que la forma de aplicación del extracto de ajo (con o sin coadyuvante) y la concentración del extracto afectaron la tasa de oviposición de las hembras de *O. yothersi*, notándose que cuando se usó el extracto de ajo con coadyuvante, la tasa de oviposición experimentó la mayor reducción cuando se usaron las máximas concentraciones. Por otra parte, las reducciones observadas en la oviposición cuando se usó el extracto de ajo solo fueron menores.

La longevidad también fue afectada tanto de la forma de aplicación del extracto de ajo (con o sin adyuvante) como de las concentraciones usadas sobre el tiempo de vida de las hembras de *O. yothersi*, siendo que la mayor reducción fue observada con las dosis de 4 a 16% del extracto. Las dosis más bajas (1 y 2%) lograron provocar reducción de la longevidad aun cuando fue menor la reducción.

#### 4.2. Recomendaciones

Con base en los resultados promisorios respecto al uso del extracto etanólico de ajo, se recomienda evaluar este bioplaguicida en el control de otras especies de insectos y ácaros plaga de modo de determinar si es un bioplaguicida de amplio espectro.

Además de sugiere realizar pruebas con otros tipos de solventes de manera de verificar si existe mayor efectividad y simultáneamente evaluar la posible fitotoxicidad en los cultivos evaluados a nivel de campo.

Por último, se recomienda continuar con los estudios de efectividad de control bajo condiciones de invernadero y campo abierto con el fin de validar los resultados obtenidos en la fase de laboratorio, de manera de establecer programas de biocontrol, usando especies de plantas de alta disponibilidad y bajo costo, como una alternativa de control de plagas que sea amigable con el ambiente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afshar, F. R., & Latifi, M. (2017). Functional response and predation rate of. *Persian Journal of Acarology*, 6(4), 299–314.
- Ahmed, N., Alam, M., Saeed, M., Ullah, H., Iqbal, T., Al-Mutairi, K. A., Shahjeer, K., Ullah, R., Ahmed, S., Hassan Ahmed, N. A., Khater, H. F., & Salman, M. (2021). Botanical Insecticides are a non-toxic alternative to conventional pesticides in the control of insects and pests. In H. A. F. El-Shafie (Ed.), *Global Decline of Insects* (pp. 1–19). InTech.
- Attia, S., Grissa, K. L., Mailleux, A. C., Lognay, G., Heuskin, S., Mayoufi, S., & Hance, T. (2012). Effective concentrations of garlic distillate (*Allium sativum*) for the control of *Tetranychus urticae* (Tetranychidae). *Journal of Applied Entomology*, 136(4), 302–312. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2011.01640.x>
- Baby, A. R., Freire, T. B., Marques, G. de A., Rijo, P., Lima, F. V., Carvalho, J. C. M. de, Rojas, J., Magalhães, W. V., Velasco, M. V. R., & Morocho-Jácome, A. L. (2022). *Azadirachta indica* (Neem) as a Potential Natural Active for Dermocosmetic and Topical Products: A Narrative Review. *Cosmetics*, 9(3), 58. <https://doi.org/10.3390/cosmetics9030058>
- Batish, D. R., Singh, H. P., Kohli, R. K., & Kaur, S. (2008). Eucalyptus essential oil as a natural pesticide. *Forest Ecology and Management*, 256(12), 2166–2174. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.08.008>
- Bondareva, L. M., Zhovnerchuk, O. V, Kolodochka, L. A., & Zavadska, O. V. (2020). *Specifics of life cycle and damage of*. 9(4), 367–376.
- Chacón-Hernández, J. C., Cerna-Chávez, E., Aguirre-Uribe, L. A., Ochoa-Fuentes, Y. M., Ail-Catzim, C. E., & Landeros-Flores, J. (2020). Resistance of Four Rose Varieties to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) under Greenhouse Conditions. *Florida Entomologist*, 103(3), 404–407. <https://doi.org/10.1653/024.103.0315>

- de Oliveira, J. R. F., de Resende, J. T. V., Maluf, W. R., Lucini, T., de Lima Filho, R. B., de Lima, I. P., & Nardi, C. (2018). Trichomes and allelochemicals in tomato genotypes have antagonistic effects upon behavior and biology of *Tetranychus urticae*. *Frontiers in Plant Science*, *9*, 1–9.  
<https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01132>
- Ebadollahi, A., Jalali Sendi, J., Setzer, W. N., & Changbunjong, T. (2022). Encapsulation of *Eucalyptus largiflorens* Essential Oil by Mesoporous Silicates for Effective Control of the Cowpea Weevil, *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Molecules*, *27*(11), 3531.  
<https://doi.org/10.3390/molecules27113531>
- El-Ghobashy, M., El-Sayed, K., & Abd El -Wahed, N. (2012). Susceptibility of some grapevine varieties in relation to biological aspects of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. *Journal of Plant Protection and Pathology*, *3*(12), 1337–1343. <https://doi.org/10.21608/jppp.2012.84419>
- Fahim, S. F., Momen, F. M., & El-Saiedy, E.-S. M. (2019). Life table parameters of *Tetranychus urticae* (Trombidiformes: Tetranychidae) on four strawberry cultivars. *Persian Journal of Acarology*, *8*(1), 47–56.
- Fathipour, Y., & Maleknia, B. (2016). Mite Predators. In O. Gavkare (Ed.), *Ecofriendly Pest Management for Food Security* (pp. 329–366). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803265-7.00011-7>
- Geng, S., Chen, H., Zhang, J., & Tu, H. (2014). Bioactivity of garlic-straw extracts against the spider mites, *Tetranychus urticae* and *T. viennensis*. *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, *30*(1), 38–48.  
<https://doi.org/10.3954/1523-5475-30.0.38>
- Gerson, U., & Weintraub, P. G. (2012). Mites (Acari) as a factor in greenhouse management. *Annual Review of Entomology*, *57*, 229–247.  
<https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120710-100639>
- Golubkina, N., Zayachkovsky, V., Sheshnitsan, S., Skrypnik, L., Antoshkina, M., Smirnova, A., Fedotov, M., & Caruso, G. (2022). Prospects of the application of

garlic extracts and selenium and silicon compounds for plant protection against herbivorous pests: a review. *Agriculture (Switzerland)*, 12(1), 1–16.

<https://doi.org/10.3390/agriculture12010064>

Gupta, S., & Dikshit, A. K. (2010). Biopesticides: An ecofriendly approach for pest control. *Journal of Biopesticides*, 3, 186–188.

Habashy, M., Al-Akhdar, H., Boraie, D., & Ghareeb, Z. (2016). Laboratory and Semi Field Evaluation of Garlic Aqueous Extract as Acaricide Against Two Tetranychid Mites (Acari: Tetranychidae). *Journal of Plant Protection and Pathology*, 7(10), 623–628. <https://doi.org/10.21608/jppp.2016.52085>

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación (Sexta)*. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A.

Hu, Q.-Q., Yu, X.-Y., Xue, X.-F., Hong, X.-Y., Zhang, J.-P., & Sun, J.-T. (2022). Phylogenetic-Related divergence in perceiving suitable host plants among five spider mites species (Acari: Tetranychidae). *Insects*, 13, 1–10.

Interoc. (2020). *Alzor* (Issue 593, p. 2). Corporación Custer.

Jakubowska, M., Dobosz, R., Zawada, D., & Kowalska, J. (2022). A Review of Crop Protection Methods against the Twospotted Spider Mite-Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae)- with special reference to alternative methods. *Agriculture*, 12(7), 898. <https://doi.org/10.3390/agriculture12070898>

Kandpal, V. (2014). Biopesticides. *International Journal of Environmental Research and Development*, 4(2), 191–196.

Kumral, N. A., Göksel, P. H., Aysan, E., & Kolcu, A. (2019). Life table of tetranychus urticae (Koch) (Acari: Tetranychidae) on different turkish eggplant cultivars under controlled conditions. *Acarologia*, 59(1), 12–20. <https://doi.org/10.24349/acarologia/20194307>

Laxmishree, C., & Nandita, S. (2017). Botanical pesticides, a major alternative to chemical pesticides: A review. *International Journal of Life Sciences*, 5(4),

722–729.

- Lengai, G. M. W., & Muthomi, J. W. (2018). Biopesticides and Their Role in Sustainable Agricultural Production. *Journal of Biosciences and Medicines*, 6(6), 7–41. <https://doi.org/10.4236/jbm.2018.66002>
- Lima, A. P. S., Santana, E. D. R., Santos, A. C. C., Silva, J. E., Ribeiro, G. T., Pinheiro, A. M., Santos, I. T. B. F., Blank, A. F., Araújo, A. P. A., & Bacci, L. (2020). Insecticide activity of botanical compounds against *Spodoptera frugiperda* and selectivity to the predatory bug *Podisus nigrispinus*. *Crop Protection*, 136, 105230. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105230>
- López, I., Venegas, E., Edith, G., Martínez, E., Crsitina, N., Imbachi-lópez, K., Estrada-venegas, E. G., Equihua-martínez, A., & Crsitina, N. (2017). Biología de *Oligonychus perseae* Tuttle, Baker y Abbatiello, 1976 (Acari: Tetranychidae) en *Persea americana* Miller var. Hass bajo condiciones de laboratorio. *Fitosanidad*, 21(2), 81–87.
- Maleknia, B., Fathipour, Y., & Soufbaf, M. (2016). How greenhouse cucumber cultivars affect population growth and two-sex life table parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *International Journal of Acarology*, 42(2), 70–78. <https://doi.org/10.1080/01647954.2015.1118157>
- Mamduh, Z., Hosseinaveh, V., Allahyari, H., & Talebi-Jahromi, K. (2017). Side effects of garlic extract on the life history parameters of the predatory bug, *Podisus maculiventris* (Say) (Hemiptera: Pentatomidae). *Crop Protection*, 100, 65–72. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.05.029>
- Matsuda, T., Hinomoto, N., Singh, R. N., & Gotoh, T. (2012). Molecular-based identification and phylogeny of *Oligonychus* species (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 105(3), 1043–1050. <https://doi.org/10.1603/EC11404>
- Migeon, A., & Dorkeld, F. (2021). *Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae*. Spider Mite Web. <http://www1.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb>

- Mohammadebrahimi, M., & Ahmadi, K. (2021). Lethal and sub-lethal effects of garlic extracts on females and eggs of *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae). *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, *54*(19–20), 2206–2220. <https://doi.org/10.1080/03235408.2021.1925513>
- Muimba-Kankolongo, A. (2018). Vegetable Production. In A. Muimba-Kankolongo (Ed.), *Food Crop Production by Smallholder Farmers in Southern Africa* (pp. 205–274). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814383-4.00011-6>
- Ngegba, P. M., Cui, G., Khalid, M. Z., & Zhong, G. (2022). Use of Botanical Pesticides in Agriculture as an Alternative to Synthetic Pesticides. *Agriculture (Switzerland)*, *12*(5), 1–24. <https://doi.org/10.3390/agriculture12050600>
- Pazmiño, P., Lema, G., Mendoza, D., Velástegui, G., & Vásquez, C. (2018). Parámetros biológicos de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) alimentados sobre dos cultivares de fresa en Ecuador. *Bioagro*, *30*(3), 229–234.
- Rahman, S., Biswas, S. K., Barman, N. C., & Ferdous, T. (2016). Plant Extract as Selective Pesticide for Integrated Pest Management. *Biotechnological Research*, *2*(1), 6–10.
- Rattan, R. S. (2010). Mechanism of action of insecticidal secondary metabolites of plant origin. *Crop Protection*, *29*(9), 913–920. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.05.008>
- Riahi, E., Nemati, A., Shishehbor, P., & Saeidi, Z. (2011). Population growth parameters of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, on three peach varieties in Iran. *Acarologia*, *51*(4), 473–480. <https://doi.org/10.1051/acarologia/20112029>
- Sae-Yun, A., Ovatlarnporn, C., Itharat, A., & Wiwattanapatapee, R. (2006). Extraction of rotenone from *Derris elliptica* and *Derris malaccensis* by pressurized liquid extraction compared with maceration. *Journal of Chromatography A*, *1125*(2), 172–176. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2006.05.075>

- Saeidi, Z. (2020). Screening of 55 pinto bean lines for resistance to the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Persian Journal of Acarology*, 9(3), 291–299. <https://doi.org/10.22073/pja.v9i3.60788>
- Sharma, M. L. (2012). Biopesticides : an Eco Friendly Approach. *International Journal of Pure and Applied Researches*, 2(1), 31–34.
- Souza-Pimentel, G. C., Reis, P. R., Bonatto, C. R., Alves, J. P., & Siqueira, M. F. (2017). Reproductive parameters of *Phytoseiulus macropilis* (Banks) fed with *Tetranychus urticae* koch (Acari: Phytoseiidae, tetranychidae) in laboratory | Parâmetros reprodutivos de *Phytoseiulus macropilis* (Banks) predando *Tetranychus urticae* koch (acari: Phytosei. *Brazilian Journal of Biology*, 77(1), 162–169.
- Sun, W., Hesam Shahrajabian, M., & Cheng, Q. (2020). Pyrethrum an Organic and Natural Pesticide. *Journal of Biological & Environmental Sciences*, 40, 41–44.
- Tavares, W. R., Barreto, M. D. C., & Seca, A. M. L. (2021). Aqueous and ethanolic plant extracts as bio-insecticides— establishing a bridge between raw scientific data and practical reality. *Plants*, 10(5), 12–29. <https://doi.org/10.3390/plants10050920>
- Vargas, C. A. (2017). Control biológico del ácaro *Oligonychus yothersi* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) sobre aguacate *Persea americana* Mill . *Memorias Del V Congreso Latinoamericano Del Aguacate*, 83–93.
- Vásquez, C., Pérez, M., Dávila, M., Mangui, J., & Telenchana, N. (2018). Biological parameters of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on strawberry cultivars in Ecuador. *Revista Chilena de Entomología*, 44(3), 271–278.
- Warabieda, W. (2015). Effect of two-spotted spider mite population (*Tetranychus urticae* Koch) on growth parameters and yield of the summer apple cv. Katja. *Horticultural Science*, 42(4), 167–175. <https://doi.org/10.17221/259/2014-HORTSCI>



ANEXOS



## Análisis para Porcentaje de mortalidad

Statistix 10,0  
29/8/2022; 19:01:35

### Split-plot AOV Table for Primera

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	3	3,750	1,2500		
Extracto	1	6,750	6,7500	27,00	0,0138
Error Rep*Extracto	3	0,750	0,2500		
Concent	5	139,750	27,9500	45,32	0,0000
Extracto*Concent	5	3,750	0,7500	1,22	0,3257
Error Rep*Extracto*Concent	30	18,500	0,6167		
Total	47	173,250			
Grand Mean		3,3750			
CV (Rep*Extracto)		14,81			
CV (Rep*Extracto*Concent)		23,27			

### Split-plot AOV Table for Segunda

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	3	0,3958	0,13194		
Extracto	1	0,5208	0,52083	2,14	0,2394
Error Rep*Extracto	3	0,7292	0,24306		
Concent	5	28,9375	5,78750	11,11	0,0000
Extracto*Concent	5	3,6042	0,72083	1,38	0,2583
Error Rep*Extracto*Concent	30	15,6250	0,52083		
Total	47	49,8125			
Grand Mean		2,4375			
CV (Rep*Extracto)		20,23			
CV (Rep*Extracto*Concent)		29,61			

### Split-plot AOV Table for Tercera

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	3	0,7292	0,24306		
Extracto	1	1,6875	1,68750	6,94	0,0780
Error Rep*Extracto	3	0,7292	0,24306		
Concent	5	12,8542	2,57083	9,30	0,0000
Extracto*Concent	5	3,6875	0,73750	2,67	0,0413
Error Rep*Extracto*Concent	30	8,2917	0,27639		
Total	47	27,9792			
Grand Mean		1,4792			
CV (Rep*Extracto)		33,33			
CV (Rep*Extracto*Concent)		35,54			

### Split-plot AOV Table for Total

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	3	1,583	0,5278		
Extracto	1	10,083	10,0833	121,00	
Error Rep*Extracto	3	0,250	0,0833		
Concent	5	272,417	54,4833	85,28	
Error Rep*Extracto*Concent	30	0,0000			

Extracto*Concent	5	8,417	1,6833	2,63
		0,0433		
Error Rep*Extracto*Concent	30	19,167	0,6389	
Total	47	311,917		
Grand Mean		7,2917		
CV(Rep*Extracto)		3,96		
CV(Rep*Extracto*Concent)		10,96		

Statistix 10,0  
29/8/2022; 19:02:41

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Primera for Extracto**

Extracto	Mean	Homogeneous Groups
2	3,7500	A
1	3,0000	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,1443  
Critical Q Value 4,501 Critical Value for Comparison 0,4594  
All 2 means are significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Primera for Concent**

Concent	Mean	Homogeneous Groups
8	5,5000	A
16	5,5000	A
4	3,5000	B
1	2,5000	B
2	2,5000	B
0	0,7500	C

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,3926  
Critical Q Value 4,301 Critical Value for Comparison 1,1942  
There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Primera for Extracto\*Concent**

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Primera for Extracto\*Concent**

Extracto	Concent	Mean	Homogeneous Groups
2	8	6,0000	A
2	16	6,0000	A
1	8	5,0000	AB
1	16	5,0000	AB
2	4	4,0000	BC
1	4	3,0000	CD
2	1	3,0000	CD
2	2	3,0000	CD
1	2	2,0000	DE
1	1	2,0000	DE
1	0	1,0000	E
2	0	0,5000	E

Comparisons of means for the same level of Extracto

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,5553  
Critical Q Value 4,999 Critical Value for Comparison 1,9627  
Error term used: Rep\*Extracto\*Concent, 30 DF

Comparisons of means for different levels of Extracto  
 Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,5270  
 Critical Q Value 5,370 Critical Value for Comparison 2,0012  
 Error terms used: Rep\*Extracto and Rep\*Extracto\*Concent  
 The homogeneous group format can't be used  
 because of the pattern of significant differences.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Segunda for Extracto**

Extracto	Mean	Homogeneous Groups
1	2,5417	A
2	2,3333	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,1423  
 Critical Q Value 4,501 Critical Value for Comparison 0,4530  
 There are no significant pairwise differences among the means.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Segunda for Concent**

Concent	Mean	Homogeneous Groups
16	3,7500	A
8	3,0000	AB
4	2,6250	BC
2	2,0000	BCD
1	1,7500	CD
0	1,5000	D

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,3608  
 Critical Q Value 4,301 Critical Value for Comparison 1,0975  
 There are 4 groups (A, B, etc.) in which the means  
 are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Segunda for Extracto\*Concent**

Extracto	Concent	Mean	Homogeneous Groups
1	16	4,0000	A
2	16	3,5000	AB
1	8	3,2500	ABC
2	4	3,0000	ABC
2	8	2,7500	ABC
1	2	2,5000	ABC
1	4	2,2500	ABC
1	1	1,7500	BC
2	1	1,7500	BC
1	0	1,5000	C
2	0	1,5000	C
2	2	1,5000	C

Comparisons of means for the same level of Extracto  
 Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,5103  
 Critical Q Value 4,999 Critical Value for Comparison 1,8037  
 Error term used: Rep\*Extracto\*Concent, 30 DF  
 Comparisons of means for different levels of Extracto  
 Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,4871  
 Critical Q Value 5,421 Critical Value for Comparison 1,8672  
 Error terms used: Rep\*Extracto and Rep\*Extracto\*Concent  
 There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means  
 are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Tercera for Extracto**

Extracto	Mean	Homogeneous Groups
2	1,6667	A
1	1,2917	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,1423  
 Critical Q Value 4,501 Critical Value for Comparison 0,4530  
 There are no significant pairwise differences among the means.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Tercera for Concent**

Concent	Mean	Homogeneous Groups
4	2,0000	A
2	2,0000	A
1	1,8750	A
8	1,3750	AB
0	0,8750	B
16	0,7500	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,2629  
 Critical Q Value 4,301 Critical Value for Comparison 0,7995  
 There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Tercera for Extracto\*Concent**

Extracto	Concent	Mean	Homogeneous Groups
2	2	2,5000	A
2	1	2,2500	AB
2	4	2,2500	AB
1	4	1,7500	ABC
1	1	1,5000	ABC
1	2	1,5000	ABC
1	8	1,5000	ABC
2	0	1,2500	ABC
2	8	1,2500	ABC
1	16	1,0000	BC
1	0	0,5000	C
2	16	0,5000	C

Comparisons of means for the same level of Extracto  
 Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,3717  
 Critical Q Value 4,999 Critical Value for Comparison 1,3139  
 Error term used: Rep\*Extracto\*Concent, 30 DF

Comparisons of means for different levels of Extracto  
 Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,3680  
 Critical Q Value 5,739 Critical Value for Comparison 1,4933  
 Error terms used: Rep\*Extracto and Rep\*Extracto\*Concent

There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Total for Extracto**

Extracto	Mean	Homogeneous Groups
2	7,7500	A
1	6,8333	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0833

Critical Q Value 4,501      Critical Value for Comparison 0,2652  
 All 2 means are significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Total for Concent**

Concent	Mean	Homogeneous Groups
16	10,000	A
8	9,875	A
4	8,125	B
2	6,500	C
1	6,125	C
0	3,125	D

Alpha 0,05      Standard Error for Comparison 0,3997  
 Critical Q Value 4,301      Critical Value for Comparison 1,2156  
 There are 4 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Total for Extracto\*Concent**

Extracto	Concent	Mean	Homogeneous Groups
1	16	10,000	A
2	8	10,000	A
2	16	10,000	A
1	8	9,750	A
2	4	9,250	A
2	2	7,000	B
1	4	7,000	B
2	1	7,000	B
1	2	6,000	B
1	1	5,250	B
2	0	3,250	C
1	0	3,000	C

Comparisons of means for the same level of Extracto  
 Alpha 0,05      Standard Error for Comparison 0,5652  
 Critical Q Value 4,999      Critical Value for Comparison 1,9977  
 Error term used: Rep\*Extracto\*Concent, 30 DF

Comparisons of means for different levels of Extracto  
 Alpha 0,05      Standard Error for Comparison 0,5226  
 Critical Q Value 5,124      Critical Value for Comparison 1,8938  
 Error terms used: Rep\*Extracto and Rep\*Extracto\*Concent

There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

**Análisis para Longevidad**

Statistix 10,0  
 29/8/2022; 19:07:12

**Split-plot AOV Table for Longevida**

Source	DF	SS	MS	F	P
Repetició (A)	3	12,50	4,167		
Extracto (B)	1	21,33	21,333	128,00	0,0015
Error A*B	3	0,50	0,167		
Concent (C)	5	1602,42	320,483	145,67	0,0000
B*C	5	5,92	1,183	0,54	0,7460

Error A*B*C	30	66,00	2,200
Total	47	1708,67	

Grand Mean		11,333
CV(Repetició*Extracto)		3,60
CV(Repetició*Extracto*Concent)		13,09

Statistix 10,0  
29/8/2022; 19:07:47

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Longevida for Extracto**

Extracto	Mean	Homogeneous Groups
1	12,000	A
2	10,667	B

Alpha	0,01	Standard Error for Comparison	0,1179
Critical Q Value	8,104	Critical Value for Comparison	0,6753

All 2 means are significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Longevida for Concent**

Concent	Mean	Homogeneous Groups
0	21,000	A
1	15,000	B
2	14,000	B
4	6,750	C
16	5,875	C
8	5,375	C

Alpha	0,01	Standard Error for Comparison	0,7416
Critical Q Value	5,221	Critical Value for Comparison	2,7380

There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Longevida for Extracto\*Concent**

Extracto	Concent	Mean	Homogeneous Groups
1	0	22,000	A
2	0	20,000	AB
1	1	16,000	BC
1	2	15,000	C
2	1	14,000	C
2	2	13,000	C
1	4	7,250	D
2	4	6,250	D
1	16	6,000	D
1	8	5,750	D
2	16	5,750	D
2	8	5,000	D

Comparisons of means for the same level of Extracto

Alpha	0,01	Standard Error for Comparison	1,0488
Critical Q Value	5,927	Critical Value for Comparison	4,3958

Error term used: Repetició\*Extracto\*Concent, 30 DF

Comparisons of means for different levels of Extracto

Alpha	0,01	Standard Error for Comparison	0,9647
Critical Q Value	6,106	Critical Value for Comparison	4,1647

Error terms used: Repetició\*Extracto and Repetició\*Extracto\*Concent  
 There are 4 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

### Análisis para Oviposición

Statistix 10,0  
 29/8/2022; 19:08:35

#### Split-plot AOV Table for Oviposici

Source	DF	SS	MS	F	P
Repetició (A)	3	37,56	12,521		
Extracto (B)	1	567,19	567,188	4298,68	0,0000
Error A*B	3	0,40	0,132		
Concent (C)	5	2098,85	419,771	99,32	0,0000
B*C	5	13,19	2,637	0,62	0,6826
Error A*B*C	30	126,79	4,226		
Total	47	2843,98			

Grand Mean 17,146  
 CV(Repetició\*Extracto) 2,12  
 CV(Repetició\*Extracto\*Concent) 11,99

Statistix 10,0  
 29/8/2022; 19:08:58

#### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Oviposici for Extracto

Extracto	Mean	Homogeneous Groups
1	20,583	A
2	13,708	B

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,1049  
 Critical Q Value 8,104 Critical Value for Comparison 0,6009  
 All 2 means are significantly different from one another.

#### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Oviposici for Concent

Concent	Mean	Homogeneous Groups
0	25,375	A
1	23,250	A
2	21,750	A
4	14,125	B
8	9,625	C
16	8,750	C

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 1,0279  
 Critical Q Value 5,221 Critical Value for Comparison 3,7949  
 There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

#### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Oviposici for Extracto\*Concent

Extracto	Concent	Mean	Homogeneous Groups
1	0	28,500	A
1	1	26,750	AB
1	2	25,500	AB



2	0	22,250	BC
2	1	19,750	C
1	4	18,500	CD
2	2	18,000	CD
1	8	12,750	DE
1	16	11,500	EF
2	4	9,750	EF
2	8	6,500	F
2	16	6,000	F

Comparisons of means for the same level of Extracto  
Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 1,4537  
Critical Q Value 5,927 Critical Value for Comparison 6,0927  
Error term used: Repetició\*Extracto\*Concent, 30 DF

Comparisons of means for different levels of Extracto  
Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 1,3312  
Critical Q Value 6,001 Critical Value for Comparison 5,6489  
Error terms used: Repetició\*Extracto and

Repetició\*Extracto\*Concent  
There are 6 groups (A, B, etc.) in which the means  
are not significantly different from one another.