



**UNL**

Universidad  
Nacional  
de Loja

# Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Agronomía

Efectos subletales de dos aceites vegetales *Ocotea quixos* y *Syzygium aromaticum* en la habilidad predatoria de *Hippodamia convergens* en condiciones de laboratorio.

Trabajo de Integración Curricular,  
previo a la obtención del título de  
Ingeniero Agrónomo

**AUTOR:**

Adrian Israel Chávez Ureña

**DIRECTOR:**

Ing. Klever Iván Granda Mora. PhD

Loja – Ecuador

2024

# Certificación



UNL

Universidad  
Nacional  
de Loja

Sistema de Información Académico  
Administrativo y Financiero - SIAAF

## CERTIFICADO DE CULMINACIÓN Y APROBACIÓN DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, **Granda Mora Klever Ivan**, director del Trabajo de Integración Curricular denominado **Efectos subletales de dos aceites vegetales Ocotea quixos y Syzygium aromaticum en la habilidad predatoria de Hippodamia convergens en condiciones de laboratorio.**, perteneciente al estudiante **ADRIAN ISRAEL CHAVEZ UREÑA**, con cédula de identidad N° **1105187528**.

### Certifico:

Que luego de haber dirigido el **Trabajo de Integración Curricular**, habiendo realizado una revisión exhaustiva para prevenir y eliminar cualquier forma de plagio, garantizando la debida honestidad académica, se encuentra concluido, aprobado y está en condiciones para ser presentado ante las instancias correspondientes.

Es lo que puedo certificar en honor a la verdad, a fin de que, de así considerarlo pertinente, el/la señor/a docente de la asignatura de **Integración Curricular**, proceda al registro del mismo en el Sistema de Gestión Académico como parte de los requisitos de acreditación de la Unidad de Integración Curricular del mencionado estudiante.

Loja, 21 de Febrero de 2024



Comprobante electrónico por:  
**KLEVER IVAN GRANDA  
MORA**

F) \_\_\_\_\_  
**DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN  
CURRICULAR**

## **Autoría**

Yo, **Adrian Israel Chavez Ureña**, declaro ser el autor del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional, Biblioteca Virtual.

**Firma:**



**Cédula de identidad:** 1105187528

**Fecha:** 20/02/2024

**Correo electrónico:** [adrian.chavez@unl.edu.ec](mailto:adrian.chavez@unl.edu.ec)

**Celular:** 0982572034

**Carta de autorización por parte del autor para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica de texto completo del Trabajo de Integración Curricular.**

Yo, **Adrian Israel Chávez Ureña**, declaro ser el autor del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Efectos subletales de dos aceites vegetales *Ocotea quixos* y *Syzygium aromaticum* en la habilidad predatoria de *Hippodamia convergens* en condiciones de laboratorio**, como requisito para optar por el título de **Ingeniero Agrónomo**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los veinte días del mes de febrero del año dos mil veinticuatro.

**Firma:**



**Cédula de identidad:** 1105187528

**Fecha:** 20/02/2024

**Correo electrónico:** [adrian.chavez@unl.edu.ec](mailto:adrian.chavez@unl.edu.ec)

**Celular:** 0982572034

DATOS COMPLEMENTARIOS

**Director del Trabajo de Integración Curricular:** Ing. Klever Iván Granda Mora. PhD

## **Dedicatoria**

El presente trabajo investigativo va dedicado para todas las personas que han estado en estos 24 años de vida siendo parte del camino. Este gran paso se lo dedico a toda mi familia, especialmente a mamá, papá, hermano. Así mismo, se lo dedico a mis maestros, amigos y compañeros que han forjado y continúan forjando parte de mi camino, a ustedes les dedico el presente proyecto y todo el esfuerzo puesto durante todo el tiempo de estudio.

Con mucho amor y cariño,

*Adrian Israel Chavez Ureña*

## **Agradecimiento**

Quiero agradecer a cada una de las personas que aportaron con su granito de arena durante estos 24 años de vida, sin ustedes no habría llegado ni a la mitad del camino de donde estoy hoy.

A mamá y a papá, por su entrega total a mi vida, educación y formación como persona.

Agradezco de manera especial a cada uno de los docentes que compartieron su conocimiento para mejorar mi aprendizaje como estudiante y como persona, de manera especial a Luis Viteri y a Iván Granda, quienes me brindaron su conocimiento durante la ejecución de mi trabajo.

Gracias a todos por tanto, perdón por tan poco.

*Sinceramente,*

*Adrian Israel Chavez Ureña*

# Índice de contenidos

Portada .....	i
Certificación.....	ii
Autoría.....	iii
Carta de autorización.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenidos .....	ix
Índice de Figuras.....	ix
Índice de Tablas .....	ix
Índice de Anexos .....	ix
1. Título .....	1
2. Resumen .....	2
Abstract.....	3
3. Introducción.....	4
3.1. Objetivos .....	6
3.1.1. Objetivo general .....	6
3.1.2. Objetivos específicos .....	6
4. Marco Teórico .....	7
4.1. Mariquita <i>Hippodamia convergens</i> .....	7
4.1.1. Descripción.....	7
4.1.2. Ciclo de vida.....	7
4.1.3. Controlador natural.....	8
4.2. Pulgón de la col <i>Brevicoryne brassicae</i> .....	8
4.2.1. Características .....	8
4.2.2. Alternativas de control.....	9

4.3.	Aceites esenciales.....	9
4.3.1.	Aceite esencial de <i>Ocotea quixos</i> .....	9
4.3.2.	Aceite esencial de <i>Syzygium aromaticum</i> (Clavo de Olor).....	10
4.3.3.	Toxicidad de aceites esenciales.....	10
4.3.4.	Modo de acción .....	10
4.3.5.	Desafíos de los aceites esenciales .....	11
5.	Metodología .....	12
5.1.	Localización del estudio.....	12
5.2.	Cría masiva del pulgón de las Brasicáceas, <i>Brevicoryne brassicae</i> . .....	12
5.3.	Cría masiva de la mariquita <i>Hippodamia Convergens</i> .....	12
5.4.	Bioensayo de comportamiento predatorio.....	13
5.5.	Bioensayo de locomoción .....	13
5.6.	Análisis estadístico .....	14
6.	Resultados .....	15
6.1.	Efecto de los aceites esenciales de <i>Ocotea quixos</i> y <i>Syzygium aromaticum</i> en el comportamiento locomotor de <i>Hippodamia convergens</i> .....	15
6.2.	Efecto de los aceites esenciales de <i>Ocotea quixos</i> y <i>Syzygium aromaticum</i> en la habilidad predatoria de <i>Hippodamia convergens</i> a <i>Brevicoryne Brassicae</i> ......	16
7.	Discusión .....	18
8.	Conclusiones .....	21
9.	Recomendaciones .....	22
10.	Bibliografía .....	23
11.	Anexos .....	29



## Índice de Figuras

- Figura 1.** Comportamiento locomotor de *H. convergens* cuando fueron expuestas a dosis letales de aceite esencial de *S. aromaticum* y *O. quixos* estimadas para *B. brassicae*; líneas horizontales cubriendo las mismas columnas significan inexistencia de diferencia estadística por Kruskal-Willis test ( $P < 0.05$ ) ..... 15
- Figura 2.** Comportamiento predatorio de *H. Convergens* día 1 (A, B); y día 2 (C, D), con densidad de 20 presas, cuando fueron expuestas a dosis letales de aceite esencial de *S. aromaticum* y *O. quixos* estimadas para *B. brassicae*; líneas horizontales cubriendo las mismas columnas significan inexistencia de diferencia estadística por one-way ANOVA test ( $P < 0.05$ ). ..... 16
- Figura 3.** Comportamiento predatorio de *H. Convergens* día 1 (A, B); y día 2 (C, D), con densidad de 30 presas, cuando fueron expuestas a dosis letales de aceite esencial de *S. aromaticum* y *O. quixos* estimadas para *B. brassicae*; líneas verticales sobre la barra significa el error padrón, líneas horizontales cubriendo las mismas columnas significan inexistencia de diferencia estadística por one-way ANOVA test ( $P < 0.05$ ). ..... 17

## Índice de Tablas

- Tabla 1.** Tratamientos para los ensayos ..... 13

## Índice de Anexos

- Anexo 1.** Cría masiva de pulgones en plantas de brócoli ..... 29
- Anexo 2.** Cría masiva de *Hippodamia convergens* ..... 29
- Anexo 3.** Ensayos ..... 30
- Anexo 4.** Traducción del resumen ..... 31
- Anexo 5.** Certificado ..... 32

## **1. Título**

“Efectos subletales de dos aceites vegetales *Ocotea quixos* y *Syzygium aromaticum* en la habilidad predatoria de *Hippodamia convergens* en condiciones de laboratorio”

## 2. Resumen

El uso indiscriminado de pesticidas hace un llamado urgente para buscar nuevas alternativas que ayuden a reducir el uso de estos químicos en la agricultura; dentro de estas alternativas, los biopesticidas, compuestos derivados de plantas, han sido propuestos como una herramienta más amigable para el medioambiente y seguros contra la salud humana. Sin embargo, se desconoce en gran porcentaje el potencial de esta nueva alternativa. Es por eso que, en la presente investigación, a través de acercamientos toxicológicos in vivo se evaluó la selectividad de los aceites esenciales de *Ocotea quixos* y *Syzygium aromaticum* en el comportamiento predatorio y de locomoción del predador natural de los áfidos, *Hippodamia convergens*. Se encontró que las concentraciones letales (LC95) para *B. brassicae* de los aceites esenciales antes mencionados, no afectan el comportamiento predatorio y la actividad locomotora de *H. convergens*. Al contrario, nuestros resultados notaron un mayor consumo de áfidos en el día 2 cuando *H. convergens* fue expuesto al aceite esencial de *O. quixos*. Concluyendo entonces que, estos dos aceites esenciales mostraron ser una potencial alternativa para ser considerados dentro del manejo integrado de plagas.

**Palabras claves:** *Hippodamia convergens*, aceites esenciales, selectividad.

## **Abstract**

The indiscriminate use of pesticides is making an urgent call to seek for new ecofriendly alternatives to help reduce the use of the chemicals in agriculture, the biopesticides, plant-based compounds have been proposed as a tool friendlier to the environment and safer to human health. However, it's still unknown the full potential of these new alternative. Thus, the present investigation, using in vivo toxicological approaches, tried to evaluate the selectivity of two essential oils *Ocotea quixos* and *Syzygium aromaticum* in the predatory and locomotion behavior of the natural aphid predator, *Hippodamia convergens*. It was noticed that lethal concentrations (LC 95) to *B. brassicae* of the two essential oils listed before, didn't affect the predatory behavior and the locomotor activity of *H. convergens*. Conversely, our results showed an increasing in the number of aphids eaten in day 2 when exposed to *O. quixos* essential oil. To conclude, these essential oils showed a high potential to be considered in integrated pest management.

**Key words:** *Hippodamia convergens*, essential oils, selectivity.

### 3. Introducción

El uso indiscriminado de pesticidas químicos ha tenido un crecimiento gradual con el paso de los años, sin embargo, en la actualidad una corriente importante ha tomado fuerza y está presionando fuerte para enfocar el uso de alternativas más “sanas” en las prácticas agrarias ([Haddi et al., 2020](#)). Este suceso particular ha dado origen a que se busquen nuevas “bio-opciones” que no representen un riesgo para el medio ambiente, es así como surgieron algunas de las bases del biocontrol, que son alternativas que buscan incorporar diferentes estrategias que ayuden a mitigar plagas y enfermedades y al mismo tiempo ayuden a reducir el nivel de uso de los productos químicos dentro del campo agrícola.

*Brevicoryne brassicae* o áfido del repollo, económicamente es una de las más importantes plagas para las plantas de la familia de las brassicaceae aceite esencial. Distribuido alrededor de las áreas tropicales y subtropicales del mundo, reportado en Europa, Asia, Norteamérica, Sudamérica, África, Australia y Nueva Zelanda. Su ataque resulta en una severa distorsión de las hojas y una fuerte pérdida del cultivo, formando colonias en hojas, tallos y en las inflorescencias ([Khan et al., 2015](#)). Para su control se usan diferentes productos químicos que pese a su eficacia no son una alternativa viable ya que son productos muy tóxicos para los consumidores y para los depredadores naturales ([Zuniga, 1985](#)).

Como se mencionó anteriormente, el biocontrol es una de las potenciales alternativas para reducir la utilización indiscriminada de agroquímicos no solo con el uso de bioinsecticidas sino también con el uso de insectos entomófagos. *Hippodamia convergens* es un entomófago predador de pulgones por excelencia, ya que son predadores activos desde muy temprano después de eclosionar de sus huevos ([Aristizábal & Arthurs, 2014](#)). De la misma manera, el uso de los “Bioinsecticidas” es otra potencial herramienta para ser utilizada para mitigar los daños causados por las plagas.

Los bioinsecticidas son un conjunto de productos naturales que pueden ser derivados de plantas, minerales y animales ([Haddi et al., 2020](#)). Si bien son una alternativa relativamente nueva se conoce que presentan muchas más ventajas que desventajas, dentro de este grupo las plantas son la mayor fuente sintetizadora de productos bioactivos naturales, los aceites esenciales se encuentran dentro de este gran grupo ya que comprenden

un amplio espectro de compuestos volátiles producidos naturalmente por una planta como mecanismo de defensa. Se ha empezado a enfatizar en el potencial de los aceites esenciales ya que tiene un alto porcentaje bioactivo que puede ser insecticida, viricida, fungicida, bactericida y anti parasíticos. Es preciso mencionar también que, los aceites esenciales pueden tener algunas otras formas de actuar, por ejemplo, se ha indicado que podrían actuar como moduladores de crecimiento de insectos y también como repelentes ([Khursheed et al., 2022](#)).

Pese a que se conoce como los insecticidas afectan a los organismos objetivos y no objetivos, se desconoce los mecanismos de acción de las moléculas químicas que presentan los aceites esenciales en el comportamiento de los insectos ([Toledo et al., 2020](#)). La selectividad que pueden tener los aceites esenciales es un campo promisorio en el que se pretende estudiar y conocer cómo actúan las moléculas sobre la fisiología del insecto.

Por esta razón, la presente investigación pretende evaluar cuál es el efecto que produce la aplicación de una dosis subletal de los aceites esenciales de *O. quixos* y *Syzygium aromaticum* en la habilidad predatoria y el comportamiento locomotor de *Hippodamia convergens* en condiciones de laboratorio. Dichos aceites fueron previamente establecidos con un potencial bioinsecticida contra *B. brassicae* por ([Diaz 2023](#)).

### 3.1. Objetivos

#### 3.1.1. Objetivo general

- Evaluar los efectos subletales de dos aceites esenciales *Ocotea quixos* y *Syzygium aromaticum* en la capacidad predatoria de *Hippodamia convergens*

#### 3.1.2. Objetivos específicos

- Evaluar las dosis subletales en las habilidades predatorias de *Hippodamia convergens* a *Brevicoryne brassicae*
- Evaluar el efecto de dosis subletales de *Ocotea quixos* y *Syzygium aromaticum* en el comportamiento locomotor de *Hippodamia convergens*

## 4. Marco Teórico

### 4.1. Mariquita *Hippodamia convergens*

*Hippodamia convergens* o la mariquita convergente, es un coccinélido nativo del hemisferio occidental con una distribución alrededor de todo el mundo y con poblaciones en las zonas altas y adaptadas a un amplio espectro de condiciones ambientales, contribuyen significativamente al control biológico de áfidos, insectos escama, trips, así como también huevos y estadios juveniles de otras plagas agrícolas de cuerpos blandos en cultivos de cereales y forrajeros ([Stowe et al., 2020](#)).

#### 4.1.1. Descripción

Tiene una longitud de 4 a 7 mm, con una forma oblonga y muy poco convexa. Tiene un pronoto negro, bordeado por una banda clara y con dos manchas diagonales del mismo color sobre el disco, posee unos élitros anaranjados con seis manchas negras separadas y pequeñas ([Bustamante-Navarrete, 2020](#)). La abundancia de comida juega un papel importante en su reproducción, la hembra deberá consumir una cantidad adecuada de carbohidratos y proteínas, en caso de que la dieta sea la mejor, la pre-oviposición será en 5 días después del apareamiento, si no hay suficiente comida la reproducción puede llevar semanas.

#### 4.1.2. Ciclo de vida

Generalmente la adulta femenina oviposita en agrupaciones de 10 a 30 huevos en brotes u hojas de plantas donde abundan los insectos presa, son de color amarillo con forma de uso largo y tendido que apunta hacia arriba, tienen un tamaño aproximado de 1 a 1.5 mm. Las larvas son de color negro con algunas manchas color naranja en el protórax y abdomen, Tienen 4 instares que se desarrollan progresivamente alcanzando una máxima longitud de 7 mm antes de entrar a pupa. La pupa es hemisférica y de color naranja y negro, el adulto es redondo con una elongada forma oval de aproximadamente 7.8 mm en las hembras y con un máximo de 5.8 para los machos, tienen un par de élitros de color rojo brillante con 6 manchas negras en cada una de las alas, tienen un protórax negro con margen blanco y, a su vez, tiene dos líneas blancas convergentes, sus patas son cortas segmentadas en 3 tarsos, finalmente tienen un par de antenas cortas y apaleadas.



#### 4.1.3. Controlador natural

Las mariquitas son depredadores activos desde que emergen del huevo, su capacidad visual y olfativa son claves al momento de casar, suelen guiarse por feromonas o miel secretadas por los áfidos para localizar su presa. Las larvas de instar avanzados son voraces y suelen consumir de 30 a 50 áfidos por día, en caso de que el alimento sea escaso, *Hippodamia convergens* puede volverse caníbal. Es un controlador biológico natural muy importante, entre sus presas se han reportado plagas de gran importancia agrícola, tales como; áfidos del trigo, del maíz, del tabaco, psílidos de la papa, *bactericera cockerelli* e incluso de algunos escarabajos comunes.

#### 4.2. Pulgón de la col *Brevicoryne brassicae*

El áfido del repollo pertenece a la familia de los homópteros y fue reportado por primera vez en 1734 en Alemania ([Ahmed et al., 2020](#)). Es económicamente una de las más importantes plagas. Distribuido alrededor de las áreas tropicales y subtropicales del mundo, reportado en Europa, Asia, Norteamérica, Sudamérica, África, Australia y Nueva Zelanda, los principales cultivos que esta plaga ataca son: coles, brócolis y coliflor, su ataque resulta en una severa distorsión de las hojas y una fuerte pérdida del cultivo, formando colonias en hojas, tallos y en las inflorescencias.

##### 4.2.1. Características

[Ahmad and Akhtar \(2013\)](#) señala que, *B. brassicae* es un áfido de color verde grisáceo recubierto por una capa de cera que le otorga un color blanco grisáceo con apariencia polvorienta, el pulgón del repollo presenta un sistema de defensa único frente a sus depredadores, este áfido produce la enzima mirosinasa en la cabeza y en los músculos torácicos.

El ciclo de vida de *B. brassicae* depende mucho de las condiciones climáticas, el periodo de ninfa varía entre 7 a 9 días, los adultos son de cuerpo blando y ovalado o en forma peral con un par de tubos posteriores llamados cornisas que se proyectan hasta la parte trasera, estos pueden ser alados o no alados, los no alados pueden ser de 1 a 10 hinchas de largo con forma oval. Las hembras aladas son más pequeñas, las alas son cortas con venas prominentes, la cabeza y el tórax son de color oscuro con antenas café oscuro ([Gill et al., 2013](#)).

#### 4.2.2. Alternativas de control

- **Control químico:** Estudios realizados en Pakistán reportaron que los áfidos han desarrollado resistencia a los químicos incluyendo: metomilo, emamectin benzoato, piretroides y neonicotinoides ([Ahmad & Akhtar, 2013](#)).
- **Control biológico:** Parasitoides y depredadores son los reguladores de la población de distintos áfidos. Así mismo, extractos vegetales de *Melia azedarach*, *Mentha piperita*, *Lantana cámara* han mostrado resultados promisorios en contra del pulgón de la col ([Ahmad & Akhtar, 2013](#)).

#### 4.3. Aceites esenciales

Los aceites esenciales son compuestos complejos, naturales y volátiles caracterizados por un olor intenso, dichos compuestos están formados por plantas aromáticas como metabolitos secundarios. Usualmente se los puede obtener por vapor o por hidrodestilación, se tiene registro que fueron descritos y usados por primera vez en la edad media por los árabes, son conocidos por sus cualidades antisépticas, bactericidas, viricidas, fúngicas y por sus propiedades medicinales.

Naturalmente, los aceites esenciales tienen un rol protagónico en la protección de plantas anti bacterias, virus, hongos e incluso ante herbívoros, pueden ser extraídos de plantas localizadas en países con climas templados como el mediterráneo o países tropicales. Los compuestos mencionados son sintetizados por todos los órganos de la planta (flores, frutos, ramas, semillas) y guardadas en células secretoras, cavidades, canales, células epidérmicas o en tricomas glandulares ([Bakkali et al., 2008](#)).

##### 4.3.1. Aceite esencial de *Ocotea quixos*

Se trata de una planta propia de países andinos como Ecuador y Perú donde empíricamente se la ha utilizado dentro de la medicina natural, sin embargo, en los estudios realizados por [Radice et al. \(2017\)](#) se da a conocer su importante actividad biológica pudiendo ser antifúngica, antimicrobiana, fitotóxica, antioxidante y antiinflamatorio, de la misma manera [Arteaga-Crespo et al. \(2021\)](#) mencionan al aceite esencial de *O. quixos* como potencial termiticida y repelente en contra de *Nasutitermes corniger*.

#### **4.3.2. Aceite esencial de *Syzygium aromaticum* (Clavo de Olor)**

En la búsqueda de bio-alternativas que ayuden a combatir plagas agrícolas los aceites esenciales se presentan como pioneros, dentro de este grupo, el aceite esencial del clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) ha demostrado grandes y promisorios resultados ([Hu et al., 2022](#); [Mishra et al., 2016](#); [Sasikala et al., 2019](#)). De la misma manera [Toledo et al. \(2020\)](#) comentan la capacidad de *Syzygium aromaticum* de ser selectivo con los organismos no objetivos, lo que resulta muy atrayente para profundizar más en las propiedades de este aceite esencial.

#### **4.3.3. Toxicidad de aceites esenciales**

Los aceites esenciales han sido tradicionalmente usados por pequeños agricultores para proteger granos almacenados de insectos plaga, son buenos penetrantes que incrementan su propia biodisponibilidad y la de sus productos coadministrados, estas propiedades están estrechamente ligadas a la rotura de las capas lipídicas en las células ([Regnault-Roger et al., 2012](#)). Se tiene evidencia que insecticidas botánicos basados en aceite esencial explotan la toxicidad de los hidrocarburos aromáticos contenidos en los aceites, mismos que pueden inhibir el crecimiento, apetito y la oviposición en muchas plagas de importancia agrícola ([Pavela, 2015](#)). En general, son productos de muy bajo riesgo, han sido estudiados experimental y clínicamente debido a su uso en productos médicos, es por eso, que los aceites esenciales tienen una toxicidad muy baja en mamíferos.

#### **4.3.4. Modo de acción**

La volatilidad natural de los aceites esenciales y sus compuestos hacen que muchos de los mismos sean fumigantes efectivos en lugares cerrados, así mismo, cuando son rociados sobre plantas, los aceites esenciales, tienden a tener un efecto residual mínimo en comparación a los insecticidas existentes.

La acelerada acción del aceite esencial en muchas plagas apunta a un sitio específico de acción en el sistema nervioso del insecto, existe evidencia que la pequeña cantidad y amplio rango de estructuras químicas presentes en los aceites esenciales sugieren que múltiples sitios de acción pueden ser afectados al mismo tiempo ([Isman, 2020](#)). Los aceites esenciales pueden ejercer efectos neurotóxicos que involucran distintos mecanismos, entre

los más sabidos, la sinapsis de octopamina, GABA, e inhibición de acetilcolinesterasa ([Pavela, 2015](#)).

#### **4.3.5. Desafíos de los aceites esenciales**

Si bien las ventajas que los bioinsecticidas a base de aceites esenciales presentan para el ecosistema son conocidas, se desconocen los retos que quedan por cubrir en el desarrollo de compuestos sintetizados por biomoléculas, [Chaudhari et al. \(2021\)](#) nos mencionan uno de los grandes inconvenientes por resolver para que esta potencial alternativa pueda ser viable a gran escala, la disponibilidad del material vegetal significa destinar parte de la tierra a la producción de plantas con potencial insecticida lo que pudiera aumentar la competencia espacial con cultivos alimenticios. Del mismo modo, [Oladipupo et al. \(2022\)](#) en su investigación mencionan a la alta volatilización de los aceites esenciales y sus compuestos como otro gran reto para la industria, el autor es consciente de que se debe trabajar arduamente en procesos de reformularización y de encapsulación que no interfieran en la bioactividad del aceite esencial para alcanzar por completo los potenciales efectos de este tipo de pesticidas. Análogamente la viabilidad económica y el costo beneficio pueden ser otro reto, si bien los aceites esenciales pueden llegar a ser muy tóxicos no basta con eso, deberán ser también económicamente accesibles. De manera general, los aceites esenciales son más costosos que los insecticidas comunes por lo que se necesita seguir trabajando para optimizar la viabilidad económica y competitiva de los aceites esenciales frente a los insecticidas comunes ([Oladipupo et al., 2022](#)).

## 5. Metodología

### 5.1. Localización del estudio

El estudio se llevó a cabo en el laboratorio de Entomología de la Universidad Nacional de Loja, sector la Argelia, con coordenadas, a 4° 02' 07" S, 79° 12' 11,2" O; la Argelia, Loja – Ecuador.

### 5.2. Cría masiva del pulgón de las Brassicáceas, *Brevicoryne brassicae*.

Los áfidos utilizados en el bioensayo provinieron de las criaciones previamente establecidas en el laboratorio de entomología de la UNL (BIOcontrol) por ([Diaz 2023](#)). Los áfidos *B. brassicae* fueron mantenidos de forma permanente en plantas cultivadas de Brócoli (*Brassica oleracea*); cada planta permaneció en una jaula entomológica; que a su vez era protegida con tela organza. Las jaulas fueron mantenidas bajo invernadero con temperatura que varía de 25±5 °C C y 65 ± 5% de HR y 12 horas de luz.

### 5.3. Cría masiva de la mariquita *Hippodamia Convergents*

Los predadores *H. convergens* usados provinieron de las criaciones establecidas en el laboratorio de entomología de la UNL “BIOcontrol” por ([Diaz 2023](#)). Las criaciones fueron mantenidas en laboratorio siguiendo la metodología previamente descrita por [Toledo et al. \(2020\)](#) con ligeras modificaciones descritas a continuación.

Cinco adultos de *H. convergens* fueron colocados dentro de bandejas plásticas transparentes (capacidad 0.5L) conteniendo tiras de papel toalla que sirvan como base para oviposición. Cada día les fueron adicionados en cada recipiente pulgones recolectados en campo en especies arvenses o pulgones criados en condiciones de laboratorio. Adicionalmente cada bandeja contenía algodón saturado con agua y fue cambiado cada dos días. Los huevos eran recolectados cada día y una vez eclosionadas las larvas eran criadas dentro de cajas Petri y mantenidas con la misma dieta aplicada a los adultos. Los adultos usados en todos los bioensayos fueron menores a 10 días de edad.

#### 5.4. Bioensayo de comportamiento predatorio

Para cumplir con el primer objetivo específico se realizaron los bioensayos de predación donde se siguió la metodología propuesta por [Toledo et al. \(2020\)](#) con breves modificaciones; adultos de *H. convergens* < 10 días de edad no sexados fueron expuestas a la concentración LC<sub>95</sub> de *O. quixos* y *S. aromaticum* previamente estimadas para *B. brassicae* por [Diaz \(2023\)](#). Se cumplieron las siguientes condiciones de ensayo, inicialmente las mariquitas fueron colocadas individualmente en cajas Petri recubiertas en su base interna con papel filtro, las laterales de cada placa fueron recubiertas con teflón a fin de forzar el contacto con las moléculas. Posteriormente, cada placa Petri fue impregnada con la respectiva concentración de cada aceite esencial *O. quixos* y *S aromaticum* diluidos en agua destilada con DMSO (1:1 v/v), Tween 20 (1:1 v/v) ([Tabla 1](#)); después de 10 minutos una mariquita fue adicionada a cada placa Petri y permaneció en estas condiciones por 12 horas, después de este periodo cada una de las mariquitas fue colocada individualmente en placas Petri libres de insecticida por igual tiempo, dando como resultado 24 horas de abstinencia alimenticia. Seguidamente, a cada depredador le fue ofrecido 30 o 20 adultos de *B. brassicae*; el número de áfidos consumidos fue registrado cada 3, 6, 9, 12 y 24 y 48 horas después del suministro, y la densidad de pulgones fue restablecida después de cada evaluación ([Toledo et al., 2020](#)). Cada tratamiento (aceite esencial y densidad) contó con 20 réplicas, así como el tratamiento control.

**Tabla 1.** Tratamientos para los ensayos

Tratamiento	Formulación	N
1	<i>O. quixos</i> + agua destilada +DMSO (1:1 v/v) +Tween 20 (1:1 v/v)	20
2	<i>S aromaticum</i> + Agua destilada +DMSO (1:1 v/v) +Tween 20 (1:1 v/v)	20
3	agua destilada +DMSO (1:1 v/v) +Tween 20 (1:1 v/v)	20

#### 5.5. Bioensayo de locomoción

Se siguió la metodología propuesta por [Toledo et al. \(2020\)](#) cumpliéndose con los parámetros establecidos en la sección 5.4. (condiciones de ensayo, 12 h de exposición a la disolución, 12 h en nuevas cajas Petri libre de insecticida, cumpliendo con 24h de abstinencia alimenticia) seguidamente se procedió con la filmación de un video de 10 minutos por cada repetición usando una cámara digital junto con el software de rastreo de

video (Viewpoint Life Sciences, Montreal, QC, Canadá). Se analizaron: la distancia (cm), tiempo caminado (s) y la velocidad promedio (cm/s) de cada una de las mariquitas con 15 repeticiones por cada tratamiento ([Toledo et al., 2020](#)).

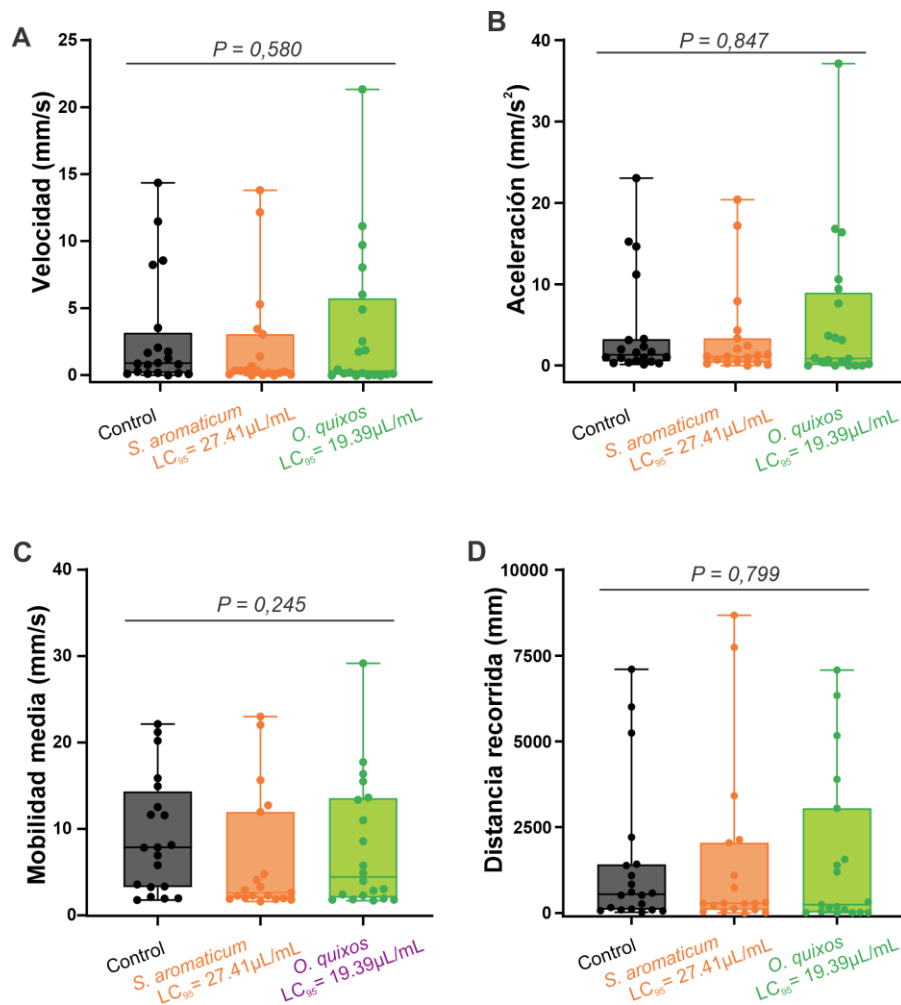
### **5.6. Análisis estadístico**

Los datos del bioensayo de predación se sometieron a un análisis de varianza de una sola vía (ANOVA ONE-WAY) donde la normalidad fue evaluada y la homogeneidad de varianza fueron evaluadas y no fue necesario realizar una transformación de los valores; se sometió un análisis de varianza (ANOVA ONE-WAY) con estadística no paramétrica (Prueba de Kruskal-Wallis) para el bioensayo de locomoción. Se utilizó el software SigmaPlot (12.0) para ambos ensayos.

## 6. Resultados

### 6.1. Efecto de los aceites esenciales de *Ocotea quixos* y *Syzygium aromaticum* en el comportamiento locomotor de *Hippodamia convergens*

Se observa que el comportamiento locomotor, de individuos adultos de *H. convergens* expuestos a dosis letales de aceites esenciales de *S. aromaticum* y *O. quixos* estimados para *B. brassicae*, no fue afectado. Los parámetros de los comportamientos de: velocidad media Fig. 1A ( $H= 2.808$ ,  $gl=2$ ,  $P=0.580$ ), aceleración Fig. 1B ( $H= 0.330$ ,  $gl=2$ ,  $P=0.847$ ), movilidad media Fig. 1C ( $H= 2.808$ ,  $gl=2$ ,  $P=0.245$ ) y distancia total caminada Fig. 1D ( $H= 0.448$ ,  $gl=2$ ,  $P=0.799$ ) no presentan diferencia cuando se comparó al tratamiento control.



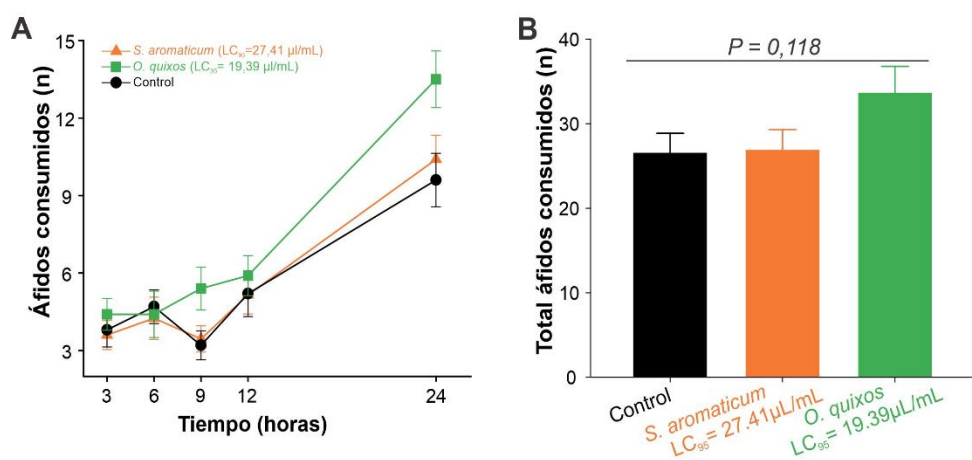
**Figura 1:** Comportamiento locomotor de *H. convergens* cuando fueron expuestas a dosis letales de aceite esencial de *S. aromaticum* y *O. quixos* estimadas para *B. brassicae*; líneas horizontales cubriendo las mismas columnas significan inexistencia de diferencia estadística por Kruskal-Willis test ( $P < 0.05$ ).



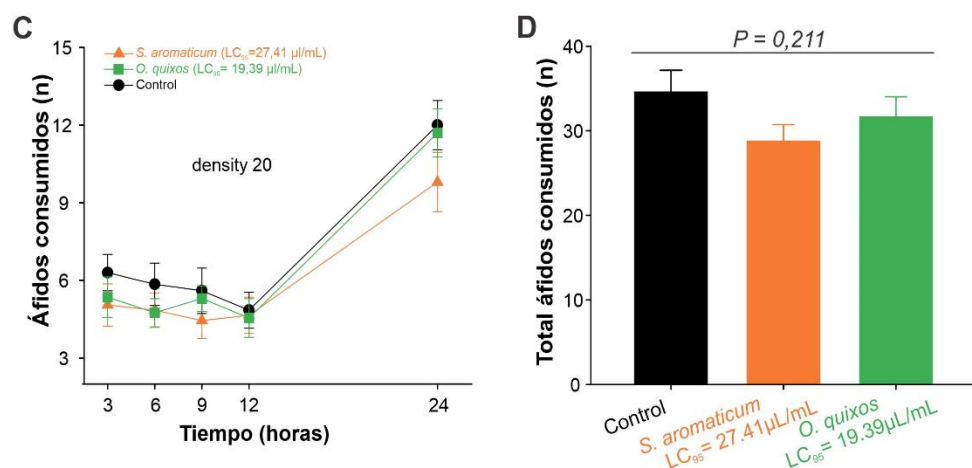
## 6.2.Efecto de los aceites esenciales de *Ocotea quixos* y *Syzygium aromaticum* en la habilidad predatoria de *Hippodamia convergens* a *Brevicoryne Brassicae*.

Los resultados obtenidos en el comportamiento predatorio de adultos de *H. convergens* cuando fueron expuestas a dosis letales estimadas para *B. brassicae* muestran que la capacidad predatoria de *H. convergens* solamente se vio influenciada por la densidad de presas. Tanto en el primer día (Figura 2 A, B) como en el segundo (Figura 2 C, D) con la densidad menor de presas no hubo diferencia en el consumo total de presas entre los organismos tratados y no tratados.

### Densidad 20 (día 1)



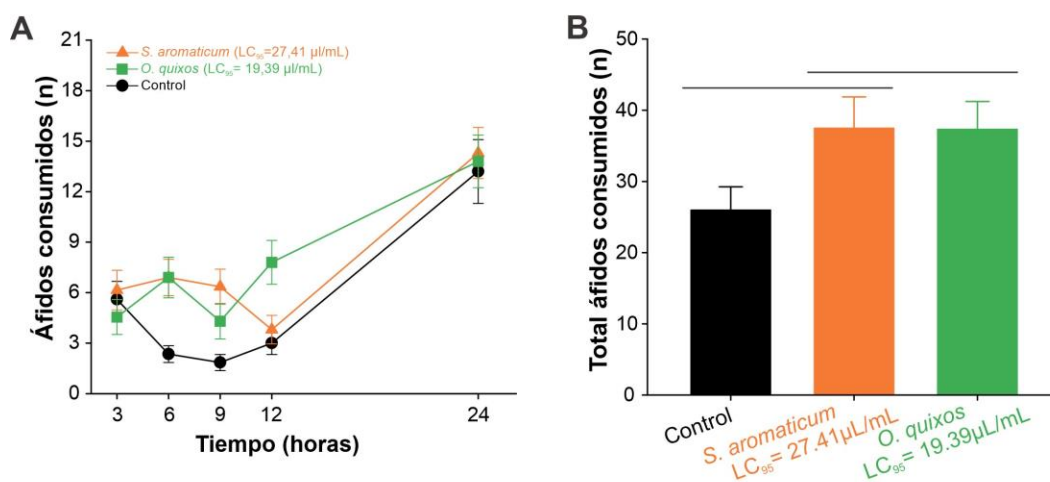
### Densidad 20 (día 2)



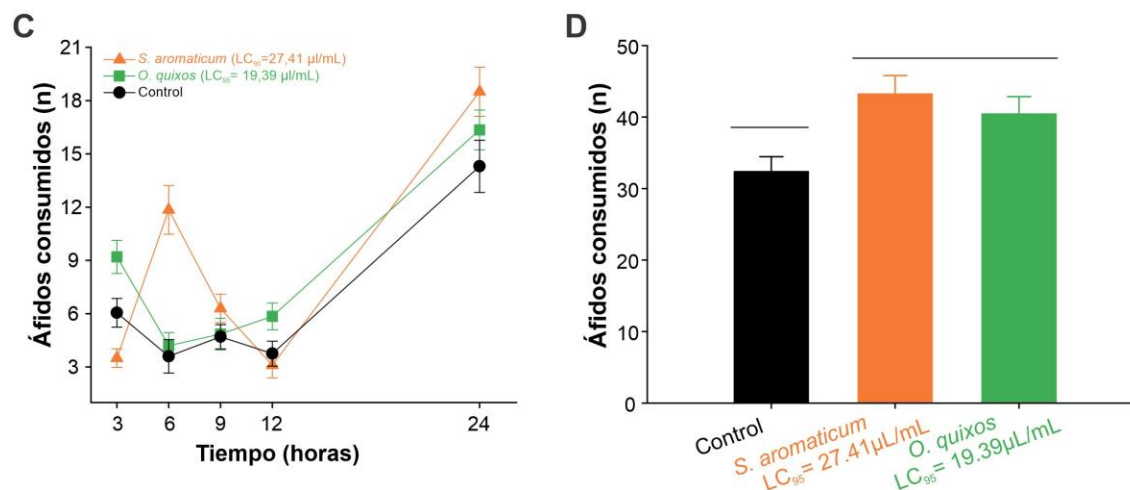
**Figura 2:** Comportamiento predatorio de *H. Convergens* día 1 (A, B); y día 2 (C, D), con densidad de 20 presas, cuando fueron expuestas a dosis letales de aceite esencial de *S. aromaticum* y *O. quixos* estimadas para *B. brassicae*; líneas horizontales cubriendo las mismas columnas significan inexistencia de diferencia estadística por one-way ANOVA test ( $P < 0.05$ ).

No en tanto, cuando *H. convergens* fue expuesta a una densidad mayor de presas tanto en el primer día (Figura 3 A, B) como en el segundo día (Figura 3 C, D) fue observado un mayor consumo en los organismos tratados con los aceites esenciales, excepto para *S. aromaticum* que solo estimuló el consumo en el día 2.

### Densidad 30 (día 1)



### Densidad 30 (día 2)



**Figura 3:** Comportamiento predadorio de *H. Convergens* día 1 (A, B); y día 2 (C, D), con densidad de 30 presas, cuando fueron expuestas a dosis letales de aceite esencial de *S. aromaticum* y *O. quixos* estimadas para *B. brassicae*; líneas verticales sobre la barra significa el error padrón, líneas horizontales cubriendo las mismas columnas significan inexistencia de diferencia estadística ONE-WAYANOVA test (P<0.05).

## 7. Discusión

Los resultados de la presente investigación nos muestran que, el aceite esencial de *S. aromaticum* y *O. quixos*, tóxicos para *B. brassicae*, no tienen efectos negativos en el predador *H. convergens*. El comportamiento locomotor de adultos de *H. convergens* no fue afectado cuando fueron expuestos a dosis letales estimadas para *B. brassicae*; sin embargo, la capacidad predatoria de este enemigo natural se incrementó cuando fue expuesta al aceite esencial de *O. quixos*.

La actividad biológica de aceites esenciales es atribuida principalmente a sus compuestos mayoritarios que, generalmente son reportados como seguros a organismos no objetivos. Nuestros resultados no evidencian efecto alguno en el comportamiento locomotor de *H. convergens* cuando expuestos a concentraciones letales de *O. quixos* y *S. aromaticum* estimadas para *B. brassicae*. Estos resultados concuerdan con recientes estudios donde reportaron que el comportamiento locomotor de otros coleópteros como *Coleomegilla maculata* (Toledo et al., 2020), *Sitophilus zeamais* (Haddi et al., 2015) y el insecto *Blatta lateralis* (Gaire et al., 2017) no es afectado por el aceite de *S. aromaticum*. Al ser indicados como responsables de la actividad biológica los compuestos mayoritarios de los aceites esenciales, nuestros resultados evidencian la selectividad a *H. convergens* de eugenol, acetato de eugenol, cariofileno <(E)> principales compuestos de *S. aromaticum* aquí evaluado. En este sentido, (Moretti et al., 2017) reportó que ninfas en estadios tardíos de *Triatoma infestans* no alteraron su comportamiento locomotor al ser expuestas a varias concentraciones de eugenol. Así mismo, el cariofileno <(E)> con presencia importante en el aceite esencial de *S. aromaticum* no afectó el desplazamiento ni la velocidad de caminata de *Dorymyrmex thoracicus* (de Oliveira et al., 2019). No en tanto, alteraciones en el comportamiento locomotor de estadios tempranos de *T. infestans* (Moretti et al., 2013), *Drosophila melanogaster* (Weineck et al., 2019) o *Sitophilus granarius* (Plata-Rueda et al., 2018) fueron observados al ser expuestos a concentraciones de eugenol. Por lo que la selectividad puede ser dependiente de la especie de insecto y/o su estado ninfal.

El aceite esencial de *O. quixos* con  $\beta$ -cariofileno, acetato de cinamilo, cinamato de metilo como compuestos mayoritarios no afectó la locomoción de *H. convergens*. Aunque  $\beta$ -cariofileno en otros insectos como la termita *Cryptotermes brevis* (Santos et al., 2017); o

el acetato de cinamilo en *Bemisia tabaci* ([Deletre et al., 2016](#)) afectaron sus habilidades locomotoras. No en tanto, en estudios realizados en pequeños vertebrados,  $\beta$ -cariofileno no afectó su comportamiento locomotor ([Dougnon & Ito, 2021](#); [Johnson et al., 2022](#)). Por lo que nuestros resultados refuerzan el nulo efecto de *S. aromaticum* y *O. quixos* en la locomoción de adultas de *H. convergens*.

La capacidad predatoria de *H. convergens* cuando fue expuesta a dosis letales de los aceites esenciales de *S. aromaticum* y *O. quixos* estimados para *B. Brassicae* no fue afectada de forma negativa. No obstante, fue dependiente de la densidad de presas, tiempo y producto. Una mayor capacidad de consumo fue evidente con una mayor densidad de presas cuando expuestas a *O. quixos*. Para el aceite esencial de *S. aromaticum* este comportamiento fue observado en el segundo día de exposición. En un estudio, [Toledo et al. \(2020\)](#) reportó resultados similares al nuestro cuando evidenció que dosis letales de aceite esencial de *S. aromaticum* no afectó la habilidad predatoria de *C. maculata* cuando fue expuesta a dos densidades de presas. En otro estudio, [Toledo et al. \(2019\)](#) evidenció que el aceite esencial de *S. guianensis* tóxico para *Myzus persicae* no afectaba la habilidad predatoria de *Eriopsis conexa* y de *Coleomegilla maculata*, interesantemente en este estudio se encontró que *E. conexa* redujo su habilidad predatoria en las primeras horas, pero eran capaces de recuperarse y aumentar su consumo después del primer día. Otro predador, como *Ceraeochrysa caligata* también incrementó el consumo de presas cuando fue expuesto al aceite esencial de cítricos ([Farias et al., 2020](#)); o a densidades mayores ([Viteri Jumbo et al., 2019](#)). Interesantemente y, de manera contraria a nuestros resultados, [Yan et al. \(2021\)](#) encontraron que eugenol, principal compuesto de *S. aromaticum*, redujo el apetito de *Rhynchophorus ferrugineus*, principal plaga de palmas a nivel mundial. Lo que da a entender que el efecto puede ser dependiente de la especie del insecto. Similarmente, *Coccinella septempunctata* cesó su actividad alimenticia por un periodo de tiempo (máximo 5 horas) y luego continuar su actividad alimenticia una vez recuperada del consumo de presas contaminadas con dosis de  $\lambda$ -Cyhalotrin ([Thornham et al., 2007](#)). Otros estudios registran una reducción en el potencial de predación de *C. septempunctata* expuestos a dosis de otros xenobióticos como cyantraniliprole ([Jiang et al., 2020](#)), dimetoato ([Singh et al., 2004](#)) e imidacloprid ([Skouras et al., 2017](#)); sin embargo, [You et al. \(2022\)](#) reportó que

acetamiprid no afectó la cantidad de presas consumidas por larvas de cuarto estadio de *C. septempunctata*.

Conclusivamente, los resultados obtenidos no presentan alteraciones negativas en las habilidades predatorias y de locomoción de *H. convergens* expuestos a aceite esencial de *O. quixos* y *S. aromaticum*. Esto convierte a estas biomoléculas como herramientas biorracionales que pueden ser incorporadas en programas de manejo integrado de plagas en cultivos hortícolas.

## 8. Conclusiones

- El aceite esencial de *O. quixos* y *S. aromaticum* presentan selectividad para *H. convergens* al no afectar negativamente las habilidades predatorias y locomotoras de este enemigo natural.
- Ambos bioproductos representan ser una posible herramienta a ser integrada en planes de manejo integrado de plagas.

## 9. Recomendaciones

- Trabajos posteriores deben dilucidar posibles efectos en otros organismos no objetivo como las abejas u otros insectos benéficos.
- Realizar más trabajos para evaluar otros posibles efectos subletales en el ciclo biológico de *H. convergens*.

## 10. Bibliografía

- Ahmad, M., & Akhtar, S. (2013). Development of insecticide resistance in field populations of *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae) in Pakistan. *Journal of Economic Entomology*, 106(2), 954-958. <https://doi.org/10.1603/ec12233>
- Ahmed, M., Peiwen, Q., Gu, Z., Liu, Y., Sikandar, A., Hussain, D., . . . An, R. (2020). Insecticidal activity and biochemical composition of *Citrullus colocynthis*, *Cannabis indica* and *Artemisia argyi* extracts against cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae* L.). *Scientific reports*, 10(1), 522. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41598-019-57092-5>
- Aristizábal, L., & Arthurs, S. P. (2014). Convergent lady beetle *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville (Insecta: Coleoptera: Coccinellidae). In *IFAS Extension, University of Florida*.
- Arteaga-Crespo, Y., Ureta-Leones, D., García-Quintana, Y., Montalván, M., Gilardoni, G., & Malagón, O. (2021). Preliminary predictive model of termiticidal and repellent activities of essential oil extracted from *Ocotea quixos* leaves against *Nasutitermes corniger* (isoptera: termitidae) using one-factor response surface methodology design. *Agronomy*, 11(6), 1249. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agronomy11061249>
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446-475. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>
- Bustamante-Navarrete, A. A. (2020). Algunos coccinellidos (Coleóptera: Coccinellidae) predadores de importancia económica en el departamento del Cusco, Perú. <https://doi.org/https://doi.org/10.24039/rtb2020182801>
- Chaudhari, A. K., Singh, V. K., Kedia, A., Das, S., & Dubey, N. K. (2021). Essential oils and their bioactive compounds as eco-friendly novel green pesticides for management of storage insect pests: prospects and retrospects. In *Environmental Science and Pollution Research* (Vol. 28, pp. 18918-18940).
- de Oliveira, B. M. S., Melo, C. R., Santos, A. C. C., Nascimento, L. F. A., Nízio, D. A. C., Cristaldo, P. F., . . . Bacci, L. (2019). Essential oils from *Varronia curassavica* (Cordiaceae) accessions and their compounds (E)-caryophyllene and  $\alpha$ -humulene as an alternative to control *Dorymyrmex thoracius* (Formicidae: Dolichoderinae). *Environmental Science and Pollution Research*, 26(7), 6602-6612. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-4044-1>



- Deletre, E., Chandre, F., Barkman, B., Menut, C., & Martin, T. (2016). Naturally occurring bioactive compounds from four repellent essential oils against *Bemisia tabaci* whiteflies. *Pest management science*, 72(1), 179-189. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ps.3987>
- Diaz, D. (2023). Toxicidad de bioinsecticidas de origen vegetal en *Brevicoryne brassicae* y sus efectos en organismos no objetivos en condiciones de laboratorio [Tesis, <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/27267>
- Dougnon, G., & Ito, M. (2021). Essential oil from the leaves of *Chromolaena odorata*, and sesquiterpene caryophyllene oxide induce sedative activity in mice. *Pharmaceuticals*, 14(7), 651. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ph14070651>
- Farias, A. P., dos Santos, M. C., Viteri Jumbo, L. O., Oliveira, E. E., de Lima Nogueira, P. C., de Sena Filho, J. G., & Teodoro, A. V. (2020). Citrus essential oils control the cassava green mite, *Mononychellus tanajoa*, and induce higher predatory responses by the lacewing *Ceraeochrysa caligata*. *Industrial Crops and Products*, 145, 112151. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112151>
- Gaire, S., O'Connell, M., Holguin, F. O., Amatya, A., Bundy, S., & Romero, A. (2017). Insecticidal properties of essential oils and some of their constituents on the Turkestan cockroach (Blattodea: Blattidae). *Journal of Economic Entomology*, 110(2), 584-592. <https://doi.org/10.1093/jee/tox035>
- Gill, H. K., Garg, H., & Gillett-Kaufman, J. L. (2013). Cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* Linnaeus (Insecta: Hemiptera: Aphididae). <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/IN1014>
- Haddi, K., Oliveira, E. E., Faroni, L. R. A., Guedes, D. C., & Miranda, N. N. S. (2015). Sublethal exposure to clove and cinnamon essential oils induces hormetic-like responses and disturbs behavioral and respiratory responses in *sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Economic Entomology*, 108(6), 2815-2822. <https://doi.org/10.1093/jee/tov255>
- Haddi, K., Turchen, L. M., Viteri Jumbo, L. O., Guedes, R. N., Pereira, E. J., Aguiar, R. W., & Oliveira, E. E. (2020). Rethinking biorational insecticides for pest management: Unintended effects and consequences. *Pest management science*, 76(7), 2286-2293. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ps.5837>
- Hu, Z.-J., Yang, J.-W., Chen, Z.-H., Chang, C., Ma, Y.-P., Li, N., . . . Deng, S.-Z. (2022). Exploration of clove bud (*Syzygium aromaticum*) essential oil as a novel attractant against

- Bactrocera dorsalis* (Hendel) and its safety evaluation. *Insects*, 13(10), 918.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/insects13100918>
- Isman, M. B. (2020). Bioinsecticides based on plant essential oils: a short overview. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 75(7-8), 179-182. <https://doi.org/doi:10.1515/znc-2020-0038>
- Jiang, J., Wang, Y., Mu, W., & Zhang, Z. (2020). Sublethal effects of anthranilic diamide insecticides on the demographic fitness and consumption rates of the *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Aphis craccivora*. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(4), 4178-4189. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06993-z>
- Johnson, A., Stewart, A., El-Hakim, I., & Hamilton, T. J. (2022). Effects of super-class cannabis terpenes beta-caryophyllene and alpha-pinene on zebrafish behavioural biomarkers. *Scientific reports*, 12(1), 17250. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-21552-2>
- Khan, I. A., Ahmad, M., Akbar, R., Hussain, S., Saeed, M., Farid, A., . . . Ud Din, M. (2015). A study on Losses due to *Brevicoryne brassicae* in different Brassica genotypes under screen house conditions. *J Entomol Zool Stud*, 3(6), 16-19. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.22271/j.ento>
- Khursheed, A., Rather, M. A., Jain, V., Rasool, S., Nazir, R., Malik, N. A., & Majid, S. A. (2022). Plant based natural products as potential ecofriendly and safer biopesticides: A comprehensive overview of their advantages over conventional pesticides, limitations and regulatory aspects. *Microbial Pathogenesis*, 105854. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.micpath.2022.105854>
- Mishra, B. B., Tripathi, S., & Tripathi, C. (2016). Impact of *Syzygium aromaticum* (L.) essential oil as fumigant against *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of entomology and zoology studies*, 4(6), 811-816. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.22271/j.ento>
- Moretti, A. N., Seccacini, E. A., Zerba, E. N., Canale, D., & Alzogaray, R. A. (2017). The botanical monoterpenes linalool and eugenol flush-out nymphs of *triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae). *Journal of Medical Entomology*, 54(5), 1293-1298. <https://doi.org/10.1093/jme/tjx068>
- Moretti, A. N., Zerba, E. N., & Alzogaray, R. A. (2013). Behavioral and toxicological responses of *Rhodnius prolixus* and *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae) to 10 monoterpene

- alcohols. *Journal of Medical Entomology*, 50(5), 1046-1054.  
<https://doi.org/10.1603/me12248>
- Oladipupo, S., Hu, X., & Appel, A. (2022). Essential oils in urban insect management—A review. *Journal of Economic Entomology*, 115(5), 1375-1408.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1093/jee/toac083>
- Pavela, R. (2015). Essential oils for the development of eco-friendly mosquito larvicides: A review. *Industrial Crops and Products*, 76, 174-187.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.06.050>
- Plata-Rueda, A., Campos, J. M., da Silva Rolim, G., Martínez, L. C., Dos Santos, M. H., Fernandes, F. L., . . . Zanoncio, J. C. (2018). Terpenoid constituents of cinnamon and clove essential oils cause toxic effects and behavior repellency response on granary weevil, *Sitophilus granarius*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 156, 263-270.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.03.033>
- Radice, M., Silva, J., Correa, C., Moya, A., Escobar, J., & Pérez, A. (2017). *Ocotea quixos* essential oil: A systematic review about the ethno-medicinal uses, phytochemistry and biological activity. *MOL2NET 2017, International Conference on Multidisciplinary Sciences, 3rd edition*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3390/MOL2NET-02-H001>
- Regnault-Roger, C., Vincent, C., & Arnason, J. T. (2012). Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. *Annual Review of Entomology*, 57(1), 405-424.  
<https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120710-100554>
- Santos, A. A., de Oliveira, B. M. S., Melo, C. R., Lima, A. P. S., Santana, E. D. R., Blank, A. F., . . . Bacci, L. (2017). Sub-lethal effects of essential oil of *Lippia sidoides* on drywood termite *Cryptotermes brevis* (Blattodea: Termitoidea). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 145, 436-441. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.07.057>
- Sasikala, J., Narendiran, N. J., Packiam, S. M., & Elumalai, K. (2019). Insecticidal activity of *syzygium aromaticum* and *cinnamomum cassia* plant volatile oil against the pulse beetle, *callosobruchus maculatus* [Fabricius][Coleoptera: Chrysomelidae]. *Uttar Pradesh journal of zoology*, 39(3), 96-105. <https://mbimph.com/index.php/UPJOZ/article/view/1405>
- Singh, S. R., Walters, K. F. A., Port, G. R., & Northing, P. (2004). Consumption rates and predatory activity of adult and fourth instar larvae of the seven spot ladybird, *Coccinella*

- septempunctata* (L.), following contact with dimethoate residue and contaminated prey in laboratory arenas. *Biological Control*, 30(2), 127-133. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2004.01.003>
- Skouras, P. J., Stathas, G. J., Voudouris, C. C., Darras, A. I., Tsitsipis, J. A., & Margaritopoulos, J. T. (2017). Effect of synthetic insecticides on the larvae of *Coccinella septempunctata* from Greek populations. *Phytoparasitica*, 45(2), 165-173. <https://doi.org/10.1007/s12600-017-0577-y>
- Stowe, H. E., Michaud, J. P., & Kim, T. (2020). The benefits of omnivory for reproduction and life history of a specialized aphid predator, *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology*, 50(1), 69-75. <https://doi.org/10.1093/ee/nvaa154>
- Thornham, D. G., Stamp, C., Walters, K. F. A., Mathers, J. J., Wakefield, M., Blackwell, A., & Evans, K. A. (2007). Feeding responses of adult seven-spotted ladybirds, *Coccinella septempunctata* (Coleoptera, Coccinellidae), to insecticide contaminated prey in laboratory arenas. *Biocontrol Science and Technology*, 17(10), 983-994. <https://doi.org/10.1080/09583150701661646>
- Toledo, P. F., Jumbo, L. O. V., Rezende, S. M., Haddi, K., Silva, B. A., Mello, T. S., . . . Oliveira, E. E. (2020). Disentangling the ecotoxicological selectivity of clove essential oil against aphids and non-target ladybeetles. *Science of the Total Environment*, 718, 137328. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137328>
- Toledo, P. F. S., Ferreira, T. P., Bastos, I. M. A. S., Rezende, S. M., Viteri Jumbo, L. O., Didonet, J., . . . Aguiar, R. W. S. (2019). Essential oil from negramina (*Siparuna guianensis*) plants controls aphids without impairing survival and predatory abilities of non-target ladybeetles. *Environmental Pollution*, 255, 113153. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113153>
- Viteri Jumbo, L. O., Teodoro, A. V., Rêgo, A. S., Haddi, K., Galvão, A. S., & de Oliveira, E. E. (2019). The lacewing *Ceraeochrysa caligata* as a potential biological agent for controlling the red palm mite *Raoiella indica*. *PeerJ*, 7, e7123. <https://doi.org/10.7717/peerj.7123>
- Weineck, K., Stanback, A., & Cooper, R. L. (2019). The effects of eugenol as an anesthetic for an insect: *Drosophila*, adults, larval heart rate, and synaptic transmission.

<http://web.as.uky.edu/Biology/faculty/cooper/labWWW-PDFs/ABLE-Fly-Eugenol%20paper-2019.pdf>

- Yan, T. K., Asari, A., Salleh, S. A., & Azmi, W. A. (2021). Eugenol and thymol derivatives as antifeedant agents against red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Dryophthoridae) Larvae. *Insects*, 12(6), 551.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/insects12060551>
- You, Y., Zeng, Z., Zheng, J., Zhao, J., Luo, F., Chen, Y., . . . Wei, H. (2022). The toxicity response of *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) after exposure to sublethal concentrations of acetamiprid. *Agriculture*, 12(10), 1642.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agriculture12101642>
- Zuniga, E. (1985). Evaluación de omethoato aplicado en forma localizada para el control selectivo del pulgon del repollo *Brevicoryne brassicae* (L.)(Homoptera: Aphididae).  
[https://oes.chileanjar.cl/files/V45I1A17\\_es.pdf](https://oes.chileanjar.cl/files/V45I1A17_es.pdf)



## 11. Anexos

### Anexo 1. Cría masiva de pulgones en plantas de brócoli



### Anexo 2. Cría masiva de *Hippodamia convergens*



*Anexo 3. Ensayos*



**Anexo 4.** Traducción del resumen

Tigo. Adrian Israel Chavez Ureña

**CERTIFICA**

Que el documento aquí compuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés, del resumen de tesis titulada: "Efectos subletales de dos aceites vegetales *Ocotea quixos* y *Syzygium aromaticum* en la habilidad predatoria de *Hippodamia convergens* en condiciones de laboratorio" autoría de Adrian Israel Chavez Ureña, con CI 1105187528, egresado de la carrera de Agronomía de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, de la Universidad Nacional de Loja

Lo certifica en honor a la verdad y autoriza al interesado a hacer uso del presente en lo que sus intereses convengan,

Loja, 5 de marzo de 2024

  
Tigo. Adrian Israel Chavez Ureña



Anexo 5. Certificado



**CAMBRIDGE ENGLISH**  
Language Assessment  
Part of the University of Cambridge

**Cambridge English Entry Level Certificate in  
ESOL International (Entry 3)\***

This is to certify that

**ADRIAN ISRAEL CHAVEZ UREÑA**

has achieved

**Council of Europe Level B1**

<b>Overall Score</b>	<b>154</b>
Reading	144
Use of English	155
Writing	153
Listening	157
Speaking	163

Date of Examination **MAY (FS2) 2015**  
Place of Entry **ECUADOR**  
Reference Number **155EC0020006**  
Accreditation Number **501/1426/8**

Saul Nassé  
Chief Executive

\*This level refers to the UK National Qualifications Framework



Date of Issue 08/07/15  
Certificate Number 0049141834

01180962

01180962