



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CARRERA QUÍMICA INDUSTRIAL

**SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE
LICENCIATURA EN QUÍMICA INDUSTRIAL**

Título: Elaboración de un extracto con función bioinsecticida a partir de las semillas del árbol de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) para combatir la plaga de la mosca blanca (*B. Tabaci*) en cultivo de tomate. Departamento de Química UNAN, Managua, Agosto -Noviembre 2020

Autoras: Bra. Jennifer Exania Hernández Gutiérrez
Bra. Milena Junieth Torrentes Herrera

Tutor: Dra. Ana Margarita Matamoros Artola

Managua, Diciembre de 2020

Dedicatoria

La Sabiduría es fundamental en nuestra formación, la misma es un don regalado de Dios que se alimenta con los conocimientos y experiencias transmitidos por docentes y se sostiene con la ayuda de nuestros padres.

Es por eso que queremos dedicar este trabajo a Dios, Docentes y Padres de Familia que han estado a lo largo de nuestra formación como profesionales.

Exania Hernández & Milena Torrentes

Agradecimientos

Principalmente le doy gracias a Dios por darnos haberme permitido llegar hasta este día llena de salud amor y rodeada de las personas que amo por llenarme de fortaleza y sabiduría a lo largo del camino.

A mis padres Zisalia del Carmen Gutiérrez y Edwing Emilio Hernández Valerio por apoyarme no solo económicamente si no por darme ánimos cuando ya no daba más gracias a mi mama por ser el pilar más fuerte al cual me apoyaba las noches interminables de desvelo gracias por estar ahí y ser mi ayuda incondicional

A mi compañera (hermana Milena Junieth Torrentes Herrera) por estar junto a mi trabajando hombro con hombro las noches de desvelo por no rendirse y seguir adelante conmigo, por esforzarse tanto o más que yo al realizar este trabajo y gracias por compartir esta experiencia conmigo.

A nuestra tutora por ser una excelente docente y apoyarnos en todo le debemos nuestro trabajo por recogernos y darnos nuevas direcciones para lograr entregar un excelente trabajo con muy buena calidad por portarse compresiva y dispuesta a realizar algo que nos apasione, por motivarnos cuando ya no podíamos más gracias Prof. Margarita.

A mis amigos por sus ánimos apoyo moral y disposición para con nosotros y nuestras dificultades y más que todo a mi buen y gran amigo Leyser David castillo, por apoyarnos desde el inicio con sus conocimientos agradezco infinitamente el tiempo dedicado y su disposición para ayudarnos y poder concluir con nuestro trabajo ya que fue de mucha ayuda. Y por último a personas muy importantes en mi vida a J.B M. J que me ayudaron con su paciencia y comprensión con sus ánimos y sonrisas para sobrellevar el estrés y presión gracias.

Exania Hernández.

Agradecimientos

Para iniciar quiero agradecer a Dios por haberme permitido culminar una meta más en mi vida, por permitirme estar rodeada de personas maravillosas y por darme fortalezas es los momentos mas difíciles.

A mis padres: María Magdalena Herrera y Wilder Torrentes por apoyarme a lo largo de mi vida, por sus buenos consejos, así también el apoyo incondicional de mis dos maravillosos hermanos: Allison y Wilder Torrentes, por llenarme de alegrías, darme momentos de felicidad y darme un abrazo cuando más lo necesitaba

A mi colega y casi hermana Exania Hernández por hacer que esta idea no sonara tan descabellada, por su infinita confianza y su apoyo incondicional, porque es la única que entiende en carne propia la alegría de culminar este trabajo.

A nuestra tutora Dr. Ana Margarita Matamoros que ha sido un pilar muy importante en este trabajo, no solo nos ha guiado teóricamente, sino también nos ha dado su confianza y apoyo entero en nosotras, por darnos las palabras necesarias para continuar cuando estábamos por rendirnos.

A cada uno de mis amigos por estar dándome palabras de apoyo, por compartir maravillosos momentos a mi lado y una mención especial a Leyser Castillo, hasta el último momento estuvo con nosotras ayudándonos y apoyándonos en lo que podía.

También a Harry gracias por prestar tu voz y llenarme de palabras honestas que me ayudaron a continuar, Alexa y Annet gracias por estar conmigo en mis madrugadas eternas, Eyner a ti por tu apoyo incondicional.

Milena Torrentes.

Carta Aval del tutor

Yo, Ana Margarita Matamoros Artola, Docente del Departamento de Química de la Facultad de Ciencias e Ingenierías de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-Managua, en carácter de Tutora del Trabajo de Seminario de Graduación para optar al título de licenciatura en Química Industrial, presentado por las bachilleras: Jennifer Exania Hernández Gutiérrez, Milena Junieth Torrentes Herrera, **titulado “Elaboración de un extracto con función bioinsecticida a partir de las semillas del árbol de neem (Azadirachta indica A. Juss) para combatir la plaga de la mosca blanca en cultivo de tomate. Departamento de Química UNAN, Managua, agosto -noviembre 2020.** Hago constar que he leído el trabajo, supervisado y corregido, por lo que considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Managua, a los 4 días del mes de Diciembre del año 2020.

Dra. Ana Margarita Matamoros Artola

Resumen

Uno de los grandes problemas en la actualidad son las afectaciones que contiene los suelos y cultivos de alimentos por el uso excesivo de agroquímicos los cuales perjudican notablemente la vida de los suelos dañando los nutrientes y especies de insectos que benefician su recuperación luego de la explotación agrícola.

Como si fuera poco se tiene que lidiar no solo con los residuos tóxicos si no con las plagas que afectan los alimentos cultivados los cuales con el paso del tiempo crean resistencia a dicho químicos debido a eso es que se incrementa la aplicación de agroquímicos

A lo que surge la necesidad de laborar un extracto con función bioinsecticida que controle las afectaciones y propagación de esta plaga que no solo influya en la restauración y regeneración del ecosistema de los suelos si no a la economía de los agricultores ya que su elaboración es de fácil alcance aumentando el porcentaje de producción y reducción de costos invertidos en el cuidado de los cultivos y preparación de los suelos

INDICE

Dedicatoria	i
Agradecimientos.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Carta Aval del tutor.....	iv
Resumen.....	v
1.1 Introducción	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Justificación	3
1.4 Objetivos de la investigación:	4
1.4.1 General.	4
1.4.2 Específicos.	4
2.1 Marco teórico	6
2.1.1 Neem (Azadirachta indica A. Juss).	6
2.1.2 Taxonomía del neem (Azadirachta indica A. Juss).	7
2.1.3 Propiedades del neem.	8
2.1.4 Propiedades químicas del principio activo azadiractina.	9
2.1.5 Propiedades bioinsecticidas	11
2.1.6 Plagas agrícolas	12
2.1.7 Clasificación de enfermedades en los cultivos agrícolas.	12
2.1.8 Tipos de plagas agrícolas más comunes	13
2.1.9 Mosca blanca	14
2.1.10 Cultivo de tomate	15
2.1.11 Agroquímicos	16
2.1.12 Compuestos orgánicos.	18
2.1.13 Compuestos inorgánicos.	18
2.1.14 Bioinsecticidas.	18

2.2	Antecedentes	20
2.2.1	Nacionales.....	20
2.2.2	Internacionales.....	21
2.3	Hipótesis.....	22
3.1	Diseño Metodológico	24
3.1.1	Descripción del ámbito de estudio y tecnológico	24
3.1.2	Tipo de estudio.....	24
3.1.3	Población y muestra.....	24
3.1	Identificación de variables.....	26
3.2.1	Variables Independientes.....	26
3.2.2	Variables Dependientes.....	26
3.2.3	Operacionalización de las variables.....	27
3.2	Materiales y métodos.....	29
3.3.1	Materiales para recolectar información.....	29
3.3.2	Materiales para procesar información	30
3.3.3	Método.....	30
4.1	Análisis de resultados	36
4.1.1	Propiedades fisicoquímicas del árbol de neem (<i>Azadirachta indica</i> A. Juss).....	36
4.1.2	Propiedades efectivas del principio activo (azadirachtina) que contiene las semillas del neem (<i>Azadirachta indica</i> A. Juss).....	38
4.1.3	Aplicación del extracto con función bioinsecticida a base de la semilla (<i>Azadirachta indica</i> A. Juss) de neem a un cultivo de tomate afectado por la plaga mosca blanca (<i>B. Tabaci</i>).....	40
5.1	Conclusiones.....	43
5.2	Recomendaciones.....	44
5.3	Bibliografía.....	45
5.4	Anexos.....	47

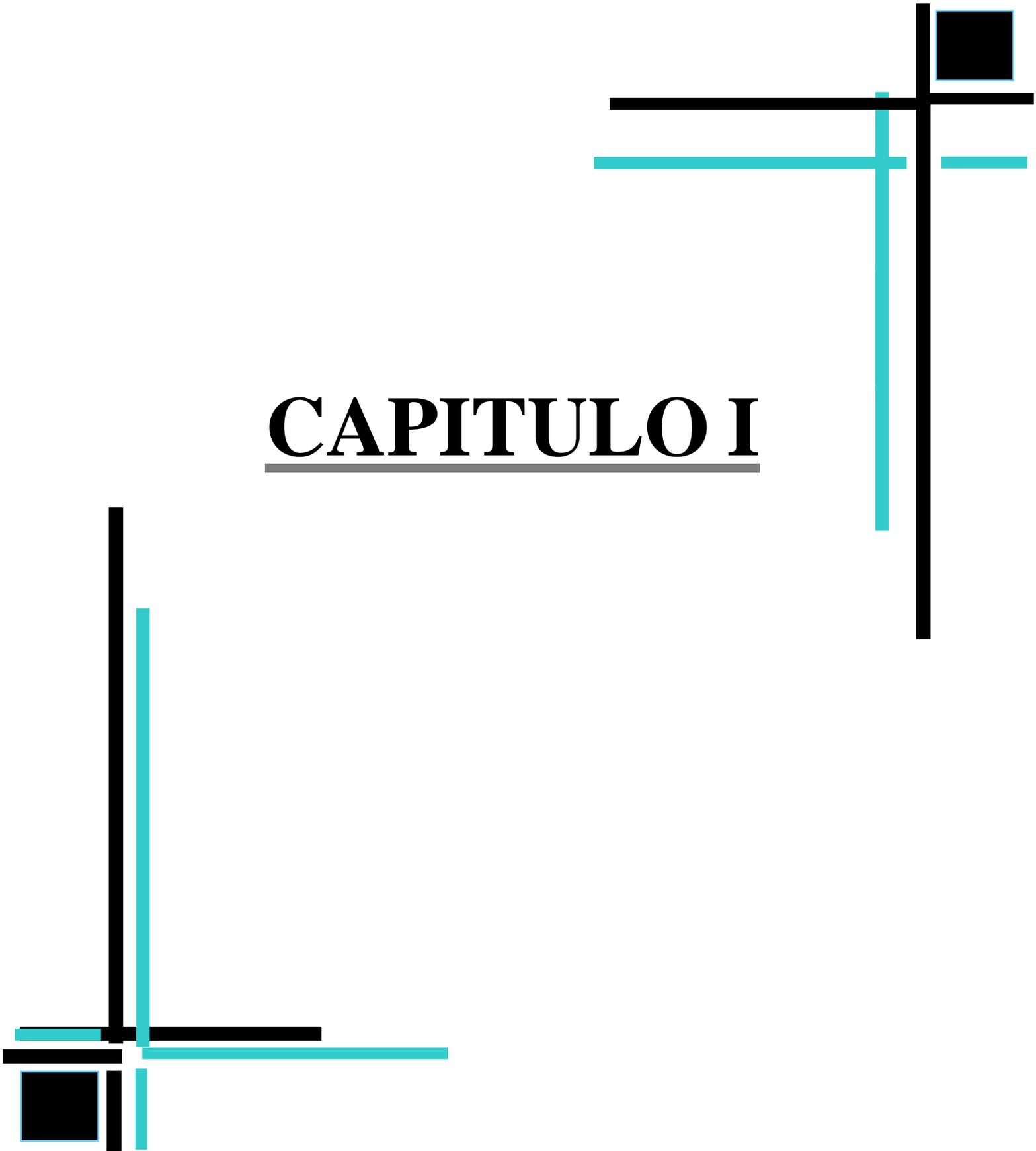
INDICE DE TABLAS

Tabla 1 taxonomia del arbol de neem (azadirachta indica A. juss)	7
Tabla 2 Criterios de exclusion	25
Tabla 3 Criterios de inclusion	25
Tabla 4 Variables independientes	26
Tabla 5 Variables dependientes	26
Tabla 6 Operacionalizacion de variables	27
Tabla 7 Fuentes de información	29
Tabla 8 Clasificación de las fuentes de información	29
Tabla 9 Materiales y equipos	30
Tabla 10 Pesos generales de la muestra de semilla de neem.....	31
Tabla 11 Pesos de la muestra de semilla de neem sin pulpa.	32
Tabla 12 Pesos de semillas de neem secas.	32
Tabla 13 Peso de semillas de neem trituradas.	33
Tabla 14 Repeticiones de muestras de semillas de neem.	34
Tabla 15 Propiedades físico químicas.....	36
Tabla 16 Principio activo del árbol de neem (Azadirachta indica A. Juss)	38
Tabla 17 Aplicación, dosis y observaciones.....	40

INDICE DE ILUSTRACIONES

Figure 2 Finca el Jicaro.....	47
Figure 3 preparacion del suelo para nuevos cultivos de tomate.....	48
Figure 4 preparacion del suelo para nuevos cultivos	48
Figure 5 trabajadores que preparan el suelo	49
Figure 6 plantaciones de tomate en la finca el jicaro	49
Figure 7 plantaciones de tomate en la finca el jicaro	50
Figure 8 plantaciones de tomate en la finca el jícaro	50
Figure 9 plantas de tomate	
Figure 10 plantas de tomate.....	51
Figure 11 aplicación del bioinsecticida	51
Figure 12 cultivo de maiz	52
Figure 13 cultivo de chiltoma	52
Figure 14 cultivo de yuca	53
Figure 15 materia prima sin despulpar	
Figure 16 pesaje de materia prima sin despulpar	53
Figure 17 materia prima despulpada	
Figure 18 pesaje de la materia prima despulpada.....	54
Figure 19 secado de la materia prima	
Figure 20 maceración de la materia prima	54
Figure 21 pesaje de la materia macerada.....	55
Figure 22 bomba para filtrar al vacío	
Figure 23 montaje para filtrar el bioinsecticida	55

CAPITULO I



1.1 Introducción

En la actualidad la producción de alimentos provenientes del campo y en particular la producción de hortalizas como el tomate la cual es una de las más difundidas a nivel nacional e internacional se deben de realizar considerando aspectos de inocuidad alimentaria y sistemas de producción con una mayor retribución para los productores, debido a esto es importante que los alimentos con estas características se puedan cotizar a un mejor precio.

En la agricultura los cultivos tienen diversos problemas fitosanitarios acompañados de una serie de perjuicios, entre ellos la contaminación ecológica y el ataque de insectos plaga que se presentan durante el ciclo agrícola primavera-verano, afectando la producción de alimentos.

Los bioinsecticidas provenientes de distintas materias primas muestran beneficios a nivel mundial, como minimizar el riesgo a que los insectos desarrollen resistencia, disminuyen las consecuencias letales para los enemigos naturales, presentan nula o mínima toxicidad para el ser humano, animales y plantas, conservando sus propiedades y efectividad en su aplicación etc.

En la actualidad estos compuestos de origen natural son la mejor alternativa para el control de plaga por lo cual se presentará la elaboración de un bioinsecticida a base de la semilla de neem como materia prima con un principio activo (azadiractina) que contiene propiedades para control de plaga en los cultivos de tomate presentando propiedades que alteran el correcto desarrollo y crecimiento de los insectos.

Con el fin de proporcionar una solución viable en la lucha biológica contra las plagas y en la utilización de plaguicidas poco contaminante y estudiar el efecto que tendría sobre la producción obteniendo datos satisfactorios los cuales servirán para posteriores investigaciones. sin pérdidas en cuanto a propiedades químicas y físicas de la materia.

1.2 Planteamiento del problema

La contaminación provocada por los agroquímicos es una de las más peligrosas considerándolos como productos de segunda generación altamente tóxicos, se comenzaron a utilizar en los monocultivos o ingenios azucareros. Una importante limitación tecnológica en la producción comercial agrícola es la problemática salubre. En nuestro país, la táctica de manejo para el control de plagas se basa principalmente en la aplicación de plaguicidas de origen químico

En este caso, cuando el manejo salubre no se realiza de manera razonada y los criterios para las decisiones de aplicación no son los más adecuados como la oportunidad de las aplicaciones, la elección inadecuada de los productos y la alta frecuencia en las intervenciones químicas en los cultivos, se observan una serie de problemas.

Entre ellos se destaca el aumento de residuos tóxicos en los alimentos, los índices de cáncer en las personas aumentaron notablemente, provocando alergias en la piel, problemas respiratorios, hepatitis, esterilidad y una acción de mutación genética en las personas que son asignadas para realizar el trabajo de aplicarlos a las plantaciones.

En la actualidad se comprobó que los agroquímicos para el control de plagas. El desarrollo sustentable de la agricultura con los agroquímicos realmente es nulo, los suelos son aprovechados indiscriminadamente con el tipo de aplicaciones, como tratamientos directos, aéreos o por residuos vegetales los cuales actúan en el suelo disminuyendo la actividad de enzimas, influyendo en las reacciones bioquímicas, como la mineralización de la materia orgánica, la nutrición, entre otros.

Basándose en los problemas generados por la aplicación de agroquímicos surge una alternativa para el control de plaga de menor impacto ambiental y considerando el uso de los recursos que se encuentran a nivel nacional que genera la utilización del neem (Azadirachta indica A. Juss) planteando un bajo costo económico asequible y accesible a nivel nacional y resultando como bioinsecticida de origen natural por ello se plantea la elaboración de un extracto con función bioinsecticida a partir de las semillas del árbol de neem (Azadirachta indica A. Juss) para combatir la plaga de mosca blanca en cultivo de tomate.

1.3 Justificación

Los bioinsecticidas de origen natural presentan diversas ventajas que permiten resolver problemas fitosanitarios de gran relevancia en los cultivos afectados por plagas (como lo es la mosca blanca) debido que al ser de origen natural no causa ningún daño al medio ambiente ni a la salud, además de mejorar la calidad del producto se obtiene una mayor rentabilidad de los cultivos y preparación de los suelos, conservando las propiedades y características del suelo.

Es por ello que se propone una alternativa para el desarrollo eficiente del sector agrícola, también que sea de fácil manejo y de mayor accesibilidad al agricultor que no solo se enfoca en proporcionar un ambiente limpio y balanceado, sino también en potenciar la capacidad productiva y fertilidad de los suelos agrícolas.

Mediante el análisis de la problemática encontrada se elaborará un extracto con función bioinsecticida a partir de la semilla del árbol de neem (Azadirachta indica A. Juss) para combatir la plaga de la mosca blanca en el cultivo de tomate.

1.4 Objetivos de la investigación:

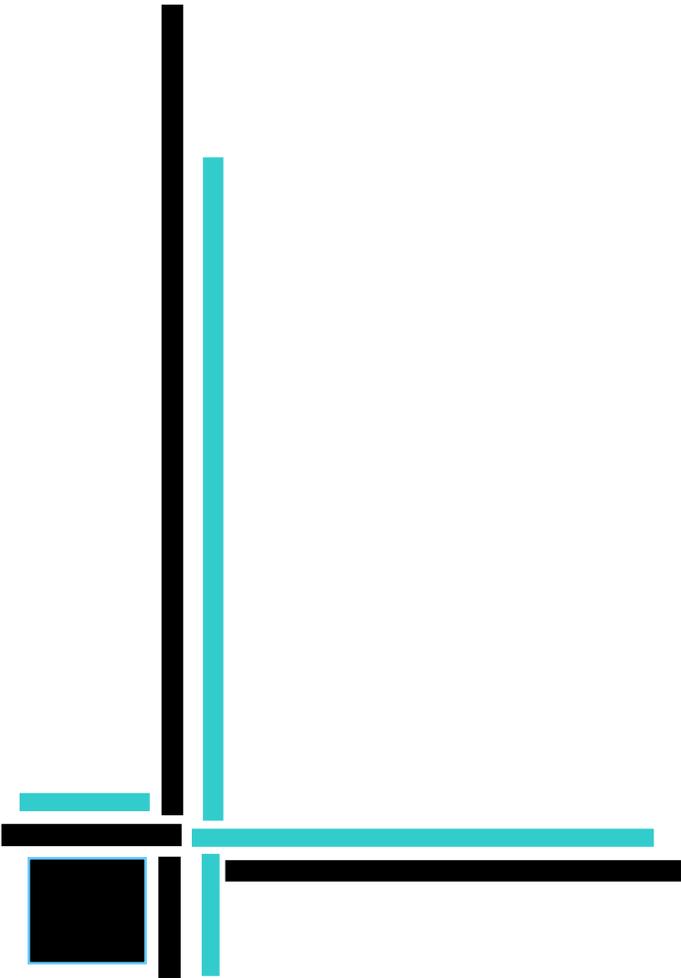
1.4.1 General.

- Elaborar de un extracto con función bioinsecticida a partir de las semillas del árbol de neem (Azadirachta indica A. Juss) para combatir la plaga de la mosca blanca en cultivo de tomate.

1.4.2 Específicos.

- Describir teóricamente las propiedades fisicoquímicas del árbol de neem (Azadirachta indica A. Juss)
- Investigar las propiedades efectivas del principio activo (azadirachtina) que contiene las semillas del neem (Azadirachta indica A. Juss)
- Analizar los beneficios que posee el bioinsecticida aplicado a un cultivo de tomate afectado por la plaga mosca blanca (B. Tabaci)

CAPITULO II



2.1 Marco teórico

2.1.1 Neem (*Azadirachta indica* A. Juss).

Es un atractivo árbol tropical de hoja perenne que puede alcanzar treinta de rápido crecimiento, por lo general siempre verde, de porte mediano y fuste 1 corto, y en algunos casos largo y recto.

Su copa es redonda u ovalada, corteza gris moderadamente gruesa, su duramen rojizo es duro y resistente, los frutos son drupas oblongas, de color amarillento cuando verde y se torna rojizos cuando maduros. Asimismo, sus ramas se extienden formando una corona que llega a tener diez metros de diámetro y cada árbol puede llegar a vivir más de dos siglos.

La *Azadirachta indica* A. Juss pertenece a la familia Meliácea y es conocida comúnmente como margosa y paraíso de la india en español y como Neem en inglés e hindú, es un árbol de tamaño mediano a grande, caracterizado por su tronco corto y recto, de hojas alargada y pinadas.

Las flores aparecen en panículas estrechas y ramificadas de 5 a 15 cm de largo, las flores individuales están compuestas de 5 lóbulos de cáliz redondeados y de un color pálido, florece entre marzo y mayo. Los frutos tienen forma de aceituna (drupas) de 1.0 a 2.0 cm de largo, lisas y de un color de amarillo verdoso a amarillo cuando maduran. Los frutos maduran en junio a agosto.

Empiezan a producir frutos después de unos años y se hacen totalmente productivos después de diez años. Es un árbol de tamaño pequeño a mediano, con un tronco recto. Los tallos de las ramas de 2 a 5 metros forman una corona unida, densa, redonda y en forma ovalada. La altura total es de 15 a 25 metros, alcanzando hasta 30m ocasionalmente, con un diámetro de tronco que alcanza de 30 a 90 cm.

2.1.2 Taxonomía del neem (*Azadirachta indica* A. Juss).

El neem (*Azadirachta indica* A. Juss) tiene corteza moderadamente gruesa, con fisuras de color rojizo-castaño. Siempre está verde o muda, dependiendo del clima, los períodos de deshoje son normalmente breves. Las hojas son alternas, imparipinnadas y compuestas, de 10 a 38 cm. y agrupadas al extremo de las ramas.

El árbol produce muchas flores bisexuales, pequeñas, de dulce aroma, blancas o de color crema. El fruto es una drupa suave y carnosa en forma elipsoidal, de 1.2 a 2 cm de largo, conteniendo usualmente una semilla. El fruto es inicialmente verde y se vuelve amarillo conforme madura, cerca de 12 semanas después de la floración.

Tabla 1 taxonomía del árbol de neem (*azadirachta indica* A. juss)

Taxonomía del árbol de neem (<i>Azadirachta indica</i> A. Juss)	
Clase	Angiosperma
Subdivisión	Geraniales
Familia	Meliácea
Género	<i>Azadirachta</i>

Fuente (W, PAULOWNIA, 2013)

La azadiractina interrumpe el ciclo de crecimiento de los insectos y los disuade de que se alimenten de las plantas, además es biodegradable y no tóxica para los mamíferos. Es una sustancia química de origen natural con una estructura similar a la hormona de insectos ‘ecdismas’ y pertenece a una clase de molécula orgánica llamada tetranortriterpeno.

Las ecdismas controlan la metamorfosis en los insectos y se interrumpen cuando son expuestas a la azadiractina (ingrediente activo del neem).

Al afectar el equilibrio hormonal de los insectos, esta sustancia reduce su tasa de reproducción e inhibe sus conductas normales de alimentación. Dado que los productos a base de neem deben ser ingeridos para tener efecto, sólo aquellos que se alimentan de los tejidos vegetales están expuestos al mismo, eliminando así cualquier riesgo hacia los polinizadores y otros.

2.1.3 Propiedades del neem.

El neem es ya conocido por su acción de controlar las plagas, por sus propiedades sutiles como lo son la repelencia, la inhibición del apetito, la ovoposición, el crecimiento, la reproducción, la esterilización, etc. Son debidos al principio activo del neem (*Azadirachta indica* A. Juss), ya que es el agente principal de la planta a la hora de combatir los insectos.

Se encuentra en hojas, semillas, raíces, pero su mayor concentración normalmente se encuentra en la semilla en proporciones del 0'1 al 0'9 %. Dosis de 30-60 gr/ha el fruto es amarillo verdoso, liso en forma de aceituna de 2 centímetros de largo, con una pulpa dulzona en torno a la semilla, se vuelven rojizos cuando están maduros y su longitud oscila entre 1,4 y 2,8 cm,

El diámetro y ancho de la aceituna se encuentra entre 1,0 y 1,5 aproximadamente estos empiezan a aparecer cuando el árbol alcanza una edad de 3 a 5 años. El color del pericarpio varia, es de color verde claro durante su desarrollo, tornándose progresivamente hasta amarillo y de textura rugosa en la madurez.

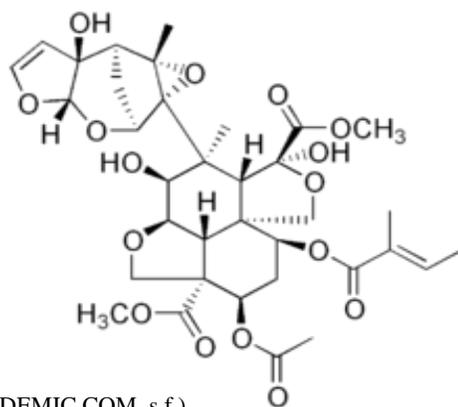
La fruta madura es pulposa y posee un epicarpio delgado, el mesocarpio es blanco amarillento, fibroso y sabe dulce, pero es desagradable al gusto. El endocarpio es blanco, duro y almacena una semilla alargada con una corteza de color castaño Cada semilla está compuesta de una coraza y una almendra cada almendra pesa alrededor de la mitad de la semilla, es rica en lípidos y la presencia de moléculas.

El árbol alcanza una altura hasta de 20 metros y 70 centímetros de diámetro, Las inflorescencias se ramifican en tercer grado poseen alrededor de 150 flores, cada una mide 5 a 6 milímetros de longitud y de 8 a 11 de ancho, las hojas son del tipo imparipinadas con foliolos de color verde claro e intenso en dependencia de las condiciones agroclimáticas

Se caracterizan por ser hermafroditas es decir que puede haber flores femeninas y masculinas en el mismo árbol, pero en periodos diferentes.

2.1.4 Propiedades químicas del principio activo azadiractina.

La azadiractina, $C_{35}H_{44}O_{16}$ se considera el principal limonoide responsable de la actividad insecticida del neem. Además, es el limonoide más abundante, biodegradable, ambientalmente seguro y únicamente es producido por esta especie, se han identificado 9 isómeros de esta molécula, siendo la azadiractina A y la azadiractina B los más abundantes.



Fuente (anonimo, ACADEMIC.COM, s.f.)

La concentración de azadiractina A en las semillas es de 0,56 – 3,03 g/kg y azadiractina B de 0,04 – 0,59 g/kg. La azadiractina es efectiva contra cerca de 200 especies de insectos, no afecta los mamíferos o los animales que consumen estos insectos, ni tampoco a los insectos útiles para la polinización o que son benéficos para la planta.

Ilustración 1: Partes de la semilla de neem



Fuente: (anonimo, Primordiales , 2015)

Este principio activo actúa como si fuera una cortisona, alterando el comportamiento o los procesos vitales de los insectos, cuando un insecto ingiere azadiractina no muere inmediatamente; la molécula afecta su patrón de alimentación (efecto anti alimentario), el desarrollo de su cuerpo (metamorfosis) y su ciclo reproductivo, actuando como una toxina.

Así, se sabe que la azadiractina interfiere con las glándulas corpora cardiaca y corpora allata, inhibiendo la producción de la neuro hormona protoracicotropica, la cual a su vez regula de la biosíntesis de las hormonas de la metamorfosis.

Estas hormonas son esenciales para los insectos, pues determinan la muda y la maduración de huevos; sin ellas, las larvas pueden durar hasta 3 semanas sin empuparse, pero los adultos salen con alas deformadas y otras deficiencias. Los estados adultos que ingieren demasiada azadiractina demuestran una fecundidad reducida. (Rena, 2002)

“La azadiractina es la materia más eficaz de las contenidas en el neem, capaz de garantizar el control de las plagas y de ser la alternativa a productos sintéticos, ya que el control añadido de los insectos útiles, que no son afectados, posibilita el reducir el número de aplicaciones tal como se ha comprobado en ensayos de diversos cultivos en diferentes países”.

Los estudios científicos ya realizados no se descubrieron casos de insectos plagas y enfermedades que desarrollaran algún tipo de resistencia a los principios activos de la especie por lo cual son considerados mucho más deseables.

Propiedades Anti-Alimentación: Fracciones tanto volátiles como no volátiles tienen propiedades no agradables al gusto de los insectos, resultando en una reducción apreciable de la actividad alimentaria de los insectos.

El Neem es una planta que posee una gran amplitud química. El Azadiractina actúa como Repelente, anti alimentaria y antihormona de insectos plaga y antiprotozoica (contra Trypanosomacruzi, agente de la enfermedad de Chagas, y posiblemente contra T. gambiense y T. brucei)

Posee compuestos fenólicos de la corteza: (ácido gálico, Antiinflamatoria y inmuno moduladora, (+)-galocatequina, (-) epicatequina, (+)-catequina y epigalocatequina), gedunina vasodilatadora, anti-malaria (tres veces más activa que la cloro quina) y anti fúngica, mahmoodina antimicrobiana, margósico.

Además, posee ácido desinfectante de infecciones cutáneas y antimalaria, meliantriol, antimicrobiana nimbidina, antibacteriana, antiulcerogénica, analgésica, anti arrítmica, antidiabética, antifúngica, antiinflamatoria.

Para el tratamiento del psoriasis, nimbidina antihistamínica, nimbidinato de sodio a antiinflamatoria y diurética, nimbidol antituberculosa, antiprotozoica y antipirética, nimbina antiinflamatoria, antipirética, antihistamínica

Y antifúngica, nimbinato de sodio diurética, espermicida y antiartrítica, nimbolida antitumoral, nimboloi de antimalaria (inhibición de plasmodio falciparum) polisacáridos de la corteza antitumoral, interferón-inductora y antiinflamatoria, quercetina antiprotozoica (incluso antimalaria), antifúngica salanina.

2.1.5 Propiedades bioinsecticidas

De todas las sustancias que contienen propiedades bioinsecticidas, la azadirachta indica, conocida como neem (Azadirachta indica A. Juss) (en inglés) es una de las más estudiadas y que mejores resultados ha dado en los últimos años. Se ha demostrado en innumerables investigaciones que las materias activas que contiene en sus semillas son eficaces contra más de 130 plagas.

El componente principal, la azaridachtina, es un insecticida muy efectivo y específico para el control de plagas se encuentra en hojas y semillas cual repele las plagas, actúa como anti alimentó, e interrumpe el crecimiento y reproducción del insecto. Varios componentes bioactivos se encuentran en la hoja y otros tejidos, sin embargo, los granos de adentro de la semilla de neem (Azadirachta indica A. Juss) son la principal fuente de azaridachtina.

La semilla del neem contiene también cantidades más concentradas y accesibles de otros componentes potencialmente útiles. El modo de acción de este insecticida es importante; el

efecto no es inmediato ocurre a los 2 o 3 días cuando los insectos se van o dejan de alimentarse y mueren.

2.1.6 Plagas agrícolas

En su sentido más amplio, una plaga se define como cualquier especie animal que el hombre considera perjudicial a su persona, a su propiedad o al medioambiente. De modo que existen plagas de interés médico (zancudos, chiri macha y otros parásitos y vectores de enfermedades humanas); plagas de interés veterinario (piojos y garrapatas del ganado); plagas caseras (cucarachas y moscas); plagas de productos almacenados (diversos insectos y roedores); y las plagas agrícolas que dañan los cultivos.

Plaga agrícola es una población de animales fitófagos (se alimentan de plantas) que disminuye la producción del cultivo, reduce el valor de la cosecha o incrementa sus costos de producción. Se trata de un criterio esencialmente económico.

2.1.7 Clasificación de enfermedades en los cultivos agrícolas

Existe una enorme variedad de afecciones de origen biótico en los cultivos, pero vamos a nombrar un breve resumen de las más comunes que nos podemos encontrar, clasificadas según el organismo que las causa:

2.1.7.1 Virus

Realmente no están encuadrados dentro de los seres vivos, pero pueden causar graves daños a las cosechas. Están formados por una cápsula proteica que protege su material genético, secuestran la maquinaria celular de la planta para obligarla a hacer más copias del mismo virus. Un ejemplo podría ser el virus del mosaico del tabaco.

2.1.7.2 Viroides

Parecidos a los virus, pero carecen de envuelta proteica, un ejemplo de enfermedad causada por viroides es la exocortis de los cítricos, tanto virus como viroides causan enfermedades de difícil solución, debido a que carecen de un metabolismo propio al que poder atacar con productos químicos.

2.1.7.3 Hongos

Aunque la mayoría son descomponedores e incluso simbioses con plantas, un grupo numeroso de ellos son patógenos, formando unas hifas especiales llamadas haustorios que penetran dentro de las células de los cultivos para absorber sus nutrientes. Ejemplos de hongos patógenos son las royas, el mildiu o el oídio.

2.1.7.4 Bacterias

Son seres unicelulares cuyo material genético no está envuelto por un núcleo. Causan algunas enfermedades comunes como la enfermedad de las agallas del cuello o la podredumbre blanda de las patatas.

Afortunadamente, existen diversos productos en el mercado para evitar los daños que causan, como por ejemplo el Beltanol de Probelte, un fungicida/bactericida orientado al control de enfermedades que afectan al sistema vascular de solanáceas.

2.1.7.5 Nemátodos

Son pequeños gusanos que afectan sobre todo a la raíz de las plantas, produciendo la aparición de pequeños nódulos en las mismas que dificultan la absorción de agua y nutrientes.

2.1.7.6 Artrópodos

Son el grupo más numeroso que provocan plagas. Los más comunes dentro de ellos son los insectos. Ejemplos de artrópodos patógenos son: los pulgones, las orugas, la mosca blanca, los minadores de las hojas, los ortópteros, la araña roja o los trips.

2.1.8 Tipos de plagas agrícolas más comunes

2.1.8.1 Gorgojo

Los gorgojos, también conocidos como picudos o curculiónidos, son toda una familia de insectos coleópteros con más de 86.000 especies.

Son de la familia de los escarabajos, y no acostumbran a medir más de 5 mm de longitud en su estado adulto. Tienen el cuerpo marrón y su dieta es herbívora, con lo que devoran plantas y madera de todo tipo en función de cada especie concreta.

Otros tipos, sin embargo, atacan solo a distintas partes de las plantas, pero el rango de amenaza se extiende a gran parte de las cosechas, por lo que suponen un problema especialmente grave para agricultores.

Algunas de las especies de gorgojos que hay:

- Gorgojo del arroz (*Sitophilus oryzae*)
- Gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*)
- Gorgojo del trigo (*Sitophilus granarius*)

2.1.8.2 Zompopos

Los zompopos son un tipo de hormiga. Se diferencian de las demás hormigas porque presentan tres o cuatro pares de espinas en su dorso o espalda. Son fungívoros, es decir comen hongos, los cuales cultivan en sus nidos, pero para hacer ese cultivo requieren de hojas de plantas, siendo ese es el momento en que producen el daño a los cultivos.

Son insectos de ciclo de vida completo que pasa por cuatro etapas de desarrollo a lo largo de su vida, o sea que las etapas de desarrollo por las que pasan son: huevo, larva o gusano, pupa o cartucho y adulto.

El hongo que ellos mismos cultivan para su alimento puede ser de color blanco, amarillo claro o anaranjado.

2.1.9 Mosca blanca

La mosca blanca es una plaga que se alimenta de muchas especies vegetales (polífaga), como sandía, melón, pepino, tomate y lechuga, entre otras plantas de hortalizas, succionado la savia del envés de la hoja y provocando un tono amarillo en las hojas, un tamaño menor al esperado y anomalías en el desarrollo del fruto.

La mosca blanca pasa por tres estados biológicos: huevo, ninfa y adulto. En su etapa de ninfa, la plaga pasa por cuatro cambios de tamaño, o instares.

Pasan 9 días en promedio desde que la hembra adulta deposita el huevo que fecunda el macho, después se forma una larva que se agrupa en un círculo alrededor de la hoja. Cuando llega a la etapa de pupa, o ninfa instar 4, se le forman patas y es entonces cuando el viento puede propagarla a otras plantas.

Cuando llega a la etapa de adulto, el macho vuela alrededor de la planta y la hembra busca nuevos sitios en el envés de la hoja para poner más huevo.

B. Tabaci es la especie que trasmite más tipos de virus; sin embargo, destaca por su propagación de geminivirus, que causan fuertes pérdidas en las producciones que ataca. Los síntomas varían según la cepa, edad de la planta y el medio ambiente, y pueden ir como manchas amarillas, moteados clorosis, hojas enrolladas, deformación, enanismo y caída de flores.

Las moscas blancas tienen la capacidad de transmitir dos grupos de virus:

- 1) Cleostrovirus, tipo Crinivirus (virus con una cadena de ARN)
- 2) Geminivirus, tipo Begomovirus (virus con una cadena de ADN).

Estos virus en 1980, sólo se encontraban sobre leguminosas, pero actualmente se encuentran en cultivos hortícolas (tomate, cucurbitáceas y porotos), habiéndose reportado hasta el momento 17 geminivirus diferentes en tomate en el continente americano.

Los geminivirus son transmitidos por *Bemisia tabaci* de forma persistente y circulativa; pero más eficiente es el biotipo B de este insecto. Los síntomas que producen varían con el tipo de cepa, cultivar, edad de la planta a la infección y condiciones ambientales. Estos son mosaicos amarillos brillantes, moteados cloróticos, clorosis en los márgenes de las hojas, enrollamiento de las mismas, deformación foliar, ampollado, reducción de tamaño de las hojas, enanismo y caída de flores.

2.1.10 Cultivo de tomate

El Tomate es una planta de clima cálido, pero se adapta muy bien a climas templados; por lo que en Nicaragua se puede sembrar en gran parte del territorio

En el período de lluvias la incidencia de enfermedades es mayor mientras que durante la época seca las plagas son el mayor problema. Sin embargo, dichos problemas son superables mediante un conjunto de prácticas agrícolas que incluyan métodos de manejo y controles adecuados, los cuales tienen que ser realizados en el momento y la forma precisa en que se indican, ya que de éstas depende el éxito de una buena cosecha.

Son plantas donde su crecimiento vegetativo es continuo, pudiendo llegar su tallo principal hasta unos 10 mts. de largo o más, si es manejado a un solo eje de crecimiento, las

inflorescencias aparecen lateralmente en el tallo. Florecen y cuajan uniformemente. Se eliminan los brotes laterales y el tallo generalmente se enreda entorno a un hilo de soporte.

Debido a que no se cuenta con un sistema de predicción de la incidencia de enfermedades y que cuando los síntomas ya están visibles, la diseminación dentro del cultivo es rápida y amplia; el uso de fungicidas protectantes en forma preventiva es una alternativa racional de manejo.

Para los cultivos que se desarrollan durante la época de lluvias, es necesario hacer aplicaciones de fungidas y bactericidas frecuentemente, para evitar la diseminación rápida de las enfermedades en el cultivo; por regla general se recomienda que las plantas vengan protegidas desde el semillero y cuando estas son puestas en el terreno definitivo, la aplicación de fungicidas para el control del mal del talluelo es indispensable

2.1.11 Agroquímicos

Los agroquímicos son productos que tienen como principal objetivo el preservar o aumentar la fertilidad del suelo, mantener o mejorar el rendimiento de los productos agrícolas y mejorar la calidad de las cosechas, pueden ser sustancias químicas extraídas de ciertos procesos naturales o producidos sintéticamente.

Por lo regular son utilizadas para disminuir, controlar o erradicar plagas o cualquier tipo de organismo patógeno de una planta o un cultivo.

Entre los principales se encuentran los abonos o fertilizantes, como las fitohormonas o fitorreguladores, y las sustancias fitosanitarias, como pueden ser los herbicidas, los insecticidas o los fungicidas. Estos productos químicos han permitido grandes avances en la productividad de la agricultura.

Estos productos se clasifican de acuerdo con el destino de su aplicación en insecticidas, herbicidas, fertilizantes, fungicidas, acaricidas, fitorreguladores y rodenticidas.

Los herbicidas son empleados para eliminar las principales plantas nocivas para las cosechas y se pueden encontrar en varios tipos en función de sus cualidades, como los periodos de aplicación, el grado en el que afecta la planta o el momento en el que se emplean.

Fungicidas. Se utilizan para acabar con los hongos y mohos perjudiciales tanto para plantas como animales. Por lo general se clasifican en función de su modo de actuación, su composición o su área de actuación.

2.1.11.1 Insecticidas.

Los insecticidas son productos químicos utilizados para controlar o matar insectos portadores de enfermedades. Se clasifican de varias maneras, ya sea por su composición química, acción toxicológica o su método de penetración. Los dos tipos principales de insecticidas son orgánicos e inorgánicos; los orgánicos contienen carbono y los inorgánicos no.

Los insecticidas vienen en una amplia gama de fórmulas y se utilizan para matar a una variedad de plagas.

2.1.11.1.1 Tipos de insecticidas químicos.

En el caso de que se usen jardines puedes tener en cuenta los siguientes:

Herbicidas glifosato: se pueden utilizar para eliminar los insectos de la maleza.

Endosulfán: está especialmente indicado para las orugas, unos insectos que suelen provocar los mayores desastres en las plantas.

Esteres fosfóricos: son ideales para insectos masticadores y chupadores.

Pire trina: es uno de los más eficaces cuando estamos al aire libre, ya que tiene una acción muy rápida y dura bastante tiempo.

Insecticidas eléctricos: son muy apropiados para utilizarlos dentro de casa. Se trata de unos dispositivos que se enchufan a la corriente eléctrica y se encargan de ahuyentar a algunos insectos, como los mosquitos, las moscas o las cucarachas.

Insecticidas ultrasónicos: esta tipología es mucho más moderna y emite unos sonidos con una frecuencia que sólo pueden percibir algunos insectos, como las arañas, las hormigas o las cucarachas, y que les resulta bastante desagradable.

2.1.12 Compuestos orgánicos.

Los insecticidas orgánicos incluyen compuestos organofosforados (PO), compuestos organoclorados (OC), carbamatos (C), piretro, piretroides sintéticos (PS), reguladores del crecimiento de insectos (IGR) y fumigantes.

Cada uno de estos plaguicidas funciona ya sea atacando el sistema nervioso central o interrumpiendo el crecimiento de los insectos.

2.1.13 Compuestos inorgánicos.

La sílice y el ácido bórico son dos tipos de insecticidas inorgánicos. El gel de sílice, o Aero gel de sílice, es un agente desecante que absorbe la capa cerosa de los insectos, lo que lleva a la deshidratación y asfixia. Este tipo de insecticida es ligero, blanco y esponjoso.

El ácido bórico es una cera de absorción, así como un veneno estomacal. Cuando mantiene seco y se coloca en los lugares apropiados en la concentración adecuada, es útil en el control de insectos.

2.1.14 Bioinsecticidas.

Un bioinsecticida es un producto realizado con plantas o restos orgánicos para eliminar insectos o plagas perjudiciales para plantas y cultivos.

Los Bioinsecticidas se preparan a base de sustancias naturales con propiedades reguladoras, de control o de eliminación de insectos considerados plagas para los cultivos. Se extraen de alguna planta, de los propios insectos o pueden ser de origen mineral.

El término bioinsecticida se emplea para cualquier compuesto de origen vegetal, animal o mineral, que una vez formulado se puede aplicar eficazmente contra insectos plaga.

2.1.14.1 Clases de Bioinsecticidas.

2.1.14.1.1 Los bioinsecticidas botánico.

Que son los bioinsecticidas botánicos. Son preparados que se obtienen a partir de procesos de maceración, decocción, infusión, extrusión, arrastre de vapor, uso de solventes o fermentación de hojas, flores, frutos, bulbos, raíces y cortezas de plantas a fin de obtener sus principios activos

Repelentes: alejan a las plagas por medio de sustancia desagradables que contienen.

b. Fago repelente: Reduce la capacidad de alimentarse que tiene la plaga.

c. Veneno de contacto: Mata la plaga al tocarlo.

2.2 Antecedentes

2.2.1 Nacionales

En 2019, en Nicaragua, Cabrera C, Téllez D, realizó la evaluación de caldo sulfocálcico y extractos naturales de neem (*Azadirachta indica* A, Juss), eucalipto (*Eucalyptus* spp) y madero negro (*Gliricidia sepium*) como alternativas para el control de garrapatas en ganado bovino durante la época seca, empleando una metodología de un diseño completamente al azar (DCA) el método de análisis fue mediante la utilización de recursos teóricos-prácticos, así como el estudio estadístico mediante ANOVA, en el que se demostró que los tratamientos de origen natural cuentan con la efectividad requerida para cumplir de forma satisfactoria.

En 2019, Tercero P y colaboradores estudiaron hongos entomopatógenos como bioinsecticidas para el control del vector *Aedes aegypti*, realizó un estudio cuasi-experimental prospectivo de corte transversal. Se concluyó que para su formulación los hongos entomopatógenos se encontraban en una viabilidad entre el 95%-98% en las concentraciones finales de 0.3 gr/ml, 0.2 gr/ml y 0.1 gr/ml. De los bioinsecticidas empleados el más efectivo fue *M. anisopliae* con la mayor concentración, 0.3 gr/ml, la cual obtuvo el 100% de mortalidad al 7º día, seguido por *B. bassiana* que alcanzó el 100% pero al 8º día, a diferencia del Conjugado de los mismos (*B. bassiana* y *M. anisopliae*) donde llegó al pico máximo de mortalidad hasta el 9º día tomando más tiempo en comparación de los otros; así mismo la buena eficacia de los bioinsecticidas ante el vector fue indicada a través de la concentración letal media (CL50).

En 2016, en Nicaragua, Alvarado N y colaboradores realizaron la Evaluación in vivo de la actividad repelente de semillas *azadirachta indica* A. Juss (Neem) Con el objetivo de realizar un repelente contra el mosquito *Aedes aegypti* causante de la fiebre amarilla, chincunguía y zika. se concluyó por medio de la metodología aplicada demuestra que los extractos acuosos de Neem al 3 y 5% poseen entre 33-90% de actividad repelente y que esta es proporcional al incremento de la concentración, y que los factores A (concentración), B (temperatura) y C (luz) influyen sobre la actividad repelente de los extractos acuosos de Neem, siendo el factor C el de mayor influencia y el factor B el de menor.

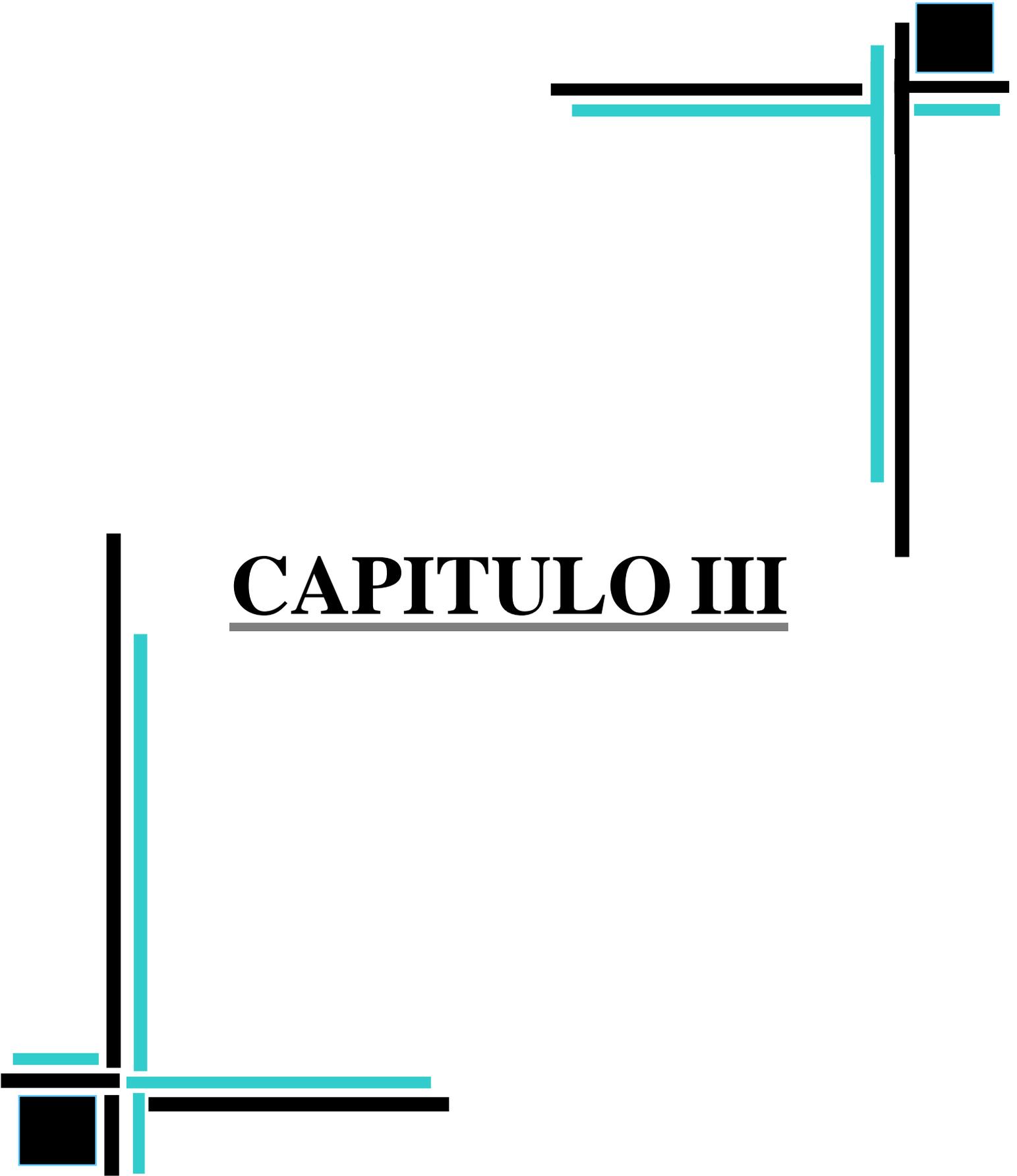
2.2.2 Internacionales

En 2015, en Guatemala, Puac A, realizo la comparación del efecto larvicida del extracto de semilla de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) administrado de forma tópica, comparado con ivermectina al 1%, administrada por vía subcutánea para el control de dermatobia hominis, utilizando la prueba de T de student muestra que el valor p del conteo de formulación de grupos y el primer conteo son similares (0,307), a partir del segundo conteo se observa una gran variabilidad entre las medianas de los grupos lo que indica que el efecto de los tratamientos es totalmente diferente. La prueba Wilcoxon da un resultado similar en los primeros conteos (0,565) lo que indica que tienen la misma mediana, y a partir del conteo dos muestras que los efectos son totalmente diferentes. La solución de neem fue eficaz alejando las moscas del huésped y no eliminando a las larvas en los animales.

En 2013, en Cuba, M Barrabi y J García, investigaron la actividad antihelmíntica in vitro de extracto acuoso de hojas y semillas de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss). I. Inhibición de la eclosión de huevos y del desarrollo larvario. Con objetivo de evaluar la actividad antihelmíntica in vitro de extractos acuosos de hojas y semillas de Neem se diseñó un experimento que estudió el efecto de la adición del extracto acuoso en la eclosión de huevecillos y el desarrollo larvario de estrombilidos gastrointestinales, por lo cual se concluyó que el extracto de semilla fue más efectivo pues en dosis de 500 mg/ml logró reducir la eclosión de huevecillos en un 99.1% sin diferencias significativas ($p < 0.01$) con el Albendazol y en un 88.8% el desarrollo de las larvas hacia L3. Por su parte, el extracto de hojas inhibió más de un 80% la eclosión de huevos interfirió en el desarrollo de las larvas en más de un 70%. Los resultados indican que el árbol del Neem puede ser empleado como estrategia no farmacológica para el control parasitario, sin embargo, se necesita de estudios in vivo y pruebas de toxicidad.

2.3 Hipótesis

Según las características físico químicas de la semilla del árbol de neem, se podrá elaborar un extracto con función bioinsecticida, para combatir la plaga de mosca blanca en los cultivos de tomates.

The page features a minimalist, geometric design with black and teal lines. In the top right corner, there is a black square, a thick black horizontal line, a teal horizontal line below it, and a thick black vertical line extending downwards. In the bottom left corner, there is a teal horizontal line, a thick black horizontal line below it, a thick black vertical line extending upwards, and a black square at the bottom left. The central text is underlined.

CAPITULO III

3.1 Diseño Metodológico

3.1.1 Descripción del ámbito de estudio y tecnológico

El estudio se llevó a cabo en el recinto universitario Rubén Darío departamento de química pabellón 1 facultad de ciencias e ingeniería. La elaboración del extracto con función bioinsecticida a partir de la semilla del árbol de neem (*Azadirachta indica* A. Juss), para combatir la plaga de mosca blanca en cultivos de tomate se realizó en el laboratorio de química de alimentos, haciendo las determinaciones de análisis organolépticos en producto terminado.

3.1.2 Tipo de estudio

La actual investigación se desarrolló bajo un método analítico y experimental que implica habilidades como el pensamiento crítico y la evaluación de hechos e información relativa, se recopilan todos los datos de los que se dispone sobre la materia y también esta integrada por un conjunto de actividades metódicas y técnicas que se realizan para recabar la información y datos necesarios sobre el tema a investigar y el problema a resolver.

Esta investigación presenta un enfoque descriptivo cualitativo, el cual se encarga de las características y la descripción de la de la investigación, evalúa y pondera la información obtenida a través de distintos recursos con el propósito de indagar en su importancia y significado.

3.1.3 Población y muestra

3.1.3.1 Población:

La investigación se llevó a cabo en la finca el jícaro ubicada en municipio San Rafael del sur barrio los Velázquez contiguo a la laguna natural, esta finca consta de 4 ½ manzanas en las que se cultivan chiltoma, maíz, yuca, Taiwán y tomate que son afectada por la plaga mosca blanca.

Muestra:

La muestra está compuesta por 1 manzana de plantíos de tomate afectado por mosca blanca ubicada en la finca el jícaro, en el municipio San Rafael del sur barrio los Velázquez contiguo a la laguna natural

Criterios de la selección de la muestra

Tabla 2 Criterios de exclusion

Criterios de Exclusion
Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)
<ul style="list-style-type: none">❖ Otras especies de hortalizas❖ Especies de tomate que ya pasaron su tiempo de infección❖ Especies de tomate que se han aplicado bioinsecticidas.

Tabla 3 Criterios de inclusion

Criterios de inclusion
Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)
<ul style="list-style-type: none">❖ Especies de tomates afectados por mosca blanca❖ Especies de tomates que no se han tratado con bioinsecticidas

3.1 Identificación de variables

3.2.1 Variables Independientes

Tabla 4 Variables independientes

Variables independientes
Propiedades insecticidas
Eficacia
Propiedades efectivas

3.2.2 Variables Dependientes

Tabla 5 Variables dependientes

Variables dependientes
Cantidad de bioinsectida a aplicar
Beneficios que se obtuvieron

Elaboración de un extracto con función bioinsecticida a partir de la semilla del árbol de neem (*Azadirachta indica* A. Juss), para combatir la plaga de mosca blanca en cultivos de tomate Departamento de Química UNAN, Managua Agosto –Noviembre

3.2.3 Operacionalización de las variables

Tabla 6 Operacionalización de variables

Variable	Concepto	Indicador	Escala de medición
<u>Independiente</u>			
Propiedades insecticidas	Son aquellas propiedades químicas y biológicas que es utilizado para matar insectos, mediante la inhibición de enzimas vitales	Eliminador de plagas	Contradicciones
Eficacia	Capacidad para producir el efecto deseado	Escala de medición	Dosis
Propiedades efectivas	Es lograr un resultado o un efecto deseado, en el menor tiempo posible y con la menor cantidad de recursos.	Plantas sanas	Tiempo

<u>Dependientes</u>			
Cantidad de bioinsectida a aplicar	Es el volumen en mililitros necesarios, que se requiere para que pueda ser efectivo sobre las plagas.	Mililitros	Volumen según el tipo de plaga
Beneficios que se obtuvieron	Los beneficios que se obtienen luego de ser aplicados en el cultivo.	Escala de medición	Evidencia

3.2 Materiales y métodos

3.3.1 Materiales para recolectar información.

En la investigación se utilizaron varias fuentes para recolectar información como:

Tabla 7 Fuentes de información

Documentos	Justificación
Libros	Utilizamos libros de metodología de la investigación para consolidar nuestras bases y llevar a cabo una buena investigación.
Ensayos	Nos apoyamos en ensayos para fortalecer nuestros argumentos, citar y visualizar su estructura.
Páginas Web	Las empleamos como un recurso que nos ayudó a dar respuestas a dudas o problemas de la temática investigativa.
Catálogos	Los manejamos para poder leer la información de forma clara y precisa, para fortalecer nuestro testimonio evitando el plagio.
Diccionarios	Lo utilizamos para consultar el significado de palabras ignotas.

La clasificación de nuestras fuentes de información fue la siguiente:

Tabla 8 Clasificación de las fuentes de información

Primarios	Secundarios	Terciarios
Libros	Catálogos	Diccionario
Publicaciones periódicas	Ensayos	
	Páginas Web	

3.3.2 Materiales para procesar información

Para llevar a cabo el desarrollo de la investigación se hizo uso de los siguientes materiales para procesar información:

- **Microsoft Word:** Se empleó el programa para desarrollar nuestro trabajo en su debido orden. Asimismo, se usó para citar, insertar imágenes y tablas de contenido.
- **Power point:** Se utilizó para realizar la presentación en diapositivas.
- **Ordenador:** Se usó para acceder a las fuentes de información y para hacer uso de los materiales para procesar información.

3.3.3 Método.

Materiales y equipos

Tabla 9 Materiales y equipos

Materiales	Marca	Capacidad/tamaño	Clase/tolerancia
Mortero y pilón	Mastrad	–	–
Termómetro	Fisher	-10 a 260 °C	± 1°C
Beaker	Pyrex®		Clase A /±0.05
Espátula Stainless Acero inoxidable	Sponula	32×14 mm	–
Guantes de nitrilo	Caplinpoint	Talla M y L	–
Papel toalla	Scott®	1000 hojas dobles	–
Moldes de aluminio	Always	2 Lb	–
Equipos	Marca	Fabricante	
Balanza Electrónica Digital	Snug III 3000	7Jadever	

En la elaboración del extracto con función bioinsecticida a partir de la semilla del árbol de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) es fundamental tener presente las condiciones en las que se adquiere la materia prima para posteriormente ser seleccionada acorde a las variables de inclusión y exclusión que se presentan, así mismo la descontaminación que la misma requiere para un mejor resultado.

Recolección. La recolección de los frutos se realiza cuando están en la etapa verdesazón, durante el invierno (julio-agosto) en horas de la tarde aquí se procede a seleccionar los frutos que cumplen con los criterios de inclusión y se procede a almacenarlos en bolsas Ziploc envueltas en papel aluminio para protegerlas de la luz solar.

Tabla 10 Pesos generales de la muestra de semilla de neem

Peso de molde de aluminio	4,4063 g
Peso de las semillas de neem con pulpa	231,5890 g
Peso de las semillas de neem sin pulpa	101,6931 g

Nota: En la tabla 10, se visualizan los pesos de moldes y de las semillas que se realizaron en una balanza analítica.

Despulpado y lavado. Utilizando guantes de nitrilo, se procede a despulpar los frutos seleccionados en un recipiente plástico, desprendiendo el pericarpio completamente de la semilla luego se lavan con abundante agua, por último, se secan con papel toalla.

Tabla 11 Pesos de la muestra de semilla de neem sin pulpa.

Peso de las semillas sin cascara	
Replica 1	101,6892 g
Replica 2	101,7099 g
Replica 3	101,6769 g
Replica 4	101,6996 g
Replica 5	101,6899 g
Promedio de peso de las semillas sin cascara: 101,6931 g	

Nota: En la tabla 11 Se pueden observar las cinco réplicas del peso de la muestra de las semillas de neem sin cascara.

Secado de las semillas. El secado se realiza en un horno eléctrico, colocándolas en papel aluminio creando como unas cajitas e introducirlas, para evitar la degradación de los compuestos en las semillas se elimina el agua a una temperatura de 50 °C, vigilando que esta temperatura sea estable durante 24 horas.

Tabla 12 Pesos de semillas de neem secas.

Peso de semillas secas	
Replica 1	21,4995 g
Replica 2	21,5874 g
Replica 3	21,5987 g
Replica 4	21,5995 g
Replica 5	21,5715 g
Promedio de peso de las semillas secas:	21,5713 g

Transcurrido este tiempo la coraza es la única parte de la semilla que se encuentra totalmente seca entonces se separa de las almendras que aun contiene agua, se golpea la coraza con ayuda de un mortero Pilon y se colocan nuevamente las almendras por 24 horas más para completar su secado.

Se puede aumentar la temperatura para reducir el tiempo, pero debe de ser más continua y minuciosa la supervisión para evitar que las semillas y hojas se quemen.

Molienda: Una vez seca las hojas y la coraza como la almendra que forma a las semillas se procede a pulverizarlas utilizando un mortero y pilón, el cual se lava previamente para evitar contaminación de la muestra, se agregan poco a poco las semillas y las hojas hasta su completa trituración, se deja caer el polvo en moldes de aluminio.

Cabe destacar que la maceración se encuentra presente en este proceso lo cual facilita que la materia prima manifieste características idóneas para elaborar el extracto acuoso.

Tabla 13 Peso de semillas de neem trituradas.

Peso de semillas trituradas	
Replica 1	21,4817g
Replica 2	21,4767g
Replica 3	21,4797g
Replica 4	21,4897g
Replica 5	21,4995g
Promedio de peso de las semillas trituradas:	21,4854g

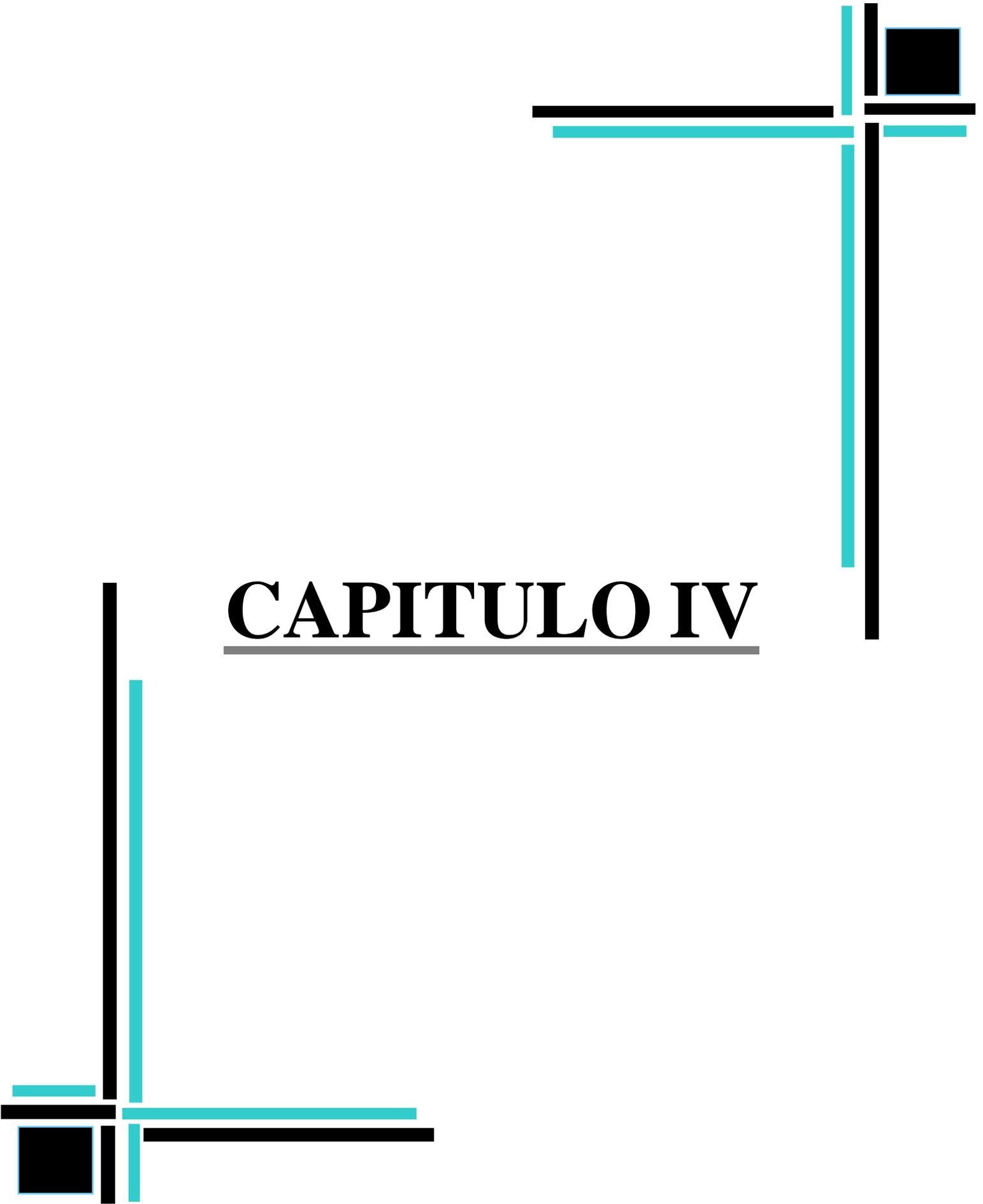
Finalmente se procede a trasvasar a un el polvo que se obtiene, y se pesa en una balanza semianalítica. Luego la muestra se trasvasa a un frasco color ámbar para protegerlo de la luz debido a que Azadiractina es fotosensible, se dejó reposar durante 24 horas.

Para la elaboración del extracto acuoso se utilizó la metodología descrita por Pérez et al (2004), se pesa la cantidad correspondiente de polvo de Neem según la concentración al 3% se pesa 3 g y al 5 % 5 g

Tabla 14 Repeticiones de muestras de semillas de neem.

Muestra de 3 gramos de extracto de neem		Muestra de 5 gramos de extracto de neem	
Replica 1	3,0143	Replica 1	5,0176
Replica 2	3,1231	Replica 2	5,0566
Replica 3	3,0234	Replica 3	5,1872
Replica 4	3,1113	Replica 4	5,0982
Replica 5	3,0321	Replica 5	5,0853
Promedio de peso: 3,0608		Promedio de peso: 5,0889	

Luego de pesar las muestras se agregan 100 mL de agua destilada, agitando luego vigorosamente y se dejar reposar en lugar oscuro por 24 horas, finalmente se filtra con papel filtro Whatman N° 110 mm y se deja caer el extracto sobre el frasco atomizador.



CAPITULO IV

4.1 Análisis de resultados

4.1.1 Propiedades fisicoquímicas del árbol de neem (Azadirachta indica A. Juss)

De acuerdo a la recopilación metodológica determinada y establecida a las propiedades físico químicas se analizan que dentro de ellas están:

Tabla 15 Propiedades físico químicas

Propiedades físico químicas	
Corteza gris rojiza	Compuestos terpenicos
Copa redonda u ovalada	Ácidos grasos
Duramen rojizo	Febrífugo
Árbol de tamaño mediano	Aceite esencial
Corteza fibrosa	Azadirachtina
Puede alcanzar una altura de 30 m	Antipirético
Diámetro de copa de 25 m	Antihelmíntico

Como se observa en la tabla las propiedades físicas y químicas del árbol de neem donde se presentan las principales de ellas. Se tiene que tomar en cuenta el desarrollo óptimo de este árbol se ve condicionado por los siguientes factores: humedad relativa, tipo de suelo (acidez o basicidad), edad del árbol (para descubrir a qué edad, el contenido de Azadiractina es mayor).

El Neem es un árbol que se caracteriza por ser de rápido crecimiento y de tamaño pequeño a mediano que puede alcanzar una altura total de 15 a 25 metros, alcanzando ocasionalmente hasta 30 m, con un diámetro de tronco que alcanza de 30 a 90 cm. Los tallos de las ramas de 2 a 5 metros forman una corona unida, densa, redonda y en forma ovalada. Tiene abundante follaje todas las temporadas del año, pero en condiciones severas se deshoja casi completamente. El ramaje es amplio y puede alcanzar de 15 a 20 m de diámetro ya desarrollado.

El Neem se protege de una gran cantidad de plagas con una gran cantidad de ingredientes plaguicidas. Estos miles de compuestos químicos de especial interés son terpenoides o más específicamente limonoides, estos compuestos están primordialmente formados por C, H y O; la presencia del oxígeno hace estos compuestos más solubles en agua, metanol o etanol que en hexano, gasolina u otros solventes similares. Actualmente se conoce de la existencia de unos 100 terpenoides. El más activo es la azadiractina.

4.1.2 Propiedades efectivas del principio activo (azadiractina) que contiene las semillas del neem (*Azadirachta indica* A. Juss)

Tabla 16 Principio activo del árbol de neem (*Azadirachta indica* A. Juss)

Principio activo (azadiractina)	
principal limonoide responsable de la actividad insecticida del neem.	. La concentración de azadiractina A en las semillas es de 0,56 – 3,03 g/kg
biodegradable, ambientalmente seguro	La azadiractina es efectiva contra cerca de 200 especies de insectos,
producido únicamente por esta especie	no afecta los mamíferos o los animales que consumen estos insectos
Se identificaron 9 isómeros de esta molécula, siendo la azadiractina A y la azadiractina B los más abundantes.	actúa como repelente
Garantizar el control de las plagas	interfiere con las glándulas corpora cardiaca
Propiedades Anti-Alimentación: Fracciones tanto volátiles como no volátiles tienen propiedades no agradables al gusto de los insectos,	actúa como cortisona, alterando el comportamiento y procesos vitales de los insectos, cuando un insecto ingiere azadiractina no muere inmediatamente; la molécula afecta su patrón de alimentación, el desarrollo de su cuerpo (metamorfosis) y su ciclo reproductivo
Posee ácido desinfectante de infecciones cutáneas	Para el tratamiento del psoriasis, contiene nimbidina antihistamínica.

Como se muestra en la tabla acerca del principio activo este es uno de los isómeros más concentrado en todo el árbol, el cual tiene innumerables fines y funciones como la función insecticida y repelente el cual según la teoría es uno de los más potente y rentables a nivel nacional e internación.

Este no daña al ecosistema de los suelos que contribuyen al sano crecimiento de las plantas y regeneración de los suelos no es toxico para mamíferos, su principio es sensible a

más de 200 plagas que existen las cuales bajan el rendimiento de las producciones agrícolas de alimentos no solo por sus afectaciones si no por las aplicaciones.

Las cuales dejan residuos tóxicos en los alimentos y suelos impidiendo el óptimo crecimiento de las plantas, a pesar de ello este principio es utilizado en las industrias para otra clase de productos y diferentes fines, pero para la elaboración de bioinsecticidas es realmente bajo a nivel nacional.

4.1.3 Aplicación del extracto con función bioinsecticida a base de la semilla (*Azadirachta indica* A. Juss) de neem a un cultivo de tomate afectado por la plaga mosca blanca (*B. Tabaci*).

Para conocer la eficacia del extracto con función bioinsecticida a partir de la semilla de neem se aplicó en un cultivo de tomate afectado por mosca blanca y sin ser tratado con ningún insecticida, ubicado en la finca El Jícaro, ubicado en el municipio de San Rafael.

Tabla 17 Aplicación, dosis y observaciones.

Aplicación del extracto con función bioinsecticida a base de la semilla de neem (<i>Azadirachta indica</i> A. Juss)						
Apli. 1	Miércoles 2 de Septiembre	Dosis	10 ml	Observación	La planta tiene aspecto deteriorado	
Apli. 2	Domingo 6 de Septiembre	Dosis	10 ml por planta	Observación	Hubo cambio en color de sus hojas	
Apli. 3	Jueves 10 de Septiembre	Dosis	10 ml por planta	Observación	Las hojas tienen mejor aspecto	
Apli. 4	Lunes 14 de Septiembre	Dosis	10 ml por planta	Observación	Su crecimiento y desarrollo es notable	
Apli. 5	Viernes 18 de Septiembre	Dosis	10 ml por planta	Observación	No tiene rastros de plagas	
Apli 6	Martes 22 de Septiembre	Dosis	10 ml por planta	Observación	La planta tiene un aspecto saludable	
Aplic. 7	Sábado 26 de Septiembre	Dosis	10 ml por planta	Observación	La planta tuvo un crecimiento satisfactorio a diferencia a las que no se aplicó el extracto , sin rastro de plaga.	

En la tabla número 17 se puede observar la eficiencia que tiene el extracto con función bioinsecticida que se aplicó en 50 plantas del cultivo de tomate afectado con mosca blanca, en la finca el Jícaro. La aplicación se realizó desde el día 2 de septiembre, finalizando el 26 de septiembre del 2020 con una duración de 24 días.

Para poder aplicarlo sobre el cultivo se tuvo en cuenta las plantas afectadas por mosca blanca, que no hayan sido tratadas anteriormente con ningún insecticida.

Para determinar la dosis se basó en la literatura anteriormente recopilada y de esta manera tener un valor en mililitros para poder aplicarlo sobre el cultivo.

El extracto con función bioinsecticida fue aplicado en dosis de 10 mililitros por cada planta, cada cuatro días este era rociado sobre el cultivo en horas de la tarde porque son las horas recomendadas para los tratamientos en cultivos de alimentos.

Mediante el seguimiento realizado a las plantas con el tratamiento bioinsecticida se comprobó que las propiedades del principio activo son correctas debido a que la plaga de mosca blanca fue controlada y las plantas tuvieron un mejor desarrollo y crecimiento.

Así de esta manera se evidencia que el extracto con función bioinsecticida es eficiente para el control de plagas en cultivos, obteniendo resultados satisfactoria.

The image features a minimalist, abstract design composed of thick black and teal lines and squares. In the top right corner, a black square is positioned above a vertical black line, which is intersected by a horizontal black line and a teal line. In the bottom left corner, a black square is positioned below a vertical black line, which is intersected by a horizontal black line and a teal line. The central text 'CAPITULO V' is underlined and flanked by these geometric elements.

CAPITULO V

5.1 Conclusiones

Para concluir con el estudio se llegó a lo siguiente:

Mediante la elaboración de un extracto con función bioinsecticida a partir de las semillas del árbol de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) para combatir la plaga de la mosca blanca en cultivo de tomate, se logró controlar las afectaciones de esta plaga en la finca el jícaro por lo cual los agricultores de esa finca quedaron satisfechos ya que consideran su elaboración accesible y rentable para los cultivos.

Por medio de la teoría se describieron las propiedades fisicoquímicas del árbol de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) como ácidos grasos esencial, azadirachtina, nimbina, estimulante, astringente, desintoxicante los cuales son de gran relevancia para las industrias siendo rentable al encontrarse en grandes cantidades a nivel nacional en las zonas tropicales y sub tropicales no requieren de mantenimiento pues es un árbol resistente a altas y bajas temperaturas

Según la investigación acerca de las propiedades efectivas del principio activo (azadirachtina) que contiene las semillas del neem (*Azadirachta indica* A. Juss) La semilla del neem contiene las cantidades más concentradas y accesibles de otros componentes potencialmente útiles, siendo más de 100 plagas sensibles a la presencia de este principio en plantas o suelo.

En el análisis de los beneficios que posee el bioinsecticida aplicado a un cultivo de tomate afectado por la plaga mosca blanca (*Aleyrodidae*) se determinó que el bioinsecticida es eficiente para el control de plaga al mismo tiempo no afecta al ecosistema ni a los insectos que contribuyen de manera positiva al crecimiento y desarrollo de las plantas, por otro lado, su accesibilidad y rentabilidad es potencial, debido a su fácil elaboración y recolección de materia prima.

5.2 Recomendaciones

- ✚ Se recomienda utilizar la semilla en la elaboración para una mayor efectividad del bioinsecticida en las pantas para el control de plagas, porque es donde se concentra más el principio activo.
- ✚ Seleccionar la materia prima de manera cuidadosa, las semillas en mal estado pueden dañar la duración y efectividad de bioinsecticida.
- ✚ Realizar dos procesos de secado a temperatura controlada para tener una mejor trituración.
- ✚ Utilizar bioinsecticida a base de la semilla del árbol de neem en dosis de 1 litro por 5 plantas, para el control de plagas adultas.
- ✚ Una vez elaborado realizar todos los análisis que dictan las normas para el uso de agroquímicos en plantaciones agrícolas
- ✚ Realizar pruebas con muestreo en plantas y suelos agrícolas que se le estén administrando el bioinsecticida para comprobar la eficacia del producto.
- ✚ Se recomienda dar más importancia a estudios innovadores para darle mayor alcance a la población agrícola
- ✚ Estudiar más afondo las propiedades que contiene el árbol de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) con fines industriales.

5.3 Bibliografía

- Ange, C. F. (2004). *www.google.com*. Recuperado el 11 de Junio de 2017, de www.campopotosino.gob.m
- Anonimo. (2008). *www.google.com*. Recuperado el 20 de mayo de 2017, de Neem Herbal Prioducts S.DRL de C.V: <http://www.neemherbalproducts.com/neem.php>
- anonimo. (2015). *Primordiales* . Obtenido de Primordiales : <https://www.primordiales.com.mx/la-ciencia-detras-de-los-compuestos-mas-valiosos-del-nim/>
- anonimo. (s.f.). *ACADEMIC.COM*.
- Gimeno, J. (2019). *EcoMaria*. Obtenido de Guia del cultivo: <http://www.ecomaria.com/blog/el-nim-un-nsecticida-natural/>
- Hidalgo. (23 de Mayo de 2008). *El Neem: un insecticida fabricado por la naturaleza*. Obtenido de www.envio.org.ni/articulo/887
- Lerma González, H. D. (2009). *Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto/ 4ta edición* . Bogotá : Ecoe Ediciones, 2009.
- Martinez. (8 de Agosto de 2002). *El Neem* . Obtenido de Ciencia : <http://cienciapc.idict.cu/index.php/cienciac/artide/vicu/148/346>
- National center for biotechnology information*. (16 de Noviembre de 2020). Obtenido de PubChem compound summary for CID 5281303: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Azadirachtin>
- Noriega. (23 de junio de 2017). *EcuRed conociendo con todos y para todos* . Obtenido de El Neem: <https://www.ecured.cu/Neem>
- Rena, S. (2002).
- Rodríguez, J. (5 de Agosto de 2002). *Arbol de Nim* . Obtenido de Eco Natural : www.arboldenim.com

Seminis . (23 de mayo de 2016). Obtenido de <https://www.seminis.mx/blog-que-es-la-mosca-blanca/>

Vega-Jarquin, C. (2014). Identificación de metabolitos de bioactivos de neem (*Azadirachta indica* A. Juss . *La calera*, 23.

W, P. (1 de Noviembre de 2013). *PAULOWNIA*. Obtenido de Como procesar el neem: <https://sites.google.com/site/paulowniatormentosa/neem/como-procesar-el-neem>

W, P. (s.f.). *PAULOWNIA* .

Zorrilla, S., & Torres, M. (1995). *Guía para elaboración de TESIS*. México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A.

5.4 Anexos



Ilustración 2 Figure 1 finca el Jicaro

Figure 1 Finca el Jicaro



Figure 2 preparación del suelo para nuevos cultivos de tomate



Figure 3 preparación del suelo para nuevos cultivos



Figure 4 trabajadores que preparan el suelo



Figure 5 plantaciones de tomate en la finca el jícaro



Figure 6 plantaciones de tomate en la finca el jícaro



Figure 7 plantaciones de tomate en la finca el jícaro



Figure 8 plantas de tomate



Figure 9 plantas de tomate



Figure 10 aplicación del bioinsecticida



Figure 11 cultivo de maiz



Figure 12 cultivo de chiltoma



Figure 13 cultivo de yuca



Figure 14 materia prima sin despulpar



Figure 15 pesaje de materia prima sin despulpar



Figure 16 materia prima despulpada



Figure 17 pesaje de la materia prima despulpada



Figure 18 secado de la materia prima



Figure 19 maceración de la materia prima



Figure 20 pesaje de la materia macerada



Ilustración 22 Extracto de neem



Figure 23 bomba para filtrar al vacío



Figure 24 montaje para filtrar el bioinsecticida



Glosario

Almendra: parte interna de algunas semillas que están recubiertas por una capa dura llamada coraza.

Coraza: parte externa de algunas semillas que cubren otra parte de la misma a fin de resguardar la información genética más sensible a cambios climáticos.

Aplicación: colocación de una cosa sobre otra o en contacto con otra de modo que quede adherida.

Azadirachtina: es un metabolito secundario presente en la semilla del árbol de neem amargosa (principio activo).

Bioinsecticida: sustancia orgánica utilizado para matar insectos.

Cultivo: es la práctica de sembrar semillas en la tierra,

Duramen: es la madera que encuentra ocupando prácticamente toda la porción central del tronco y ramas del árbol.

Drupa: Fruto carnoso de forma redondeada que tiene en su interior una única semilla envuelta en una capa leñosa dura o hueso.

Extracto: sustancia muy concentrada que se obtiene de una planta, animales o minerales por diversos procedimientos.

Fruto: parte de la planta en que se transforma el ovario de la flor después de la fecundación.

Mosca Blanca: insecto que daña de manera directa al cultivo como tomate.

Hojas: es el órgano vegetativo y generalmente aplanado de las plantas vasculares especializadas para realizar la fotosíntesis.

Pericarpio: parte exterior del fruto de las plantas que envuelven a las semillas.

Población: conjunto de finito o infinito de individuos o elementos con características comunes

Procedimiento: puede considerarse con sucesión cronológica y secuencial de operaciones unidas entre sí, que se constituyen una unidad en función de la realización de una actividad o tarea.

Propiedades: es aquella particularidad que lleva a una determinada materia a modificar su composición.

Pulverizar: reducir a polvo una sustancia en estado sólido.

Semilla: grano contenido en el o interior del fruto de una planta y puesto en condiciones adecuadas germinas y de origen a una nueva planta.

Tallo: órgano de la planta que crece en sentido contrario de la raíz y que sirve de soporte de las ramas, hojas y frutos.

Fitosanitaria: prevención y curación de las enfermedades de las plantas.

Toxicó: sustancia que es venenoso o que puede causar trastornos o la muerte a consecuencia de las lesiones debidas al envenenamiento.

Agroquímicos: son sustancias químicas que se emplean en la agricultura y tienen una finalidad de mantener y conservar los cultivos.

Salubre: bueno para la salud

Ecdisomas: es una pro hormona esteroide es una de las principales hormonas de la muda que es secretada en las glándulas pro torácicas.

Inhibidor: sustancia que detiene o evita una reacción química.

Ovoposición. Es la acción de poner huevo.

Limonoide: son fotoquímicos abundantes en frutos de cítricos y otras plantas de las familias rutáceas y meliáceas.

Isómeros: uno de dos o más compuestos que tienen la misma fórmula química pero diferente disposición de los átomos dentro de una molécula y que puede tener distintas propiedades físicas químicas.

Despulpado: operación que consiste en extraer la pulpa de algunos frutos.

Monocultivos: plantaciones de gran extensión con el cultivo de una sola especie, con los mismos patrones resultados y una similitud genética,

Organoléptico: son todas aquellas descripciones de las características físicas que tiene la materia en general.

Fenólicos: son compuestos orgánicos cuyas estructuras moleculares contienen al menos un grupo fenol, un anillo aromático unido a un grupo hidroxilo.

Biosíntesis: conjunto de reacciones químicas que permiten a un ser vivo elaborar sustancias orgánicas complejas como las proteínas, grasas etc.

Metamorfosis: transformación que experimentan determinados animales en su desarrollo biológico

