



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

Proyecto de Investigación
previo a la obtención del título
de Ingeniero Agrónomo.

Título del Proyecto de Investigación:

Evaluación de efectos letales y subletales de extractos de neem y tabaco en el control del
pulgón del cacao (*Toxoptera aurantii*).

Autor:

Karen Lisseth Tapia Gualpa

Directora del Proyecto de Investigación:

Dra. Mayra Carolina Vélez Ruiz

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS

Yo, **KAREN LISSETH TAPIA GUALPA**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacerse uso de los derechos correspondiente a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

KAREN LISSETH TAPIA GUALPA

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En mi calidad de Directora del Proyecto de Investigación, certifico que la Srta. **KAREN LISSETH TAPIA GUALPA**, realizó el proyecto de investigación titulado “**Evaluación de efectos letales y subletales de extractos de neem y tabaco en el control del pulgón del cacao (*Toxoptera aurantii*)**”, bajo mi dirección, aplicando todas las disposiciones institucionales, metodológicas y técnicas que regulan esta actividad académica.

DRA. MAYRA CAROLINA VÉLEZ RUIZ

DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

En mi calidad de Directora del Proyecto de Investigación de la Srta. **KAREN LISSETH TAPIA GUALPA**, titulado “**Evaluación de efectos letales y subletales de extractos de neem y tabaco en el control del pulgón del cacao (*Toxoptera aurantii*)**”, certifico el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia en el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND), con un porcentaje de coincidencia del 5%.



Urkund Analysis Result

Analysed Document:	Tesis_Tapia_Karen_Urkund.docx (D111070236)
Submitted:	8/8/2021 2:31:00 AM
Submitted By:	mvelez@uteq.edu.ec
Significance:	5 %

DRA. MAYRA CAROLINA VÉLEZ RUIZ

DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TRIBUNAL DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Evaluación de efectos letales y subletales de extractos de neem y tabaco en el control del pulgón del cacao (*Toxoptera aurantii*)”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma.

Aprobado por:

Dr. Gregorio Vásquez Montúfar

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

Dr. Fernando Cabezas Guerrero

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE
TESIS**

ING. Freddy Sabando Ávila

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE
TESIS**

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2021

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por permitirme cumplir una nueva meta en mi vida, por la salud y dedicación que me fue brindada en estos cinco años de estudio en la carrera para cumplir con éxito esta etapa que me ha ayudado a crecer en lo personal y profesional.

A mis padres y hermanos, que son los pilares de mi vida y mi principal motivación para seguir luchando todos los días mis metas y sueños más deseados.

A la Dra. Mayra Carolina Vélez Ruiz, por orientarme durante todo el proceso del desarrollo de la investigación y brindarme sus conocimientos.

Al Fondo Competitivo de Investigación Científica y Tecnológica (FOCICYT), séptima convocatoria, por la financiación de la investigación.

A los compañeros y amigos que conocí durante el proceso de la carrera y que estuvieron presentes en los momentos que más necesitaba y de alguna forma fueron parte durante el camino recorrido.

Agradezco a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, sus docentes, coordinadores y decano que me han ayudado en todo momento, sus enseñanzas serán de gran ayuda en mi vida profesional.

Karen Tapia

DEDICATORIA

A Dios, por bendecirme todos los días, darme salud, fuerzas para culminar esta etapa con éxitos.

A mis padres Maritza y Freddy por el apoyo incondicional y ánimos diarios que recibía para no renunciar este logro que marca un paso más en mi vida profesional.

Este trabajo también me lo dedico a mí con valentía, esfuerzo y dedicación.

Karen Tapia

RESUMEN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es uno de los cultivos más representativos para Ecuador; al igual que otros cultivos de importancia económica puede ser afectado directa o indirectamente por una serie de insectos plaga, por ejemplo, el pulgón *Toxoptera aurantii*, esta especie causa daños debido al hábito de succionar la sabia de hojas, flores y pequeños frutos del cacao ocasionando la reducción de los rendimientos del cultivo. El control de esta plaga está basado en el uso de insecticidas altamente tóxicos. Muy poco se conoce sobre el potencial de los extractos de neem (*Azadirachta indica*) y tabaco (*Nicotiana tabacum*) en el control de *T. aurantii*, por tal motivo el objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos letales y subletales de extractos de neem y tabaco en el control de este insecto plaga. El presente estudio fue desarrollado en condiciones controladas en el laboratorio de química del Campus “La María” UTEQ. Ninfas de *T. aurantii* fueron alimentadas con brotes de cacao tratadas con extractos de neem y tabaco en concentraciones (1%, 10%, 50%, 100%), insecticida (Acetamiprid) y con agua destilada (tratamiento control). En cuanto a los resultados podemos mencionar que los extractos de neem y tabaco en concentraciones del 100% causan la mayor mortalidad alcanzando el 95% y 85% respectivamente. La concentración letal media (CL₅₀) evaluadas con pulgones de *T. aurantii* expuestas a brotes de cacao con extracto de neem fue de 1.04% (Log % = 0.02) y de tabaco fue de 7.94% (Log % = 0.90). Todas las concentraciones de neem tuvieron efecto repelente en los individuos tratados, en el caso del extracto de tabaco únicamente la repelencia fue observada con la concentración de 50%, 100%. Este estudio demuestra que el uso de extractos botánicos tanto de neem como tabaco causan la mortalidad o repelencia del pulgón *T. aurantii* y su uso puede tornarse en una alternativa para el manejo y control de esta especie dentro de los programas de manejo integrado de plagas.

Palabras clave: Mortalidad, repelencia, áfidos, manejo

ABSTRACT

Cocoa (*Theobroma cacao* L.) is one of the most representative crops in Ecuador; like other economically important crops it can be affected directly or indirectly by a number of insect pests, for example, the aphid *Toxoptera aurantii*, this species causes damage due to its habit of sucking the sap from the leaves, flowers and small fruits of cocoa, causing a reduction in crop yields. Control of this pest is based on the use of highly toxic insecticides. Very little is known about the potential of neem (*Azadirachta indica*) and tobacco (*Nicotiana tabacum*) extracts in the control of *T. aurantii*. Then, the goal of this research was to evaluate the lethal and sublethal effects of neem and tobacco extracts in the control of this insect pest. The present study was carried out under controlled conditions in the chemistry laboratory of the Campus "La María" UTEQ. *T. aurantii* nymphs were fed with cocoa shoots treated with neem and tobacco extracts at concentrations (1%, 10%, 50%, 100%), insecticide (Acetamiprid) and distilled water (control treatment). The findings showed that the neem and tobacco extracts in concentrations of 100% cause the highest mortality reaching 95% and 85% respectively. The mean lethal concentration (LC50) evaluated with aphids of *T. aurantii* exposed to cocoa shoots with neem extract was 1.04% (Log % = 0.02) and tobacco was 7.94% (Log % = 0.90). All concentrations of neem had repellent effect on treated individuals. In the case of tobacco extract, only repellency was observed with the concentration of 50%, 100%. This study demonstrates that the use of botanical extracts of both neem and tobacco cause mortality or repellency of the aphid *T. aurantii* and their use can become an alternative for the management and control of this species within integrated pest management programs.

Keywords: Mortality, repellency, aphids, management.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Portada	
Declaración de autoría y sesión de derechos	i
Certificación de culminación del proyecto de investigación.....	ii
Reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico	iii
Tribunal de tesis	iv
Agradecimiento	v
Dedicatoria.....	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
Índice de contenido.....	ix
Índice de tablas	xiii
Índice de figuras	xiv
Índice de anexos	xv
Código dublin	xvi
Introducción.....	1

CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación.....	4
1.1.1. Planteamiento del problema.	4
1.1.2. Formulación del problema.....	5
1.1.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo General.....	6
1.2.2. Objetivos Específicos	6
1.3. Justificación	7

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEORICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Teórico	10
2.1.1. Generalidades del Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	10
2.1.2. Origen del cacao	10
2.1.3. Clasificación taxonómica del cacao	11
2.1.4. Importancia del cacao	11
2.1.5. El cultivo del cacao en Ecuador	12
2.1.6. Morfología de la planta de cacao.....	12
2.1.6.1. Planta	12
2.1.6.2. Sistema radicular	12
2.1.6.3. Hoja	13
2.1.6.4. Flores	13
2.1.6.5. Fruto	13
2.1.7. Principales problemas fitosanitario del cultivo de cacao.....	13
2.1.7.1. Malezas.....	13
2.1.7.2. Hongos.....	14
2.1.8. Insectos plagas.....	14
2.1.8.1. Chinche de la mazorca (<i>Monalonion dissimulatum</i>)	14
2.1.8.2. Barrenador del tronco (<i>Xyleborus</i> spp.).....	14
2.1.8.3. Pulgón (<i>Toxoptera aurantii</i>).....	15
2.1.9. Clasificación taxonómica del pulgón	15
2.1.10. Daños del pulgón <i>T. aurantii</i> en el cultivo de cacao	15
2.1.11. Métodos de control de <i>T. aurantii</i>	16
2.1.11.1. Control Químico.....	16
2.1.11.2. Control Cultural.....	16
2.1.11.3. Control Biológico	16
2.1.12. Uso de insecticidas botánicos	17

2.1.13. Neem (<i>Azadirachta indica</i>)	18
2.1.14. Tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i>)	18

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización del experimento.....	21
3.2. Tipo de investigación.....	21
3.3. Método de investigación.....	21
3.4. Fuentes de recopilación de información.....	22
3.5. Diseño del experimento	22
3.6. Instrumentos de investigación	23
3.6.1. Factores en estudio	23
3.6.2. Tratamientos en estudio.....	23
3.6.3. Manejo del experimento	23
3.7. Variables a evaluar	25
3.8. Tratamientos de los datos.	26
3.9. Recursos humanos y materiales.....	26
3.9.1. Recursos humanos	26
3.9.2. Material genético	26
3.9.3. Materiales, herramientas y equipos	26
3.9.4. Material de oficina.....	27

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados.....	29
4.1.1. Porcentaje de mortalidad de pulgón (<i>T. aurantii</i>)	29
4.1.2. Concentración letal media (CL ₅₀).....	30
4.1.3. Índice de repelencia y atracción	30
4.2. Discusión	33

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones..... 36

5.2. Recomendaciones 37

CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía..... 39

CAPÍTULO VII. ANEXOS

7.1. Anexos..... 46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características climáticas del Campus "La María" UTEQ – Mocache.	21
Tabla 2. Esquema de análisis de varianza de ensayo de mortalidad	22
Tabla 3. Esquema de análisis de varianza de ensayo de mortalidad	22
Tabla 4. Índice de Repelencia de extractos de neem en pulgones (<i>T. aurantii</i>).....	31
Tabla 5. Índice de Repelencia de extractos de tabaco en pulgones (<i>T. aurantii</i>).....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Porcentaje de mortalidad de insectos	29
Figura 2. Regresión lineal de la mortalidad (unidad probit)	30

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Prueba de Kruskal Wallis	46
Anexo 2. Prueba de Kruskal Wallis	46
Anexo 3. Colecta de pulgones (<i>T. aurantii</i>) en campo.....	47
Anexo 4. Pulgones (<i>T. aurantii</i>) recolectados.....	47
Anexo 5. Elaboración de los extractos utilizando la técnica de “Baño María”	47
Anexo 6. Obtención de los extractos con sus respectivas concentraciones.	48
Anexo 7. Aplicación de los extractos en papel filtro.	48
Anexo 8. Secado del exceso de humedad del papel filtro.	48
Anexo 9. Tratamientos a evaluar con las repeticiones establecidas.....	49
Anexo 10. Evaluación de los tratamientos de <i>Toxoptera aurantii</i>	49

CÓDIGO DUBLIN

Título:	Evaluación de efectos letales y subletales de extractos de neem y tabaco en el control del pulgón del cacao (<i>Toxoptera aurantii</i>).			
Autor:	Karen Lisseth Tapia Gualpa			
Palabras clave:	Mortalidad	Repelencia	Áfidos	Manejo
Fecha de publicación:				
Editorial:				
Resumen: (hasta 300 palabras)	<p>El cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) es uno de los cultivos más representativos para Ecuador; al igual que otros cultivos de importancia económica puede ser afectado directa o indirectamente por una serie de insectos plaga, por ejemplo, el pulgón <i>Toxoptera aurantii</i>, esta especie causa daños debido al hábito de succionar la sabia de hojas, flores y pequeños frutos del cacao ocasionando la reducción de los rendimientos del cultivo. El control de esta plaga está basado en el uso de insecticidas altamente tóxicos. Muy poco se conoce sobre el potencial de los extractos de neem (<i>Azadirachta indica</i>) y tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i>) en el control de <i>T. aurantii</i>, por lo el objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos letales y subletales de extractos de neem y tabaco en el control de este insecto plaga. El presente estudio fue desarrollado en condiciones controladas en el laboratorio de química del Campus “La María” UTEQ. Ninfas de <i>T. aurantii</i> fueron alimentadas con brotes de cacao tratadas con extractos de neem y tabaco en concentraciones (1%, 10%, 50%, 100%), insecticida (Acetamiprid) y con agua destilada (tratamiento control). En cuanto a los resultados podemos mencionar que los extractos de neem y tabaco en concentraciones del 100% causan la mayor mortalidad alcanzando el 95% y 85% respectivamente. La concentración letal media (CL₅₀) evaluadas con pulgones de <i>T. aurantii</i> expuestas a brotes de cacao con extracto de neem fue de 1.04% (Log % = 0.02) y de tabaco fue de 7.94% (Log % = 0.90). Todas las concentraciones de neem tuvieron efecto repelente en los individuos tratados, en el caso del extracto de tabaco únicamente la repelencia fue observada con la concentración de 50%, 100%. Este estudio demuestra que el uso de extractos botánicos tanto de neem como tabaco causan la mortalidad o repelencia del pulgón <i>T. aurantii</i> y su uso puede tornarse en una alternativa para el manejo y control de esta especie dentro de los programas de manejo integrado de plagas.</p>			
Descripción:				
URI:				

INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) tiene una importancia socioeconómica en América Latina y el Caribe, por ser considerado uno de los principales productores y exportadores, tanto como materia prima o elaborados (Sánchez et al., 2019). La producción de granos o almendras de cacao, fermentadas o sin fermentar y secas es la materia prima para la producción de chocolates y grasas en las industrias alimentarias y cosméticas.

En América, el cacao se lo cultiva desde México hasta Brasil; este último es el más importante en hectáreas sembradas, ya que representa el 40% del total de la región (Alvarado et al., 2018). Otros países representativos en cuanto a la cantidad de hectáreas sembradas son: Ecuador (24%), Colombia (9%), República Dominicana (9%), Perú (6%) y Venezuela (4%) (FAO, 2018). El cultivo de cacao en Ecuador, se distribuye principalmente en las zonas costeras y de la Amazonía ecuatoriana, concentrándose en las provincias de Los Ríos, Guayas, Manabí y Sucumbíos.

Ecuador es considerado uno de los principales productores de cacao del mundo con alrededor de 260 mil toneladas de cacao (Sánchez et al., 2019). El aumento de la superficie en Ecuador ha duplicado la producción, sin embargo, la curva de rendimientos no ha tenido importantes variaciones debido a la sensibilidad del cultivo a los factores climatológicos lo que condiciona la incidencia de plagas.

Una de las plagas que afecta al cultivo de cacao es el pulgón del cacao *Toxoptera aurantii*, esta especie afecta viveros y plantaciones establecidas, chupan el envés de la hoja, flores y frutos pequeños. Se agrupan por colonias que se multiplican rápidamente; las colonias están compuestas por muchos individuos en diferentes etapas de desarrollo (Valarezo et al., 2012). Los efectos producidos por esta especie han sido descuidados por los productores, sin embargo, pueden causar reducción en el rendimiento al evitar la formación de frutos o causar necrosis de los brotes afectados.

Los pulgones del cacao viven con hormigas que se alimentan de sus secreciones azucaradas, las hormigas a su vez protegen a los pulgones de los enemigos naturales. La mayor población de pulgones coincide con la época de floración y la etapa de rebrotes (Valarezo et al., 2012). El daño que realizan los pulgones en el cultivo del cacao es casi imperceptible para los productores, pero pueden provocar una cierta disminución en el rendimiento, al evitar la formación de frutos.

El control de los pulgones del cacao lo realizan a base de insecticidas sintéticos con la que se puede controlar a esta especie realizando aspersiones dirigidas de “Lambdacialotrina, Othene o Diazinón y, procurando que la aplicación llegue al envés de las hojas” (Valarezo et al., 2013). Según (Peña et al., 2000) otra medida de control consiste en estimular la acción de enemigos naturales (predadores, parasitoides, etc.), eliminar brotes y/o chupones de cacao atacados por plagas, manejar malezas que sirven de hospederos de pulgones, utilizar trampas pegajosas de color.

Existe una diversidad de especies botánicas con potencial insecticida, entre ellas encontramos al neem (*Azadirachta indica*) y al tabaco (*Nicotiana tabacum*). El uso de extracto de neem para el control de pulgones contiene múltiples acciones de insecticidas, inhibidores de crecimiento de plagas, fungicida y nematocida. Se puede usar en toda la planta, pero la concentración más alta del ingrediente activo está en la semilla. En el caso del tabaco la mayor concentración de sustancia activa se ubica en las nervaduras, tallos y hojas. Su acción es insecticida, repelente de insectos y acaricida. Las toxinas del tabaco pueden inhibir la respiración y eliminar insectos por ingestión y exposición (Hernández et al., 2006; González, 2012). Aunque el potencial insecticida del neem y tabaco han sido comprobados existen pocos estudios en los que se reconoce los efectos letales y subletales en ninfas del pulgón del cacao (*T. aurantii*).

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema.

La especie *Toxoptera aurantii* se encuentra distribuida en las áreas cacaoteras del Ecuador. Son insectos pequeños que se encuentran en colonias atacando brotes, en el envés de las hojas donde se alimentan succionando la savia de la planta, flores y frutos jóvenes que se crecen bajo sombra.

Su daño es casi imprescindible para los productores, pero pueden causar la reducción en el rendimiento al evitar la formación de frutos o causar necrosis de los brotes afectados, causar el retraso de los nuevos brotes produciendo la deformación conocida como mal de los retoños y las hojas, en arboles fuertemente atacados se nota la presencia de fumagina, que no permite el proceso de fotosíntesis de las hojas y también son vectores de enfermedades virales.

Es importante señalar que el pulgón *T. aurantii* es una especie polífaga y ha sido registrada en más de 190 géneros de plantas. Además del cacao, entre los hospederos de importancia económica encontramos a los cítricos, café, macadamia, mango, anona, pimienta, por lo que medidas de control deben ser consideradas para evitar pérdidas de producción en los cultivos agrícolas.

En presencia de altas incidencias de *T. aurantii* el principal método para su control es la aplicación de insecticidas peligrosos como Lambdacialotrina, Orthene, Malatión o Supracid. El uso de estos y otros plaguicidas puede afectar al medio ambiente y a la salud humana. Entre los principales problemas del uso de pesticidas en el cultivo de cacao es el efecto negativo que ocasionan al causar la mortalidad de organismos benéficos tales como; los polinizadores y predadores, erosión en los suelos, contaminación de fuentes de agua, entre otros.

Dentro de las alternativas eficientes para el control de insectos plaga se encuentra el uso de extractos acuosos. Los extractos de neem y tabaco han demostrado alta eficiencia en el control de varias especies de hemípteros, pero, muy pocos se conocen sobre los efectos subletales y letales de estas especies botánicas en ninfas del pulgón, por lo que su estudio es necesario.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cuáles son los efectos letales y subletales de extractos de neem y tabaco en el control del pulgón del cacao (*Toxoptera aurantii*)?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Cuál es el porcentaje de mortalidad de ninfas de *T. aurantii* alimentadas con brotes de cacao tratadas con extracto de neem y tabaco?

¿Cuál es la concentración letal media (CL₅₀) en ninfas de *T. aurantii* alimentadas con brotes de cacao tratadas con extracto de neem y tabaco?

¿Cuál es el índice de repelencia y atracción de ninfas de *T. aurantii* expuestas a superficies tratadas con extracto de neem y tabaco?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Evaluar los efectos letales y subletales de extractos de neem y tabaco en el control del pulgón del cacao (*Toxoptera aurantii*).

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar el porcentaje de mortalidad de ninfas de *Toxoptera aurantii* alimentadas con brotes de cacao tratadas con extractos de neem y tabaco.
- Determinar la concentración letal media (CL₅₀) en ninfas de *Toxoptera aurantii* alimentadas con brotes de cacao tratadas con extractos de neem y tabaco.
- Identificar el índice de repelencia y atracción de ninfas de *Toxoptera aurantii* expuestas a superficies tratadas con extractos de neem y tabaco.

1.3. Justificación

El cultivo del cacao históricamente representa uno de los cultivos de mayor importancia para el Ecuador. Se estima que el Ecuador existe alrededor de 560.000 hectáreas cultivadas de cacao de las cuales 120.000 familias distribuidas entre grandes, medianos y pequeños agricultores dependen de este cultivo (González et al., 2017).

La producción del cultivo de cacao puede ser directa o indirectamente afectada por la presencia de malezas, hongos, bacterias e insectos. Entre los insectos plagas que pueden afectar el cultivo de cacao encontramos a los pulgones de la especie *Toxoptera aurantii* (Valarezo et al., 2012).

El pulgón (*T. aurantii*) es una especie que se caracteriza por chupar la sabia de hojas, flores y frutos, causando amarillamiento y secado de estas estructuras, además es considerado vector de virus. El uso de métodos de control químico y cultural son las principales herramientas para reducir poblaciones de esta especie, sin embargo, dentro de los programas de manejo integrado de plagas existen alternativas adicionales que pueden ser utilizadas con el mismo objetivo, pero el desconocimiento limita su aplicación.

La eficacia de los extractos botánicos ha sido reconocida desde tiempos muy antiguos para controlar plagas en los cultivos. En la actualidad su uso de extractos es considerado dentro de las tácticas el manejo integrado de plagas en el marco de una agricultura sostenible constituyendo una alternativa promisoriosa, debido a su efectividad, bajo costos y menor peligro para el medio ambiente y el agricultor (Regnault et al., 2004).

Algunos de los extractos más investigados es el extracto del árbol de neem y el tabaco, cuya eficacia permite el control de insectos, ácaros y nematodos. La aplicación de extractos botánicos son principios insecticidas tienen una eficacia muy alta en el control de pulgones debido a que sus componentes activos causan repelencia, trastornos en el crecimiento, metamorfosis, reproducción e inclusive puede llegar a causar la muerte del insecto-plaga, lo que consecuentemente evita el daño en los cultivos.

Aunque la eficiencia del neem y tabaco en el control de varias especies de insecto-plaga ha sido comprobada, se desconoce las respuestas toxicológicas de estos productos botánicos utilizados en diferentes concentraciones sobre ninfas del pulgón (*T. aurantii*). Los efectos letales y subletales tampoco han sido claramente explorados.

El conocimiento del efecto de los extractos botánicos, así como la concentración para la correcta aplicación es necesario para establecer posibles programas en el control de los pulgones en el cultivo de cacao. Los pequeños, medianos y grandes productores de cacao requieren alternativas de control eficientes y que permitan el control de plagas en la agricultura.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Generalidades del Cacao (*Theobroma cacao* L.)

El cacao está clasificado en el género *Theobroma* y pertenece a la familia Malvaceae. Se han descrito unas 22 especies, principalmente en América del Sur y Centro América. Se han descrito dos subespecies; *T. cacao* subsp. *cacao*, el cual se diferencia porque tiene frutos alargados con surcos pronunciados y granos blancos (cacao criollo) y *T. cacao* subsp. *sphaerocarpum* presenta frutos redondos con surcos menos pronunciados y la semilla es color púrpura (cacao forastero) (Salazar, 2011).

El cruzamiento artificial de los dos tipos de cacao surge el origen a un tercer tipo llamado cacao trinitario, se caracteriza por su amplia variedad de tamaños, formas y comportamiento, en que hoy en día el cacao se está seleccionando para la mayoría de los materiales para realizar su clonación y expresión (Vega, 2016).

El cacao es una planta que presenta, entre cuatro y ocho metros de altura, su ciclo vegetativo es perenne y diploide. La planta proviene de semillas que son de color blanco marfil, de forma ovoide y gruesa, presenta un tronco vertical que puede desarrollarse en forma variada dependiendo de las condiciones ambientales, en donde empieza su etapa de producción a los dos años después de estar establecido en el campo (Enríquez et al., 1987; González, 2007).

2.1.2. Origen del cacao

El cacao es originario de las tierras bajas de los bosques densos de Centroamérica y de América del Sur. El centro de dispersión del cacao es la región de América del Sur que se extiende en las estribaciones orientales de los Andes, cerca de los límites de Colombia, Ecuador y Perú (Phillips, 1991).

El cacao que es de América, pero también se lo cultiva en África, Asia y Oceanía. El continente africano lidera el mundo en producción de cacao con Costa de Marfil es el mayor productor mundial, seguido de Ghana y Nigeria. En Asia y Oceanía los principales países productores son: Indonesia, Nueva Guinea y Malasia, y en América es Brasil como mayor productor, seguido de Ecuador, Colombia y México (Salazar, 2011).

2.1.3. Clasificación taxonómica del cacao

La clasificación taxonómica del cacao es la siguiente (Muñoz et al., 2006).

- **Reino:** Plantae
- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Magnoliopsida
- **Orden:** Malvales
- **Familia:** Malvaceae
- **Género:** *Theobroma*
- **Especie:** *cacao* L.

2.1.4. Importancia del cacao

La importancia del cultivo de cacao en América Latina y el Caribe se refleja en 1.8 millones de hectáreas que actualmente están programadas para la producción; la superficie ha crecido de manera sostenida “desde el 2006 lo que, significa un aumento de la producción y, por lo tanto, la oferta de sus productos, especialmente el cacao en grano”. Este es el resultado de las perspectivas de crecimiento del consumo de chocolate a nivel mundial. (Sánchez et al., 2019).

En América Latina y el Caribe, la superficie cultivada sigue aumentando. Desde 2006 a 2016 aumentó en más de 377.000 mil hectáreas sembradas. El incremento de superficie cultivable se concentra en cinco países como: Ecuador, Colombia, Brasil, Perú y República Dominicana, en conjunto incrementan alrededor de 354 mil hectáreas (FAO, 2018).

La producción se ha duplicado, debido a la expansión de la superficie del cultivo. El aumento se ha llevado que, en el 2017 y 2018, países como Ecuador, Perú, República Dominicana y Colombia alcance producciones de 260, 120, 70 y 55 mil toneladas respectivamente. El Ecuador llega a superar a Brasil en la oferta de cacao en un 52%. (Sánchez et al., 2019).

A nivel mundial se exportan 3.3 millones de toneladas de cacao en grano, de las cuales América Latina y el Caribe participan en la proporción del 15%. El principal continente productor es África, que representa el 66% de la oferta mundial, Asia, que representa el 17,5% de la producción. La tendencia del cultivo en la última década muestra que África solo ha aumentado un 3%, mientras que Asia ha caído un 17% y América aumentó un 11% (Arévalo et al., 2016).

2.1.5. El cultivo del cacao en Ecuador

Desde la época colonial, el cacao ha sido un cultivo tradicional y económicamente importante en el Ecuador, desde que se inició la exportación en 1593, el cacao es considerado como la fuente más importante para el financiamiento. Representa el 40% al 60% de las exportaciones totales del país. Actualmente, este cultivo es el tercer producto de exportación tradicional no petrolero y se encuentra cultivada en el 20% de la superficie total agrícola nacional, cerca del 50% de esta superficie es de cacao Nacional (MAG, 2016).

En la actualidad, existe alrededor de 601.954 hectáreas sembradas y represento la mayor superficie agrícola sembrada en el Ecuador (Lema, 2019). El 99% de los productores disponen de un área menor de 10 hectáreas. El 84% del cacao es cultivado como monocultivo y el resto se encuentra asociado con otras especies frutales (Sánchez et al., 2019).

El 70% de las exportaciones de cacao en Ecuador son de cacao fino y de aroma, convirtiendo al país en el primer productor de este tipo de cacao en el mundo, con más del 70% de la producción mundial. El Ecuador es el quinto productor que representa el 5.71% de participación del mercado (PROECUADOR, 2013).

2.1.6. Morfología de la planta de cacao

2.1.6.1. Planta

El árbol de cacao, tiene una altura promedio de 5 metros. El tronco es corto, tiene ramas en vertical de aproximadamente 3 metros dimórficas; chupones verticales que crecen en el tronco y que tienen hojas dispuestas de filotaxia (disposición de hojas a lo largo de los tallos) (Duke et al., 1983).

2.1.6.2. Sistema radicular

El sistema radicular está compuesto de una raíz pivotante que puede llegar a mediar hasta 2m o más de profundidad, el cual beneficia la recolección de nutrientes y amplio sistema superficial de raíces laterales distribuidas alrededor de 15 cm abajo de la superficie del suelo (Montes, 2016).

2.1.6.3. Hoja

Las hojas son perennes y miden aproximadamente 20cm. Las hojas se ubican en dos filas de las ramas en la que se encuentran alternadas, su forma es grande, simple, ovaladas, su ancho es de 4 a 15 cm, punta larga, orilla lisa, levemente suave, son de color verde oscuro en el haz y verde pálido en el envés, cuelgan de un peciolo (Dostert et al., 2012).

2.1.6.4. Flores

La flor se desarrolla en los cojinetes florales en racimos en el tronco y en las ramas, están sostenidas por un pedicelo de 1 a 3 cm. La flor del cacao es hermafrodita, pentámera de color blanco o violeta, su tamaño es de 0.5 a 1 cm de diámetro y 2.5 de largo; está formada en una estructura por 5 pétalos, 5 sépalos, el androceo conformado por 10 filamentos de los cuales 5 son fértiles (estambres) y los otros 5 son infértiles (estaminoides) (Ríos, 2015); (Montes, 2016).

2.1.6.5. Fruto

El fruto del cacao es el resultado de la maduración del ovario de la flor fecundada. La fruta de cacao es conocida como mazorca tanto el tamaño como la forma de los frutos varían, por lo general tienen forma de baya, de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro, pueden ser lisos o con surcos, son de forma elíptica y de color rojo, amarillo, morado o café. La pared del fruto es gruesa, dura, los frutos se dividen interiormente en cinco celdas, la pulpa es blanca, rosada o café, de sabor ácido a dulce y aromática. El contenido de semilla por baya es de 20 a 40 pueden ser planas o redondeadas (Segovia, 2017).

2.1.7. Principales problemas fitosanitario del cultivo de cacao

Entre los principales problemas fitosanitarios que se presentan en el cultivo de cacao encontramos a las malezas, hongos e insecto-plaga.

2.1.7.1. Malezas

Las malezas compiten con la planta de cacao por los nutrientes, el dióxido de carbono, el agua y la luz son anfitriones de plaga y enfermedades, especialmente los pulgones, que son transmisores de enfermedades. En la etapa de establecimiento y la fase juvenil, el daño es muy importante. Plantaciones de cacao, donde la presencia y agresividad de malezas dependen de las condiciones originales del terreno, el tipo de sombra temporal y el manejo

propio del árbol de cacao, que implican también la poda, distancia de siembra (Batista, 2009).

2.1.7.2. Hongos

Para el rubro cacaotero uno de los problemas fitosanitario que presenta en todas las regiones del país es el hongo de la monilla (*Moniliophthora roreri*), la presencia de esta plaga es más evidente en la época lluviosa, donde las condiciones de temperatura y humedad son favorables para el crecimiento de este patógeno. El efecto de este hongo puede incidir entre el 30% hasta el 100% (INIAP, 2015).

La escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) empezó a devastar la producción de cacao en la última década del siglo pasado, lo que ha causado una disminución en la producción y grandes pérdidas económicas. Esta enfermedad ha llegado a reducir los rendimientos en cacao entre el 50 y 90%. El hongo afecta a los brotes nuevo, cojines florales, y frutos, en la que presenta síntomas diversos. En el tallo y ramas se desarrollan las estructuras llamadas escobas vegetativas, en las yemas terminales, axilares y laterales se producen talluelos alargados e hinchados con hojas de peciolo largos y flácidos. Después de varias semanas empiezan a marchitarse hasta que mueren por completo, denominándose escobas secas y quedando adheridas al tallo o ramas por largo tiempo (Hernández, 2016).

2.1.8. Insectos plagas

Los principales insectos plagas en el cultivo de cacao son:

2.1.8.1. Chinche de la mazorca (*Monalonion dissimulatum*)

Este insecto en su fase adulta mide de 15 a 17 mm de longitud. En estado ninfal son de color rojo amarillento, con antenas y ojos negros con bandas amarillas. Durante su alimentación el insecto produce saliva tóxica que acelera la muerte de las células que rodean la picadura. Las mazorcas atacadas presentan manchas necróticas circulares formando ampollas alrededor, se endurecen y se produce la caída del fruto (Huaycho et al., 2017).

2.1.8.2. Barrenador del tronco (*Xyleborus* spp.)

El insecto en estado adulto es de color café oscuro a rojo, mide alrededor de 1 a 1.5 mm de longitud. El daño que causa los adultos es ocasionado en gran cantidad de galerías

independientes una de otra, aunque en algunos casos se pueden entrecruzar, presentándose en forma de serpentina. Su ataque se concentra en la parte basal del tallo, alcanzando en alguna zona radicular más cercana a la superficie. Sobre la corteza y al pie de las plantas atacadas se presentan montículos de aserrín muy fino, característico de estos escarabajos. El mayor peligro es que está asociada por la presencia del hongo *Ceratocystis fimbriata*, que es el causante de la enfermedad como “Mal del machete” el cual provoca la marchites vascular y muerte del árbol (Chica et al., 2019).

2.1.8.3. Pulgón (*Toxoptera aurantii*)

El pulgón afecta al cacao en viveros como en plantaciones establecidas. Son insectos pequeños de forma redonda y de color gris oscuro. Las hembras producen de 6 a 8 ninfas por día, llegando hasta veinte ninfas cada hembra, sin requerir del macho para su producción. Se agrupan en colonias que se multiplican rápidamente y están formados por numerosos individuos en diferentes estados de desarrollo (MAG, 2019).

2.1.9. Clasificación taxonómica del pulgón

La clasificación taxonómica del pulgón es la siguiente (Valarezo et al., 2012).

- **Reino:** Animalia
- **Filo:** Arthropoda
- **Clase:** Insecta
- **Orden:** Hemiptera
- **Familia:** Aphididae
- **Género:** *Toxoptera*
- **Especie:** *T. aurantii*

2.1.10. Daños del pulgón *T. aurantii* en el cultivo de cacao

El pulgón *T. aurantii* chupa la parte envés de las hojas, los cojinetes florales o los pedúnculos de las frutas y las frutas pequeñas. Para los productores, su daño es casi insensible, pero además de ser un vector de enfermedades virales, también puede causar rendimientos al prevenir la formación de frutos o provocar necrosis y muerte de los brotes afectados. Los pulgones del cacao viven con hormigas, protegen a los pulgones de los enemigos naturales.

La mayor población de pulgones coincide en la época de floración y la etapa de brotación (Valarezo et al.,2012).

2.1.11. Métodos de control de *T. aurantii*

De acuerdo a información del MAG (2019); para el control del pulgón (*T. aurantii*) se puede hacer uso de métodos químicos, culturales y biológicos.

2.1.11.1. Control Químico

Para el control de este insecto se puede realizar aspersiones dirigidas con Lambdacialotrina con (0.5 cc/l), Orthene con (2.5 cc/l) o Diazinón con (3.5 cc/l), procurando que la aplicación llegue al envés de las hojas (MAG, 2019).

2.1.11.2. Control Cultural

El control cultural para pulgón se realiza mediante eliminación de brotes y/o chupones de cacao atacadas por la plaga, controlar malezas que sirven de hospederos de los pulgones (MAG, 2019).

Es recomendable implementar en los invernaderos mallas en las aberturas laterales y en las puertas, se debe revisar que no haya aberturas en los plásticos, porque este insecto plaga ataca por lo general a plantas pequeñas para luego evitar daños graves en plantaciones definitivas en el campo. También es importante implementar trampas adhesivas de color amarillo y bandejas amarillas con agua son atrayentes de las formas aladas, lo que ayuda en la detección de las primeras infestaciones de la plaga y por último se debe retirar los restos de las podas que se estén realizando para así evitar más proliferación del insecto (INIA, 2016).

2.1.11.3. Control Biológico

Este tipo de control se basa en los enemigos naturales de los pulgones en las que se encuentran: depredadores, parasitoides, hongos y virus.

a) Depredadores

Las mariquitas y los sirfidos localizan las colonias de los pulgones y se emplean tanto en alimentarse ellos mismos como para poner los huevos y asegurarse que, cuando nazcan sus

larvas tendrán alimento cerca. Los sirfidos son menos conocidos que las mariquitas, pero también son importantes para el control de pulgones. Se trata de dípteros que tienen dos alas y por su coloración amarilla y negro se asemejan a las abejas. Mediante estudios han demostrado que durante su desarrollo una larva de sirfido puede devorar más de 200 pulgones (Miñarro, 2011).

b) Parasitoides

Los parasitoides adultos ponen sus huevos dentro o sobre el cuerpo de otros insectos, donde que sus larvas se alimentan de estos. Los parasitoides que atacan a los pulgones son himenópteros (del mismo orden de las avispas y hormigas) que en estado adulto se alimentan del néctar y otras sustancias azucaradas. Cuando una hembra de un parasitoide pone huevos sobre el pulgón, este muere, cambia de color y luego se hinchan y el pulgón parasitoide tiene el nombre de momia. La presencia de momias en una colonia de pulgones indica que los parasitoides están llevando a cabo el control biológico de la plaga (Miñarro, 2011).

c) Hongos y Virus

Existen especies de hongos entomopatógenos de la familia de los entomoftráceos que combaten a los áfidos, que ocupan el género *Lecanicillium*. Algunos de estos hongos como *L. longisporum*, son llevados por las hormigas de un pulgón a otro, transmitiendo así la infección. Los virus entomopatógenos, algunos de estos áfidos son atacados por parvovirus, con la diferencia que las plantas infectadas por pulgones infectados con el virus pueden transportarlo a través de vía floema, infectando a otros áfidos sin necesidad de que estén en contacto con los pulgones enfermos (Mendoza et al., 2010).

2.1.12. Uso de insecticidas botánicos

Las plagas son la causa de pérdidas masivas en la producción de cultivos cada año. El uso irrazonable de compuestos sintéticos ha causado serios problemas globales, como contaminación ambiental, acumulación de residuos tóxicos en los alimentos, daños a la salud humana y animal, efectos adversos sobre insectos benéficos y de resistencia a organismos nocivos (Valdés et al., 2009).

Las plantas se consideran la fuente más importante de compuestos químicos con el transcurso de los años de evolución, las plantas han desarrollado mecanismos de defensa para resistir los ataques de insectos. Hay más de 2000 especies de plantas con propiedades

insecticidas, incluido más de 30 géneros en regiones tropicales y subtropicales (Valdés et al., 2009).

Algunas de las principales especies botánicas con actividad insecticida encontramos a: menta (*Mentha*), flor de muerto (*Tagetes erecta*), eucalipto (*Eucalyptus*), ají (*Capsicum annuum*), ajo (*Allium sativum*), neem (*Azadirachta indica*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), entre otras (Terrile, 2010).

Entre las especies antes mencionadas el neem y tabaco son ampliamente usados para el control de una serie de insectos plagas pertenecientes a los órdenes: Hemiptera, Lepidoptera, Thysanoptera, etc.

2.1.13. Neem (*Azadirachta indica*)

Es un árbol perteneciente a la familia Meliaceae, originaria del sudeste de Asia y se cultiva en muchas regiones de África, Australia y América Latina (Gomero, 2002). Este es un árbol de rápido crecimiento que tiene una altura de 15 a 20 metros, con fragantes flores blancas, su fruto es similar a la aceituna, fibroso. Es una especie de hojas duras que crecen rápidamente en áreas semiáridas y semihúmedas. No requiere de mucho suelo ya que puede encontrar en lugares arenosos, pedregosos y pobres (Carvajal, 2020).

El principal ingrediente activo de neem es Azadirachtina. Cuando los insectos pueden absorber los componentes del neem, al igual que son hormonas reales, controla el proceso de descomposición y estos componentes pueden prevenir cortando su sistema endocrino. La importancia del neem, es el bloqueo en el proceso de metamorfosis de las larvas y ninfas, y también la inhibición de desarrollo de los huevos (Falasca y Bernabé, 2009).

2.1.14. Tabaco (*Nicotiana tabacum*)

Pertenece a la familia de las Solanaceae, es originaria de Sur América, ya que es el único lugar donde se encuentran especies que dieron origen a *N. tabacum*. El tabaco es una planta anual, con una raíz fibrosa, tallo erecto, redondo, pubescente, semileñoso y con una altura de 1.4 a 2.7 metros. Sus hojas son largas, numerosas, alternar, sésiles, de forma ovalado, lanceolado, punteado, entero, de color verde. Su fruto es una cápsula, bilobulada con cádiz persistente. Sus semillas son riciformes, rugosa y alta variabilidad si se almacena a buenas condiciones (González y Guardián, 1998).

El extracto de tabaco se puede utilizar como insecticida, repelente de insectos. Sus toxinas pueden inhibir la respiración y eliminar insectos por ingestión y contacto. La concentración más alta de sustancias activas se encuentra en los tallos y las nervaduras foliares. La nicotina es uno de los tóxicos orgánicos más fuertes, por eso hay que evitar el contacto de los preparados durante su aplicación (Progresar y Cerrito, 2006).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización del experimento

La presente investigación fue realizada en el laboratorio de Química ubicado en el Campus “La María” perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7 vía Quevedo – El Empalme, Provincia de Los Ríos, con coordenadas geográficas 1°02′24″ de latitud Sur y 26°26′70″ de longitud Oeste. La colecta de pulgones se realizó en el área experimental de la finca.

Las condiciones climáticas; en la zona de colecta, presenta las siguientes características (Tabla 1)

Tabla 1. Características climáticas del Campus "La María" UTEQ – Mocache.

Parámetros	Características
Temperatura	27 °C
Precipitación	1890 mm
Heliofanía	898 horas sol
Humedad relativa	86 %

Fuente: (INAMHI, 2019).

3.2. Tipo de investigación

La investigación realizada es de tipo experimental utilizando ensayos en el laboratorio con condiciones controladas para determinar el efecto de los extractos de neem y tabaco en ninfas de *Toxoptera aurantii*.

3.3. Método de investigación

Se utilizó el método deductivo basados en estudios preliminares en donde indican el uso y efecto de los extractos elaborados a base de hojas de neem y tabaco, además se utilizó el método de experimentación y observación para evaluar las variables establecidas con la finalidad de establecer los efectos letales y subletales de los extractos en ninfas de *T. aurantii*.

3.4. Fuentes de recopilación de información

Para la presente investigación se recopiló la información mediante fuentes primarias como; las observaciones directas y de fuentes secundarias a través de consultas realizadas en libros, artículos científicos, tesis de investigación, boletines.

3.5. Diseño del experimento

Para el bioensayo de mortalidad, concentración letal media (CL_{50}) y repelencia se utilizó el diseño completamente al azar (DCA). Para el ensayo de mortalidad se evaluaron 6 tratamientos y 20 repeticiones para cada tratamiento y extracto utilizado (Tabla 2).

Tabla 2. Esquema de análisis de varianza de ensayo de mortalidad

Fuentes de variación	Grados de libertad	
Tratamientos	(t-1)	5
Error experimental	t (r-1)	114
Total		119

Para el ensayo de CL_{50} y repelencia se evaluaron 5 tratamientos y 20 repeticiones para cada tratamiento (Tabla 3).

Tabla 3. Esquema de análisis de varianza de ensayo de mortalidad

Fuentes de variación	Grados de libertad	
Tratamientos	(t-1)	4
Error experimental	t (r-1)	95
Total		99

3.6. Instrumentos de investigación

3.6.1. Factores en estudio

Se evaluó los efectos letales y subletales de los extractos de neem y tabaco en el control del pulgón del cacao *Toxoptera aurantii*.

3.6.2. Tratamientos en estudio

Extracto de neem (*Azadirachta indica*)

T₁ Concentración de neem al 1%

T₂ Concentración de neem al 10%

T₃ La concentración de neem al 50%

T₄ Concentración de neem al 100%

T₅ Control positivo (Insecticida; Acetamiprid)

T₆ Control negativo (Agua destilada)

Extracto de tabaco (*Nicotiana tabacum*)

T₁ Concentración de tabaco al 1%

T₂ Concentración de tabaco al 10%

T₃ La concentración de tabaco al 50%

T₄ Concentración de tabaco al 100%

T₅ Control positivo (Insecticida; Acetamiprid)

T₆ Control negativo (Agua destilada)

3.6.3. Manejo del experimento

a) Colecta de adultos y ninfas de *Toxoptera aurantii*

Los pulgones de *T. aurantii* adultos y jóvenes (ninfas) fueron recolectados de una plantación de cacao en etapa de floración y fructificación. Los insectos fueron colectados suavemente usando un pincel fino y posteriormente colocados en recipientes plásticos (8.5 cm de diámetro, 120 cm³ de capacidad) con tapas cubiertas con tela organza transparente. Dentro de los recipientes se colocó brotes de cacao para la alimentación de los insectos con la finalidad de causarles menor estrés.

b) Multiplicación de *Toxoptera aurantii*

Para la multiplicación, los insectos colectados en campo fueron colocados dentro de jaulas de tela organza de 0.5 x 0.8 m con una estructura de madera. En el interior de la jaula fueron colocadas plantas de cacao y limón de aproximadamente 3 meses de edad previamente desinfectadas para permitir la alimentación de los pulgones. Los adultos y las ninfas permanecieron en las jaulas hasta obtener el número de insectos necesarios para cada bioensayo. Para la investigación se utilizaron ninfas de tercer estadio).

c) Preparación de extractos de neem y tabaco

Para la preparación de los extractos se realizó por el método de baño maría en el cual se utilizó 400 gramos de hojas frescas de las plantas de neem o tabaco previamente lavadas y desinfectadas con agua destilada. Las hojas de neem o tabaco fueron colocadas dentro de un recipiente de aluminio con 1 litro de agua hasta alcanzar una temperatura de 80 °C por un periodo de 15 minutos. La mitad del contenido obtenido se utilizó para realizar un segundo proceso de extracción en el que se añadió las hojas de neem o tabaco del primer proceso de extracción. Con la concentración obtenida (0.4 kg L⁻¹) y que representa el 100% se procede a realizar diluciones seriadas con agua destilada a distintas concentraciones (1 %, 10 %, 50%) (Pérez et al., 2002). Para las evaluaciones se utilizaron cuatro concentraciones (1 %, 10 %, 50%, 100%).

d) Aplicación de los tratamientos en los pulgones

Para el bioensayo de mortalidad se realizó el siguiente procedimiento de aplicación de extractos. Se colocó en cajas Petri (9 cm diámetro) discos de papel filtro (4 cajas por tratamiento). Brotes de cacao frescos previamente desinfectados fueron inmersos en cada tratamiento (extracto, insecticida o agua destilada) por un periodo de 3 minutos, los brotes fueron retirados y se los dejó sobre cajas Petri vacías por el mismo periodo de tiempo para eliminar el exceso de humedad. Posteriormente se seleccionó dos brotes de flores de cacao tratados y se los colocó sobre el papel filtro en cada caja Petri. Grupos de 5 ninfas de *T. aurantii* fueron colocadas sobre los brotes utilizando un pincel fino. Para el ensayo de CL₅₀ se realizó el mismo procedimiento de aplicación de los tratamientos antes mencionado, sin embargo, para este bioensayo se utilizaron únicamente los extractos botánicos y agua destilada. En el bioensayo de repelencia la aplicación de los tratamientos fue la siguiente: discos de papel filtro fueron pulverizados con 1ml agua destilada, después de un periodo de

5 minutos y una vez que el papel no presente tanta humedad se colocaba sobre el disco la mitad de un nuevo papel filtro previamente tratado con los extractos de neem, tabaco o de insecticida.

3.7. Variables a evaluar

a) Porcentaje de mortalidad de pulgones (*T. aurantii*)

Las ninfas del pulgón (*T. aurantii*) fueron expuestas a brotes de cacao tratados con extractos de neem, tabaco, insecticida o agua destilada por un periodo de 6 horas. La mortalidad de las ninfas expuestas se evaluó inicialmente a los 30 minutos, y posteriormente se evaluó cada hora hasta alcanzar las 6 horas de exposición de los pulgones a los brotes. Los insectos que no mostraban señales de actividad después de un minuto de contacto utilizando un pincel fino fueron considerados muertos. El número de insectos muertos en cada tratamiento fue convertido a porcentaje para su análisis.

b) Concentración letal media (CL₅₀)

La concentración letal media (CL₅₀) es la concentración de una sustancia de la que puede esperarse que produzca la muerte, durante la exposición o en un plazo definido después de esta, del 50% de los insectos expuestos a una sustancia por un periodo de tiempo determinado. En esta investigación se realizó la evaluación de la CL₅₀ considerando las concentraciones de neem o tabaco al 1 %, 10 % 50 % y 100 %, adicionalmente se utilizó agua destilada como tratamiento control. Para evaluar la CL₅₀ se consideró la mortalidad de pulgones al completar 6 horas de exposición a los brotes de cacao tratados. El número de insectos muertos fue anotado para realizar el análisis pertinente.

c) Índice de repelencia y atracción de ninfas de *Toxoptera aurantii*

Para la determinación del índice de repelencia y atracción de ninfas del pulgón (*T. aurantii*) se colocó papel filtro tratado la mitad con agua destilada y la otra mitad con extracto de neem, tabaco o insecticida siguiendo la metodología de aplicación previamente descrita. En el centro de la placa se colocó grupos de veinte individuos de pulgones de tercer estadio para cada tratamiento, se realizaron 4 repeticiones por tratamiento. Después de un periodo de media hora de observación se registró el número de individuos que se encuentra en cada lado de la caja petri.

3.8. Tratamientos de los datos.

Para evaluar el porcentaje de mortalidad de los pulgones expuestos los diferentes tratamientos, se verificó la normalidad y homocedasticidad con las pruebas de Bartlett y Shapiro-Wilk, respectivamente y posteriormente se utilizó el test de Kruskal– Wallis (Infostat, Versión universitaria, 2018). Para la comparación de los tratamientos se utilizó la prueba de Dunn.

Para obtener la Concentración letal media (CL₅₀) se realizó el análisis Probit con los datos de mortalidad de los pulgones en cada tratamiento (Excel, 2016). Para determinar el índice de repelencia o atracción de los pulgones del cacao (*T. aurantii*) se utilizó la fórmula de Mazzonetto y Vendramin (2003): $IR = (2G) / (G + P)$, donde RI = Índice de repelencia, G = % de pulgones en lado con superficie tratada con extractos o insecticida y P= % de insectos en lado con superficie tratada con agua destilada. Los valores de RI varían entre 0 y 2, donde; RI=1 presentan una actividad neutra; RI>1 atracción y RI<1 repelencia. El número de insectos registrados en cada lado de la placa fueron transformados a porcentajes y las medias de los resultados de repelencia fueron comparadas por la prueba t de Student (P<0,05).

3.9. Recursos humanos y materiales

3.9.1. Recursos humanos

- Para esta investigación se contó con la colaboración de la Dra. Mayra Carolina Vélez Ruiz en calidad de Directora del Proyecto de Investigación.
- Autora del proyecto de investigación Karen Lisseth Tapia Gualpa.

3.9.2. Material genético

- Ninfas del pulgón *T. aurantii*
- Hojas frescas de neem
- Hojas frescas de tabaco

3.9.3. Materiales, herramientas y equipos

- Insecticida (Acetalaq SP, 200 g/kg)
- Balanza

- Olla de aluminio (4 litros)
- Colador metálico
- Cocina eléctrica de dos bocas
- Frascos de 25 oz
- Probeta
- Pipeta
- Termómetro
- Talco neutro
- Discos de papel filtro (9 cm)
- Agua destilada
- Alcohol
- Tarrinas plásticas de 120 cm³
- Pincel fino
- Reloj

3.9.4. Material de oficina

- Computadora
- Hojas de registro
- Cuaderno de apuntes
- Lápiz
- Esferos
- Calculadora
- Software Infostat, 2018
- Excel, 2016

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Porcentaje de mortalidad de pulgón (*T. aurantii*)

La prueba no paramétrica de Kruskal Wallis realizada utilizando los valores obtenidos del porcentaje de pulgones muertos expuestos a brotes de cacao tratados con extractos de neem mostró que, el porcentaje de mortalidad del pulgón varía en función al tratamiento ($H=18,27$; $df=5$; $p=0.0014$) (Figura 1A), de la misma manera sucede para los pulgones expuestos a diferentes concentraciones de extracto de tabaco ($H=18,43$; $df=5$; $p=0.0017$) (Figura 1B).

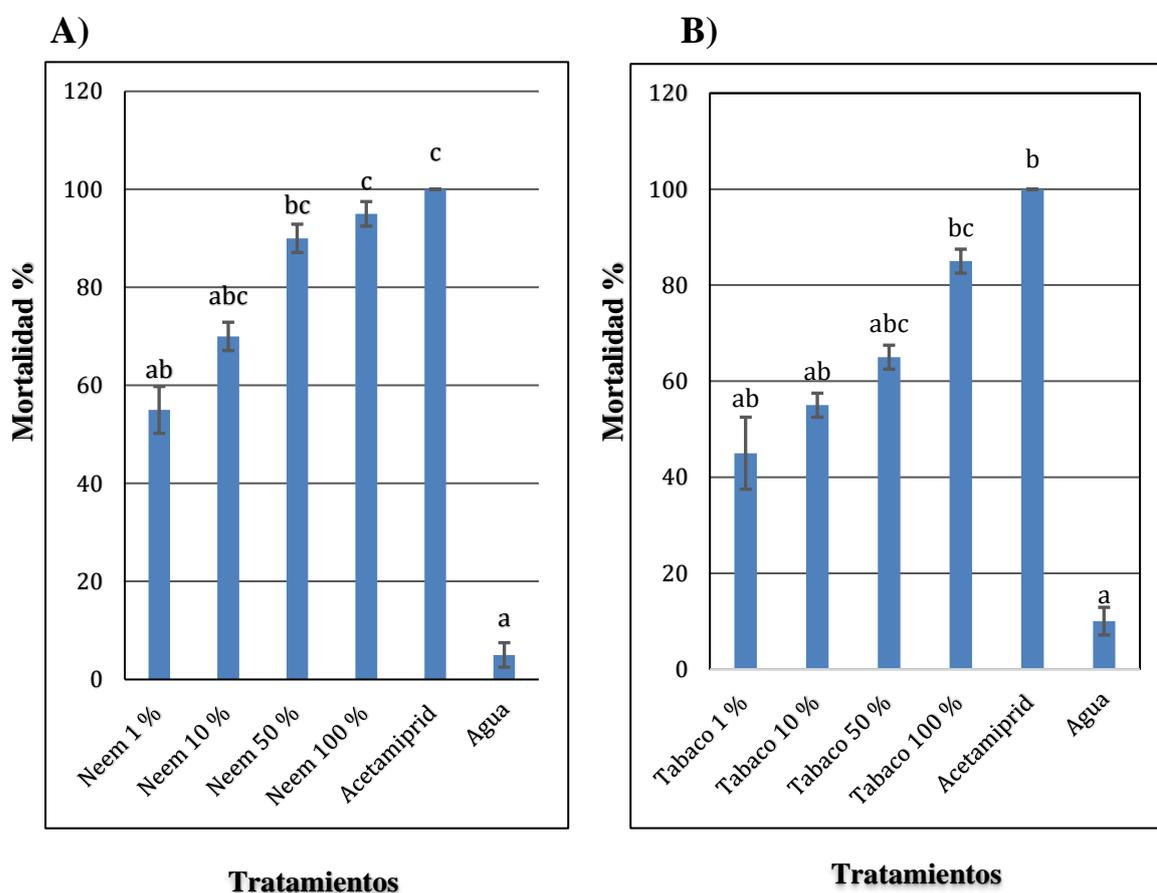


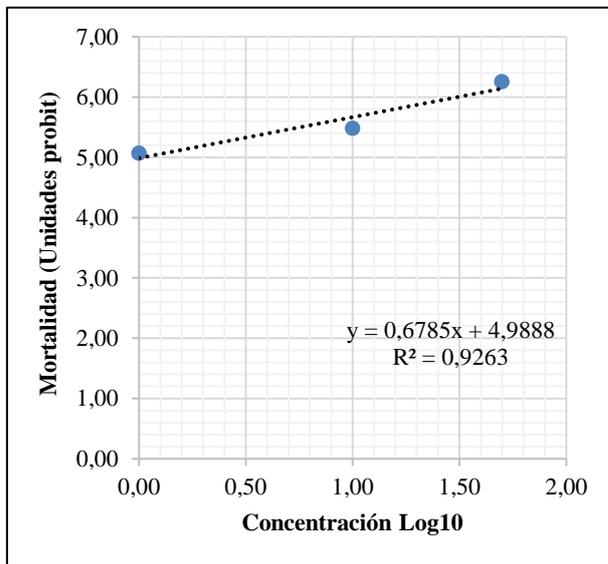
Figura 1. Porcentaje de mortalidad de insectos

Los insectos expuestos a alimento tratado con diferentes concentraciones de neem (*A. indica*) A) y extractos de tabaco (*N. tabacum*) B). Letras diferentes sobre las barras indican diferencias entre los tratamientos.

4.1.2. Concentración letal media (CL₅₀)

La CL₅₀ obtenida para el ensayo realizado con extractos de neem fue de 1.04 % (Log % = 0.02) y para la evaluación con concentraciones de tabaco la CL₅₀ fue de 7.94 % (Log % = 0.90). Las líneas de regresión calculadas frente a la concentración de Log₁₀ se muestran en la Fig.1A, para el ensayo en los que se utilizó extractos de neem y en la Fig.1B para el bioensayo con extractos de tabaco. En los dos bioensayos, usando los extractos de neem y tabaco el coeficiente de regresión de probit es positivo, indicando que la mortalidad aumenta mientras mayor es la concentración utilizada.

A)



B)

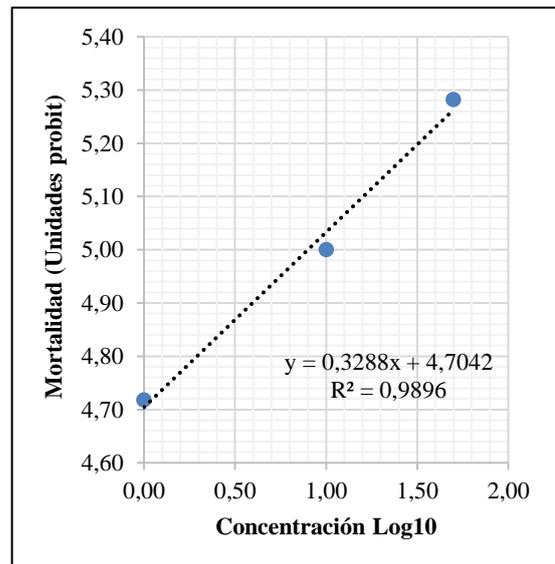


Figura 2. Regresión lineal de la mortalidad (unidad probit)

Los pulgones y la concentración Log₁₀ expuestos a brotes florales tratados con extractos de neem (*A. indica*) (Log 0.02) A), extractos de tabaco (*N. tabacum*) (Log 0.90) B) después de 6 horas del inicio de la exposición.

4.1.3. Índice de repelencia y atracción

Los resultados obtenidos en el bioensayo para determinar el índice de repelencia y atracción en pulgones (*T. aurantii*) expuestos a superficies tratadas con extractos de neem y tabaco son muestradas en las Tabla 4 y 5.

Tabla 4. Índice de Repelencia de extractos de neem en pulgones (*T. aurantii*)

Tratamientos	Insectos (%)	IR (M±SD)	Valor P	Clasificación
1%	49.34	0.99 ± 0.09	0.77	R
Control	51.00			
10%	47.50	0.95 ± 0.13	0.49	R
Control	52.50			
50%	42.24	0.84 ± 0.11	0.07	R
Control	57.76			
100%	27.83	0.56 ± 0.17	0.01	R
Control	72.17			
Insecticida	8.82	0.18 ± 0.09	0.0004	R
Control	91.00			

Abreviaturas: IR= Índice de repelencia, M=Media, SD= Desviación estándar, R= Repelido, A= Atraído.

De acuerdo a los resultados obtenidos fue posible identificar que el extracto de neem en todas las concentraciones utilizadas tiene la capacidad de producir repelencia en los pulgones (*T. aurantii*), sin embargo, únicamente fue posible identificar diferencias significativas entre el tratamiento en el que se utilizó extractos de neem en una concentración del 100% y en el tratamiento con insecticida (Acetamiprid) comparados con la superficie tratada con agua destilada ($p < 0.05$).

Tabla 5. Índice de Repelencia de extractos de tabaco en pulgones (*T. aurantii*)

Tratamientos	Insectos (%)	IR (M±SD)	Valor P	Clasificación
1%	55.66	1.11 ±	0.29	A
Control	44.34	0.17		
10%	51.25	0.03 ±	0.64	A
Control	48.75	0.10		
50%	49.28	0.99 ±	0.086	R
Control	50.72	0.16		
100%	38.09	0.76 ±	0.005	R
Control	61.91	0.15		
Insecticida	6.32	0.13 ±	<0,0001	R
Control	93.68	0.05		

Abreviaturas: IR= Índice de repelencia, M=Media, SD= Desviación estándar, R= Repelido, A= Atraído.

En el bioensayo en el que se utilizó extractos de tabaco en diferentes concentraciones, se identificó que, utilizando las concentraciones de 1% y 10 % los insectos no fueron repelidos. Se pudo comprobar que las concentraciones de tabaco del 50%, 100% y el insecticida (Acetamiprid) producen repelencia en los pulgones cuando son expuestos a superficies tratadas. Entre los tratamientos únicamente la concentración del 100% y en el tratamiento con insecticida (Acetamiprid) comparados con la superficie tratada con agua destilada presentaron diferencias significativas ($p<0.05$).

4.2. Discusión

Los insecticidas botánicos son considerados una excelente alternativa a los pesticidas sintéticos o químicos para la protección de cultivos (Hikal, et al., 2017). Estudios mencionan que extractos de plantas como el neem y tabaco tienen un alto potencial insecticida, los extractos de estas plantas son capaces de reducir las poblaciones de áfidos y otros hemípteros (Amoabeng et al., 2013, Aziz et al., 2013; Bahar et al., 2007; Degri et al., 2013; Gupta and Pathak 2009; Dougoud et al., 2019).

En el presente estudio se pudo confirmar que el uso de extractos de neem (*A. indica*) y tabaco (*N. tabacum*) tienen la capacidad de ocasionar efectos letales y subletales en ninfas del pulgón (*T. aurantii*). La concentración de extracto de neem y tabaco al 100% fueron las que mayor porcentaje de mortalidad causó entre los insectos expuestos a brotes tratados alcanzando el 95 y 85% de mortalidad respectivamente. Estos resultados confirman que el extracto de neem presenta una mayor actividad insecticida que el extracto de tabaco; en contraste, Sohail et al. (2012); registró que el extracto de tabaco en una concentración de 2% permitió la mayor mortalidad de *T. aurantii* alcanzando el 96 % mientras que, el extracto de neem en la misma concentración obtuvo el 68 %, sin embargo, el método de extracción y estructuras de la planta utilizadas por los autores era diferentes.

La CL_{50} obtenida para el ensayo con extractos de neem fue de 1.04 % y para la evaluación con extractos de tabaco la CL_{50} fue de 7.94 %. No existen registros sobre la CL_{50} de extractos de neem aplicados en brotes de cacao con el objetivo de causar la mortalidad del pulgón (*T. aurantii*), pero se ha registrado que, por ejemplo, en la especie de pulgón *Melanaphis sacchari* (Zehntner) el uso de extracto de neem permite una $CL_{50}=1.396\%$ (Rodríguez y Cerna, 2016), mientras que, con extractos de hojas de tabaco no existen registros reportados en *T. aurantii* pero si para otra especie de áfido *Myzus persicae* en donde se obtuvo una $CL_{50}= 1.73\%$. De acuerdo a los resultados obtenidos se requiere concentraciones más altas de extractos de tabaco que de neem para alcanzar la mortalidad del 50% de individuos expuestos a brotes de cacao.

En cuanto al índice de repelencia y atracción de ninfas expuestas a superficies tratadas con extracto de neem, tabaco e insecticida se observó que en el caso de neem en todas las concentraciones evaluadas (1%, 10%, 50%, 100%) las ninfas del pulgón fueron repelidas, mientras que, utilizando extractos de tabaco únicamente se evidenció repelencia con las

concentraciones más altas (50% y 100%), las ninfas utilizadas en el tratamiento con insecticida también mostraron repelencia.

La repelencia es un efecto olfativo de la sencilla gustativa y olfativa de los insectos (Blaney y Simmonds, 1995). La repelencia de los insectos al neem es ocasionada por los compuestos orgánicos volátiles de azufre que se encuentran en estructuras como corteza, madera, duramen del árbol, semillas y hojas, ese olor característico del neem provoca el efecto repelente de insectos (Roychoudhury, 2016). *Nicotiana tabacum* tiene varios modos de acción, puede actuar sobre el sistema nervioso, sistema digestivo o actuar como repelente (Sarker y Leem, 2018). La repelencia producida por el extracto de tabaco se debe principalmente a la presencia de nicotina, sin embargo, en las hojas existe una serie de alcaloides secundarios afines a la nicotina como: nicoténia, nicotimina, norticotina, taninos, resinas, entre otros que pueden contribuir a la repelencia entre los insectos (Silva, 2002; Schorderet et al., 2019).

Los resultados obtenidos demuestran que el uso de extractos botánicos de neem y tabaco producen mortalidad o repelencia de ninfas de pulgón *T. aurantii* cuando son expuestos a alimento o superficies tratadas, sin embargo, los efectos fueron más evidentes con extractos de neem. Los resultados obtenidos sugieren que el uso de extractos botánicos de neem y tabaco son eficientes en el control de ninfas de pulgón y que esa eficiencia en el control o en el comportamiento de repelencia depende de la concentración utilizada. El uso de extractos botánicos puede tornarse en una alternativa para el manejo y control del pulgón de cacao *T. aurantii* dentro de las prácticas de manejo integrado de plagas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Los extractos de neem (*A. indica*) y tabaco (*N. tabacum*) en concentraciones del 100% causan mortalidad de ninfas de pulgón (*T. aurantii*) en 95% y 85% respectivamente.
- El porcentaje de mortalidad de ninfas de pulgón (*T. aurantii*) expuestas a brotes de cacao tratado con extractos de neem y tabaco depende de la concentración utilizada.
- La concentración letal media (CL₅₀) para *T. aurantii* expuestas a brotes de cacao tratados con extractos de neem fue de 1.04% (Log % = 0.02) y de tabaco fue de 7.94% (Log % = 0.90).
- Todas las concentraciones de neem tuvieron efecto repelente en los individuos tratados, en el caso del extracto de tabaco únicamente la repelencia fue observada con la concentración de 50%, 100%.

5.2. Recomendaciones

- Explorar diferentes formas de obtención de extractos botánicos (polvos, aceite, fermentación, cocción) para verificar el efecto sobre el pulgón *T. aurantii*.
- Utilizar otras estructuras de las plantas de neem y tabaco (semilla, corteza, flores, etc.) para la preparación de extractos botánicos.
- Verificar los aspectos de mortalidad, CL₅₀, repelencia en diferentes estadios del ciclo biológico de *T. aurantii*.
- Evaluar el efecto de los extractos sobre *T. aurantii*, en condiciones de campo.
- Preparar extracto de neem mediante el método de cocción utilizando 0.4 kg de hojas por litro de agua; pulverizarlo sobre los brotes de cacao para causar la mortalidad de individuos de *T. aurantii*.
- Considerar el uso de extractos de neem y tabaco como alternativa de control de *T. aurantii* dentro de las prácticas de manejo integrado de plagas en el cultivo de cacao,

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

- Alvarado, A., Carrera, M., y Morante, J. (2018). Importancia de la mosquilla *Forcipomyia* spp. En la polinización y producción del cultivo de cacao. *Desarrollo local sostenible*, (diciembre).
- Amoabeng, B., Gurr, G., Gitau, C., Nicol, H., Munyakazi, L., y Stevenson, P. (2013). Efectos insecticidas tritróficos de las plantas africanas contra las plagas de la col. *PloS one*, 8(10), e78651. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0078651>
- Arvelo, M. Á., Delgado, T., Maroto, S., Rivera, J., Higuera, I., y Navarro, A. (2016). *Estado actual sobre la producción y el comercio del cacao en América* (No. IICA P31 2). IICA, San José (Costa Rica) Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, AC, Guadalajara (México).
- Aziz, M., Ahmad, M., Nasir, M., y Naeem, M. (2013). Eficacia de diferentes productos de neem (*Azadirachta indica*) en comparación con imidacloprid contra el pulgón inglés del grano (*Sitobion avenae*) en el trigo. *Internacional de agricultura y biología*, 15 (2).
- Bahar, M. H., Islam, A., Mannan, A., y Uddin, J. (2007). Effectiveness of some botanical extracts on bean aphids attacking yard-long beans. *Journal of Entomology*, 4(2), pp.136-142.
- Batista, L. (2009). Guía Técnica el Cultivo de Cacao en la República Dominicana. Santo Domingo, República Dominicana. *CEDAF*. 250pp
- Blaney, W y Simmonds, M. (1995). Fotooxidación de Nimbin y Salannin, tetranortriterpenoides del árbol de Neem (*Azadirachta indica*). *J Chem Ecol*. 23(12), 2841-2860. <https://doi.org/10.1023/A:1022523329255>
- Carvajal, L. (2020). Actividad insecticida de extractos de *Azadirachta indica* sobre áfidos plagas en dos cultivos del género *Vigna* (Fabaceae) en el departamento de Córdoba (Colombia).
- Chicas, J., Serrano, L., Parada, M., Joyce, A., Maldonado, E., y Hernández, C. (2019). Insectos como plagas potenciales del cacao (*Theobroma cacao* L.) *Revista Científica*

- Degri, M., Mailafiya, D., y Wabekwa, J. (2013). Eficacia de extractos acuosos de hojas e insecticidas sintéticos en la infestación de chinches chupadores de vainas del caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) en la región de Guinea Sa-vanna de Nigeria.
- Dostert, N., Roque, J., Cano, A., La Torre, M., Weigend, M., y Luebert, F (2012). Hoja Botánica: Cacao. *Theobroma cacao* L. Primera Edición. <https://repositoriodigital.minam.gob.pe/bitstream/handle/123456789/185/BIV01202.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dougoud, J., Toepfer, S., Bateman, M., y Jenner, W. (2019). Eficacia de insecticidas botánicos caseros basados en conocimientos tradicionales. *Agronomía para el desarrollo sostenible*. 39 (4), pp.1-22.
- Duke, J. (1983). *Theobroma cacao* L. Sterculiaceae: Chocolate, Cacao. *Manual de cultivos energéticos*.
- Enríquez, G. A., Cabanilla, H., Suárez, C., y Salazar, C. (1987). Manual del Cacao para agricultores. 1ra Edición San José. Coedición: *CATIE-ACRI-UNED*.
- Falasca, S., y Bernabé, M. A. (2009). El árbol del Neem (*Azadirachta indica*) para controlar enfermedades endémicas en Argentina. *Geográfica*, 111-124.
- FAO. (2018). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAOSTAT. Obtenido de <http://www.fao.org/faostat/en/#home>
- Gomero, L. (2002). Plantas que protegen a otras plantas: una alternativa de los cultivos GM resistentes a las plagas. *Leisa*, 17(4), pp.15-17.
- González J, E. (2007). Denominación de origen Cacao Chuao. *FAO-IICA*. <http://www.fao.org/3/bt584s/bt584s.pdf>
- González, J. M., y Gurdián, W. (1998). Cultivo de Tabaco *Nicotiana tabacum* L. *Escuela Agrícola Panamericana*, Departamento de Protección Vegetal.

- González, R. (2012). Efecto del extracto de neem *Azadirachta indica*, Juss sobre el pulgón negro *Aphis craccivora* (Hemíptera: Aphididae). *Tesis*. Universidad Nacional de Asunción. Obtenido de <https://docplayer.es/33479858-Efecto-del-extracto-de-neem-azadirachta-indica-juss-sobre-el-pulgón-negro-aphis-craccivora-hemiptera-aphididae-rebeca-maria-jose-gonzalez-torres.html>.
- Gupta, M., y Pathak, R. (2009). Bioefficacy of neem products and insecticides against the incidence of whitefly, yellow mosaic virus and pod borer in Black gram. *Research Paper*, 8(2), pp.133-136
- Hernández, J. (2016). Incidencia de la escoba de bruja (*Crinipellis pernicioso*) sobre el rendimiento de dos agroecosistemas de cacao con diferentes condiciones de manejo. *Bioagro*, 28(1), pp.59-64.
- Hikal, W., Baeshen, R., y Said-Al Ahl, H. (2017). Insecticida botánico como extractos simples para el control de plagas. *Biología convincente*, 3 (1). <https://doi.org/10.1080/23312025.2017.1404274>
- Huaycho, C., Maldonado, C., y Manzaneda, F. (2017). Control del chinche del cacao (*Monaloniondis simulatum* Dist.) con aplicación de bioinsecticidas en las región de los Yungas de Bolivia. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 4(1), 31-39.
- INIA. (7 de noviembre de 2016). *Pulgones*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Chile). <https://www.inia.cl/sanidadvegetal/2016/11/07/pulgones/>
- INIAP. (2015). El INIAP dispone de tecnologías para combatir la Moniliasis. <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/el-iniap-dispone-de-tecnologias-para-combatir-la-moniliasis/>
- Lema, H, V. (2019). Informe de rendimientos objetivos de cacao (almendra seca). (MAG. Obtenido de <https://fliphtml5.com/ijia/ikei/basic>
- MAG - Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2016). *Boletín Situacional de Cacao*. Quito: Coordinación General del Sistema de Información General, 6 p. Recuperado de: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/situacionales-de-cultivo-2016/boletin-situacional-cacao>

- MAG. (2019). *Insecto Plaga en cacao*. Quito: INIAP. Obtenido de <http://eva.iniap.gob.ec/web/cacao/#cacao-etapas>
- Mazzonetto, F., y Vendramin, J. D. (2003). Efecto de polvos derivados de plantas sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) en frijoles almacenados. *Entomología neotropical*, 32, pp.145-149.
- Mendoza, A. H., Belliure, B., Llorens, J. M., Marcos, M. Á., y Michelena, J. M. (2010). Manejo de pulgones. *Organismos para el control de patógenos en los cultivos protegidos*, 289.
- Miñarro, M. (2011). Los enemigos naturales de los pulgones. *Tecnología Agroalimentaria*, 9, pp. 7-12.
- Montes, M. A. (2016). Efectos del fosforo y azufre sobre el rendimiento de mazorcas, en una plantación de cacao (*Theobroma cacao* L.) ccn-51, en la zona de Babahoyo (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2016).
- Muñoz, J., Fajardo, A., Peck, R., y Solís, A. (2006). Protocolo estandarizado de oferta tecnológica para el Cultivo del cacao en el Perú: IICA
- Peña, E., Villazón, L., Jiménez, S., Vázquez, L., Licor, L., y de Ávila, C. (2000). Alternativas para el control biológico del pulgón pardo de los cítricos (*Toxoptera citricidus* Kirkaldy) (Homoptera: Aphididae). (No. 3194).
- Pérez, J., Torres, S., Puente, M. y Aguilar, R. (2002). Efecto alelopático del extracto acuoso de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) sobre ocho cultivos económicos. Pag: 8-9.
- Phillips, W. (1991). Sombras y cultivos asociados con cacao. Serie Técnica Informa Técnico. N0. 206. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), pp.221
- PROECUADOR, (2013). Análisis del sector cacao y elaborados. *Ecuador: Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones*. Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones, 6.
- Progresar, F., y Cerrito, S. D. C. (2006). *Plaguicidas orgánicos: Plantas con acción insecticida*, Editorial. PRONATTA,

http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6428/1/20067199296_Plantas%20con%20accion%20insecticida.pdf

Regnault, R., Philogene, B., y Vincent, C. (2004). Biopesticidas de origen vegetal. Paraninfo S.A. <https://www.mundiprensa.com/catalogo/9788484761945/biopesticidas-de-origen-vegetal>

Ríos, D. (2015). Descripción de la diversidad entomológica asociada a la flor de *Theobroma cacao* [Tesis de Grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador] <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8660/MONOGRAFIA%20POLINIZADORES%20DEL%20CACAO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rodríguez, J., y Cerna, Ernesto. (2016). Evaluación de extractos vegetales sobre pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari*) (Hemiptera: Aphididae) en Sorgo en Guanajuato. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*, 3(7), 18-24.

Roychoudhury, R. (2016). Productos de neem. En Manejo ecológico de plagas para la seguridad alimentaria, pp.545-562

Salazar, R. (2011). Caracterización de sistemas agroecológicos para el establecimiento comercial de cacao orgánico (*Theobroma cacao*) en Talamanca. *Tecnología en Marcha*, 25(5), 45-54.

Sánchez, V., Zambrano, J., e Iglesias, C. (2019). *La cadena de valor del cacao en América Latina y el Caribe*. Fontagro. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5382/1/Informe%20CACAO.pdf>

Sarker, S., y Lim, U. T. (2018). Extracto de *Nicotiana tabacum* como potencial agente de control de *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae). *PloS uno*, 13 (8), e0198302.

Segovia, V. (2017). Relación de la morfología floral con la compatibilidad genética en 13 clones élites de cacao (*Theobroma cacao* L.) (thesis, Quevedo: UTEQ).

Silva, G., Lagunes, A., Rodríguez, J. C., & Rodríguez, D. (2002). Insecticidas vegetales: una vieja y nueva alternativa para el manejo de plagas Vegetable insecticides: a new-old option in pest management. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (CATIE)* (no. 66) p. 4-12.

- Sohail, A., Hamid, F., Waheed, A., Ahmed, N., Aslam, N., Zaman, Q., e Islam, S. (2012). Eficacia de diferentes materiales botánicos contra el pulgón *Toxoptera aurantii* en esquejes de té (*Camellia sinensis* L.) bajo vivero de sombra alta. *Revista de materiales y ciencias ambientales*, 3 (6), 1065-1070.
- Schorderet, S, Kaminski, KP, Perret, JL, Leroy, P., Mazurov, A., Peitsch, MC y Hoeng, J. (2019). Propiedades antiparasitarias de extractos de hojas derivados de especies seleccionadas de *Nicotiana* y variedades de *Nicotiana tabacum*. *Toxicología alimentaria y química*, 132. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.110660>
- Terrile, R. (2010). Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. IPES/FAO. <http://www.fao.org/3/as435s/as435s.pdf>
- Valarezo, O., Cañarte, E., y Navarrete, B., (2012). Artrópodos asociados al cultivo de cacao en Manabí. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*. ISSN 2477-8982, (7), 34-42.
- Valarezo, O., Cañarte, E., y Navarrete, J. B. (2013). *Artrópodos presentes en el cultivo de cacao: Guía para su identificación en el campo* (Boletín N°431). INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1104/1/ARTROPODOS%20PRESENTES%20EN%20EL%20CULTIVO%20DE%20CACAO.pdf>
- Valdés, M., Flores, H., Abreu, J., y de Zayas Izagüirre, E. (2009). Insecticidas botánicos como alternativas para el manejo de plagas en sistemas agroforestales. *Agricultura Orgánica*, 1, 24-26.
- Vega, J. S. (2016). *Caracterización de la agrocadena de cacao en el Valle de Tenza Boyacá* [Tesis de Grado, Universidad de La Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1154&context=administracion_agronegocios

CAPITULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo 1. Prueba de Kruskal Wallis para determinar el porcentaje de mortalidad de ninfas (*T. aurantii*) con extracto de neem (*A. indica*).

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	TRAT	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
MORT	1	4	13,75	4,79	12,50	18,27	0,0014
MORT	2	4	17,50	2,89	17,50		
MORT	3	4	22,50	2,89	22,50		
MORT	4	4	23,75	2,50	25,00		
MORT	5	4	25,00	0,00	25,00		
MORT	6	4	1,25	2,50	0,00		

Trat.	Ranks
6	2,50 A
1	7,88 A B
2	10,25 A B C
3	16,25 B C
4	18,13 C
5	20,00 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 2. Prueba de Kruskal Wallis para determinar el porcentaje de mortalidad de ninfas (*T. aurantii*) con extracto de tabaco (*N. tabacum*).

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	TRAT	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
MORT	1	4	11,25	7,50	10,00	18,43	0,0017
MORT	2	4	13,75	2,50	15,00		
MORT	3	4	16,25	2,50	15,00		
MORT	4	4	21,25	2,50	20,00		
MORT	5	4	25,00	0,00	25,00		
MORT	6	4	2,50	2,89	2,50		

Trat.	Ranks
6	3,00 A
1	9,25 A B
2	10,00 A B
3	12,50 A B C
4	18,25 B C
5	22,00 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 3. Colecta de pulgones (*T. aurantii*) en campo.



Anexo 4. Pulgones (*T. aurantii*) recolectados.



Anexo 5. Elaboración de los extractos utilizando la técnica de “Baño María”



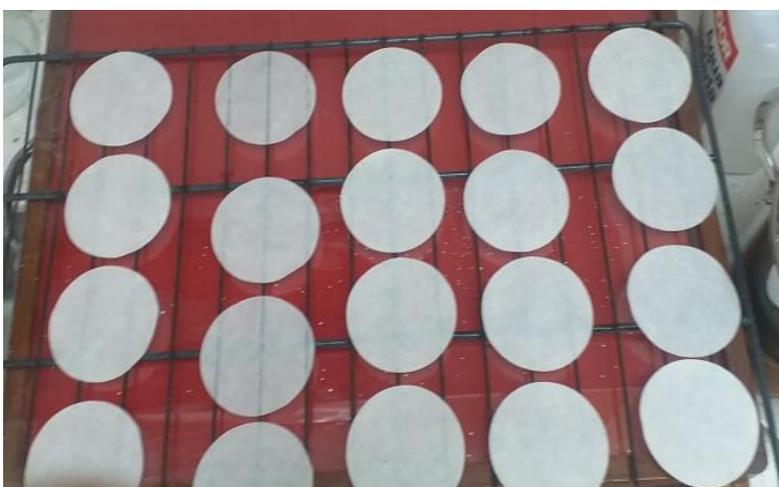
Anexo 6. Obtención de los extractos con sus respectivas concentraciones.



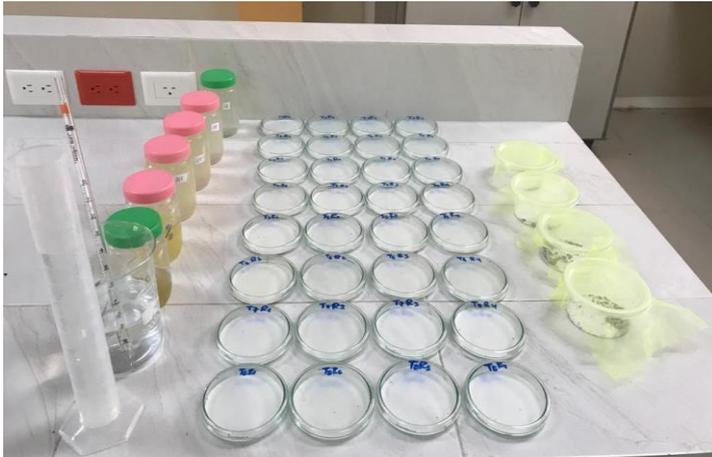
Anexo 7. Aplicación de los extractos en papel filtro.



Anexo 8. Secado del exceso de humedad del papel filtro.



Anexo 9. Tratamientos a evaluar con las repeticiones establecidas.



Anexo 10. Evaluación de los tratamientos de *Toxoptera aurantii*.

