



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE GUAYAQUIL**

**CARRERA DE INGENIERIA EN BIOTECNOLOGIA**

**TRABAJO EXPERIMENTAL**

**EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA DE UNA ESPECIE  
VEGETAL REPELENTE PARA EL CONTROL DE COCHINILLAS (PLANOCOCCUS  
CITRI) EN PLÁNTULAS DE SAMANEA SAMAN**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero en Biotecnología

**AUTORES:** ESTEBAN FERNANDO RIBADENEIRA JIMENEZ

JEEM LIEED VERA CHÁVEZ

**TUTORA:** MSc. JOHANNA ALEXANDRA SOLÓRZANO MUÑOZ

GUAYAQUIL - ECUADOR

2024

## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN


Nosotros, **ESTEBAN FERNANDO RIBADENEIRA JIMENEZ** con documento de identificación N° **1727436998** y **JEEM LIEED VERA CHAVEZ** con documento de identificación N° **1207000736**; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 29 de febrero del año 2024

Atentamente,

  
\_\_\_\_\_  
Esteban Fernando Ribadeneira  
Jimenez  
1727436998

  
\_\_\_\_\_  
Jeem Lieed Vera Chávez  
1207000736

## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, **ESTEBAN FERNANDO RIBADENEIRA JIMENEZ** con documento de identificación No. **1727436998** y **JEEM LIEED VERA CHAVEZ** con documento de identificación No. **1207000736**, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documentocedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Trabajo experimental: **EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA DE UNA ESPECIE VEGETAL REPELENTE PARA EL CONTROL DE COCHINILLAS (PLANOCOCCUS CITRI) EN PLANTULAS DE SAMANEA SAMAN**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Biotecnología, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 29 de febrero del año 2024

Atentamente,



Esteban Fernando Ribadeneira  
Jimenez  
1727436998



Jeem Lieed Vera Chávez  
1207000736

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **JOHANNA ALEXANDRA SOLÓRZANO MUÑOZ** con documento de identificación N° **0917391534**, docente de la Universidad **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA DE UNA ESPECIE VEGETAL REPELENTE PARA EL CONTROL DE COCHINILLAS (PLANOCOCCUS CITRI) EN PLANTULAS DE SAMANEA SAMAN**, realizado por **ESTEBAN FERNANDO RIBADENEIRA JIMENEZ** con documento de identificación N° **1727436998** y por **JEEM LIEED VERA CHÁVEZ** con documento de identificación N° **1207000736**, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción **Trabajo experimental** que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 29 de febrero del año 2024

Atentamente,

  
-----  
MSc. JOHANNA ALEXANDRA  
SOLÓRZANO MUÑOZ  
0917391534

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedico a mi papi Jhoney y mi mami Magui, mis dos angelitos en el cielo que desde arriba sé que me están viendo y que espero estén orgullosos de mí.

A mis padres que son los pilares principales de mi vida, los que han sabido guiarme y educarme de la mejor manera para que yo pueda tener una buena vida y una excelente educación.

A mis hermanos, Daniel y Alejandra que nunca me han dejado solo en mis 23 años de vida y que han sido mi fuente de inspiración para ser un mejor hermano menos y mayor.

A mi compañera, mi bella Tamara, quien ha sido mi soporte durante todo este trayecto que no ha sido fácil, que hemos batallado juntos y que seguirá siendo así mientras Dios nos de vida.

A mi gata, quien ha sido mi leal compañera hasta altas horas de la noche esperando paciente y dormida que termine mis pendientes para descansar.

A mi familia y amigos, quienes, con su apoyo, palabras de aliento y de motivación han sido una fuente de coraje para culminar felizmente esta etapa de mi vida.

**Esteban Fernando Ribadeneira Jimenez**

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero quiero agradecer a Dios, por permitirme vivir esta etapa de mi vida, que con altos y bajos, con risas y lágrimas culmina de la mejor manera.

A mí, por no saber cuándo agachar la cabeza y rendirme, por llevar adelante este proyecto que costó mucho trabajo y esfuerzo realizarlo, por tener siempre presente que en esta vida si algo no se sufre, no se disfruta como se debe.

A mis padres, Galo Ribadeneira y Mayra Jimenez, quienes, en su inmenso amor, me educaron, me criaron y me enseñaron a ser una gran persona, siguiendo sus pasos, sus enseñanzas y sus consejos, soy quien soy el día de hoy, y ellos, son y serán los dueños de mis logros y de todas mis metas cumplidas el resto de mi vida.

A mis abuelitos, Jhoney y Magui, que gracias a su infinito amor de abuelos pude culminar mi carrera, con un gran apoyo que no tengo como agradecer con palabras, a Manuelito y Olguita, quienes nunca dudaron en llamar y preocuparse por mí, los amo hoy y siempre.

A mis tíos, Pato, Toño, Javi, Lali y Titi, que siempre estuvieron pendientes de mí, que se encargaron de alguna forma u otra apoyarme durante toda mi vida hasta el día de hoy, que espero que no me falten ni ellos, ni su apoyo incondicional.

A mis docentes quienes con su sabiduría han sabido brindarme una excelente educación con sus enseñanzas y consejos, me convierto en un profesional gracias a todos ellos.

A mi tutora, Johanna Solórzano, que con su infinita paciencia y profesionalismo me ayudo a culminar este proyecto de la mejor manera, exigiéndome más porque confiaba en que podía hacerlo y esperando no decepcionarla, lo logre.

**Esteban Fernando Ribadeneira Jimenez**

## DEDICATORIA

A mi amada familia,

Sin su inquebrantable apoyo, esta tesis no habría sido posible. A lo largo de este arduo viaje académico, ustedes han sido mi mayor fuente de inspiración, aliento y motivación. Cada sacrificio que han hecho, cada palabra de ánimo que me han brindado ha sido un impulso fundamental en mi camino hacia la culminación de este proyecto.

A mis padres, quienes desde el principio han creído en mí y han alimentado mi sed de conocimiento con amor y paciencia infinitos. Su dedicación y sacrificio han sido la base sobre la cual he construido mi educación y mi vida.

A mis hermanos, quienes han compartido conmigo risas, lágrimas y momentos de complicidad. Su presencia ha llenado de alegría y calidez los días más difíciles, recordándome que no estoy solo en este viaje.

A mis abuelos, quienes han sido un ejemplo de perseverancia y sabiduría a lo largo de los años. Su amor incondicional y sus sabios consejos han sido un faro de luz en los momentos de incertidumbre.

A toda mi familia extendida y amigos cercanos, quienes han estado a mi lado en cada paso del camino, brindándome su apoyo incondicional y su aliento constante.

Esta tesis está dedicada a ustedes, mi querida familia, como una pequeña muestra de gratitud por todo lo que han hecho por mí. Su amor, confianza y apoyo son el motor que impulsa mis logros y el tesoro más preciado que tengo en la vida.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de esta tesis. Sus esfuerzos y apoyo han sido fundamentales para el logro de este proyecto.

A mi asesora de tesis, Johana Solórzano, por su orientación experta, paciencia y dedicación. Su valioso consejo ha sido la brújula que me ha guiado a lo largo de este viaje académico.

Agradezco sinceramente a Universidad Politécnica Salesiana, por proporcionar los recursos y el ambiente propicio para llevar a cabo esta investigación. La infraestructura y el acceso a la bibliografía fueron esenciales para el desarrollo de este trabajo.

A mi familia, por su amor incondicional y constante aliento. Gracias por comprender las largas horas dedicadas a este proyecto y por ser mi red de apoyo en cada paso del camino.

A mis amigos y colegas, por las conversaciones enriquecedoras, las revisiones críticas y el estímulo continuo. Su contribución ha mejorado significativamente la calidad de este trabajo.

Finalmente, agradezco a todos aquellos que, de alguna manera, han dejado su huella en este proyecto. Cada interacción y colaboración ha sido invaluable.

Este logro no habría sido posible sin el respaldo de cada una de estas personas. Mi más sincero agradecimiento a todos los que han sido parte de este viaje.



## Resumen

Guayaquil es una ciudad con amplia vegetación, la cual se ve afectada por varias plagas, pero una de las que más ha afectado el entorno de la urbe porteña es la cochinilla (*Planococcus citri*) misma que es la encargada de mutilar el bello entorno de la ciudad. El uso desmedido de insecticidas químicos para su control ha generado problemas de resistencia y daño ambiental. Los metabolitos secundarios de plantas como *Cordia lutea* se presentan como una alternativa viable por su toxicidad y repelencia contra la plaga, baja toxicidad en mamíferos y biodegradabilidad.

Se formuló un bioinsecticida a base de metabolitos secundarios de *Cordia lutea*, Se realizó la identificación y extracción de compuestos secundarios de *Cordia lutea* mediante maceración y pruebas fitoquímicas principalmente saponinas (3,5%), y se evaluó su efecto sobre la toxicidad, repelencia y pérdida de nutrientes en la planta de banano en condiciones controladas. Se aplicaron diferentes concentraciones del bioinsecticida (50 y 100%) y se compararon con un testigo sin tratamiento.

A pesar de que el bioinsecticida formulado mostró resultados satisfactorios, estos no cumplieron con las expectativas debido a la lenta acción de los materiales vegetales bases utilizados en comparación con su competidor químico, que eliminó por completo la infección en las tres plantas testigo después de dos semanas de tratamiento.

**Palabras clave:** *Planococcus citri*, bioinsecticida, *Samanea saman*, *Cordia lutea*, control biológico

## Abstract

Guayaquil is a city with ample vegetation, which is affected by several pests, but one of the ones that has most affected the environment of the port city is the cochineal (*Planococcus citri*), which is responsible for mutilating the beautiful environment of the city. The excessive use of chemical insecticides for its control has generated problems of resistance and environmental damage. Secondary metabolites from plants such as *Cordia lutea* are presented as a viable alternative due to their toxicity and repellency against the pest, low toxicity to mammals and biodegradability.

A bioinsecticide based on secondary metabolites of *Cordia lutea* was formulated. The secondary compounds of *Cordia lutea* were identified and extracted by maceration and phytochemical tests, mainly saponins (3.5%), and their effect on toxicity, repellency and nutrient loss in banana plants was evaluated under controlled conditions. Different concentrations of the bioinsecticide (50 and 100%) were applied and compared with an untreated control.

Although the formulated bioinsecticide showed satisfactory results, these did not meet expectations due to the slow action of the base plant materials used compared to its chemical competitor, which completely eliminated the infection in the three control plants after two weeks of treatment.

Key words: *Planococcus citri*, bioinsecticide, *Samanea saman*, María Auxiliadora campus, biological control.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Capítulo I .....	1
Antecedentes .....	1
Introducción.....	1
1.4 Pregunta de investigación.....	4
1.5 Objetivos.....	4
1.6 Hipótesis .....	5
Capítulo II.....	6
Marco Teórico.....	6
2.1 Cochinilla.....	6
2.2 <i>Cordia lutea</i> .....	9
2.3 Clima de Guayaquil .....	10
2.4 Insecticidas comerciales .....	10
2.5 Bioinsecticidas.....	11
2.6 Bosque Seco Tropical.....	12
2.7 PlantNet .....	12
Capítulo III.....	14
Materiales y métodos .....	14
3.1 Localización del ensayo.....	14
3.2 Selección, colecta del material vegetal.....	16
3.3 Secado.....	17
3.4 Almacenamiento.....	17
3.5 Maceración .....	17
3.6 Control y mantenimiento de cochinillas .....	26

3.7 Control de Samanea saman.....	29
3.8 Bioinsecticida .....	30
Capítulo IV.....	32
Resultados y discusiones.....	32
4.1 Caracterización morfológica botánica.....	32
4.2 Tamizaje fitoquímico.....	34
4.3 Comparación de bioinsecticida e insecticida comercial.....	38
4.4 Discusión .....	44
Imagen 21. Prueba de Ácido sulfúrico en extracto de lupino (Jorge Cabrera, 2014) .....	44
Imagen 22. Prueba de Dragendorff en extracto de lupino (Jorge Cabrera, 2014) .....	44
Imagen 23. Prueba afrosimétrico en extracto de lupino (Jorge Cabrera, 2014) .....	44
Imagen 24. Prueba Shinoda en extracto de lupino (Jorge Cabrera, 2014).....	45
Capítulo 5.....	48
Conclusiones y Recomendaciones. ....	48
Conclusiones.....	48
Recomendaciones .....	49
Bibliografía .....	50
Anexos .....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Caracterización taxonómica del <i>Planococcus citri</i> (Risso, 1813). .....	6
<b>Tabla 2.</b> Caracterización taxonómica de la <i>Cordia lutea</i> . (Fernández, 2013) .....	10
<b>Tabla 3.</b> Caracterización botánica de especies dentro de la Universidad Politécnica.....	15
<b>Tabla 4.</b> Caracterización de los Flavonoides (Soto Vásquez, Marilú Roxana., 2015).....	22
<b>Tabla 5.</b> Caracterización de los Flavonoides (Soto Vásquez, Marilú Roxana., 2015).....	22
<b>Tabla 6.</b> Caracterización de los Flavonoides (Soto Vásquez, Marilú Roxana., 2015).....	23
<b>Tabla 7.</b> Caracterización de los Flavonoides (Soto Vásquez, Marilú Roxana., 2015).....	23
<b>Tabla 8.</b> Comparación de hojas para identificación de daño foliar y/o daño mecánico (Los autores, 2024).....	32
<b>Tabla 9.</b> Análisis de daño foliar y mecánico en hojas de <i>Cordia lutea</i> (Los autores, 2024) .....	33
<b>Tabla 10.</b> Escala cualitativa de medición de tamizaje fitoquímico (Los autores, 2024)..	35
<b>Tabla 11.</b> Resultados de pruebas de tamizaje fitoquímico (Los autores, 2024).....	35
<b>Tabla 12.</b> Resultados del control positivo de <i>Planococcus citri</i> (Los autores, 2024).....	38
<b>Tabla 13.</b> Resultados del control negativo de <i>Planococcus citri</i> (Los autores, 2024).....	39
<b>Tabla 14.</b> Resultados del control con bioinsecticida al 100% de concentración de <i>Planococcus citri</i> . (Los autores, 2024) .....	39
<b>Tabla 15.</b> Resultados del control con bioinsecticida al 50% de concentración de <i>Planococcus citri</i> (Los autores, 2024) .....	39

## ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen 1. Sector Vía La Costa, Universidad Politécnica Salesiana campus María Auxiliadora (Google Maps, 2024) .....	3
Imagen 2. <i>Planococcus citri</i> fotografiada utilizando estereoscopio Leica S APO (Los autores, 2024).....	7
Imagen 3. Ciclo de vida de <i>Planococcus citri</i> . (EPPO, 2014).....	8
Imagen 4. Muyuyo <i>Cordia lutea</i> dentro del reducto forestal en la Universidad Politécnica (Los autores, 2024) .....	9
Imagen 5. Delimitación de las tres zonas de caracterización botánica en la Universidad Politécnica Salesiana campus María Auxiliadora (Google Maps, 2024) .....	14
Imagen 6. Recolección de cochinillas dentro del campus María Auxiliadora en la Universidad Politécnica Salesiana (Los autores, 2024).....	27
Imagen 7. Armado de huertos dentro del campus María Auxiliadora (Los autores, 2024) .....	28
Imagen 8. Huertos para control 0 y control con bioinsecticida natural (Los autores, 2024) .....	29
Imagen 9. Plántulas de <i>Samanea saman</i> en su huerto previo a ensayos de control biológico (Los autores, 2024) .....	30
Imagen 10. Bases concentradas de bioinsecticida previo a agregar extractos. (Los autores, 2024).....	31
Imagen 11. Puntos de recolección de individuos de <i>Cordia lutea</i> dentro de la Universidad Politécnica Salesiana campus María Auxiliadora (Google Earth Pro, 2024) .....	34
Imagen 12. Prueba de dragendorff realizada durante tamizaje fitoquímico (Los autores, 2024).....	37
Imagen 13. Test afrosimétrico realizado durante tamizaje fitoquímico (Ribadeneira y Vera, 2024).....	37
Imagen 14. Prueba de shinoda realizada durante tamizaje fitoquímico (Los autores, 2024) .....	38

Imagen 15. Prueba de ácido sulfúrico realizada durante tamizaje fitoquímica (Los autores, 2024) .....	38
Imagen 16. Los valores relativos al día de la infección de las plantas han sido meticulosamente registrados, junto con el monitoreo del crecimiento de la plaga en sus diversas etapas (Los autores, 2024) .....	41
Imagen 17. El aumento en la biomasa de las cochinillas durante el periodo inicial de exposición al bioinsecticida e insecticida comercial ha sido objeto de evaluación (Los autores, 2024) .....	41
Imagen 18. Los resultados obtenidos a raíz de la aplicación del bioinsecticida y del insecticida comercial han arrojado observaciones auspiciosas, evidenciando una respuesta afirmativa al tratamiento en cuestión (Los autores, 2024).....	42
Imagen 19. Los resultados derivados del régimen de control mediante la aplicación de ambos insecticidas revelan una notable disparidad en la eficacia, destacando una respuesta significativamente superior por parte del insecticida comercial (Los autores, 2024).....	42
Imagen 20. Los metabolitos derivados del bioinsecticida exhiben una disminución de su eficacia en el control de poblaciones de cochinillas, evidenciando una reducción de su impacto sobre este grupo de insectos (Los autores, 2024) .....	43
Imagen 21. Prueba de ácido sulfúrico en extracto de lupino (Jorge Cabrera, 2014) .....	44
Imagen 22. Prueba de dragendorff en extracto de lupino (Jorge Cabrera, 2014) .....	44
Imagen 23. Prueba afrosimétrico en extracto de lupino (Jorge Cabrera, 2014) .....	44
Imagen 24. Prueba shinoda en extracto de lupino (Jorge Cabrera, 2014) .....	45

## Capítulo I

### Antecedentes

#### Introducción.

La cochinilla *Planococcus citri*, conocida también como cochinilla algodonosa, es una plaga de importancia económica que afecta a una amplia gama de cultivos, de naranja, limón, mandarina, y otros cítricos (Aluja, M., & Williams, D. J., 2001). Además, de otras frutas como mango, aguacate, tubérculos, por ejemplo, la yuca, entre otros. Esta cochinilla es originaria de Asia, pero se ha extendido a todo el mundo.

#### 1.1.1 Distribución y biología

La cochinilla *Planococcus citri* es un insecto hemíptero de la familia Pseudococcidae. Se ha convertido en una especie cosmopolita, pero es más común en las regiones tropicales hasta las subtropicales. En Guayaquil, Ecuador esta cochinilla se encuentra en toda la urbe de la ciudad porteña. Los individuos adultos miden aproximadamente 3 milímetros de largo y son de color blanco o rosado. Las hembras son ovaladas y las ninfas son alargadas (Bautista, R., & Gómez, J. M., 2013).

Este insecto se alimenta de la savia de las plantas, lo que puede causar daños severos a los cultivos. Los síntomas de la infestación por *Planococcus citri* incluyen:

- Clorosis de las hojas
- Deformación de los frutos
- Caída de las hojas
- Muerte de las plantas

La cochinilla se reproduce rápidamente y puede formar colonias muy densas. Las hembras ponen huevos que eclosionan en ninfas. Las ninfas pasan por tres estadios antes de convertirse en adultos.



### 1.1.2 Control

La cochinilla se puede controlar mediante métodos químicos, biológicos, o culturales. El primer método incluye el uso de insecticidas. Que pueden ser efectivos para controlar al *Planococcus citri*, pero pueden ser tóxicos para el medio ambiente como también, para la salud humana (González-Hernández, M. A., & Sánchez-Rodríguez, J., 2015). Los métodos biológicos incluyen el uso de enemigos naturales, como las avispas parasitoides. Las avispas parasitoides se alimentan de las ninfas de los insectos y pueden ayudar a controlar las poblaciones de esta plaga.

Los métodos culturales incluyen la eliminación de las plantas infestadas también, la rotación de cultivos. La eliminación de las plantas infestadas puede ayudar a detener la propagación de la plaga. La rotación de cultivos puede ayudar a reducir la cantidad de plantas huésped disponibles para la cochinilla (González-Hernández, M. A., & Sánchez-Rodríguez, J., 2015).

## 1.2 Problema

La ciudad de Guayaquil, situada en la costa ecuatoriana, alberga una diversidad de especies vegetales endémicas de gran importancia para el ecosistema regional. No obstante, estas especies enfrentan serias amenazas debido a la proliferación de plagas, destacándose la *Planococcus citri* como una de las más perjudiciales. Este insecto hemíptero de la familia Pseudococcidae afecta significativamente la salud de las plantas al alimentarse de su savia, debilitándolas y reduciendo su crecimiento (La Tienda del Agricultor, 2021).

Ante esta problemática, surge la necesidad de desarrollar un bioinsecticida efectivo y sostenible a partir de especies de plantas endémicas de la región costa de Ecuador, aprovechando sus propiedades fitoquímicas. Estas plantas son originarias del Bosque Seco Tropical cercano a la Universidad Politécnica Salesiana en el kilómetro 19,5 de la Vía la Costa. La utilización de ingredientes derivados de estas especies no solo busca minimizar los impactos ambientales asociados con el uso de productos químicos sintéticos, que afectan la dinámica del suelo y la biodiversidad circundante, sino que también promueve la conservación del entorno y busca mejorar la sostenibilidad agrícola en la región.

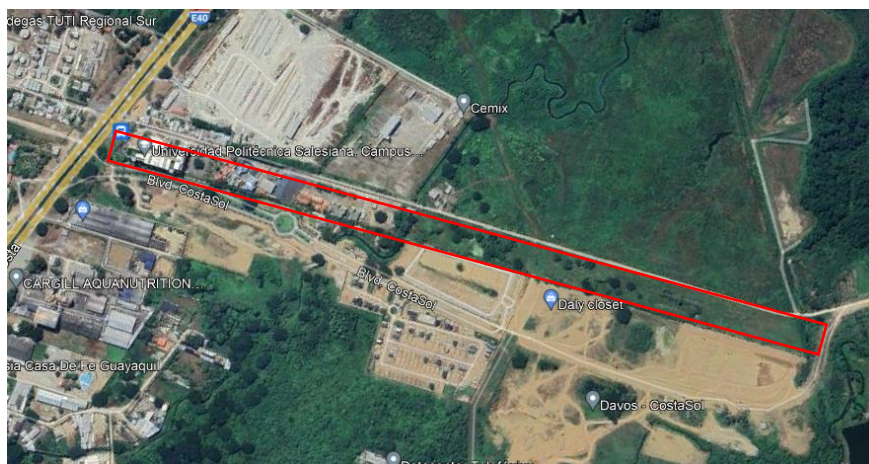
Este estudio tiene como objetivo explorar los compuestos fitoquímicos presentes en las especies endémicas de la Vía la Costa para desarrollar un bioinsecticida eficaz contra la cochinilla (ESPOL, 2021). Además, se busca evaluar la toxicidad de este nuevo producto sobre la población de cochinillas para garantizar su efectividad. El bioinsecticida propuesto no solo contribuirá al control exitoso de la cochinilla en las especies vegetales endémicas de Guayaquil, sino que también sentará un precedente en el uso responsable de los recursos locales para combatir plagas, fomentando así la conservación de la biodiversidad.

Este estudio proporcionará una alternativa viable para abordar de manera sostenible el problema de las plagas en la región, protegiendo así la flora endémica del Bosque Seco Tropical y promoviendo un manejo responsable de los recursos naturales en el área (Zhofre Aguirre, 2018).

### 1.3 Delimitación

Las especies vegetales se muestrearon en toda el área del campus María Auxiliadora en la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil entre los días 12 de diciembre hasta el 15 de diciembre del 2023. Las coordenadas del sitio son 17M 6061259757675

**Imagen 1. Sector Vía La Costa, Universidad Politécnica Salesiana campus María Auxiliadora (Google Maps, 2024)**



El trabajo experimental se realizó en los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil en un periodo de tres meses.

#### **1.4 Pregunta de investigación**

¿Es más rentable la producción de un bioinsecticida a base de metabolitos primarios de una especie vegetal en comparación de un insecticida comercial elaborado a base de químicos?

#### **1.5 Objetivos**

##### **Objetivo general**

- Evaluar la eficacia de una especie vegetal repelente para el control de cochinillas en plántulas de *Samanea saman*.

##### **Objetivos específicos**

- Caracterizar la morfología botánica de la especie forestal con propiedades repelentes ubicadas en el reducto forestal del campus María Auxiliadora en la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil
- Emplear un tamizaje fitoquímico utilizando extractos etanólicos para la identificación de los metabolitos secundarios de la especie seleccionada para la producción del bioinsecticida

- Evaluar la efectividad del extracto obtenido para el control de las cochinillas *Planococcus citri* bajo condiciones controladas

## **1.6 Hipótesis**

- El bioinsecticida formulado a base de alcaloides biorrepelentes de la especie forestal del reducto de Bosque Seco Tropical del campus María Auxiliadora en la Universidad Politécnica Salesiana fue efectivo ante la especie *Planococcus citri*.

## Capítulo II

### Marco Teórico

#### 2.1 Cochinilla

Vulgarmente conocida como cochinilla harinosa, su nombre científico es *Planococcus citri* pertenece al orden Hemiptera. Su caracterización taxonómica es la siguiente:

**Tabla 1 Caracterización taxonómica del *Planococcus citri* (Risso, 1813).**

Orden	Hemiptera
Suborden	Sternorrhyncha
Superfamilia	Coccoidea
Familia	Pseudocidae
Género	<i>Planococcus</i>
Especie	<i>Planococcus citri</i>

Siendo esta una especie que presenta un definido dimorfismo sexual, es una especie cosmopolita que se ha asentado en la gran diversidad de especies arbóreas dentro de la urbe guayaquileña,

La cochinilla algodonosa, al ingerir la savia de hojas, ramas y frutos, causa un debilitamiento significativo en la salud de la planta. Esta plaga provoca una serie de síntomas y daños, tanto directos como indirectos. Entre los daños directos se incluyen: disminución del crecimiento, deformación de hojas, ramas y frutos, y debilitamiento general de la planta. Por otro lado, los daños indirectos abarcan la secreción de melaza, que favorece el crecimiento de hongos, y la atracción de otras plagas. En síntesis, la cochinilla algodonosa puede tener un impacto relevante en la salud y productividad de las plantas (Moreira, 2020).

**Imagen 2. *Planococcus citri* fotografiada utilizando estereoscopio Leica S APO (Los autores, 2024)**



#### **2.1.4.1 Ciclo de vida**

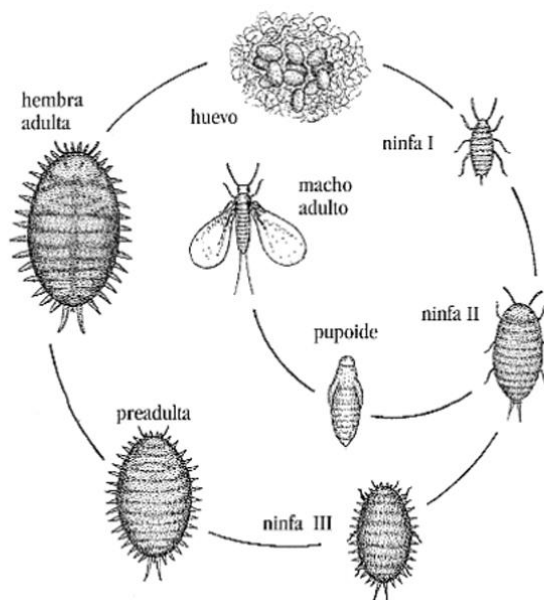
Durante los dos primeros estadios larvales no se reconoce una diferencia entre macho y hembra, el dimorfismo aparece posterior a estas etapas. Las hembras por un lado concretan un estadio de larva extra, previo a su etapa adulta. Las hembras adultas conservan aun características morfológicas parecidas al estadio larval. Antes de cada muda, las larvas paran su proceso de alimentación durante un periodo de tiempo debido a que su aparato bucal no es funcional. (Franco, 2000)

Las hembras de esta especie se distinguen por presentar una morfología blanda, ovalada y parcialmente deprimida, recubierta por una secreción cerosa blanca que le confiere un aspecto harinoso. Con dimensiones variables, oscilando entre 2 y 4 mm de longitud, estas hembras poseen 18 pares de filamentos cerosos, siendo el último par ligeramente más largo y ubicado en las placas anales. Se diferencian de los machos, que tienen un cuerpo dividido en tagmas, más alargado que las hembras y con tonalidades que van desde el amarillo hasta un marrón rojizo; los machos pueden ser alados o ápteros (Martínez F, 2003).

Las hembras, una vez hayan sido fecundadas, no vuelven a correlacionarse con los machos debido a que, generalmente fallecen después de la puesta. Tanto la puesta como la eclosión son escalonadas (Panis, 1969). Las hembras de esta especie tienen la capacidad de producir entre 300 y 600 huevos dentro de sus ovisacos. (Balachowsky, 1993 citado por Bodenheimer, 1951).

Los machos suspenden su alimentación al final del segundo estadio de su desarrollo, en el que segregan una capsula cerosa, misma en la que permanecerán hasta completar su desarrollo. Durante este periodo los machos atraviesan dos estadios más. Pasado este periodo, permanecen dos o tres días dentro de la capsula, tiempo necesario para que se formen los apéndices anales y se complete la esclerotización del tegumento (Franco, 2000)

**Imagen 3. Ciclo de vida de *Planococcus citri*. (EPPO, 2014)**



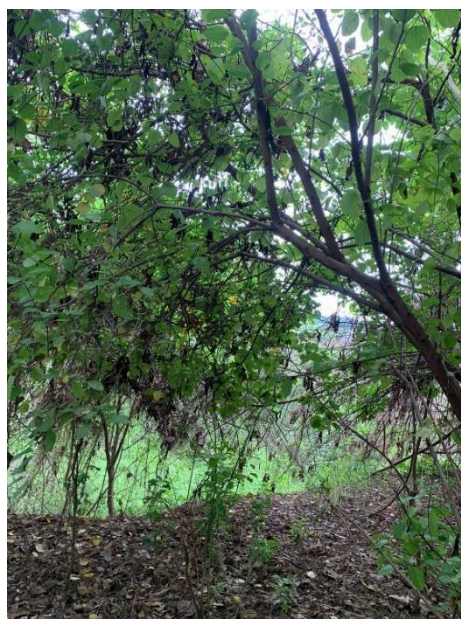
El ciclo biológico de *Planococcus citri*, también conocida como cochinilla de los cítricos, consta de varios cambios importantes. A continuación, se enlista una descripción detallada de los tiempos en los que se produce cada cambio en su ciclo biológico:

- **Huevo:** El ciclo comienza con la eclosión de los huevos.
- **Ninfa:** Las ninfas emergen de los huevos y pasan por varias etapas de desarrollo (instares) antes de convertirse en adultos. Cada instar dura alrededor de 7 a 10 días.
- **Adulto:** Después de pasar por varias etapas de ninfa, las cochinillas se convierten en adultos. Durante esta etapa, las hembras se reproducen y ponen huevos.
- **Reproducción y puesta de huevos:** Las hembras adultas ponen huevos en las hojas, ramas o frutos de la planta hospedera, lo que marca el comienzo de un nuevo ciclo.

El ciclo completo de vida, desde la eclosión de los huevos hasta la madurez sexual, puede durar alrededor de 40-50 días, dependiendo de las condiciones ambientales. (EPPO, 2014)

## 2.2 *Cordia lutea*

**Imagen 4. Muyuyo *Cordia lutea* dentro del reducto forestal en la Universidad Politécnica (Los autores, 2024)**



Arbusto caducifolio de hasta 8 m de altura y 15 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Fuste deforme, muy ramificado, con abundantes ramas. Copa globosa y bien extendida. Corteza externa de color pardo oscuro, agrietado verticalmente. Hojas simples, alternas, ovadas, de 3 a 7 cm de longitud; pelos cerosos e hirsutos en el envés y muy áspero el haz. Flores campanuladas, grandes, amarillo-claro, agrupadas en panículas. Fruto bayo elíptica con pulpa traslucida pegajosa de color crema-blanquecino, globoso, que contiene dos semillas ovoides, duras y leñosas (Granda y Guamán 2006). Se reproduce por semilla y tiene la capacidad de rebrotar.



**Tabla 2 Caracterización taxonómica de *Cordia lutea*. (Fernández, 2013)**

Reino	Plantae
Familia	Boraginaceae
Clase	Magnoliopsida
Orden	Lamiales
Especie	<i>Cordia lutea</i>
Genero	<i>Cordia</i>

### 2.3 Clima de Guayaquil

Guayaquil presenta un clima tropical con una temperatura media anual de 25 °C y dos estaciones distintivas: la estación seca, de junio a noviembre, y la estación húmeda, de diciembre a mayo. Durante la estación seca, prevalece un clima cálido y soleado con escasa precipitación, manteniendo una temperatura media de 27 °C. Por otro lado, la estación húmeda se caracteriza por un clima cálido y húmedo, acompañado de intensas lluvias, con una temperatura media de 23 °C.

La variación térmica entre el día y la noche es sutil, con una temperatura diurna promedio de 30 °C y una nocturna de 20 °C. En resumen, Guayaquil experimenta un clima agradable a lo largo del año, destacando por temperaturas cálidas y una moderada oscilación térmica entre el día y la noche (Weather Spark,2024).

### 2.4 Insecticidas comerciales

Los productos derivados de la industria de pesticidas desempeñan un papel crucial en el control del desarrollo de insectos, roedores y moluscos. Estos agentes encuentran aplicación en entornos urbanos, suburbanos y rurales, abarcando tanto ambientes domésticos como espacios de jardines. La industria se vale de una gama diversa de productos, entre los cuales se incluyen herbicidas, alguicidas, funguicidas y bactericidas. Adicionalmente, en el ámbito ferroviario, se emplean herbicidas con el propósito de mantener libres de vegetación las vías ferroviarias.

La necesidad de una designación genérica que abarque la amplia variedad de aplicaciones funcionales es claramente evidente. El término más empleado para referirse a todos los agentes de control es "insecticida". En la actualidad, el término "pesticida" se utiliza oficialmente para describir cualquier producto químico tóxico, independientemente de su aplicación específica contra insectos, hongos, malezas o roedores. Es una práctica común en esta industria agregar el sufijo "cida" al grupo o unidad biológica considerada para exterminar organismos (Mondragón., 2002).

## 2.5 Bioinsecticidas

Las bacterias, hongos, insectos y virus son agentes preponderantes en la ocurrencia de problemas fitosanitarios, ocasionando desde una merma en la calidad de los productos agrícolas hasta la pérdida completa de cosechas. La respuesta tradicional a estos desafíos ha implicado el empleo de compuestos químicos, los cuales, aunque efectivos, presentan inconvenientes como la toxicidad no selectiva, la contaminación ambiental y el desarrollo de organismos resistentes (Montesinos, 2006).

En los últimos años, se ha intensificado la investigación en métodos alternativos para el control de plagas y enfermedades, destacando los procesos de biocontrol. El término "bioinsecticidas" se emplea para designar una variedad de agentes de control, tales como microorganismos (virus, bacterias, hongos), nemátodos entomófagos, pesticidas de origen vegetal, feromonas y genes, entre otros. La principal ventaja de estos bioplaguicidas con respecto a los químicos radica en su inocuidad y en la reducida carga ambiental que generan, además de su capacidad para dirigirse específicamente contra una plaga o especie objetivo (Padilla, 2017).

Entre los bioplaguicidas más destacados figura *Bacillus thuringiensis* (*B. thuringiensis*), considerado uno de los métodos más eficientes y económicamente viables. La característica distintiva de esta bacteria radica en la formación de inclusiones parasporales durante su proceso de esporulación, las cuales consisten en cuerpos cristalinos de naturaleza proteica. Estas proteínas, denominadas cry (cristal), constituyen la base del insecticida biológico más ampliamente difundido a nivel global (Padilla, 2017).

## **2.6 Bosque Seco Tropical**

Se da el nombre de Bosque Seco Tropical de Ecuador (BSTE) a un área que no recibe precipitaciones durante un periodo de tiempo de seis meses y tiene temperaturas oscilantes de entre los 24 a 30 °C. No obstante, no siempre permanece seco, debido a que una vez concluye su estado de sequía, comienza la temporada invernal, donde hay abundante lluvia y su vegetación cambia dando lugar a una flora verdosa (Bosque Cerro Blanco, 2021).

El BSTE posee una extensión de más de 500 mil hectáreas que se rige desde la región Tumbesina del país, propagándose así desde el sur de Esmeraldas hasta el suroeste de Ecuador, focalizando también su diversidad en Provincias como Loja, Santa Elena, Guayas, Manabí y finalizando en El Oro, los cuales son puntos de alta incidencia de especies endémicas, es decir, especies únicas que habitan en su extensión, lo cual también debe ser de gran importancia comprender que estas zonas son sostenibles para la diversidad. (Ministerio Del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2019)

El BSTE representa ecosistemas únicos y de gran relevancia ecológica. Ubicados en la región noroccidental del país, estos bosques se caracterizan por su biodiversidad, adaptación a condiciones climáticas específicas y contribución crucial a la sustentabilidad ambiental. Aunque a menudo reciben menos atención que los bosques húmedos tropicales, los bosques secos desempeñan un papel fundamental en la conservación de la diversidad biológica y el mantenimiento del equilibrio ecológico (Riofrio, 2018).

## **2.7 PlantNet**

PlantNet es una plataforma de ciencia ciudadana que utiliza la inteligencia artificial (IA) para facilitar la identificación y el inventario de especies vegetales. Es uno de los mayores observatorios de biodiversidad del mundo, con varios millones de colaboradores en más de 200 países.

La aplicación PlantNet, disponible en versión web y para Smartphone (Android, iOS), permite identificar decenas de miles de especies vegetales con solo hacerles una foto. Desarrollada por un consorcio formado por científicos de CIRAD, INRA, INRIA, IRD, y la red Tela Botánica en un proyecto financiado por la Fundación Agropolis (Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico, 2024)

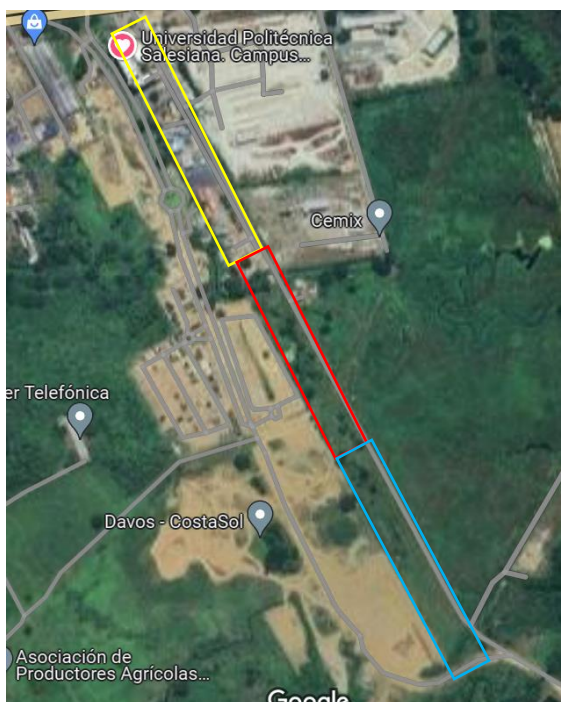
## Capítulo III

### Materiales y métodos

#### 3.1 Localización del ensayo

En primera instancia se realizará un censo arbóreo en el Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana que se encuentra en el sector de vía La Costa, donde se extraerán partes de tres individuos de la misma especie ubicados en el reducto forestal del sector para realizar sus respectivas pruebas para comprobar su efecto insecticida ante las *Planococcus citri*. La zona de trabajo designada para este censo se extiende desde el punto del acueducto ubicado en la parte posterior de la Universidad Salesiana hasta el límite de los terrenos de la institución. Esta área abarca una distancia total de 1.5 kilómetros.

**Imagen 5. Delimitación de las tres zonas de caracterización botánica en la Universidad Politécnica Salesiana campus María Auxiliadora (Google Maps, 2024)**



Estas tres zonas se dividieron de tal manera debido al tipo de hábitat que tienen los árboles, los cuales son:

- Zona 1: Empieza desde garita hasta el bloque C donde se encuentran los laboratorios.
- Zona 2: Empieza desde las canchas polideportivas hasta el gasoducto dentro del reducto forestal de la universidad.
- Zona 3: Empieza desde el gasoducto hasta la empresa camaronera que tiene su ubicación al final del reducto forestal de la universidad.

**Tabla 3 Posterior a una ardua caracterización de especies dentro del área que corresponde a la Universidad Politécnica Salesiana campus María Auxiliadora, se logró identificar una gran cantidad de individuos los cuales se resume en la siguiente lista:**

**Tabla 3. Caracterización botánica de especies dentro de la Universidad Politécnica Salesiana campus María Auxiliadora (Los autores, 2024)**

Nombre común	Nombre científico	Científico	Cantidad dentro del campus
Neem	<i>Azadirachta indica</i>	Heinrich Shmutterer	700
Aguacate	<i>Persea americana</i>	Carl Linneaus	1
Algarrobo	<i>Ceratonina siliqua</i>	Carl von Linneo	12
Almendo de la India	<i>Terminalia catappa</i>	Carl Linneaus	7
Árbol benjamín	<i>Ficus benjamida</i>	Carl von Linneo	2
Bototillo	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Carl von Linneo	2
Caracolí	<i>Anacardium excelsius</i>	Carl Linneaus	1
Carmín	<i>Senna siamea</i>	Carl von Linneo	13
Casia roja	<i>Delonix regia</i>	Michel Adanson	1
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Carl von Linneo	1
Compoño	<i>Croton lechleri</i>	Johann Friedrich	5
Croton de montaña	<i>Croton cortesianus</i>	José Cortez y López	25
Fernan sanchez	<i>Triplaris comingeana</i>	Édouard André	1
Frijol de paloma	<i>Phaseolus vulgaris var</i>	José Celestino Mutis	3
Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Hipólito Ruiz López	10
Guarumo	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Jóse Celestino Mutis	2

Guasmo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Charles Plumier	11
Guayacan	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Jean-Baptiste Lamarck	2
Leucaena de montaña	<i>Leucaena trichodes</i>	Nikolas Joseph Von Jacquin	1000
Limón	<i>Citrus limon</i>	Carl Linneaus	1
Malvaceas	<i>Malvaceae</i>	Carl von Linneo	1
Mango	<i>Mangifera indica</i>	Carl von Linneo	28
Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>	Carl Linneaus	3
Mimosa	<i>Mimosa pudica</i>	Charles Plumier	30
Muyuyo	<i>Cordia lutea</i>	Jean-Baptiste Lamarck	500
Muyuyo de montaña	<i>Cordia lutea</i>	Jean-Baptiste Lamarck	300
Naranja	<i>Citrus x sinensis</i>	Prospero Albini	3
Niwito	<i>Miconia minutiflora</i>	Aimé Bonpland	10
Pechiche	<i>Vitex cymosa</i>	Giovanni Antonio Scopoli	4
Peladera	<i>Leucaena leucosephala</i>	Hipólito Ruiz López	1000
Saman	<i>Samanea saman</i>	Carl Linneaus	18
Sebastian de montaña	<i>Corydalis sempervirens</i>	Hipólito Ruiz López	1
Tabernoamontaña grande	<i>Tabernoamontaña donnell-smithii</i>	John Donnell Smith	1
Tigeron	<i>Carcharodon carcharias</i>	Carl von Linneo	1
Tulipan africano	<i>Spathodea campanulata</i>	Palisot de Beauvois	3
Tupirrosa	<i>Lantana camara</i>	Carlos Linneo	1
Tutumbe	<i>Ceiba pentandra</i>	Carl von Linneo	1

Durante este censo y caracterización, se buscaba también una especie que no haya sido afectada por la *Planococcus citri*, lo que resulto en la selección del Muyuyo (*Cordia lutea*) especie endémica de la ciudad de Guayaquil, sin rasgos aparentes de plagas que afecten a su tronco y hojas, más que ciertos insectos que se instalan en sus hojas para poder alimentarse de otros insectos, sus frutos o flores. Para un mejor análisis de esto se extrajo un número de hojas al azar de tres individuos de la misma especie, para determinar que los insectos que radican en estos árboles no son un peligro para el material vegetal que se utilizó en nuestro proyecto experimental.

### 3.2 Selección, colecta del material vegetal.

La selección del material vegetal es un paso fundamental en el fitotamizaje, ya que de ella dependerá la calidad y cantidad de los extractos obtenidos. Los criterios para tener en cuenta en la selección son los siguientes: especie vegetal, estado fenológico, parte de la planta, localización.

#### Colecta del material vegetal

La colecta del material vegetal debe realizarse en condiciones adecuadas para evitar la contaminación de los extractos obtenidos. Los pasos para seguir en la colecta fueron los siguientes:

- a) Obtención de permisos: En algunos casos, es necesario obtener permisos para la colecta de material vegetal.
- b) Equipo de protección: Es importante utilizar equipo de protección personal, como guantes, mascarilla y gafas, para evitar la contaminación de los extractos.
- c) Herramientas: Las herramientas utilizadas para la colecta deben estar limpias y desinfectadas.
- d) Procedimiento: El procedimiento de colecta debe ser cuidadoso para evitar dañar la planta.

### **3.3 Secado.**

Luego de la evaluación macromorfológica de las hojas, se procedió a limpiarlas con agua destiladas y un secado a temperatura estándar para facilitar el proceso de secado. Se pesó 1416 gr de muestra; la cual esparcimos en pequeñas bandejas de papel aluminio para realizar el secado en una estufa Memmert, en un tiempo de 48 horas a 50 °C. Posteriormente se pesó y 286 gr de muestra anterior.

### **3.4 Almacenamiento**

Una vez secada la muestra vegetal, se procedió a triturarla en una licuadora de 4 velocidades más pulso, marca Oster de 1000 watts de potencia y de 60 a 120 Hz de frecuencia y se la almacenó en gavetas de plástico con tapa, a una temperatura promedio de 25 °C para su posterior análisis

### **3.5 Maceración**

#### **Procedimiento:**

#### **Preparación de la mezcla alcohólica:**

Mezcla 600 ml de alcohol al 20 % con 2400 ml de alcohol al 80 % para obtener una solución al 80 % de alcohol. Esto se hace multiplicando el volumen del alcohol al 20 % por su concentración y dividiendo el resultado entre la concentración del alcohol al 80 %. En este caso:  $(600 \text{ ml} * 20) / 80 = 150 \text{ ml}$  de alcohol al 20 % en 2400 ml de alcohol al 80 %.



**Maceración:**

Coloca los 1456 gramos de hojas tamizadas en un recipiente adecuado.

Vierte lentamente la mezcla de alcohol sobre las hojas. Asegúrate de que las hojas estén completamente sumergidas en la solución alcohólica.

**Tiempo de maceración**

Deja reposar la mezcla en un lugar fresco y oscuro durante un período de tiempo que puede variar según el tipo de hojas y la intensidad de sabor que desees. Puede oscilar entre unos días y varias semanas. En este caso fueron 24 h en una temperatura de 21 °C y total oscuridad.

**Filtración**

Después de que la maceración haya alcanzado el nivel deseado, procede a filtrar la mezcla para eliminar las partículas sólidas. Se usó un papel filtro y gasas para que sea mucho más puro el filtrado y que los residuos sean mayores.

**Almacenamiento**

Transfiere el líquido filtrado a una botella o recipiente limpio y hermético para su almacenamiento. Guarda en un lugar fresco y oscuro.

**Fase 1: Identificación de metabolitos secundarios por tamizaje fitoquímicos.**

Para el tamizaje fitoquímico se usarán los extractos acuosos, etanólicos y hexanoicos de manera independiente y se le realizará los siguientes ensayos:

**3.5.1.- Prueba de alcaloides**

Previo al ensayo de pruebas presuntivas se debe adicionar de 2 a 3 gotas de ácido clorhídrico o ácido sulfúrico concentrado y calentar en un baño termostático durante 3 minutos.

- **Acidulación**

**Material:** Ácido sulfúrico + Recipiente ámbar + extracto

Antes de realizar las pruebas presuntivas a cada extracto se debe realizar una acidulación que consiste en adicionar una pequeña cantidad de HCl o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (2 a 3 gotas) y calentar durante 3 min.

- **Reacción de Mayer**

**Material:** Reactivo Mayer + 1 tubo de ensayo + extracto

En un tubo de ensayo de 10 ml colocar 3 gotas del extracto y 3 gotas del reactivo de Mayer. Se reportará como positivo cuando se produzca un precipitado.

- **Reacción de Dragendorff**

**Material:** Reactivo Dragendorff + 1 tubo de ensayo + extracto

En un tubo de 10 ml, colocar 3 gotas del extracto filtrado y 3 gotas del reactivo. Se reportará como positivo cuando se forme un precipitado de color rojo, naranja o marrón.

- **Reacción de Hager**

**Material:** Ácido pícrico + agua: Reactivo de Hager + tubo de ensayo + extracto

En un tubo de 10 ml, colocar 3 gotas del extracto filtrado y 3 gotas del reactivo. Se reportará como positivo cuando se forme un precipitado amorfo por mezclarse con la solución de alcaloides en ácido diluido.

- **Reacción de Wagner**

**Material:** Yodo + yoduro de potasio: Reactivo de Wagner + tubo de ensayo + extracto

En un tubo de 10 ml, colocar 3 gotas del extracto filtrado y 3 gotas del reactivo. Se reportará como positivo cuando se forme un precipitado floculento color marrón por mezclarse con solución de alcaloides en ácido diluido se considera positiva.

### 3.5.2.- Prueba de saponinas

- **Test afrosimétrico**

**Material:** Agua destilada + tubo de ensayo + material seco

Agregar 1 g en un tubo de ensayo de 10 ml el material seco, molido y tamizado y adicionar 5 ml de agua destilada, calentar en baño a ebullición durante 2 minutos y se agita.

Valorar según la persistencia de espuma con cruces:

5-20 min (+)

20 - 25 min (++)

> 30 min (+++)

- **Prueba del peróxido**

**Material:** Peróxido de hidrogeno + tubo de ensayo + calentador + extracto

En un tubo de ensayo de 5 ml, agregar 3 gotas del extracto con 2 gotas de peróxido de hidrógeno. Agitar constantemente mientras se calienta a 40 °C. Se valora la presencia de saponinas y su concentración de acuerdo con la aparición de espuma.

- **Prueba de Molish**

**Material:** Naftol + etanol + Ácido sulfúrico + recipiente ámbar + extracto

En un tubo de ensayo de 10 ml, adicionar 5 ml del extracto y 2 gotas de alfa naftol al 1 % en etanol. Adicionar suavemente por las paredes 1.5 ml de ácido sulfúrico grado reactivo (concentración > 98 %). No agitar las soluciones. La presencia de saponinas se identifica, de existir la formación de un anillo violeta en la interfase.

### 3.5.3.- Prueba de lactonas sesquiterpénicas

- **Prueba de Baljet**

**Material:** Hidróxido de sodio + ácido pícrico + agua destilada + tubos de ensayo + extracto

La solución A se compone de 1 g de ácido pícrico en 100 ml de agua destilada.

La solución B se forma al preparar una solución de hidróxido de potasio al 5 %.

La solución C se obtiene con la solución A y B en relación 1:1.

Se califica la presencia del metabolito aglicona esteroidal cuando se genera un color azul o violeta.

### 3.5.4.- Prueba de flavonoides

- **Prueba de amoníaco**

**Material:** Amonio concentrado: cloruro de amonio + hidróxido de sodio + agua. + Vaso de precipitación + extracto

En un vaso de precipitación de 25 ml, adicionar 15 ml de una solución de amoníaco y exponer sobre la parte superior de vaso (exposición a vapores), realizar este procedimiento en una cabina de extracción.

La presencia de compuestos tipo flavonoides se identifica según la siguiente tabla:

Tabla 4. **Caracterización de los Flavonoides (Soto Vásquez, Marilú Roxana., 2015).**

Flavonoides	Rx coloración
Flavonas	Amarillo
Flavonoles	Amarillo
Antocianinas	Rojo intenso
Chalconas	Amarillo - Rojo
Auronas	Amarillo - Rojo

- **Prueba de shinoda**

**Material:** Cinta de magnesio + Ácido clorhídrico + tubo de ensayo + extracto

En un tubo de ensayo de 5 ml, adicionar 3 gotas del extracto y 2 cm de cinta de magnesio y 4 gotas de HCl concentrado. Realizar este procedimiento en una campana de extracción.

Se identifica el tipo de metabolito secundario según la coloración de la reacción de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 5. **Caracterización de los Flavonoides (Soto Vásquez, Marilú Roxana., 2015).**

Flavonoides	Rx coloración
Flavonas	Naranja
Flavonoides	Rojo
Flavonoles	Rojo azulado
Flavononas	Verde
Flavononoles	Verde azulado

Xantanos

Violeta

- **Prueba de ácido sulfúrico**

**Material:** Ácido sulfúrico + tubo de ensayo + extracto

En un tubo de ensayo de 5 ml, añadir 3 gotas de extracto y 3 gotas de ácido sulfúrico grado reactivo (concentración > 98%).

Se identifica el tipo de metabolito secundario según la coloración de la reacción de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 6. **Caracterización de los Flavonoides (Soto Vásquez, Marilú Roxana., 2015).**

Flavonoides	Rx coloración
Chalconas	Rojo azulado
Auronas	Rojo-guinda
Flavonas	Amarillo intenso
Flavononas	Naranja o guinda
Flavonoles	Amarillo intenso

- **Prueba de zinc**

**Material:** Ácido clorhídrico + Zinc + tubo de ensayo + extracto

En un tubo de ensayo de 5 ml, adicionar 3 gotas del extracto, 0,5 gramos de zinc en granalla o polvo y 4 gotas de HCl concentrado.

Se identifica el tipo de metabolito secundario según la coloración de la reacción de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 7. **Caracterización de los Flavonoides (Soto Vásquez, Marilú Roxana., 2015).**

Flavonoides	Rx coloración
-------------	---------------

Leucoantocianidinas	Rojo
Catequinas	Café amarillento

### 3.5.5.- Prueba de cumarinas

- **Prueba de fluorescencia**

**Material:** Hidróxido de amonio al 10 % + tubo de ensayo + extracto

En un tubo de ensayo de 5 mL agregar 3 gotas del extracto y 3 gotas de hidróxido de amonio al 10 %. Realizar la prueba de la luz ultravioleta: tapan el tubo y exponer a diferentes longitudes de onda. No tocar la luz directa de la lámpara.

La presencia de cumarinas se identifica mediante la aparición de un color azul, verde o violeta fluorescente.

- **Prueba de koh (hidróxido de potasio)**

**Material:** Hidróxido de potasio + tubo de ensayo + extracto

En un tubo de ensayo de 5mL agregar 3 gotas del extracto y 3 gotas del KOH al 5 %.

La presencia de cumarinas se identifica mediante el cambio de color de fuerte a tenue de rojo a amarillo.

- **Test de hidroxido de sodio (Vijaya)**

**Material:** Hidróxido de sodio + extracto + tubo de ensayo

Se necesita agregar 2 ml del extracto con 3 ml de una solución acuosa de hidróxido de sodio al 10 %, el contenido de cumarinas es detectado mediante la generación de un color amarillo.

### 3.5.6.- Prueba de glucósidos cardiotónicos

- **Prueba de Baljet**

**Material:** Hidróxido de sodio + ácido pícrico + agua destilada + tubos de ensayo + extracto

La solución A se compone de 1 g de ácido pícrico en 100 ml de agua destilada.

La solución B se forma al preparar una solución de hidróxido de potasio al 10 %.

La solución C se obtiene con la solución A y B en relación 1:1.

Se califica la presencia del metabolito aglicona esteroidal cuando se genera un color azul o violeta.

- **Test de keller-kilani (Dora Valencia)**

**Material:** Cloruro férrico al 5 % + Ácido sulfúrico concentrado + Ácido acético glacial + tubo de ensayo + extracto

Se tomó una porción del extracto y se colocó en un tubo de ensayo. Esta porción se disolvió en 1 ml de ácido acético glacial y posterior se agregaron 2 gotas de cloruro de hierro. Se le adicionaron 2 ml de ácido sulfúrico concentrado. La reacción fue considerada positiva al obtener un anillo de color rojo en el menisco líquido

1ml Keller - Kilani

2 ácido Sulfúrico

2 ml extracto

### **3.5.7.- Prueba de taninos**

- **Prueba de acetato de plomo (Kaur)**

**Material:** Acetato de plomo 1 % + extracto + tubo de ensayo

En un tubo de ensayo de 10 ml, añadir 5 ml del extracto y 1 ml de acetato de plomo al 1 %. La presencia de taninos se identifica mediante la coloración amarilla de la solución.



### 3.5.8.- Prueba de carbohidratos

- **Prueba de Benedict (Vijaya)**

**Material:** Reactivo de Benedict + extracto + tubo de ensayo

2 ml del extracto de la planta son tratados con 0.5 ml del reactivo de Benedict, esto fue calentado en un baño de agua a ebullición por 2 minutos. La presencia de un precipitado de color distinto confirma la existencia de azúcar.

- **Prueba de Fehling (Dora Valencia)**

**Material:** Reactivo de Fehling + agua destilada + tubo de ensayo + extracto

Se disolvió el extracto en 1 a 2 ml de agua destilada. Se adicionaron 2 ml del reactivo de Fehling y se calentó la mezcla en baño maría durante 5 a 10 minutos. El ensayo se consideró positivo si la solución se tornó de color rojo o apareció un precipitado rojo.

### 3.6 Control y mantenimiento de cochinillas

Las cochinillas se las obtuvo de un individuo que se encuentra ubicado en la Universidad Politécnica Salesiana campus María Auxiliadora, en el bloque A junto al edificio de pastoral, al cual después de seccionar varias ramas, y en ellas sustraer a la especie buscada (*Planococcus citri*) se las traslado a plantas de *Samanea saman* las cuales fueron adquiridas con anterioridad para realizar este proceso.

**Imagen 6. Recolección de cochinillas dentro del campus María Auxiliadora en la Universidad Politécnica Salesiana (Los autores, 2024)**



Tras la transferencia de las cochinillas a sus nuevas plantas hospederas, se procedió a trasladarlas a parcelas segmentadas ubicadas en el campus, las cuales habían sido instaladas días previos y cuentan con dimensiones de 1.5 m por lado. Estas estructuras están construidas con tubos de acero ligero de sección cuadrada, adquiridos a la empresa Novacero S.A. Dichas parcelas fueron revestidas con mallas mosquiteras con una cobertura del 80 %, mientras que en la parte inferior de los lechos artificiales se dispuso plástico de polietileno negro con el propósito de resguardar el suelo.

**Imagen 7. Armado de huertos dentro del campus María Auxiliadora (Los autores, 2024)**



Se dispusieron tres ejemplares de *Samanea saman* en cada uno de los cuatro huertos artificiales con el propósito de controlar su población mediante tres enfoques distintos, detallados a continuación:

- En el primer huerto, se llevó a cabo un control de mortalidad utilizando un insecticida comercial.
- El segundo huerto se mantuvo como grupo de control neutro, sin la aplicación de ningún tratamiento.
- En el tercer huerto, se realizaron pruebas utilizando el bioinsecticida al 50 % de concentración.
- En el cuarto y último huerto, se aplicó el bioinsecticida al 100 % de concentración.

Dado que los insecticidas comerciales contienen sustancias químicas que pueden dejar residuos, se ubicó el primer huerto a una distancia considerable de los demás para evitar interferencias en los resultados y en el tratamiento de los otros dos huertos tratados con el bioinsecticida natural.

**Imagen 8. Huertos para control 0 y control con bioinsecticida natural (Los autores, 2024)**



### **3.7 Control de Samanea saman**

Dada la magnitud de esta especie, se optó por implementar huertos de las dimensiones previamente mencionadas. Con el fin de minimizar el estrés en las plantas, se las dispuso en macetas adecuadas para su desarrollo y mantenimiento durante la ejecución de los tratamientos. A pesar de las precipitaciones constantes durante los tratamientos, se procedió a regarlas diariamente, aunque en ocasiones esto resultara innecesario. Esta práctica contribuyó a mantener un entorno óptimo para el desarrollo natural de las plantas.

Asimismo, esta estrategia facilitó la adhesión más efectiva y rápida de las cochinillas a las plantas, acelerando significativamente la finalización de los tratamientos mucho antes de lo previsto.

**Imagen 9. Plántulas de Samanea saman en su huerto previo a ensayos de control biológico (Los autores, 2024)**



### **3.8 Bioinsecticida**

Para la formulación del bioinsecticida utilizamos tres especies que recomienda utilizar la JICA (2010) los cuales son:

- Ají picante
- Ajo
- Pimienta

Esta sería la base de nuestro insecticida el cual se formuló en una relación 1:1 con las mismas cantidades de cada especie en 1 L de agua. El procedimiento a realizar consta en los siguientes pasos a continuación:

- En una licuadora se agregaron todas las especias en mismas cantidades (50 gr), al ser una cantidad grande de cada especia se realizó el proceso uno por uno, hasta conseguir una pasta de los tres ingredientes.
- Al obtener la pasta agregamos un litro de agua de la llave y dejamos reposar durante 12 horas.
- Pasado ese tiempo se agregan 50 ml de extracto puro y extracto diluido en agua tipo 1 para alcanzar las distintas concentraciones.
- Se realiza el proceso dos veces debido a que debemos tener dos bioinsecticidas con concentraciones diferentes (50 % y 100 %)
- Una vez realizado todo el proceso y después de haberlo dejado reposar, ya tenemos nuestro bioproducto listo para usar, el cual para utilizarlo en las plantas se debe diluir en agua (10 ml de insecticida en un litro de agua)

**Imagen 10. Bases concentradas de bioinsecticida previo a agregar extractos. (Los autores, 2024)**

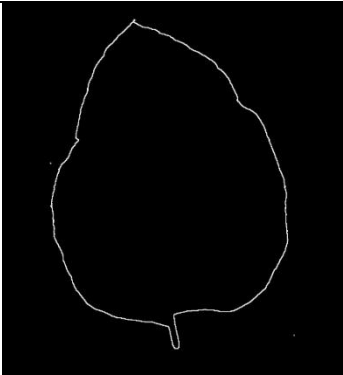

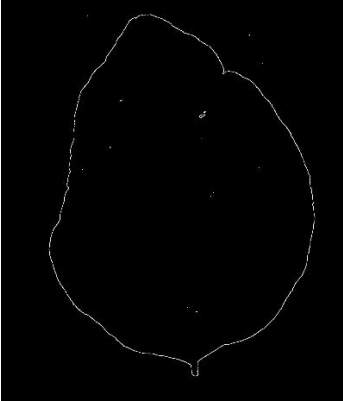

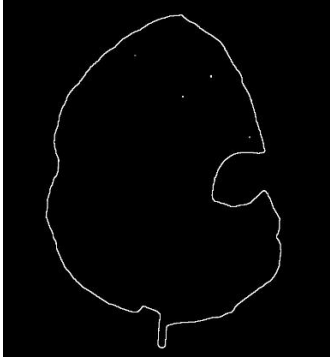



## Capítulo IV

### Resultados y discusiones

#### 4.1 Caracterización morfológica botánica

Tabla 8. Comparación de hojas para identificación de daño foliar y/o daño mecánico (Los autores, 2024)

	Daño Foliar	Hojas escaneadas
Hoja Joven		
Hoja Madura		
Hoja Vieja		

Se recolecto un total de 181 hojas de manera aleatoria de los tres individuos que se dividieron de la siguiente manera:

- 60 hojas jóvenes
- 61 hojas maduras
- 60 hojas viejas

En el conteo de las hojas mencionadas se separaron y dividieron para observar los daños y el porcentaje del mismo para examinar la cantidad de hojas que contienen daño foliar o en su contraparte daño mecánico producido por algún animal o una persona, datos que podemos observar a continuación:

Tabla 9. **Análisis de daño foliar y mecánico en hojas de *Cordia lutea* (Los autores, 2024)**

Hojas Jóvenes	Hojas Maduras	Hojas Viejas
# hojas total	60	# hojas total 61
Hojas sanas	31	Hojas sanas 33
Daño 25%	20	Daño 25% 19
Daño 50%	9	Daño 50% 5
Daño 75%	0	Daño 75% 3
Daño 100%	0	Daño 100% 0

En la **Tabla 9** se evidencia un ínfimo deterioro foliar ocasionado por insectos, siendo más notorios los daños de origen mecánico o provocados por insectos que se alimentaron de las hojas en tránsito, sin embargo, no se detectó la presencia de plagas establecidas en las hojas. Tras esta sucinta evaluación del daño foliar, se procedió a seleccionar de forma aleatoria tres especímenes de *Cordia lutea* en el perímetro de la Universidad Politécnica Salesiana campus María Auxiliadora, con el fin de recolectar hojas que posteriormente serían utilizadas para la extracción de extractos alcohólicos destinados a la formulación de nuestro bioinsecticida. Se procuró que los individuos seleccionados no estuvieran contiguos entre sí al ser elegidos aleatoriamente, por lo cual los puntos de recolección fueron los siguientes.



**Imagen 11. Puntos de recolección de individuos de *Cordia lutea* dentro de la Universidad Politécnica Salesiana campus María Auxiliadora (Google Earth Pro, 2024)**



Los puntos seleccionados tienen las siguientes coordenadas:

- Punto 1: 17M 6063159757328
- Punto 2: 17M 6064139757051
- Punto 3: 17M 6064669757047

Una vez ya se sustrajeron las hojas, se lavaron, secaron en la estufa y se molieron, fueron trasladadas a un envase grande para el proceso de maceración.

#### **4.2 Tamizaje fitoquímico**

Los resultados se interpretan de manera cualitativa la cual es medida mediante la intensidad de cambios físicos en cada interacción entre extracto-reactivo, demostrados en la **Tabla 10.**

Tabla 10. **Escala cualitativa de medición de tamizaje fitoquímico (Los autores, 2024)**

**Interpretación de resultados de tamizaje fitoquímico**

-	<b>Ausencia de metabolito</b>
+	<b>Intensidad baja de color</b>
++	<b>Intensidad media de color</b>
+++	<b>Intensidad alta de color</b>

Después del proceso de secado en estufa, su molienda en licuadora y su maceración, se realizaron las pruebas de tamizaje fitoquímico, las cuales se realizaron en base a la metodología descrita por Durazno, S. & Herrera, W. (2017). Pruebas que dieron los siguientes resultados posterior a su análisis.

Tabla 11. **Resultados de pruebas de tamizaje fitoquímico (Los autores, 2024)**

Prueba	Resultado
Dragendorff	+++
Mayer	-
Hager	-
Wagner	-
Ácido clorhídrico	-

Afrosimétrico	+
Peróxido	-
Molish	-
Hidróxido de potasio	-
Keller Kilani	-
Baljet	-
Shinoda	++
Fehling	-
Benedict	-
Ácido sulfúrico	++

---

Los resultados nos indican que nuestro extracto alcohólico contiene Flavonas y Flavonoles, metabolitos secundarios que constan en las pruebas de alcaloides, saponinas y flavonoides, los cuales se estima sean los responsables de que no exista plaga en el Muyuyo.

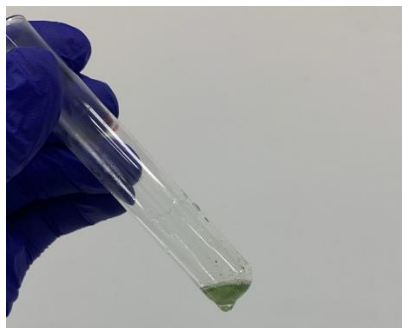
**Imagen 12. Prueba de Dragendorff realizada durante tamizaje fitoquímico (Los autores, 2024)**



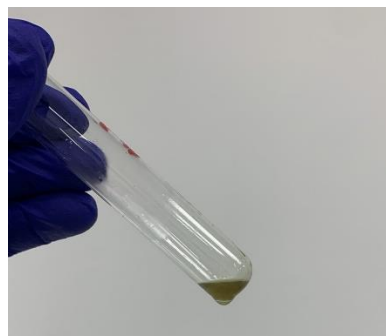
**Imagen 13. Test afrosimétrico realizado durante tamizaje fitoquímico (Ribadeneira y Vera, 2024)**



**Imagen 14. Prueba de Shinoda realizada durante tamizaje fitoquímico (Los autores, 2024)**



**Imagen 15. Prueba de Ácido Sulfúrico realizada durante tamizaje fitoquímica (Los autores, 2024)**



#### **4.3 Comparación de bioinsecticida e insecticida comercial.**

Se realizó un conteo al azar cada cuatro días partiendo del día de infección de las cochinillas tomando de referencia lo que Buena y Parrilla (2019) evaluaron en un caso similar al realizado en este proyecto.

**Tabla 12. Resultados del control positivo de *Planococcus citri* (Los autores, 2024)**

	Macho	Hembra	Ninfa
Planta 1	0	0	0
Planta 2	0	0	0
Planta 3	0	0	0

Tabla 13. **Resultados del control negativo de *Planococcus citri* (Los autores, 2024)**

	Macho	Hembra	Ninfa
Planta 1	4	32	48
Planta 2	3	27	48
Planta 3	1	38	53

Tabla 14. **Resultados del control con bioinsecticida al 100% de concentración de *Planococcus citri*. (Los autores, 2024)**

	Macho	Hembra	Ninfa
Planta 1	0	7	1
Planta 2	0	0	11
Planta 3	0	0	0

Tabla 15. **Resultados del control con bioinsecticida al 50% de concentración de *Planococcus citri* (Los autores, 2024)**

	Macho	Hembra	Ninfa
Planta 1	0	0	0
Planta 2	0	4	5
Planta 3	0	12	10

Posterior al conteo de cochinillas se analizó la tasa de mortalidad que hubo entre los diferentes tratamientos realizados. Debido a la alta incidencia de precipitaciones se decidió acortar el tiempo entre conteo, ya que en un principio se iba a seguir la metodología de Buena y Moneyba (2019) que constaba de un conteo cada siete días después de haber realizado la infección en las plantas de *Samanea saman*.

El análisis evidencia, conforme a las expectativas, que los plaguicidas autorizados en la agricultura convencional (incluyendo la agricultura integrada) exhiben un nivel de peligrosidad sustancialmente superior en comparación con aquellos empleados en la agricultura ecológica. Más del 50% de estas sustancias plantean una amenaza para la salud humana, siendo la exposición a

través de la dieta, el trabajo y la contaminación ambiental, particularmente en áreas periféricas a los cultivos, las principales vías de riesgo. Además, se observa un impacto negativo significativo en la vida acuática, afectando consecuentemente a la salud humana a través del consumo de pescado.

Previo a exponer el análisis comparativo llevado a cabo por investigadores austriacos, es imperativo aclarar aspectos fundamentales:

El estudio se centra exclusivamente en las sustancias activas. La inclusión de coformulantes y el efecto combinado podrían arrojar resultados aún más desfavorables para los pesticidas empleados en la agricultura convencional.

En la agricultura ecológica, la aplicación de pesticidas para la protección de cultivos es considerada como último recurso, afectando en promedio entre el 5% y 10% de la superficie cultivada. Este enfoque se basa en estrategias preventivas, como la rotación de cultivos, la preservación de la biodiversidad y el fomento de la salud del suelo, minimizando la dependencia de pesticidas (Maria Chamuscado, 2023)

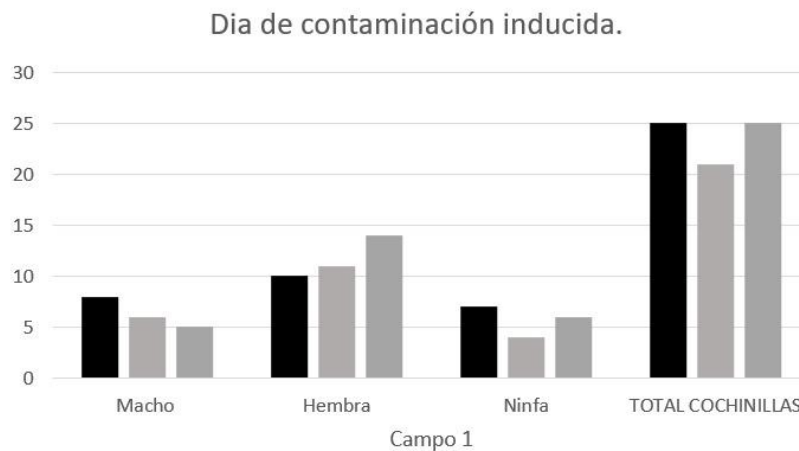
El informe sobre el impacto ambiental, basado en las clases de peligro del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS), se circunscribe a los efectos en el medio ambiente acuático, abordando específicamente la toxicidad para peces, crustáceos, dafnias y algas, así como la degradación y bioacumulación de sustancias. No se extiende a los efectos adversos sobre polinizadores (incluso por deriva), aves, lombrices y aguas subterráneas.

En relación con la naturaleza de los pesticidas, se destaca una diferencia fundamental:

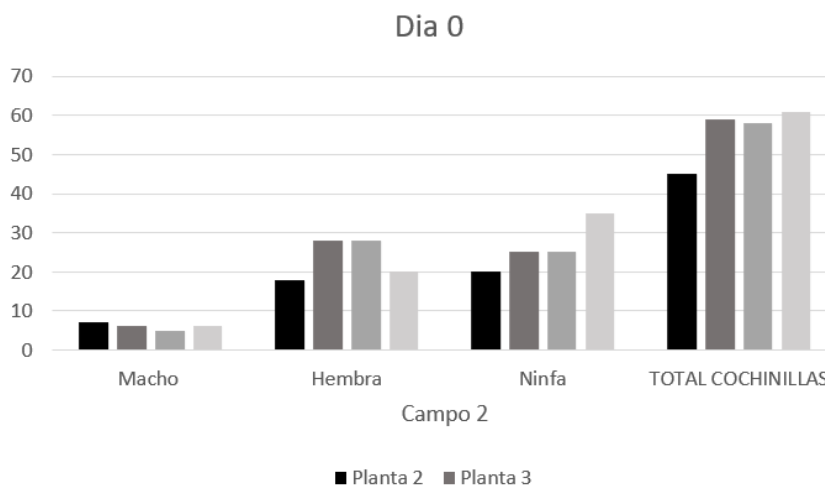
El 87.9% de las moléculas autorizadas en la agricultura convencional (225) derivan del petróleo.

La totalidad de los pesticidas permitidos en la agricultura ecológica son sustancias naturales o de origen natural, conforme a las disposiciones del reglamento UE 848/2018, caracterizándose por una rápida degradación. El 56% de estos pesticidas están constituidos por microorganismos, tales como bacterias, virus y hongos (Chamuscado, 2023)

**Imagen 16. Los valores relativos al día de la infección de las plantas han sido meticulosamente registrados, junto con el monitoreo del crecimiento de la plaga en sus diversas etapas (Los autores, 2024)**

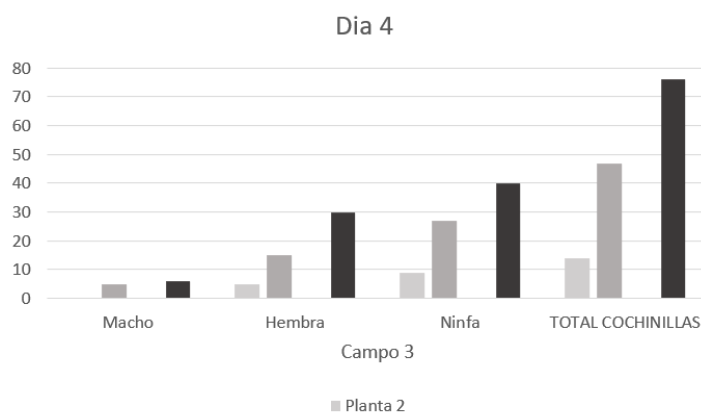


**Imagen 17. El aumento en la biomasa de las cochinillas durante el periodo inicial de exposición al bioinsecticida e insecticida comercial ha sido objeto de evaluación (Los autores, 2024)**

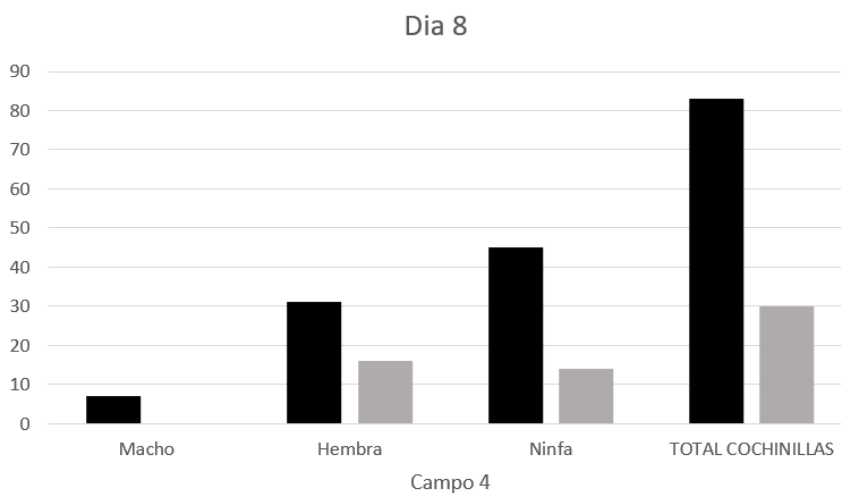




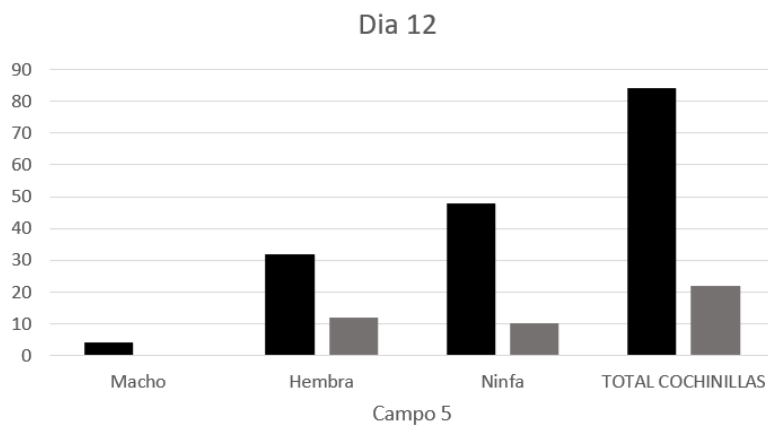
**Imagen 18. Los resultados obtenidos a raíz de la aplicación del bioinsecticida y del insecticida comercial han arrojado observaciones auspiciosas, evidenciando una respuesta afirmativa al tratamiento en cuestión (Los autores, 2024)**



**Imagen 19. Los resultados derivados del régimen de control mediante la aplicación de ambos insecticidas revelan una notable disparidad en la eficacia, destacando una respuesta significativamente superior por parte del insecticida comercial (Los autores, 2024)**



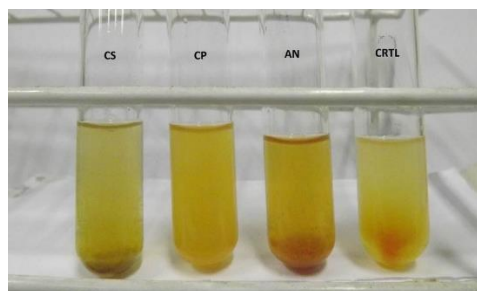
**Imagen 20. Los metabolitos derivados del bioinsecticida exhiben una disminución de su eficacia en el control de poblaciones de cochinillas, evidenciando una reducción de su impacto sobre este grupo de insectos (Los autores, 2024)**



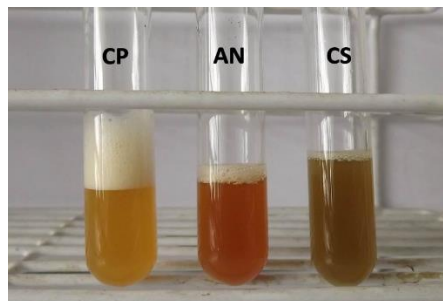
#### 4.4 Discusión

Las pruebas de la presente investigación deberían haber sido observadas de esta manera en nuestro proyecto.

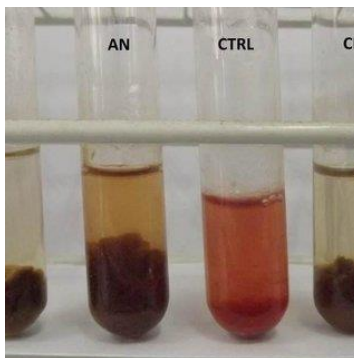
**Imagen 21. Prueba de Ácido sulfúrico en extracto de lupino (Jorge Cabrera, 2014)**



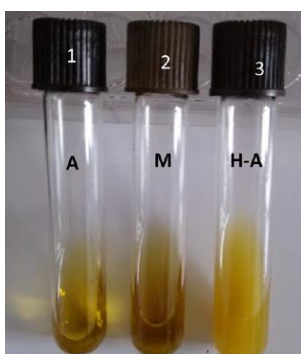
**Imagen 22. Prueba de Dragendorff en extracto de lupino (Jorge Cabrera, 2014)**



**Imagen 23. Prueba afrosimétrico en extracto de lupino (Jorge Cabrera, 2014)**



**Imagen 24. Prueba Shinoda en extracto de lupino (Jorge Cabrera, 2014)**



Los resultados fitoquímicos inesperados son una realidad en la investigación científica. Abordar estos desafíos implica una evaluación crítica de los factores contribuyentes, la validación cuidadosa de los resultados y la adaptación de los enfoques metodológicos. Los diferentes métodos abordados en la investigación conducen a un tipo de enfoque específico en relación con el estudio. En este estudio, se esperaba obtener resultados como los mostrados en la imagen, sin embargo, los valores encontrados en nuestro proyecto fueron significativamente inferiores, posiblemente debido al marco metodológico empleado o a factores externos variables.

Según Velez (2022), utilizó (*Borago officinalis*) Borraja amarilla, azul y blanca que son de la familia *Boraginaceae* de misma manera que el Muyuyo, estas especies poseen diferentes características biológicas que pueden beneficiar al ser humano, lo que puede conllevar a que *Cordia lutea* también posea actividades medicinales desconocidas.

Por su contraparte, Castro (2015) utilizó el fruto del Muyuyo para la elaboración de productos de tipo cosmético, debido a que, como ella expresa “el mucílago del fruto del muyuyo presenta propiedades fijadoras del cabello...” y corrobora a que esta especie no solo sirve para la industria agrónoma, medicinal, sino también a la industria agrónoma.

El bioinsecticida ha demostrado ser prometedor al mostrar una efectividad destacada en las etapas iniciales de la infestación. Este comportamiento puede atribuirse a su acción temprana y selectiva, dirigida específicamente a las cochinillas en sus primeras fases de desarrollo. Sin embargo, a medida que avanzó el estudio, se evidenció una disminución progresiva en su eficacia, mostrando una pérdida de impacto sobre las poblaciones de cochinillas en etapas más avanzadas.

En contraste, el insecticida comercial ha mantenido una eficacia constante y, de hecho, ha demostrado ser cada vez más efectivo con el paso del tiempo. Su formulación, presumiblemente más potente y abarcadora en términos de espectro de acción, ha permitido un control más sólido y continuo de las cochinillas en todas las etapas de su ciclo de vida. La capacidad del insecticida comercial para abordar eficazmente las cochinillas en diversas fases de desarrollo ha sido evidente, resultando en la erradicación exitosa de la plaga en comparación con el bioinsecticida.

Se llevó a cabo un estudio para comparar la eficacia de tres insecticidas (muestra 1, muestra 2 y muestra 3) en el control de la cochinilla algodonosa (*D. texensis*) y su impacto en el crecimiento del banano. Se evaluaron el número de cochinillas, la altura y el diámetro del pseudotallo, así como la eficacia y la eficiencia de los insecticidas (Moreira, 2017).

Los resultados indicaron que muestra 1 fue el tratamiento más efectivo para controlar *D. texensis*. Se observó un mayor crecimiento y engrosamiento del pseudotallo en las plantas tratadas con muestra 1 en comparación con muestra 2 y muestra 3. Se encontró una correlación negativa entre la cantidad de cochinillas y el crecimiento del pseudotallo, lo que sugiere que la presencia de la plaga afecta negativamente el desarrollo de la planta (Moreira, 2017).

Esta discusión sugiere que, aunque el bioinsecticida puede ofrecer una solución inicial prometedor, su efectividad decreciente a lo largo del tiempo limita su aplicabilidad en comparación con la persistencia y eficacia sostenida del insecticida comercial. La elección entre

ambos agentes dependerá de factores como la rapidez requerida en el control, la selectividad frente a organismos no objetivo y la duración deseada de la protección fitosanitaria.

## Capítulo 5

### Conclusiones y Recomendaciones.

#### Conclusiones

- Se identificó un total de 37 especies arbóreas que están ubicadas dentro del reducto forestal de BSTE que se encuentra en el campus Maria Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana, mismas que se reconocieron con el apoyo de un experto botánico, aplicaciones digitales. Posterior a la identificación se inmovilizó un espécimen vegetal en formato A3 para su conservación y posterior entrega al proyecto GIAB de herbario.
- Después de realizar el análisis de tamizaje, se ha determinado que los compuestos bioquímicos responsables de la inhibición de plagas, específicamente de cochinillas, en *Cordia lutea* son los alcaloides, saponinas y flavonoides presentes en la composición del bioinsecticida.
- El producto biológico formulado se posiciona como una alternativa viable para el control biológico de *Planococcus citri*, aunque su eficacia es inferior a la de su contraparte, debido a la baja actividad que ejerce en las plántulas, atribuible a sus componentes biológicos constituyentes.

## Recomendaciones

- Fomentar la preservación de especies endémicas presentes en nuestra reserva forestal de BSTE con el propósito de analizar e investigar sus potenciales beneficios para la comunidad científica y la sociedad en general.
- Evaluar diversos extractos, como los acuosos o hexanólicos de *Cordia lutea*, con el fin de determinar su eficacia en el tratamiento de cochinillas u otras plagas.
- Realizar seguimientos de *Planococcus citri* dentro del campus María Auxiliadora con el fin de mitigar la presencia de esta plaga en diversas especies que habitan en dicho entorno.
- Evaluar la actividad medicinal en relación humana de *Cordia lutea* para próximos temas de proyecto de titulación.



## Bibliografía

Aguirre, 2012. ‘Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía Dendrológica’. En: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Bosques-Secos4.pdf> 2 junio 2014.

Alexander, D. J. J. (2021). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL*. Edu.ec. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/53106/1/T-111257%20DELGADO.pdf>

Apolo L. (2021) Análisis comparativo de métodos de extracción de metabolitos secundarios producidos por tres especies de plantas medicinales del Ecuador. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33653/1/BQ%20275.pdf>

Bellinger R. (1999) Pesticidas orgánicos y biopesticidas. <https://hgic.clemson.edu/factsheet/pesticidas-organicos-y-biopesticidas/>

Buena A., Moneyba S. (2019) Evaluación de la eficacia de productos comerciales en base a hongos entomopatógenos para el control de la cochinilla del aguacate (*Nipaecoccus nipae* Maskell) en condiciones de semicampo.

Bosque Cerro Blanco (2021). “Bosque Seco Tropical”. <https://bosquecerroblanco.org/index.php/bosque-seco-tropical/#:~:text=Bosque%20seco%20tropical%20es%20un,hojas%20y%20todo%20est%C3%A1%20verde>

Cabrera, J. (2014, febrero). *Determinación de metabolitos secundarios en tres pteridofitos, plantas con interés medicinal*. Researchgate.net. [https://www.researchgate.net/figure/Resultado-de-la-prueba-de-Millon-CTRL-Pectona\\_fig6\\_266476420](https://www.researchgate.net/figure/Resultado-de-la-prueba-de-Millon-CTRL-Pectona_fig6_266476420)

FAO (2021) Revisión científica del impacto del cambio climático en las plagas de las plantas.

Fitoquímica, (2011). “Que es La Fitoquímica”. En <http://susanfitoquimica.blogspot.com/2011/05/que-es-la-fitoquimica.html> 12 agosto 2014.

García. (2006). Caracterización morfotaxonomica y fitoquímica de las especies florísticas: *Caesal piniaspinosa*, *Cercidiumpraecox*, *Burseragraveolens*, *Cordia lutea* y *Jatropha curcas* Reportadas como etnomedicinales en la zona reservada de tumbes. [https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:AXAVHVIgGh0J:generoyambiente.com/arcangel2/documentos/110.doc+I+Congreso+Latinoamericano+de+mujeres+en+ciencia&hl=es&gl=ec&pid=bl&srcid=ADGEESglxqZPO-BoS\\_DriC8xME11LQPIywPwIIVESgBeM5ceA9DAjoyKSu0J3f7PkOnRrPjyGML](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:AXAVHVIgGh0J:generoyambiente.com/arcangel2/documentos/110.doc+I+Congreso+Latinoamericano+de+mujeres+en+ciencia&hl=es&gl=ec&pid=bl&srcid=ADGEESglxqZPO-BoS_DriC8xME11LQPIywPwIIVESgBeM5ceA9DAjoyKSu0J3f7PkOnRrPjyGML)

GÓMEZ CARPIO, J. F. (2022). A CONTROL POSCOSECHA DE COCHINILLA (*Dysmicoccus* spp) EN BANANO (*Musa acuminata* AAA) EMPLEANDO SALES POTÁSICAS, MILAGRO – GUAYAS. UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR.

Granda V. y S. Guamán. 2006. Composición florística, estructura, endemismo y etnobotánica de los bosques secos Algodonal y La Ceiba en los cantones Macará y Zapotillo de la provincia de Loja. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja, EC. 224 p.

Herrera et.al. (2021) Insectos plagas comunes y sus enemigos en áreas verdes urbanas de la costa ecuatoriana

JICA (2010) Insecticidas Orgánicos “Material de apoyo a la guía de extensión de técnicas apropiadas para pequeños productores”

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2019). Bosque Seco ecuatoriano es parte de la Red Mundial de Reservas de Biosfera de la UNESCO. Ambiente.gob.ec. <https://www.ambiente.gob.ec/bosque-seco-ecuadoriano-es-parte-de-la-red-mundial-de-reservas-de-biosfera-de-la-unesco/>

Ministerio para la Transparencia ecológica y el reto demográfico (2024) Aplicaciones de plantas. <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/pag-web/plantner-plantsnap.html#:~:text=Pl%40ntNet%20es%20una%20aplicaci%C3%B3n,de%20plantas%20ornamentales%20y%20cultivadas.>

Mondragón J. (2002). *INSECTICIDAS*. Csr servicios.es.  
[https://www.csr servicios.es/LABORATORIO/DESCARGAS/LOS\\_INSECTICIDAS\\_LECTURA\\_AVANZADA.pdf](https://www.csr servicios.es/LABORATORIO/DESCARGAS/LOS_INSECTICIDAS_LECTURA_AVANZADA.pdf)

Moreira C. (2017). Efecto de insecticidas naturales y bioinsecticidas en el control de la cochinilla algodonosa (*Dysmicoccus texensis*) y el crecimiento del banano (*Musa acuminata* Colla) variedad Cavendish en el cantón Quevedo, provincia de Los Ríos.  
<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c8218586-a549-40b4-9213-6eb8d5de9d08/content>

Moreira, F. (2020) *Como combatir la cochinilla algodonosa, Planeta Huerto*. Available at:  
[https://www.planetahuerto.es/revista/como-combatir-la-cochinilla-algodonosa\\_00707](https://www.planetahuerto.es/revista/como-combatir-la-cochinilla-algodonosa_00707).

Moto P. 2005. Plantas medicinales del bosque seco cantón Zapotillo y Macará. UNL-COSV. Loja, Ecuador

Riofrio I. (2018). El bosque seco, una joya amenazada en el Ecuador. Noticias Ambientales. <https://es.mongabay.com/2018/07/ecuador-bosque-seco/>

SANDY NOEMI DURAZNO TINIZHAÑAY WLADIMIR RANGEL HERRERA FERNÁNDEZ. (2018). *ESTUDIO FARMACOGNÓSTICO Y FITOQUÍMICO PRELIMINAR DEL TUBÉRCULO DE Tropaeolum tuberosum spp tuberosum (Ruíz & Pavón, Kuntze), MASHUA VARIEDAD AMARILLA*. Edu.ec. <https://repositorio.ug.edu.ec/items/e68339a6-64fc-453e-b191-4d87ab00dc1e>

Soto Vásquez, M. R. (2015, julio 7). Estudio Fitoquímico y cuantificación de flavonoides totales de las hojas de *Piper peltatum* L. y *Piper aduncum* L. procedente de la región Amazonas.  
<http://file:///C:/Users/DELL/Downloads/Dialnet-EstudioFitoquimicoYCuantificacionDeFlavonoidesTota-6181512.pdf>

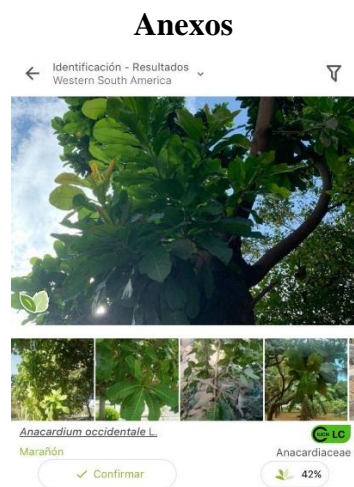
Padilla, V. (2017). *Facultad de ciencias. Sección de Biología*. Ull.es. Recuperado el 24 de febrero de 2024, de <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/4277/Bioinsecticidas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Porru, A. (2020, 27 de julio). PlantNet: aplicación colaborativa para identificar plantas. *Notas Naturales*; Annalisa Porru. <https://www.notasnaturales.com/app-para-identificar-plantas/>

Velez J. (2022) Elaboración de una guía etnobotánica y fitoquímica de plantas medicinales de las parroquias: Sinincay, Chiquintad, Checa (JIDCAY), Octavio Cordero Palacios, SIDCAY, Llaoca, Ricaurte del cantón Cuenca – Ecuador. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23638/1/UPS-CT010139.pdf>

Weather Spark (2024) El clima y el tiempo promedio en todo el año en Guayaquil. <https://es.weatherspark.com/y/19346/Clima-promedio-en-Guayaquil-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>

World Wildfire Fund (2014) Ecuadorian dry forests - The Encyclopedia of Earth. [https://editors.eol.org/eoearth/wiki/Ecuadorian\\_dry\\_forests](https://editors.eol.org/eoearth/wiki/Ecuadorian_dry_forests)



**Anexo 1.** Caracterización de arbórea utilizando app PlantNet.



**Anexo 2.** Caracterización arbórea con experto botánico.



**Anexo 3.** Salida de campo para caracterización arbórea con ayuda de experto botánico



**Anexo 4.** Primera recolección de hojas de Muyuyo



**Anexo 5.** Primer proceso de lavado de hojas de Muyuyo



**Anexo 6.** Secado natural de hojas



**Anexo 7.** Compra de plántulas de *Samanea saman*



**Anexo 8.** Plántulas de *Samanea saman*.



**Anexo 9.** Elaboración de huertos para plántulas compradas en Novacero S.A.



**Anexo 10.** Plántulas de Saman y huertos desmontados de camino a la Universidad



**Anexo 11.** Armado de huertos con sus mosquiteras para ensayos



**Anexo 12.** Hojas lavadas y secas





**Anexo 13.** Hojas secas en estufa



**Anexo 14.** Molienda de hojas posterior a la estufa



**Anexo 15.** Huerto de control negativo



**Anexo 16.** Huerto control bioinsecticida concentración 50%



**Anexo 17.** Huerto control bioinsecticida concentración 100%



**Anexo 18.** Huerto control positivo con insecticida comercial



**Anexo 19.** Insecticida comercial



**Anexo 20.** Selección de hojas para análisis foliar



**Anexo 21.** Cambio de macetas a plántulas



**Anexo 22.** Extracto post-maceración



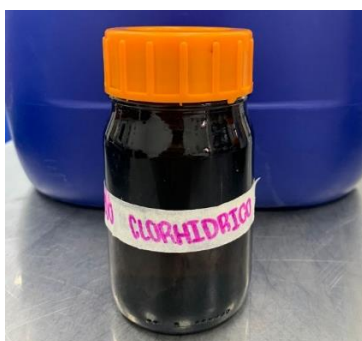
**Anexo 23.** Reactivo Dragendorff



**Anexo 24.** Reactivo Mayer



**Anexo 25.** Reactivo Hager



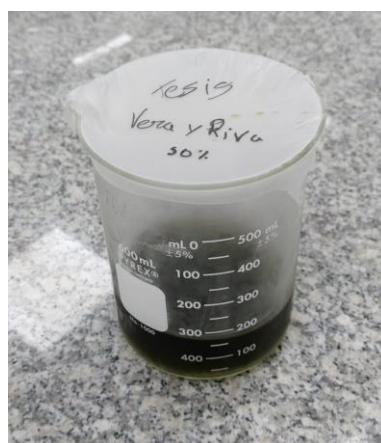
**Anexo 26.** Ácido clorhídrico



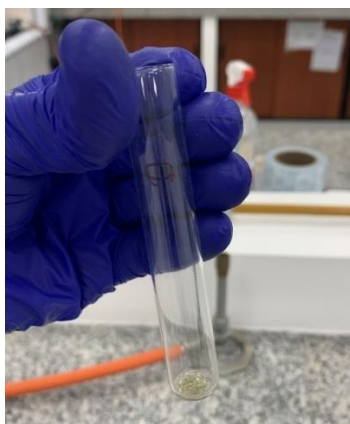
**Anexo 27.** Rotavapor



**Anexo 28.** Extrato concentración 100%



**Anexo 29.** Extrato concentración 50%



**Anexo 30.** Prueba de Dragendorff



**Anexo 31.** Prueba de mayer



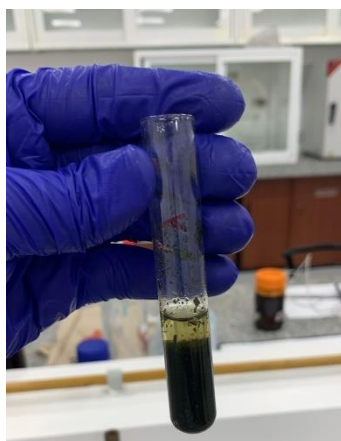
**Anexo 32.** Prueba de Hager



**Anexo 33.** Prueba de Wagner



**Anexo 34.** Prueba de Acido Clorídrico

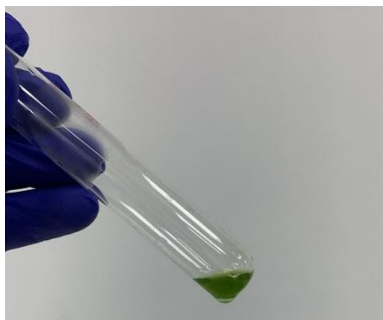


**Anexo 35.** Prueba de afrosimetrico





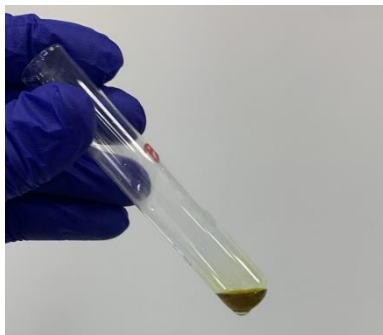
**Anexo 36.** Prueba de peróxido



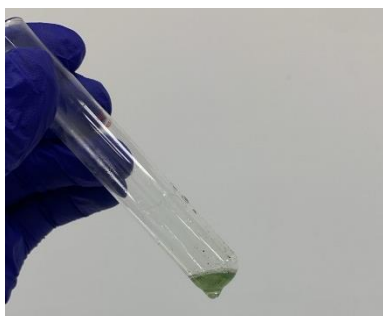
**Anexo 37.** Prueba de Molish



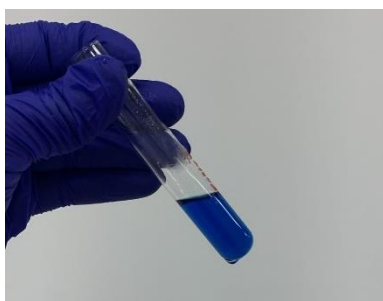
**Anexo 38.** Prueba de Keller Kilani



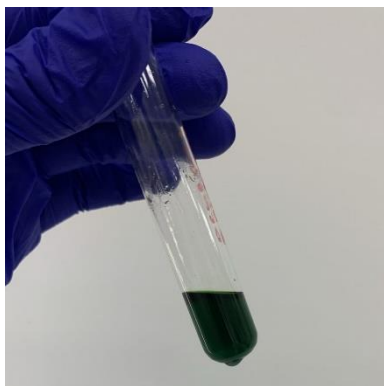
**Anexo 39.** Prueba de Baljet



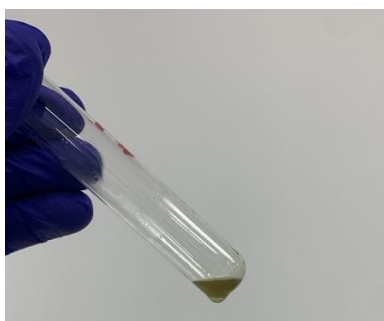
**Anexo 40.** Prueba de Shinoda



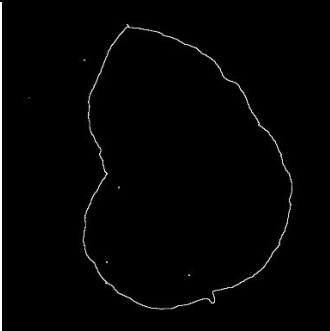

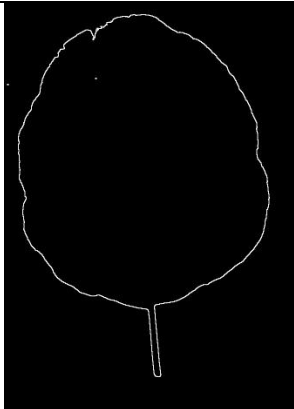

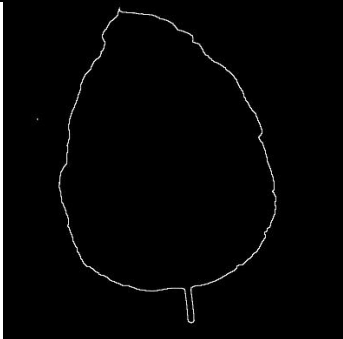

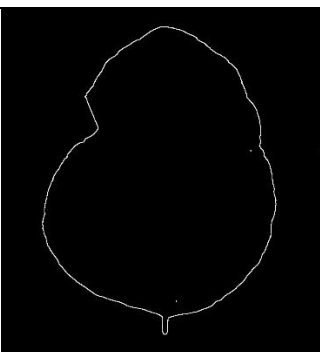

**Anexo 41.** Prueba de Fehling

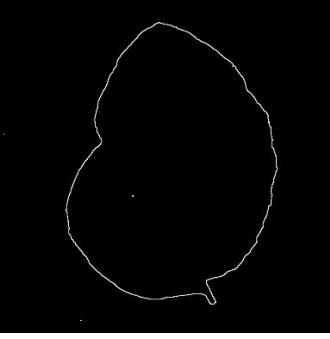

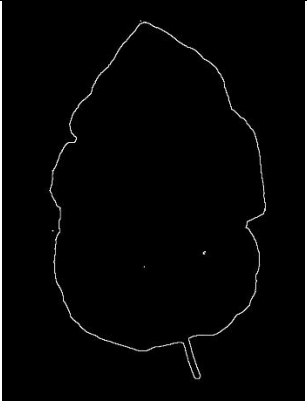

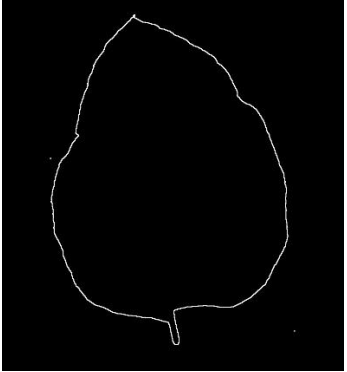

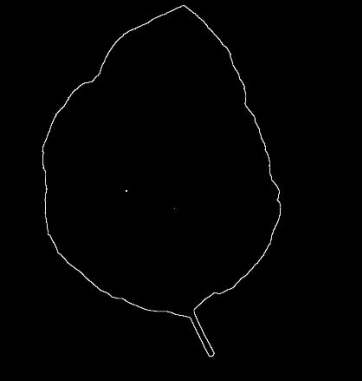



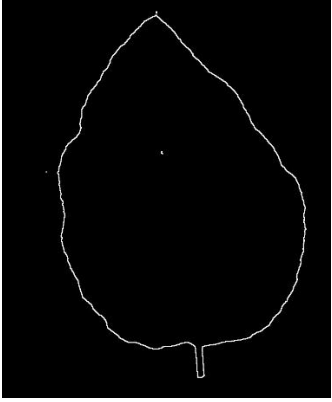

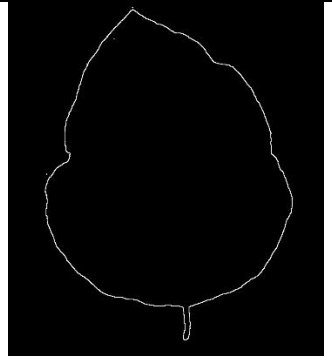

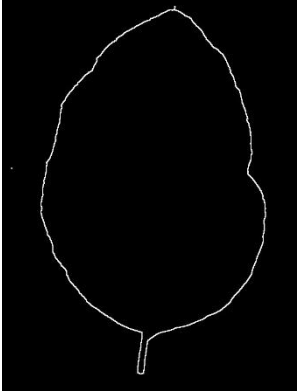

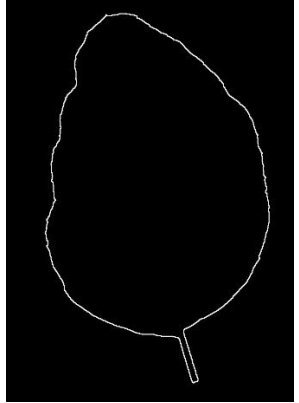

**Anexo 42.** Prueba de Benedict

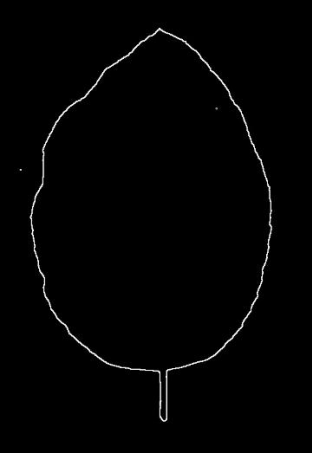

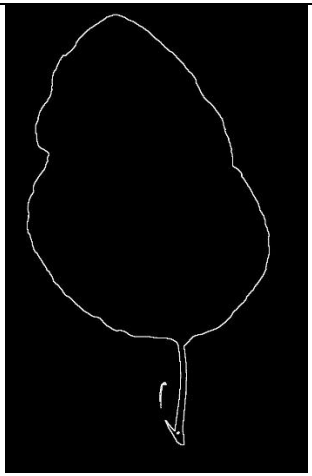

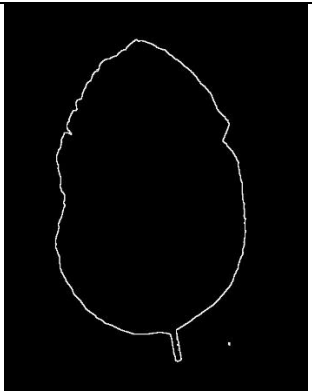



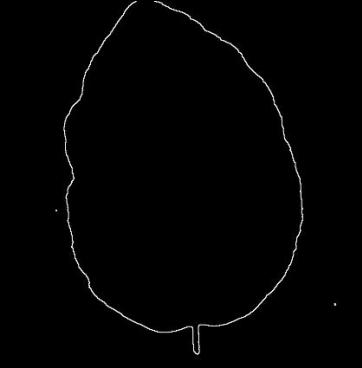

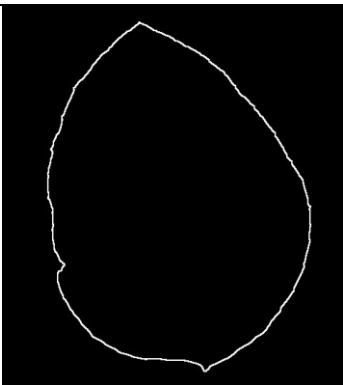
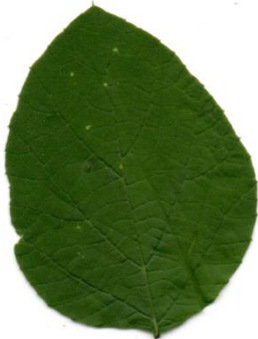
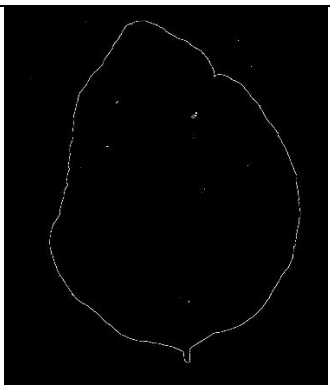

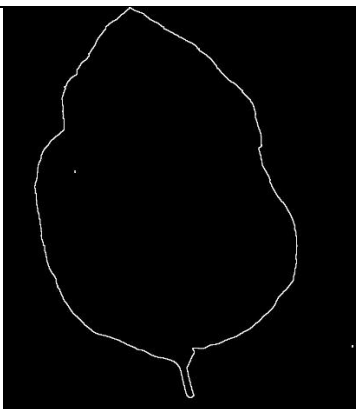

**Anexo 43.** Prueba de Acido Sulfúrico

Daño foliar hoja joven 1		
Daño foliar hoja joven 2		
Daño foliar hoja joven 3		
Daño foliar hoja joven 4		

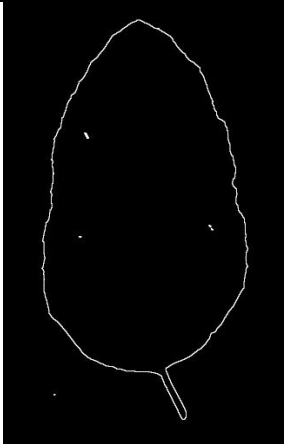



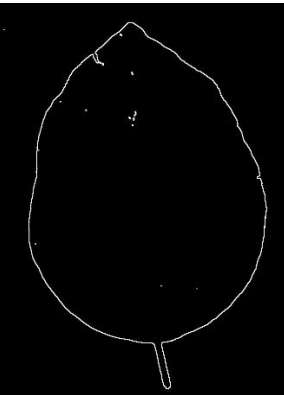

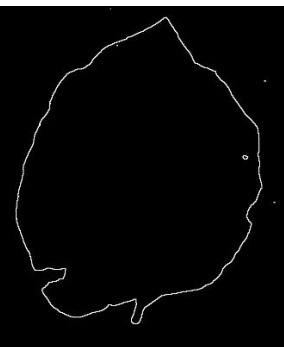

Daño foliar hoja joven 5		
Daño foliar hoja joven 6		
Daño foliar hoja joven 7		
Daño foliar hoja joven 8		

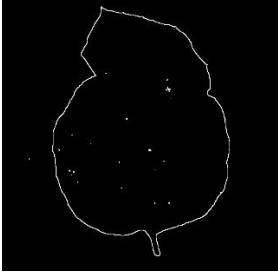

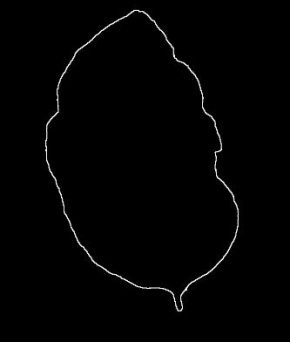

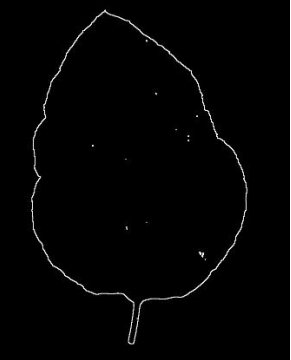

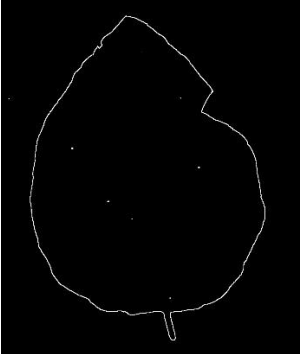

Daño foliar hoja joven 9		
Daño foliar hoja joven 10		
Daño foliar hoja madura 1		
Daño foliar hoja madura 2		

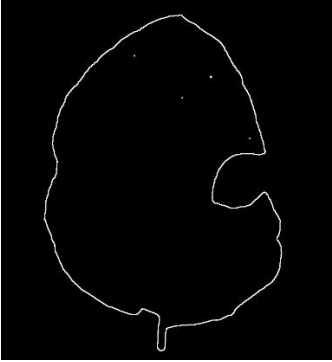



Daño foliar hoja madura 3		
Daño foliar hoja madura 4		
Daño foliar hoja madura 5		

Daño foliar hoja madura 6		
Daño foliar hoja madura 7		
Daño foliar hoja madura 8		
Daño foliar hoja madura 9		



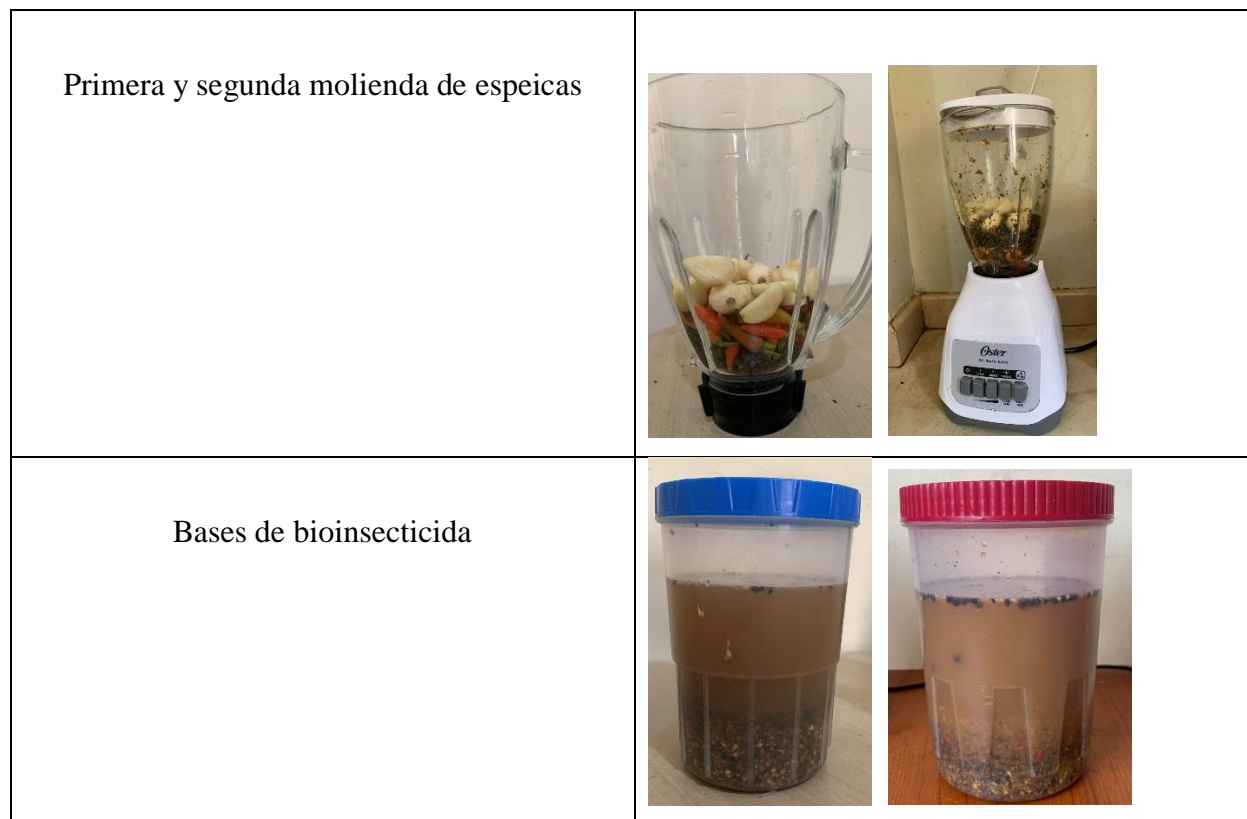
Daño foliar hoja madura 10		
Daño foliar hoja vieja 1		
Daño foliar hoja vieja 2		
Daño foliar hoja vieja 3		

Daño foliar hoja vieja 4		
Daño foliar hoja vieja 5		
Daño foliar hoja vieja 6		
Daño foliar hoja vieja 7		

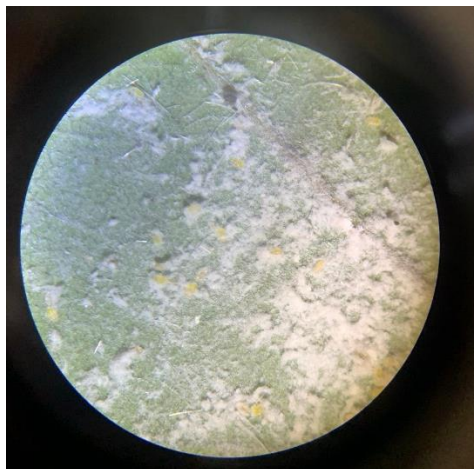
Daño foliar hoja vieja 8		
Daño foliar hoja vieja 9		

**Anexo 44.** Daños foliares a tres tipos de hojas

Pesaje de especias para base de bioinsecticida	
--	--



**Anexo 45.** Preparación de bases de bioinsecticida.



**Anexo 46.** Conteo de cochinillas


**HERBARIO UPS – CAMPUS MARÍA AUXILIADORA**

Universidad Politecnica Salesiana – Sede Guayaquil

**Codigo:**

ECUADOR

**Familia:** Boraginaceae

**Habitat:** Bosque Seco

Tropical

**Habito:** Herbacea

**Nombre científico:** *Cordia lutea*
**Nombre común:** Muyuuyo

**Ubicación:** Reducto forestal de la Universidad Politecnica Salesiana

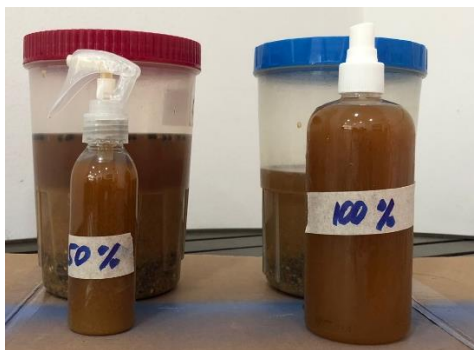
**Coordenadas:** -2.197142, -80.042732

**Colector:** Esteban Ribadeneira – Jeem Vera

**Fecha de colecta:** 02/02/2024 11:00:00

**Observaciones:** Este arbol tropical se desarrolla principalmente en la región costera de Ecuador, así como en otras zonas de América Latina donde las condiciones climáticas y del suelo son propicias para su crecimiento. Esta planta suele encontrarse en áreas tropicales y subtropicales, donde puede crecer de forma silvestre o cultivada en huertos familiares o jardines ( Granda y Guamán 2006)

**Anexo 47.** Identificación y herborización de *Cordia lutea*.



**Anexo 48.** Bioinsecticidas a diferentes concentraciones



**Anexo 49.** Aplicacion tratamiento 50%



**Anexo 50.** Aplicación tratamiento 100%