

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TRABAJO DIRIGIDO

**DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL USO DE TRES TIPOS DE
BIOINSECTICIDA A BASE DEL NEEM (*Azadirachta indica*) EN EL CONTROL
DEL PULGÓN VERDE (*Myzus persicae*)**

HENRY ABEL POMA COLQUE

**La Paz – Bolivia
2016**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**“DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL USO DE TRES TIPOS DE
BIOINSECTICIDA A BASE DEL NEEM (*Azadirachta indica*) EN EL CONTROL DEL
PULGÓN VERDE (*Myzus persicae*)”**

*Trabajo Dirigido presentado como requisito parcial
para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

HENRY ABEL POMA COLQUE

Asesora:

Ing. Ph.D. Carmen del Castillo Gutiérrez

Revisores:

Ing. Ph.D David Cruz Choque

Ing. Freddy Cadena Miranda

Aprobado

Presidente Tribunal Examinador

La Paz – Bolivia
2016

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a la memoria de mi padre Enrique Sebastián Poma.

A mi esposa Betty y a mis hijos Dámaris, Dorcas y Marcos que han sido la razón y el motivo de superación

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme concluir esta meta trazada.

A mis hijos por compartir ese tiempo que les correspondía.

A mis Asesores y Revisores por toda la orientación y recomendación otorgadas en la realización de presente trabajo.

CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL.....	II
ÍNDICE DE CUADRO.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ANEXOS.....	IX

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos.....	3
1.4. Metas.....	3
II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Contexto Normativo.....	3
2.2. Marco Conceptual.....	4
2.2.1. Descripción de la especie.....	4
2.2.2. Clasificación taxonómica del Neem (<i>Azadirachta indica</i>)..	5
2.2.3. Requerimientos ambientales.....	5
2.2.4. Usos y características del Neem.....	6
2.2.5. Componentes del Neem.....	7
2.2.6. Formas de extracción de los principios activos.....	7
2.2.7. Propiedades del extracto de neem.....	8
2.2.8. Tratamiento de plagas.....	10
2.2.9. Definición de plaga.....	11
2.2.10. Formación de terpenoides.....	11
2.2.11. Información técnica del Neem.....	12
2.2.12. Utilización y aplicación de los extractos del neem...	13
2.2.13. Formas de extracción del bioinsecticida	13
2.3. Los pulgones y su morfología.....	14
2.3.1. Daños	15
2.3.2. Ciclos de vida de los pulgones.....	16

2.3.3.	Ciclo Específico. Ciclo Holocíclico y Monoecia	16
2.3.4.	Ciclo Emigrante. Ciclo Holocíclico y Heterocia.....	17
2.3.5.	Daños Causados Por Los Áfidos O Pulgones.....	18
2.3.6.	Especies De Áfidos Más Importantes.....	18
2.3.7.	Métodos De Control.....	19
III.	SECCIÓN DIAGNOSTICA.....	20
3.1.	Materiales y métodos.....	20
3.1.1.	Localización y ubicación.....	20
3.1.2.	Características del lugar.....	21
3.1.3.	Materiales.....	23
3.1.4.	Metodología.....	24
3.1.4.1.	Procedimiento del trabajo.....	24
3.1.4.2.	Variables de respuesta.....	42
IV.	SECCIÓN PROPOSITIVA.....	43
4.1.	Aspectos propositivos.....	43
4.2.	Análisis de resultados.....	44
4.2.1.	Obtención de biocida a partir del Neem.....	44
4.2.2.	Determinación de la técnica apropiada en la obtención de mayores concentraciones de biocida.....	45
4.2.3.	Determinación de la dosis efectiva del extracto “A” en la elaboración de bioinsecticida.....	47
4.3.	Guía de obtención de biocida, uso y aplicación de porcentajes efectivos de concentración en la elaboración de bioinsecticida, a partir del árbol del neem (azadirachta indica) para incrementar la agricultura orgánica..	51
4.3.1.	Introducción.....	51
4.3.2.	Descripción taxonómica de la especie.....	51

• 4.3.3. Descripción fenológica de la especie.....	52
4.3.4. Propiedades del extracto del neem.....	52
4.3.4.1. Información técnica.....	52
4.3.4.2 Plagas y enfermedades que controla.....	53
• 4.3.4.3. Utilización y aplicación de los extractos del	
• Neem.....	53
• 4.3.4.6. Formas de extracción del bioinsecticida.....	53
•	
4.3.5. Formas generales de extracción.....	54
4.3.6.Preparación y obtención de biocida a partir de las	
hojas y tallos del árbol del neem.....	55
4.3.6.1. Materiales.....	55
4.3.6.2. Procedimiento.....	55
4.3.7. Elaboración del bioinsecticida.....	56
4.3.8. Modo de aplicación.....	57
1) De forma preventiva.....	57
2) Durante el ataque del pulgón.....	57
4.3.9. Consideraciones.....	57
V. CONCLUSIONES	58
5.1 Conclusiones.....	58
5.2 Recomendaciones.....	59
VI. BIBLIOGRAFÍA	60
VII. ANEXOS	62

ÍNDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Cantidades de concentrado de extractos A, B y C en 1 litro de agua cada uno para preparar el bioinsecticida.....	31
Cuadro 2. Distribución de tratamientos para identificar cuál de ellos obtiene la mayor concentración de biocida extraído del Neem.....	34
Cuadro 3. Preparación del bioinsecticida con diferentes concentraciones para determinar la concentración efectiva.....	39
Cuadro 4. Actividades realizadas para la determinación de la concentración efectiva del biocida.....	40
Cuadro 5. Técnica apropiada en la extracción de mayores concentraciones de biocida del árbol del Neem.....	43
Cuadro 6. Concentraciones utilizadas en la determinación de la concentración efectiva del bioinsecticida.....	43
Cuadro 7. Determinación de la técnica efectiva en la obtención de mayores concentraciones de biocida.....	46
CUADRO 8. Aplicación de bioinsecticida con las 3 dosis de biocida A.....	48
CUADRO 9. Datos comparativos de 4 dosis diferentes en el bioinsecticida con el extracto A.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Municipio de Saavedra – Santa Cruz.....	21
Figura 2. Mapa de ubicación de Municipio de Saavedra.....	22
Figura 3. CIAT- (Centro de Investigación Agrícola Tropical) Loc. Saavedra.....	23
Figura 4. Árbol del Paraíso, similar al árbol del Neem.....	25
Figura 5. Ing. Heriberto Fariñas Salazar, identificando plantines de Neem, Santa Cruz.....	25
Figura 6. Árbol del Neem de 1 año de edad.....	26
Figura 7. Preparación de las Muestras de Neem para el estudio.....	27
Figura 8. Pesado de 100 g de hojas y tallos de Neem.....	27
Figura 9. Frasco “A”. En esta técnica se desmenuza 100 g de hojas y tallos de Neem	28
Figura 10. Frasco “A”. 100 g de hojas y tallos de Neem desmenuzados y Colocados en 2 litros de agua.....	28
Figura 11. Frasco “B”. Se procede a hervir en una olla 100 g. de hojas y tallos de neem durante 30 min en 2 litros de agua.....	29
Figura 12. Frasco “B”. Separación de la parte sólida en la decocción de hojas y tallos de neem.....	29
Figura 13. Frasco “C” se coloca 100 g de hojas y tallos de Neem en 2 litros de agua por un periodo de 3 semanas.....	30
Figura 14. Frasco “C” Separación de la parte sólida en el fermento de hojas y tallos de neem.....	30
Figura 15. Obtención de los biocidas con las tres técnicas de maceración, decocción y fermento respectivamente.....	31 VI

Figura16. Preparación del bioinsecticida con el extracto “A” 40 ml/litro.....	32
Figura17. Preparación del bioinsecticida con el extracto “B” 40 ml/litro.....	32
Figura18. Preparación del bioinsecticida con el extracto “C” 40 ml/litro.....	33
Figura19. Preparación de bioinsecticidas con el extracto “A, B y C” con una dosis de 40 ml/litro de agua.....	33
Figura20. Macetas con plantines de arveja para la determinación de cuál de los tres extractos contenía mayor dosis de biocida.....	35
Figura21. Infestación de los plantines con 50 pulgones por plantin.....	35
Figura22. Aplicación del bioinsecticida “A” a los plantines de arveja con 3 repeticiones.....	36
Figura23. Aplicación del bioinsecticida “B” a los plantines de arveja con 3 repeticiones.....	36
Figura24. Aplicación del bioinsecticida “C” a los plantines de arveja con 3 repeticiones.....	37
Figura25. Tratamientos “A, B y C” cubiertos con bolsas plásticas para evitar que los pulgones migren a otros plantines.....	37
Figura26. Obtención de mayores concentraciones de biocida con la técnica de extracción A (maceración).....	38
Figura27. Preparación de bioinsecticida con el extracto “A” en dosis de 20,60 y 80 ml por cada litro de agua.....	39
Figura28. Aplicación del bioinsecticida de 20ml/l a plantines de arveja con 3 repeticiones.....	41
Figura29. Aplicación del bioinsecticida de 60ml/l a plantines de arveja con 3 repeticiones.....	41

Figura30. Aplicación del bioinsecticida de 80ml/l a plantines de arveja con 3 repeticiones.....	42
Figura 31. Coloración de los biocidas obtenidos del árbol del Neem por diferentes técnicas.....	45
Figura32. Porcentajes obtenidos en la aplicación de 3 bioinsecticidas elaborados con los extractos obtenidos con las técnicas A,B y C....	47
Figura33. Relación de porcentajes obtenidos en la aplicación de bioinsecticida preparados a partir del biocida “A” en 3 dosis (20, 60 y 80 ml/l).....	48
Figura34. Comparación de bioinsecticida con dosis de 20, 40, 60 y 80 ml/l elaborados con extracto A.....	50

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pag.
Anexo 1. Extracto de aceite de Neem a partir de semillas en el CIAT.....	63
Anexo 2. Obtención de plantines de Neem en el CIAT- Santa Cruz.....	63
Anexo 3. Plantines de Neem Trasplantados luego de trasladarlos a La Paz....	64
Anexo 4. Preparación de Hojas y ramas de Neem para la obtención de biocida	64
Anexo 5. Elaboración de los extractos de biocida de Neem con la técnicas de A-maceración, B-decocción y C-fermento.....	65
Anexo 6. Obtención de biocida y la observación en la coloración que presenta cada una de las técnicas utilizadas.....	65
Anexo 7. Preparación de bioinsecticida con el extracto “A, B y C” con una concentración de 40 ml/litro de agua.....	66
Anexo 8. Conteo de los decesos de pulgones en el tratamiento “C”.....	66
Anexo 9. Conteo de los decesos de pulgones en el tratamiento “B”.....	64
Anexo 10. Conteo de los decesos de pulgones en el tratamiento “A”.....	67
Anexo 11. Conteo de los decesos de pulgones en el tratamiento “T” testigo....	68
Anexo 12. Elaboración de bioinsecticida con 3 dosis diferentes (20, 60 y 80ml/l) del extracto A.....	68
Anexo 13. Tratamiento80-1,2,3 cubiertos con bolsas plásticas para evitar que los pulgones migren a otros plantines.....	69
Anexo 14. Tratamiento20-1,2,3 cubiertos con bolsas plásticas para evitar que los pulgones migren a otros plantines.....	69

RESUMEN

Dentro de la preservación del medio ambiente es necesario hablar del tema de insecticidas químicos, los cuales hoy en día se han convertido en un material indispensable para el agricultor, el cual en el afán de cuidar y mejorar sus ingresos hace uso de los mismos, pero no considerando que estos productos dañan el medio ambiente y la salud de los que consumen estos productos y que a su vez pueden generar resistencia en la plaga como ser el pulgón verde (*Myzus persicae*).

Los bioinsecticidas son una alternativa para evitar problemas ambientales, de resistencia en plagas y precautelar la salud del ser humano, Si bien los tenemos en la naturaleza, su uso no es muy difundido, por lo que en el presente documento, pretende plantear una alternativa como es un bioinsecticida de fácil elaboración y de bajo costo obtenido del árbol del Neem (*Azadirachta indica*), planteando una forma apropiada para la extracción de biocida y sugerir dosis efectivas con el cual poder elaborar un bioinsecticida que combata al pulgón verde (*Myzus persicae*), apoyando de esta forma la agricultura orgánica.

SUMMARY

Within the preservation of the environment it is necessary to discuss the issue of chemical insecticides, which today have become an indispensable tool for the farmer material, which in an effort to maintain and improve their income makes use of the same, but not considering that these products damage the environment and health of those who consume these products and that in turn can generate resistance in pests such as green aphid (*Myzuspersicae*).

Bio-insecticides are an alternative to avoid environmental problems, resistance to pests and safeguard the health of human beings, While we in nature, its use is not widespread, so in this document is intended to offer an alternative as is a biopesticide easy to prepare and inexpensive obtained from the neem tree (*Azadirachta indica*), posing a form suitable for the extraction of biocide and suggest effective concentrations with which to develop a bio-insecticide to combat the green aphid (*Myzuspersicae*) , thus supporting organic farming.

DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL USO DE TRES TIPOS DE BIOINSECTICIDA A BASE DEL NEEM (*Azadirachta indica*) EN EL CONTROL DEL PULGÓN VERDE(*Myzus persicae*)

I. INTRODUCCIÓN

Dentro de la problemática que representan las plagas y sus repercusiones económicas en la producción de cultivos a nivel mundial se ve la necesidad de contrarrestar estas, mediante el uso de insecticidas que ayuden a combatir el ataque de plagas a los diferentes cultivos de formas naturales y menos nocivas.

Es necesario identificar y promover el uso de insecticidas ecológicos los cuales por sus particularidades, son benévolos con el suelo y fauna circundante, el uso de un insecticida ecológico como es el obtenido de la especie llamada Neem (*Azadirachta indica*) ayuda a combatir plagas que son perjudiciales a los cultivos, siendo este biocida una alternativa para el agricultor.

Existen diferentes técnicas artesanales que permiten la extracción de estos biocidas entre los que tenemos la maceración, decocción y la fermentación, las cuales nos permiten extraer de forma sencilla el biocida que contiene la planta.

También es necesario identificar que dentro de las técnicas de extracción de biocida del Neem, con cuál de ellas es posible extraer mayores concentraciones de la misma.

1.1 Planteamiento del problema

El uso continuo de insecticidas químicos causa una serie de problemas a nivel plantas, fauna circundante, agua, suelo e incluso la salud del ser humano, por contener químicos llamados piretrinas que contienen muchas sustancias

peligrosas que afectan a la respiración, el corazón y la sangre, irritando la piel, provocando ansiedad, convulsiones llegando incluso a provocar un coma. Si bien estos químicos son utilizados por muchos agricultores de forma responsable, existe la probabilidad de que los mismos generen resistencia en la población del pulgón verde (*Myzus persicae*) a la cual está dirigida.

Es necesario impulsar acciones que vayan en beneficio y cuidado de nuestro medio ambiente utilizando elementos menos nocivos con los ecosistemas. Para lo cual se busca impulsar el uso de bioinsecticidas que precautelan la salud del medio ambiente.

1.2 Justificación

En la actualidad la demanda de alimentos orgánicos se está incrementado, pero debido a que estos dentro de su producción cumplen ciertas normas de calidad en cuanto al uso de sustancias nocivas (insecticidas químicos) a la salud del medio ambiente y la del ser humano, el agro enfrenta el ataque de plagas, las cuales requieren ser tratadas de forma apropiada con productos que no dañen el ecosistema ni la salud del ser humano, debiendo para esto buscar alternativas que estén orientadas a combatir estos problemas de una manera apropiada cuidando el medio ambiente, debiendo utilizar insecticidas orgánicos.

La importancia de presentar al agricultor alternativas como son los bioinsecticidas que apoyan a la agricultura orgánica, empieza en plantear alternativas que económicamente sean accesibles, y en cuanto a los efectos sobre las plagas estas sean efectivas. Dentro de estas alternativas esta el biocida que se extrae del árbol del Neem (*Azadirachta indica*) que presenta cualidades insecticidas y fungicidas, con la que se puede elaborar bioinsecticida para combatir al pulgón verde (*Myzus persicae*)

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- ✓ Determinar la efectividad del uso de tres tipos de bioinsecticida a base del Neem (*Azadirachta indica*) en una población de pulgón verde (*Myzus persicae*) en condiciones controladas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Obtener biocida a partir del Neem (*Azadirachta indica*) mediante la técnica de maceración, decocción y fermento.
- ✓ Establecer la técnica más adecuada: maceración, decocción o fermentos que es capaz de obtener la mayor concentración de biocida mediante la aplicación como bioinsecticida en una determinada población de pulgón verde (*Myzus persicae*).
- ✓ Identificar la dosis efectiva del biocida obtenido, para la elaboración del bioinsecticida en el control efectivo del pulgón verde (*Myzus persicae*) en condiciones controladas.

1.4 Metas

Elaborar una guía de obtención de biocida, uso y aplicación de porcentajes efectivos ml/l de concentración en la elaboración de bioinsecticida, a partir del árbol del Neem (*Azadirachta indica*) para desarrollar la agricultura orgánica.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Contexto Normativo

Que el Artículo 30 de la Ley N° 1333 de 27 de abril de 1992 - Ley del Medio Ambiente, establece que el Estado regula y controla la producción, introducción, comercialización de productos farmacéuticos agro tóxicos y otras

sustancias peligrosas y/o nocivas para la salud y/o el medio ambiente, reconociéndose como tales aquellos productos y sustancias establecidos por los organismos internacionales correspondientes, y también los prohibidos en los países de fabricación u origen.

2.2 Marco Conceptual

El Neem es una especie nativa de los bosques secos de India, Pakistán, Sri Lanka, Malasia, Indonesia, Tailandia y Burma, se ha cultivado mucho en las regiones áridas de India y África, prospera en las áreas secas de los trópicos y subtropicos. Técnicamente se puede referir que el Neem corresponde a la familia botánica de las Meliaceae, su nombre científico es (*Azadirachta indica*), y es conocida como Neem. En lengua guaraní recibe el nombre de Taso yuca (bautizado por José Cumandiri, Mburuvicha Comunal y Mauricio Torres, responsable de Producción de la comunidad de Camatindi), lugar donde se utilizó por primera vez esta especie para el control del gusano cogollero.

El Neem es una planta muy parecida al árbol del paraíso (*Melia azederach L.*), que tiene amplia difusión en el chaco y que es aprovechado como proveedor de sombra, tanto para el ganado como para la gente (FAO, 2013).

2.2.1 Descripción de la especie

El Neem es una especie de rápido crecimiento, siempre verde, de porte mediano, fuste corto y recto. Su copa es redonda u ovalada, posee una corteza gris moderadamente gruesa, su duramen rojizo es duro y resistente, los frutos son drupas oblongas, numerosos de color amarillento cuando permanecen verdes, y rojizos cuando alcanzan la madurez. Los endocarpios poseen una sola semilla grande y se estima que hay aproximadamente hasta 4.000 semillas/kg. El Neem llega a crecer aproximadamente hasta los seis metros de altura, sus hojas son muy parecidas a las del árbol del paraíso, pero de mayor tamaño (FAO, 2013).

2.2.2 Clasificación Taxonómica del Neem (*Azadirachta indica*)

De acuerdo con Yáñez (2005).

Reino: Vegetal.

División: Spermatophyta.

Subdivisión: Angiospermae.

Clase: Geraniales.

Familia: Meliácea.

Genero: *Azadirachta*.

Especie: *Azadirachta indica* A. Juss.

Sinónimos: *Antelea Azadirachta*,

Melia Azadirachta, *Melia indica*.

Algunos de los nombres más comunes son: Margosa, Neem, Nim, paraíso de la india, salvadora pérsica, Hindi, Bengali Neem, Gujarati-Limba/Limbado; Marathi-Limba, Urdu-nim, Pichumarda, paarabhadra, Lilac indu, peelu, miswaak, arbolsiwak, arbol de margosa, Caoba Criolla, Caoba Haitiana o simplemente arbolinsectisida.

2.2.3 Requerimientos climáticos para el Neem

La FAO, (2013) reporta los requerimientos para el cultivo del Neem como sigue:

Temperatura: Sobrevive a altas temperaturas incluso hasta los 44 °C en sombra y temperaturas mínimas cercanas a los 0 °C. En el Brasil crece y se desarrolla sin problemas hasta los 38 °C, mientras que en Centro América se le ha observado crecer satisfactoriamente a temperaturas entre 21,8 a 26,8 °C.

Precipitaciones: Crece en forma natural en zonas con precipitaciones entre 300 hasta 1.150mm, pudiendo soportar sequías prolongadas por un lado y precipitaciones mayores a los 1.700 mm por año en el otro extremo de tolerancia.

Rango altitudinal: Puede crecer desde el nivel del mar hasta los 1.500m.s.n.m. de altitud, siendo entonces la región del Chaco una potencial posibilidad para su desarrollo.

Condiciones edáficas: Esta especie se desarrolla bien en la mayoría de suelos, incluyendo suelos secos, pedregosos, arcillosos y poco profundos. Sin embargo, no prospera en arenas secas profundas donde la capa freática durante la estación seca, se encuentra a más de 18 m de profundidad. Las raíces extraen nutrimentos y humedad incluso en suelos muy lavados y arenosos.

EL Neem prefiere un pH superior a 6.2, aunque también se comporta óptimamente con un pH de hasta 5, ya que su hojarasca contribuye a que la capa superficial del suelo alcance un pH neutro. Su principal limitante para el desarrollo son los suelos salinos y la sequía extrema, la especie crece lento en suelos compactos y no tolera un pH muy ácido (inferior a 5,0); densidades altas en suelos con poca humedad disponible, también produce la muerte de la especie.

2.2.4 Usos y características del Neem

Energía: Las semillas contienen hasta un 40% de aceite. Es utilizado como combustible de lámparas y como lubricantes para maquinaria. La pulpa que rodea la semilla es un substrato prometedor para la producción de gas metano. La leña tiene un poder calórico de 4.780 Kcal/kg (Ramos R., 2008).

Suelos: El mismo autor señala que las hojas y ramas se usan para mejorar la estructura, textura y protección de los suelos (mulch). El residuo que queda después que se extrae el aceite de la semilla es un excelente fertilizante con un contenido de nutrientes, mayor que el que se encuentra en el estiércol. Esta especie ha tenido éxito en la recuperación de suelos áridos. La corteza contiene de 12 al 14% de taninos que son mayormente utilizados en la fabricación de jabones, productos farmacéuticos y cosméticos.

2.2.5 Componentes del Neem

El Neem tiene miles de componentes químicos, de los cuales hay más de 100 limonoides (terpenoides) compuestos por C, H, O; lo cual hace muy solubles en aguas y en otros compuestos orgánicos, facilitando su extracción. El terpenoide más importante es la Azadirachtina, de las que existen varios tipos que varía desde la Azadirachtina A hasta K. La Azadirachtina, es un limonoide complejo que presenta nuevos isómeros. Además de la Azadirachtina, existen otros compuestos importantes como la Azadirona, Deguninin, Nimbina, Nimbolina, Nalamina, Amorastaitina y Vilacinina (Philogene et al., 2004).

La *Azadirachtina* es un terpenoide característico de la familia Meliaceae pero especialmente del árbol Neem (*Azadirachta indica*), originario de la India. Este compuesto se encuentra en la corteza, hojas y frutos de este árbol pero la mayor concentración se ubica en la semilla. En el extracto se han identificado alrededor de 18 compuestos entre los que destacan Salanina, Meliantrol y Azadiractina que es el que se encuentra en mayor concentración. ***Muestra acción anti alimentaria, reguladora del crecimiento, inhibidora de la ovoposición y esterilizante.*** Se pueden encontrar formulaciones comerciales de Neem con nombres como Neem Gold, Neemazal, Econeem, Neemark, Neemcure y Azatin entre otros, en países como Estados Unidos, India, Alemania y varios países de América Latina(Philogene B.J.R., 2004).

2.2.6 Formas de extracción de los principios activos.

Normas generales de extracción.

Podemos preparar los extractos por medio de:

- **Maceración:** se machacan las plantas y se las introduce en agua, sin dejarlas fermentar, como máximo 3 días, para luego filtrarlas.
- **Purines fermentados o en fermentación:** colocando las partes de las plantas en un saco permeable, dentro de un recipiente de madera, cerámica o vidrio, con agua de lluvia (o no clorada). Se cubre, dejando circular el aire (orificios en la tapa), removiéndose diariamente. Reposando de una a tres semanas, cuando deja de fermentar (oscuro, sin espuma). Se aplica diluyendo

en agua. También se puede obtener este producto exponiendo el mismo durante 4 días al sol.

- **Infusión**: poniendo agua hirviendo sobre las plantas frescas o secas, dejándolas tapadas entre 12y 24 h.

- **Decocción**: se ponen las plantas a remojo durante 24 h, después se hierven unos 20 minutos, se tapa y se deja enfriar, también se puede hervir el material directamente por lapso de 30 minutos.

- **Extractos**: generalmente de flores; se cortan antes de marchitarse, se humedecen y se trituran; la papilla se pasa por un tamiz fino (bolsa de tela) para extraer el líquido.

- **Esencias**: la extracción de aceites esenciales es más laborioso, necesiándose un alambique. Se recogen las partes de las que se desean extraer y se ponen a hervir en agua, recogiendo con una campana todo el vapor, que al pasar por el alambique se irá condensando. Por medio de decantación podemos separar el aceite esencial del agua.

Excepto las esencias, todas las otras deben filtrarse antes de su utilización.

Estas sustancias vegetales se pueden mezclar con un poco de tierra arcillosa, mojantes o adherentes en el momento de su aplicación, para aumentar su adherencia. No deben utilizarse con tiempo lluvioso o a pleno sol, ya que su efecto se ve disminuido (Bertrand et al, 2007).

2.2.7 Propiedades del extracto de neem

El Neem (*Azadirachta indica*) pertenece a la familia de las Meliaceae, cuyos extractos sirven como insecticida. Hasta ahora, nueve limonoides del neem han demostrado su eficacia contra un gran número de especies que incluyen algunas de las plagas más dañinas para la agricultura y la salud humana.

Las propiedades del neem están basadas en el parecido que presentan sus componentes con las hormonas reales, de tal forma que los cuerpos de los insectos absorben los componentes del neem como si fueran hormonas reales y estas bloquean su sistema endocrino, destruyendo e inhibiendo el desarrollo

de huevos, larvas o crisálidas, bloqueando la metamorfosis de las larvas o ninfas, destruyendo su apareamiento y comunicación sexual, repeliendo y envenenando a larvas y adultos, esterilizando adultos, impidiendo su alimentación, bloqueando la habilidad para tragar (reduciendo la movilidad intestinal), enviando mayores errores a su metamorfosis en varios períodos de desarrollo del insecto, inhibiendo la formación de quitina (material del que se compone el exoesqueleto del insecto), impide que se realicen las mudas, necesarias para entrar en la siguiente etapa del desarrollo, de tal forma que actúa como regulador de crecimiento del insecto(Rodríguez, 2002).

De todos estos efectos, se puede decir que actualmente el poder repelente es probablemente el efecto más débil. La actividad anti comida (aunque interesante y valiosa en gran extremo) presenta corta vida y es variable. La más importante cualidad del neem, es el bloqueo en el proceso de metamorfosis de las larvas (Ramos, 2008).

El neem es un potente insecticida, eficaz contra 200 insectos, incluyendo langostas, algunas especies de ortópteros, nematodos, larvas de mosquitos, de mariquitas dañinas y gorgojos del algodón (Londoño, 2006).

Mecanismos de acción: Actúa por contacto e ingestión sobre la actividad de ecdisona, interfiriendo gravemente los procesos de muda. El insecto afectado no puede completar la muda y muere. Tras la ingestión de pequeñas cantidades (nanogramos) el insecto se vuelve inactivo y deja de alimentarse. También ejerce un efecto como repelente, evitando que el insecto se alimente del animal (Maggi, 2004).

El mismo autor señala que en general, el extracto de Neem produce una serie de efectos sinérgicos, que junto con los anteriormente citados, causa alteración del desarrollo, alteración del apareamiento e inhibición de la ovoposición. Dependiendo del estado en el ciclo vital de los insectos, la muerte sobrevendrá tempranamente o tras algunos días.

La muerte del insecto se produce entre los 3 y los 14 días después del contacto con el producto, dependiendo de la especie y el estado en el que se encuentra la plaga, aunque dejan de alimentarse mucho antes. En general las jóvenes son más sensibles que las adultas (Maggi, 2004).

2.2.8 Tratamiento de plagas

Las semillas y hojas del árbol de Neem contienen muchos componentes que son útiles para el control de las plagas. A diferencia de los insecticidas sintéticos, los componentes del neem actúan sobre el sistema hormonal y digestivo de los insectos, por lo tanto no originan el desarrollo de resistencia en las futuras generaciones. Estos componentes pertenecen a la clasificación general de productos naturales llamados “limonoides” (Arbelaez, 2006).

La Azadirachtina se considera actualmente como el agente más importante, extraído del neem, para el control de los insectos. ‘Parece tener eficacia en más del 90% de las plagas. No mata los insectos o, al menos, no inmediatamente, en lugar de ello, sirve tanto de repelente, como para interrumpir su crecimiento y reproducción. Investigaciones realizadas durante los últimos años, han demostrado que es el regulador y disuasoria más potente, nunca ensayado. Repelerá o reducirá la alimentación de muchas especies de plagas de insectos, así como de algunos nematodos. De hecho, es tan potente que una mínima cantidad de Azadirachtina evita que los insectos incluso toquen las plantas (Arbelaez,2006).

El mismo autor señala que a pesar de tener una gran selectividad, los derivados del neem afectan aproximadamente a unas 400 ó 500 especies de plagas pertenecientes a Blattodea, Caelifera, Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Ensifera, Hetroptera, Homoptera, Hymenoptera, Isoptera, Lepidoptera, Phasmida, Phtniraptera, Siphonoptera y Thysanoptera, ostracodos, arañas y nematodos, especies nocivas de lombrices y hongos, incluyendo el productor de aflatoxina, asperguillus flavus.

Una forma de aprovechar las propiedades para combatir y repeler plagas que tiene el Neem es macerando sus hojas y aplicándolo sobre las plantas que queremos tratar (Arbeláez, 2006).

2.2.9 Definición de plaga

La palabra plaga, en la agricultura se refiere a todos los animales, plantas y microorganismos que tienen un efecto negativo sobre la producción agrícola. Las plagas prosperan si existen una fuente concentrada y confiable de alimento, y, desafortunadamente, las medidas que se utilizan normalmente para aumentar la productividad de los cultivos (por ejemplo, el monocultivo de las variedades de alta producción, el cultivo múltiple mediante la reducción o eliminación de los suelos descansados, el uso de los fertilizantes, etc.) crean un ambiente favorable para las plagas. Por eso, en cualquier agro sistema efectivo, se requiere el manejo inteligente de los problemas de las plagas.

En sentido amplio, el concepto de plaga se refiere a cualquier ente biótico que el hombre considera perjudicial a su persona o a su propiedad. En consecuencia, existen plagas de interés médico, tales como los vectores de enfermedades humanas (zancudos, chipos, etc.); plagas de interés veterinario, tales como, las pulgas y las garrapatas y las plagas denominadas agrícolas que afectan las plantas cultivadas así como los productos vegetales ya sean frescos o almacenados.

En sentido estricto (en términos de la protección vegetal), el concepto de plaga agrícola, obviamente ha evolucionado junto al desarrollo de la ciencia y la tecnología aplicada a la agricultura, de tal manera, que ha cambiado por un lado, la concepción que se tiene acerca de cómo clasificar a los organismos dañinos para la plantas y productos vegetales y por otro, qué tipo de organismos deben incluirse como dañinos (Arbeláez, 2006).

2.2.10 Formación de terpenoides

Los **terpenoides**: Algunas veces referidos como **isoprenoides**, son una vasta y diversa clase de compuestos orgánicos similares a los terpenos

La clasificación de los terpenoides según su estructura química, es similar a la de los terpenos, los cuales son clasificados en base al número de unidades isopreno presentes y en el caso de los triterpenoides, si están ciclados. Según (Bertrand, et al., 2007)., se clasifican en:

- Hemiterpenoides. Los terpenoides más pequeños, con una sola unidad de isopreno. Poseen 5 carbonos.
- Monoterpenoides. Terpenoides de 10 carbonos.
- Sesquiterpenoides. Terpenoides de 15
- Diterpenoides. Terpenoides de 20 carbonos.
- Triterpenoides. Terpenoides de 30 carbonos.
- Tetraterpenoides. Terpenoides de 40 carbonos
- Politerpenoides. Los politerpenoides, que contienen más de 8 unidades de isopreno,
- Meroterpenoides. Así se llama a los metabolitos secundarios de las plantas que tienen orígenes sólo parcialmente derivados de terpenoides.
- Esteroides. Triterpenos basados en el sistema de anillos ciclopentano perhidrofenantreno.
- **Los limonoides y cuasinoides** son derivados de triterpenoides presentes en Rutaceae, **Meliaceae** y Simaroubaceae de los Sapindales.
- Los cardenólidos son glicósidos de un esteroide, están presentes en las Ranunculaceae, Euphorbiaceae, Apocynaceae, Liliaceae y Plantaginaceae.

2.2.11 Información técnica del Neem

El Neem actúa por contacto e ingestión principalmente en los estadios juveniles inhibiendo la hormona de crecimiento (ecdisona) y altera la metamorfosis durante la muda prolongando el desarrollo larval perjudicando los estados inmaduros (larva, ninfa y pupa); en insectos adultos promueve defectos morfológicos, reducción de la fecundidad actividad locomotriz, alteración de la reproducción y disrupción del aparato reproductivo causando esterilidad. Penetra en la planta a través de los estomas y es trasportado a través del

sistema vascular, modificando el complejo enzimático y de transpiración, provocando cambios en los líquidos intracelulares de la planta (savia) provocando repelencia; asimismo, actúa como fagodeterrente con la reducción de las paredes de los intestinos y una pronunciada pérdida del apetito del insecto, que conduce a su muerte por falta de alimentación (Yáñez, 2008).

Plagas y enfermedades que controla: controla la mosca blanca, pulgones, trips, araña roja, paratrioza, diaforina, palomilla dorso de diamante, gusano cogollero, gusano del fruto, minador de la hoja, chinches y nemátodos. Tiene acción preventiva contra *Alternaria* sp. y *Sclerotium* sp.; asimismo, contra hongos fitopatógenos que causan la marchitez, secadera o damping-off (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium* sp. y *Pythium* sp.) (Yáñez, 2005).

2.2.12 Utilización y aplicación de los extractos del neem

La aplicación del producto obtenido debe realizarse en forma preventiva, a los 20 días de la siembra, a fin de poder aprovechar su efecto repelente, así también resulta conveniente fumigar la planta cuando se presenten los primeros ataques de los insectos. Como este producto no provoca resistencia en los insectos, se puede aplicar varias veces hasta controlar totalmente la plaga (Rodríguez, 2002).

2.2.13 Formas de extracción del bioinsecticida

Existen tres métodos de extracción del bioinsecticida según Helsint (2008) son:

- a) Extracción mecánica.- Consiste en obtener los jugos de las plantas mediante presión mecánica.
- b) Extracción por destilación.- Consiste en la obtención de concentrados o aceites de plantas mediante el arrastre de vapor, aquí la temperatura se incrementa y no es apropiado para elementos volátiles ante el incremento de temperatura (anexo 1).

c) Extracción con disolventes.- Consiste en poner en contacto la muestra con un disolvente capaz de solubilizar los principios activos. Aquí podemos mencionar la maceración, Infusión, decocción, digestión, fermentos.

2.3 Los pulgones y su morfología

Los **áfidos o pulgones** forman un grupo muy amplio de insectos. Pertenecen al orden *Hemiptera*, suborden *Homoptera* (cicadelas, pulgones, moscas blancas y cochinillas) (Aparicio, 2007).

El pulgón puede tener color negro, amarillo, verde, naranja, etc... con un tamaño aproximado de 1 a 6 mm, lo podemos ver a simple vista, y se encuentran principalmente en zonas cálidas y con poca humedad, siendo su momento de mayor actividad la primavera y el verano. También los terrenos con exceso de fertilizantes favorece su propagación (Aparicio, 2007).

El pulgón es una de las plagas más comunes. Forman colonias y se alimentan de la savia de las plantas. Los síntomas que presenta una planta parasitada son: deformaciones, decaimiento, abolladuras en hojas y flores, pero además por la melaza que excretan atraen a las hormigas que hace que se desarrolle el **hongo negrilla**, también son transportadores de virus, ralentizan o frenan el desarrollo de la planta y sus frutos, pueden incluso llegar a secar la planta.

Los áfidos tienen distintos **ciclos de vida** dependiendo de la planta hospedante: están las especies **monoecias**, que sólo viven en una planta y las **heteroecias**, que viven en varias plantas en función de la estación del año. En lo que respecta a su reproducción, existen dos tipos: pulgones vivíparos y ovíparos, siendo sus colonias muy prolíficas en periodos cortos de tiempo.

Por eso, es imprescindible tener controlados los cultivos e identificar, en las primeras fases, la presencia de pulgones. El lugar a examinar será el **envés de las hojas**, sobre todo las nuevas hojas y los brotes tiernos, que son sus

preferidas. También podemos estar alerta de los síntomas que puedan presentar la planta, como son las hojas enrolladas y pegajosas, la negrilla, manchas amarillas o verdes y la presencia de hormigas (Aparicio, 2007).

Los adultos ápteros son pequeños, oval alargados, de color verde manzana brillante, con una distintiva franja dorsal a lo largo del cuerpo de color verde oscuro a verde azulada. Las antenas son oscuras, cortas y no llegan a la altura de los sifones, pero superan a la mitad del cuerpo. Los sifones se encuentran bien desarrollados, son más pálidos que el cuerpo y sus ápices son de color negro. La cauda es del color general del cuerpo. Los alados tienen la cabeza y el protórax amarillento parduzco, el abdomen verde amarillento a verde oscuro, con los lóbulos torácicos negros. Los sifones también son claros con los extremos oscuros, como en las formas ápteras. Tanto ápteros como alados son pequeños, miden entre 1,3 a 2,1 mm Existen biotipos de este pulgón; los cuales difieren en el rango de plantas huéspedes y en la época que alcanzan los máximos picos poblacionales. Además debido a estos biotipos su presencia es prácticamente continua en el año (Cordo, 2004).

2.3.1 Daños

Debido a su alimentación producen marchitamiento y otros efectos fitotóxicos. Producen daños directos por la extracción de savia al alimentarse de las hojas de las plantas que ataca e indirectos por inocular fuertes toxinas y virus. El mayor daño lo produce su saliva toxicogénica. Las hojas de las plantas atacadas se tornan cloróticas (se amarillean). Las hojas atacadas se observan con pequeñas manchas con el centro castaño, que es donde clavó el aparato picor suctor, con un halo amarillento producto de sus toxinas, si el ataque es intenso estas manchas terminan uniéndose y las plantas finalmente se secan y mueren.

Ataca en otoño a los verdeos y luego pasa al trigo. En el trigo lo hace, desde el nacimiento hasta el encañado de las plantas. Luego pasa al sorgo y maíz como huésped regular del verano. Este pulgón es vector del virus del BYDV,

siendo la enfermedad más común y de distribución más amplia en cereales y pastos del mundo (García, 2005).

2.3.2 Ciclos de vida de los pulgones

Los áfidos presentan un ciclo de vida complicado debido a las diversas fases por las que pasan y a las formas que adoptan, tan diferentes entre sí que en algunos pulgones inducen a considerarlos como especies distintas.

Según la planta hospedante, pueden distinguirse distintos tipos de pulgones:

- *Monoecias*: especies que solo viven sobre una planta hospedante.
- *Heteroecias*: alternan las plantas hospedantes (pasan el invierno en un tipo de planta y en primavera cambian a planta herbáceas, generalmente cultivadas).

Según la forma de reproducción, se pueden ser:

- Pulgones vivíparos. Aquellos que dan nacimiento a crías vivas.
- Ovíparos. Aquellos pulgones que ponen huevos. Aquellos pulgones que pasan el invierno como huevos producidos por hembras sexuales, son referidos como que tienen un ciclo de vida holocíclico.

En función de ello la variedad de ciclos vitales de las especies de pulgones o áfidos es muy compleja, a continuación se describen con más detalle (Iannone, 2011).

2.3.3Ciclo Específico. Ciclo Holocíclico y Monoecia.

Los pulgones sexuados aparecen desde septiembre a noviembre, los machos, en general, van provistos de alas y las hembras son ápteras (sin alas) casi siempre; también se dan casos, como en la filoxera, en que sean ápteros los dos sexos; los órganos bucales son muy pequeños y atrofiados, por lo que no se alimentan en toda su vida. La hembra de esta generación sexuada deposita un

solo huevo, denominado huevo de invierno. Este huevo permanece sin evolucionar hasta la primavera; entonces da origen a una hembra, denominada hembra fundadora, de la que se deriva toda la generación de pulgones.

La hembra fundadora es siempre áptera y se reproduce por partenogénesis. Frecuentemente es vivípara, pero en algunos casos también puede ser ovípara. De ella se derivan otras muchas hembras ápteras que solo se diferencian de la hembra fundadora en que son algo más pequeñas y de menor fecundidad.

Al llegar el otoño se producen otras aladas denominadas sexúparas; éstas por partenogénesis depositan huevos, ya machos o hembras, y de éstos nacen los individuos sexuados que depositan el huevo de invierno en la misma planta, cerrando el ciclo biológico. Existen, por tanto, dos formas aladas: una, las virginóparas, que transmiten la plaga a lugares lejanos, y otra, las sexúparas, que aparecen sólo en otoño y dan lugar a la generación sexuada, de las que deriva el huevo de invierno (Iannone, 2011).

2.3.4 Ciclo Emigrante. Ciclo Holocíclico y Heterocia.

Se complica el ciclo de las plagas polífagas; el huevo de invierno se deposita sobre una determinada especie vegetal denominada huésped primario, y sobre esta misma habitan la hembra fundadora y las distintas generaciones de hembras ápteras partenogénicas.

La diferencia con el ciclo anterior comienza en las hembras aladas virginóparas, llamadas en este caso emigrantes, por trasladarse a otras especies vegetales diferentes de la anterior, denominadas huéspedes secundarios, donde dan lugar a otras hembras ápteras, partenogénicas, diferentes de las que se desarrollan sobre el huésped primario; a estas hembras se las denomina exiliadas, y dan lugar a otra plaga aparentemente distinta de la primera; generalmente al llegar el otoño aparecen entre las hembras ápteras exiliadas otras aladas sexúparas que regresan al huésped primario en el llamado vuelo de retorno, dando lugar a la generación sexuada de la que procede el huevo de invierno.

La emigración puede ser absoluta o facultativa. En el primer caso toda la colonia del huésped primario le abandona y se traslada al secundario, mientras en la emigración facultativa sólo una parte acude al huésped secundario, continuando el resto sobre el primario como en las especies no emigrantes. Aún puede ocurrir que las generaciones exiliadas continúen reproduciéndose indefinidamente sobre el huésped secundario por vía agámica, sin retorno al huésped primario (Iannone, N., 2011).

2.3.5 Daños Causados Por Los Áfidos O Pulgones.

Los áfidos o pulgones pueden ocasionar distintos tipos de daños al cultivo, que pueden ser:

A) Directos. Se deben a la alimentación sobre el floema de la planta (existen muy pocas especies que se alimentan del xilema). Las ninfas y los adultos extraen nutrientes de la planta y alteran el balance de las hormonas del crecimiento. Esto origina un debilitamiento de la planta, deteniéndose el crecimiento, las hojas se arrollan y si el ataque es muy severo puede secar la planta.

B) Indirectos. Como consecuencia de la alimentación pueden generarse los siguientes daños indirectos:

- Reducción de la fotosíntesis.
- Pueden transmitir a la planta sustancias tóxicas.
- Vectores de virus fitopatógenos. Los áfidos pueden transmitir hasta 117 tipos de virus fitopatógenos. Los pulgones son el grupo de insectos más eficaz en cuanto a la transmisión de virosis, normalmente es realizada por las formas aladas. (Altieri y Nicholl, 2008).

2.3.6 Especies de áfidos más importantes.

Los áfidos más importantes que se presentan en cultivos de acuerdo a Cordo, (2004). Son los siguientes:

- *Myzus persicae* (pulgón verde del melocotonero), que causa daños en solanáceas (patata y plantas próximas) y crisantemo, principalmente.
- *Aphis gossypii* (pulgón del algodón), sobre todo en pepino, crisantemo y pimiento.
- *Macrosiphum euphorbiae* (pulgón del tomate), generalmente afecta a solanáceas.
- *Aphis fabae* (el pulgón negro de la judía).
- *Aphis craccivora* (pulgón del fréjol de vaca).

El mismo autor describe a los mismos como se presenta a continuación:

Myzus Persicae

También conocido como el pulgón verde del melocotonero y la patata, tiene un tamaño de 1,2 a 2,3 mm y es de color verde amarillento, con sifones verdes, largos y dilatados.

Es un insecto muy polífago que produce importantes daños directos e indirectos sobre los cultivos, destacando tomate, pepino, patata, tabaco y muchos otros cultivos vegetales. *Myzus persicae* quizás sea el pulgón más importante ya que tiene un rango muy amplio de especies hospederas secundarias incluyendo algunos cultivos.

En hortalizas se presentan especialmente en solanáceas, en invernadero hacen todo el ciclo sobre estas y alternando con plantas adventicias.

2.3.7 Métodos De Control.

De acuerdo a Yáñez (2008) los métodos de control de áfidos se presentan a continuación:

a) Métodos preventivos y técnicas culturales.

- Realizar tratamientos precoces, antes que la población alcance niveles altos.
- La colocación de mallas en las bandas de los invernaderos.

- Eliminación de malas hierbas y restos de cultivos del interior y proximidades del invernadero.
- Colocar trampas cromotrópicas amarillas. Las trampas engomadas amarillas y las bandejas amarillas con agua son atrayentes de las formas aladas, lo que ayuda en la detección de las primeras infestaciones de la plaga.

b) Control Biológico.

- Entre los enemigos naturales de pulgones existen varias especies. El control biológico de pulgones ejercido por parasitoides es realizado por especies del género *Aphidius*.

Control Químico.

- Como materias activas pueden utilizarse: acefato, etiofencarb, fosfamidón, imidacloprid, metamidofos, pirimicarb, malatión metomilo e insecticidas pertenecientes al grupo de los piretroides.

Myzus persicae, es una de las especies que más ha desarrollado resistencias a los plaguicidas, aconsejándose su utilización a partir de los meses invernales. El umbral de tratamiento se estima en un 3-10 % de brotes atacados (Yáñez, 2008).

III. SECCIÓN DIAGNOSTICA

3.1 Materiales y métodos

3.1.1 Localización y ubicación

La obtención del material del Neem se obtuvo de la localidad del Municipio Saavedra de la provincia Santi Esteban, ubicada en el departamento de Santa Cruz, situada en la zona geográfica del sureste de Bolivia, a una altura de 1.240 m.s.n.m.(figura 1) con una superficie de 3673 km²(FAO, 2013).



Figura 1. Municipio de Saavedra – Santa Cruz

3.1.2 Características del lugar

Límites: Limita al norte con la provincia Guarayos, al sur con la provincia Sara e Ignacio Warnes, al este con la provincia Ñuflo Chavez y al oeste con provincia Sara e Ichilo.

Geografía: La topografía de este municipio es muy variada por presentar estrechos valles con terrazas aluviales, serranías, pendientes y mesetas, hasta las extensas llanuras del extremo oriental (figura 2), pobladas de escasa vegetación y vastas áreas arenosas en las que se insinúa un proceso de desertificación. Tiene un clima templado con una temperatura promedio anual de 23 °C (FAO, 2013).

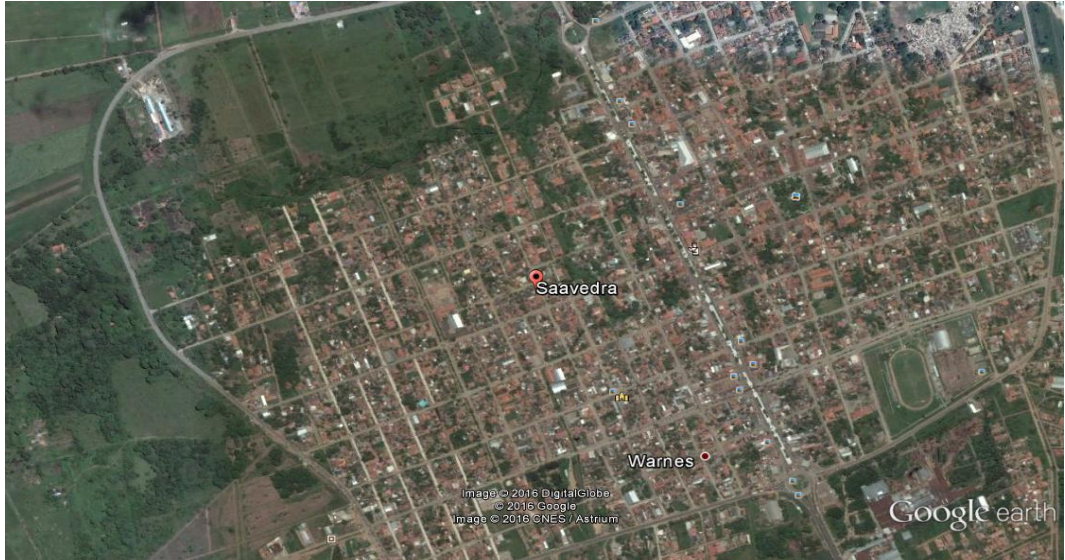


Figura 2. Mapa de ubicación de Municipio de Saavedra

La principal actividad productiva del municipio es la **agropecuaria**, siendo los cultivos más producidos el maíz, algodón y el sorgo; este último es un componente esencial en el sistema de producción de las colinas menonitas que utilizan especialmente para la alimentación de sus animales. La producción agrícola se ha introducido también con mucho éxito, variedades de algodón cuya producción ya se encuentra consolidada.

La ganadería es otra actividad muy practicada en la zona. El ganado bovino se ha desarrollado bajo el sistema de manejo extensivo tradicional, es decir alimentando a campo abierto. Hay ganado porcino y caprino. El ganado bovino criollo es muy resistente a las sequías, lo que permite practicar este rubro en forma extensiva.

Se practica la caza y pesca, este municipio dispone de significativos y variados recursos piscícolas. También se tiene abundantes recursos petroleros (FAO, 2013)

En este municipio se encuentra El CIAT (Centro de Investigación Agrícola Tropical) donde se recolecta el material (hojas y ramas del árbol del Neem para la elaboración del trabajo de la obtención del bioinsecticida (Figura 3).



Figura 3. CIAT- (Centro de Investigación Agrícola Tropical) Localidad. Saavedra

3.1.3 Materiales

Para el trabajo se uso los siguientes materiales:

- Materia prima obtenida del árbol del Neem (tallos y hojas).
- Bolsas plásticas para la recolección.
- Bolsas plásticas para el aislamiento de los pulgones.
- Balanza.
- 3 Recipientes para el proceso de extracción.
- 3 Recipientes para la preparación de los bioinsecticida
- Pulverizador
- Cocina.
- 12 macetas con plantines de arveja.
- Tijeras, cuchillo, guantes, tamiz.
- Agua.
- Pipeta
- Envase graduado
- Pulgón verde (*Myzus persicae*)

3.1.4 Metodología

3.1.4.1 Procedimiento del trabajo

El trabajo se desarrollo en tres fases:

- 1:-Ubicación y obtención del material (Hojas y Tallos) del Neem
- 2.- Obtención y determinación del método más efectivo en la extracción del biocida (maceración, decocción y fermento).
- 3.- Determinación de la concentración efectiva cc/l (centímetro cúbicos por cada litro) para el tratamiento del pulgón verde (*Myzus persicae*).

Primera fase: Ubicación y Obtención del material (hojas y tallos) del Neem

Para la identificación y recolección de las muestras requeridas para el trabajo, se traslado al departamento de Santa Cruz, a la localidad de Charagua donde los habitantes no tenían conocimiento del árbol del Neem, incluso funcionarios de la Alcaldía confundían al árbol del paraíso con el Neem (figura 4), fue infructuoso el tratar de encontrar al Neem en la zona. A través de estos funcionarios, se pudo contactar con el Ing. Ricardo Azeñas y el Ing. Heriberto Fariñas que trabajaban en la investigación y la difusión de especies madereras dentro de la zona gracias a los cuales se pudo llegar a obtener el material del Neem requerido para el trabajo (figura 6), incluyendo plantines de Neem (figura 5), los cuales estaban ubicados en la estación experimental Agrícola de Saavedra Donde se encuentra el CIAT (Centro de Investigación Agrícola Tropical) (figura3).



Figura 4. Árbol del Paraíso, similar al árbol del Neem



Figura 5. Ing. Heriberto Fariñas Salazar, identificando plantines de Neem, Santa Cruz.



Figura6. Árbol del Neem de 1 año de edad

Posterior a la obtención del material (hojas y tallos), trasladando los mismos a la ciudad de La Paz, a la zona de LLojeta Vergel ubicada al sureste de la ciudad, donde se realizó el trabajo de la obtención y la determinación de la concentración del bioinsecticida en base a los extractos de biocida del Neem.

Segunda fase: Obtención y determinación de la técnica efectiva en la extracción del biocida (maceración, decocción y fermento). En esta fase se procedió en inicio a preparar las muestras, separando hojas y ramas (figura 7 y anexo 4), para poder determinar partes iguales (50g de hojas y 50 g de ramas), seguidamente se pesó tres porciones de muestra cada una de las cuales contenía 100g entre tallos y hojas de Neem (figura 8), las cuales se procesaron de la siguiente forma:



Figura7. Preparación de las Muestras de Neem para el estudio



Figura8. Pesado de 100 g de hojas y tallos de Neem

- a) **Maceración.-Frasco "A"**. En esta técnica se colocaron 100 g de hojas y tallos de Neem desmenuzados en 2 litros de agua, dejando reposar el mismo por 3 días evitando exponerla al sol, posterior a esto se separo la parte solida de la liquida (figura 9 y 10)



Figura9. Frasco "A". En esta técnica se desmenuza 100 g de hojas y tallos de Neem



Figura10. Frasco "A". 100 g de hojas y tallos de Neem desmenuzados y colocados en 2 litros de agua

- b) **Decocción.-Frasco “B”**. Se procede a hervir en una olla 100 g. de hojas y tallos de neem durante 30 min en 2 litros de agua cuidando que la cantidad perdida de agua sea repuesta (figura 11). Una vez enfriado el extracto se separo el líquido de la parte sólida con la ayuda de un tamiz colocando la misma en el respectivo frasco (figura 12).



Figura 11. Frasco “B”. Se procede a hervir en una olla 100 g. de hojas y tallos de neem durante 30 min en 2 litros de agua



Figura 12. Frasco “B”. Separación de la parte solida en la decocción de hojas y tallos de neem.

- c) **Fermento.-Frasco "C"** se coloca 100 g de hojas y tallos de Neem en 2 litros de agua (figura 13) por un periodo de 3 semanas, al cabo de las cuales se separa mediante un filtrado de la parte solida de la liquida (figura 14).



Figura13. Frasco "C" se coloca 100 g de hojas y tallos de Neem en 2 litros de agua por un periodo de 3 semanas



Figura 14. Frasco "C" Separación de la parte solida en el fermento de hojas y tallos de neem.

Una vez obtenido los extractos de neem (A, B y C) por tres diferentes técnicas, se identifico cual de los tres extractos contenía mayor concentración de biocida (maceración, decocción y fermento), para determinar esta concentración de biocida, se procedió a preparar el bioinsecticida en una proporción indicada en el cuadro 1y figuras 15, 16, 17, 18 y 19.

Cuadro 1. Cantidades de concentrado de extracto A, B y C en 1 litro de agua cada uno para preparar el bioinsecticida.

Extracto	Dosis de extracto empleada en ml	Cantidad de agua en litros	Bioinsecticida
A	40 ml del extracto A	1 litro	Bioinsecticida A
B	40 ml del extracto B	1 litro	Bioinsecticida B
C	40 ml del extracto C	1 litro	Bioinsecticida C



Figura15. Obtención de los biocidas con las tres técnicas de maceración, decocción y fermento respectivamente



Figura16. Preparación del bioinsecticida con el extracto "A" 40 ml/litro



Figura17. Preparación del bioinsecticida con el extracto "B" 40 ml/litro



Figura18.Preparación del bioinsecticida con el extracto "C" 40 ml/litro



Figura19.Preparación de bioinsecticidas con el extracto "A, B y C" con una dosis de 40 ml/litro de agua

Se utilizo 12 macetas con plantines de arveja infestadas con 50 pulgones adultos por cada maceta (figura 20), para este efecto, se procedió al conteo y a la colocación de los pulgones verdes a cada una respectivamente (figura 21). 9 macetas recibieron el tratamiento con los bioinsecticidas A, B y C (3 tratamientos cada uno con 3 repeticiones) más 1 testigo por tratamiento al que se aplico solo agua, distribución que se muestra en el cuadro 2 y en las figuras 22, 23 y 24.

Cuadro 2. Distribución de tratamientos para identificar cuál de ellos obtiene la mayor concentración de biocida extraído del Neem.

Nº de Repeticiones	TRATAMIENTO A Bioinsecticida A	TRATAMIENTO B Bioinsecticida B	TRATAMIENTO C Bioinsecticida C	TESTIGO Solo agua
1 Con 50 pulgones por cada una de los tratamientos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2 Plantines de arveja	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3 Plantines de arveja	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	A 1	B 1	C 1	T
	A 2	B 2	C 2	T
	A 3	B 3	C 3	T



Figura20. Macetas con plantines de arveja para la determinación de cuál de los tres extractos contenía mayor dosis de biocida



Figura21. Infestación de los plantines con 50 pulgones por plantin



Figura22.Aplicación del bioinsecticida “A” a los plantines de arveja con 3 repeticiones



Figura23.Aplicación del bioinsecticida “B” a los plantines de arveja con 3 repeticiones

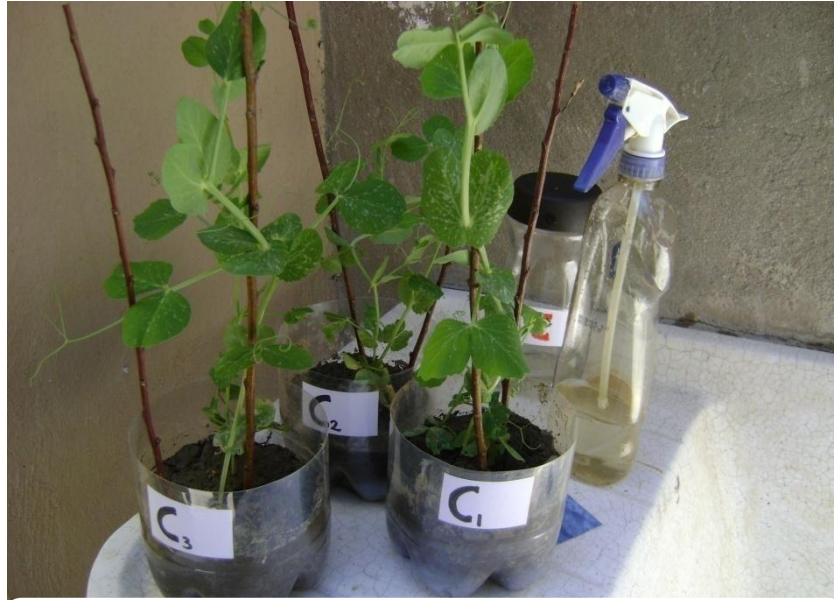


Figura24.Aplicación del bioinsecticida “C” a los plantines de arveja con 3 repeticiones

Para evitar el traslado del pulgón verde (*Myzus persicae*) de una a otra maceta se procedió a cubrir las macetas con bolsas plásticas que evitaron la variación en el número de individuos en cada maceta tal como se ve en la figura 25.



Figura25.Tratamientos “A, B y C” cubiertos con bolsas plásticas para evitar que los pulgones migren a otros

Tercera fase: Determinación de la concentración efectiva en la elaboración del bioinsecticida para el tratamiento de plagas como el pulgón verde (*Myzus persicae*).

-Se ha identificado concentraciones superiores de biocida con la técnica de la maceración tratamiento “A” por el mayor deceso registrado en los pulgones en comparación a la decocción tratamiento “B” y el fermento tratamiento “C” (figura 26).



Figura26.Obtención de mayores concentraciones de biocida con la técnica de extracción A (maceración).

Utilizando el extracto A (maceración) se procedió a determinar la concentración efectiva de este biocida en la elaboración del bioinsecticida (cuadro 3).

Para este fin se procedió a preparar un bioinsecticida con tres diferentes concentraciones (figura 27).

Cuadro 3. Preparación del bioinsecticida con diferentes concentraciones para determinar la dosis efectiva

Dosis	Concentración extracto A	Bioinsecticida
1ra dosis	20 ml por cada litro de agua	20
2da dosis	60 ml por cada litro de agua	60
3ra dosis	80 ml por cada litro de agua	80



Figura27. Preparación de bioinsecticida con el extracto "A" en dosis de 20,60 y 80 ml por cada litro de agua

Una vez preparado los bioinsecticidas con las concentraciones especificadas en el cuadro 3, se realizo las siguientes actividades como se indica en el cuadro 4.

Cuadro 4. Actividades realizadas para la determinación de la concentración efectiva del biocida.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Obtención de macetas	Se preparo 12 macetas con plantines de arveja cada uno (figura 20)
Infestación	Se procedió a infestar mediante un conteo a cada plantin con 50 pulgones verdes (<i>Myzus persicae</i>) (figura 21).
Fumigación con bioinsecticida	Se realizo una fumigación con cada uno de las 3 preparaciones de bioinsecticida (20, 40 y 60 ml/l) cada una con 3 repeticiones (figura 28, 29 y 30)
Fumigación con agua	Se realizo la fumigación de un testigo por cada tratamiento solo con agua.
Cobertura	Se procedió a cubrir con bolsas plásticas cada uno de los tratamientos para evitar el traslado de los pulgones de una a otra planta (anexo 13 y 14)



Figura28.Aplicación del bioinsecticida de 20ml/l a plantines de arveja con 3 repeticiones.



Figura29.Aplicación del bioinsecticida de 60ml/l a plantines de arveja con 3 repeticiones.



Figura30.Aplicación del bioinsecticida de 80ml/l a plantines de arveja con 3 repeticiones.

3.1.4.2 Variables de respuesta

Se definieron dos variables a estudiar la variable **técnica efectiva en la extracción de biocida** y la **dosis efectiva de biocida** a partir de la concentración de extracto del árbol del Neem.

- Determinación de la técnica efectiva entre la maceración, decocción o fermento, para la obtención de un extracto de concentraciones elevadas de biocida obtenido del árbol del Neem.
- Determinación de la cantidad de concentración efectiva ml/litro de agua del extracto que obtuvo mayores concentraciones de biocida en la elaboración de bioinsecticida para el control del pulgón verde (*Myzus persicae*)

IV. SECCIÓN PROPOSITIVA

4.1 Aspectos propositivos

Dentro de las variables tratadas tales como la técnica más apropiada que permite la extracción en mayores concentraciones de biocida de la planta del Neem es la técnica A (maceración) con la cual se preparo bioinsecticida 40ml/l el cual obtuvo mayores efectos en su aplicación (cuadro 5).

Cuadro 5. Técnica apropiada en la extracción de mayores concentraciones de biocida del árbol del Neem

Técnica	Promedio de decesos de pulgones de una población de 50 individuos (5to día)	Expresado en %
A-maceración	47 decesos	94
B-decocción	44 decesos	87,3
C-fermento	39 decesos	78

El cuadro 6 presenta la concentración efectiva del biocida en la preparación del bioinsecticida, existiendo una diferencia mínima entre la concentración de 40, 60 y 80 ml/l.

Cuadro 6. Concentraciones utilizadas en la determinación de la concentración efectiva del bioinsecticida.

Concentración	Promedio de decesos de pulgones de una población de 50 individuos (5to día)	Expresado en %
20ml/l	21 decesos	41,4
40ml/l	47 decesos	94
60ml/l	48 decesos	95,3
80ml/l	48 decesos	96

El uso de este tipo de bioinsecticida, llega a incidir en la economía del agricultor, ya que al ser ecológico, apoya a la agricultura orgánica.

El uso de estas técnicas fortalece y fomenta el uso de este tipo de tecnología ecológica, generando mediante estas prácticas, mayor conciencia en el cuidado del medio ambiente, promueve la revalorización de prácticas antiguas que por su naturaleza son amigas del medio ambiente precautelando no solo un grupo reducido de organismos vivos, articulándose de forma muy efectiva con los diversos ecosistemas. Al no ser un elemento nocivo para otros organismos, y no generar resistencia en las plagas.

La planta del Neem si bien no es una especie nativa, nuestro territorio cuenta con pisos ecológicos que han facilitado la adaptación de esta especie, aunque a la fecha el conocimiento sobre sus atributos como proveedor de sustancias para la elaboración de bioinsecticida no está muy difundido.

4.2 Análisis de resultados

4.2.1. Obtención de biocida a partir del Neem

La obtención del biocida se efectuó por tres técnicas que fueron la maceración, la decocción y el fermento, en cada una de ellas, el proceso de extracción del biocida, fue relativamente sencillo, demorando en su extracción:

- 30 min en el caso de la decocción.
- 3 días en la maceración.
- 3 semanas en la técnica del fermento.

La figura 31 presenta la coloración que las diferentes técnicas muestran cuando se obtienen los biocidas.



Figura 31. Coloración de los biocidas obtenidos del árbol del Neem por diferentes técnicas.

4.2.2 Determinación de la técnica apropiada en la obtención de mayores concentraciones de biocida

Para determinar la técnica apropiada que permita la obtención del biocida en mayores concentraciones de acuerdo al detalle que se presentaron en el **cuadro 1 y 2**, se tiene al tratamiento A-maceración con un porcentaje mayor que alcanza un 94% de decesos en el pulgón verde (*Myzus persicae*), en comparación a B- decocción con un 87,3% y el tratamiento C-fermento con un 78%, datos obtenidos al 5to día luego de la aplicación del bioinsecticida (**cuadro 7**).

Cuadro 7. Determinación de la técnica efectiva en la obtención de mayores concentraciones de biocida.

TRATAMIENTO		% de decesos de pulgones				DOSIS Concentración
		Día 3 %	Día 4 %	Día 5 %	<i>*Porcentaje real estimado 5to día</i>	
Maceración	A1	56	92	92	94 - 5,3 = 88,7	40ml/litro de agua
	A2	58	92	94		
	A3	58	90	96		
	Prom.	57,3	91,3	94	88,7	
Decocción	B1	46	82	84	87,3 - 5,3 = 82	40ml/litro de agua
	B2	42	82	82		
	B3	56	92	96		
	Prom.	48	85,3	87,3	82	
Fermento	C1	42	74	78	78 - 5,3 = 72,7	40ml/litro de agua
	C2	50	82	82		
	C3	40	74	74		
	Prom.	44	76,6	78	72,7	
Testigo	T1	4	4	6	5,3 - 5,3 = 0	Solo agua
	T2	0	2	4		
	T3	4	4	6		
	Prom.	2,6	3,3	5,3	0	

La fumigación con el bioinsecticida para las tres técnicas se aplicó por una sola vez, el primer día del proceso al igual que la aplicación del agua a los 3 testigos. El porcentaje real está referido a la diferencia entre el porcentaje de cada tratamiento y la del testigo (datos del 5to día), asumiendo que los decesos en el tratamiento testigo fueron por conclusión del ciclo de vida de los pulgones, ya que a este tratamiento solo se aplicó agua.

Los porcentajes promedio obtenidos sobre una población de 50 individuos por planta, expresan que la técnica A-maceración alcanzó porcentajes de 91,3% y 94% entre el 4to y 5to día luego de la aplicación del bioinsecticida a comparación de la técnica B- decocción que llegó a 85,3% y 87,3%, y la técnica C- fermento que obtuvo un 76,6% y 78% respectivamente, detallados en la **figura 32**.

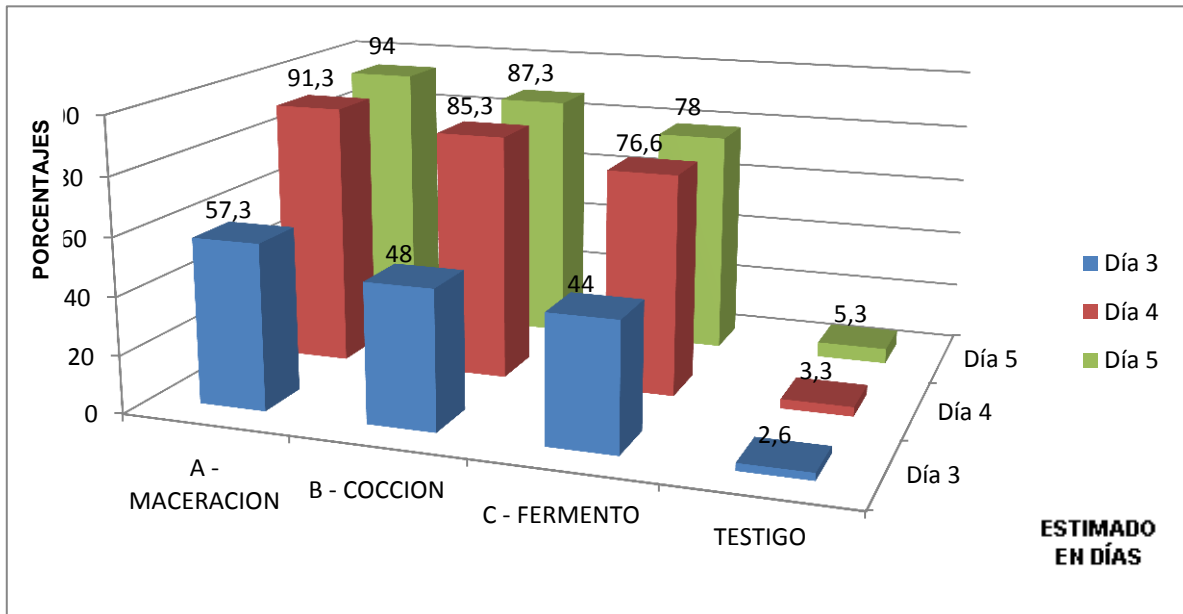


Figura32. Porcentajes obtenidos en la aplicación de 3 bioinsecticidas elaborados con los extractos obtenidos con las técnicas A, B y C.

4.2.3. Determinación de la dosis efectiva del extracto “A” en La Elaboración de bioinsecticida

Al aplicar el bioinsecticida con las concentraciones detalladas en el Cuadro 3, se registraron resultados de 41,4% para la dosis de 20 ml/l, 95,3 % para 60 ml/l y 96% en 80 ml/l respectivamente, existiendo una marcada diferencia entre el 1er tratamiento en comparación con el 2do llegando al 53,9% y el 54,6% con el 3er tratamiento. La diferencia se muestra poco significativa entre los resultados del tratamiento 2 y 3 que alcanza al 0,7%

En el tratamiento testigo, el resultado ha sido 4,7% bajo la aplicación de agua, atribuyéndose este dato a la culminación del ciclo de vida de los pulgones.

El porcentaje real estimado considera el resultado obtenido de la diferencia de los promedios de cada uno de los tratamientos y el testigo con datos del 5to día, el detalle de los resultados mencionados se muestra en el **cuadro 8 y figura 33.**

CUADRO 8. Aplicación de bioinsecticida con las 3 dosis de biocida A.

TRATAMIENTO DOSIS Concentración		% de decesos de pulgones			*Porcentaje real estimado
		Día 3 %	Día 4 %	Día 5 %	
-1- 20ml/litro de agua	20-1	30	40	42	
	20-2	32	42	42	
	20-3	36	40	40	
	Prom.	32,7	40,7	41,4	
-2- 60ml/litro de agua	60-1	70	92	94	
	60-2	68	94	94	
	60-3	74	98	98	
	Prom.	70,7	94,7	95,3	
-3- 80ml/litro de agua	80-1	68	92	96	
	80-2	70	96	94	
	80-3	76	98	98	
	Prom.	71,3	95,3	96	
-4- Solo agua	00-1	0	4	4	
	00-2	2	2	6	
	00-3	2	2	4	
	Prom.	1,3	2,7	4,7	

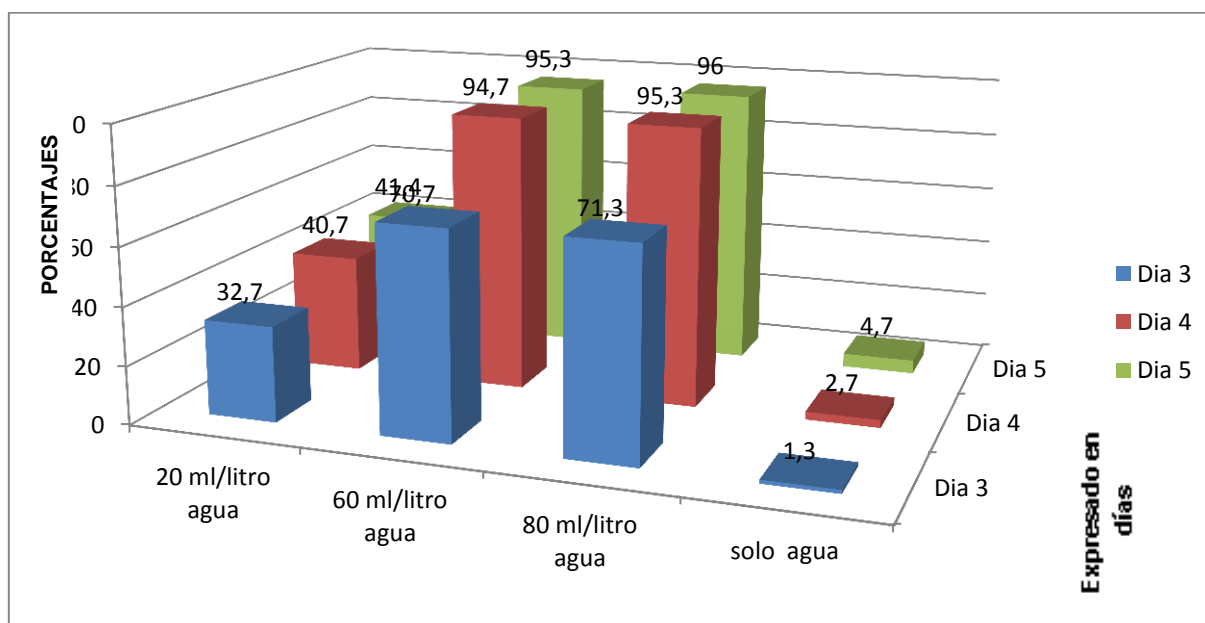


Figura33. Relación de porcentajes obtenidos en la aplicación de bioinsecticida preparados a partir del biocida "A" en 3 dosis (20, 60 y 80 ml/l).

El tratamiento 2 y 3 (60ml/l y 80ml/l) del cuadro 8, muestra porcentajes similares en sus resultados al bioinsecticida de concentración 40 ml/l, llegando al 1,3% entre el tratamiento 2 y 3. Un 2% entre el tratamiento 2 y 4,(cuadro 9 y el **figura 34**).

CUADRO 9. Datos comparativos de 4 dosis diferentes en el bioinsecticida con el extracto A.

TRATAMIENTO DOSIS Concentración		% de decesos de pulgones			
		Día 3 %	Día 4 %	Día 5 %	<i>Porcentaje real estimado</i>
-1- 20ml/litro de agua	20-1	30	40	42	
	20-2	32	42	42	
	20-3	36	40	40	
	Prom.	32,7	40,7	41,4	
-2- 40ml/litro de agua	40-1	56	92	92	
	40-2	58	92	94	
	40-3	58	90	96	
	Prom.	57,3	91,3	94	
-3- 60ml/litro de agua	60-1	70	92	94	
	60-2	68	94	94	
	60-3	74	98	98	
	Prom.	70,7	94,7	95,3	
-4- 80ml/litro de agua	80-1	68	92	96	
	80-2	70	96	94	
	80-3	76	98	98	
	Prom.	71,3	95,3	96	
-5- Solo agua	00-1	0	4	4	
	00-2	2	2	6	
	00-3	2	2	4	
	Prom.	1,3	2,7	4,7	

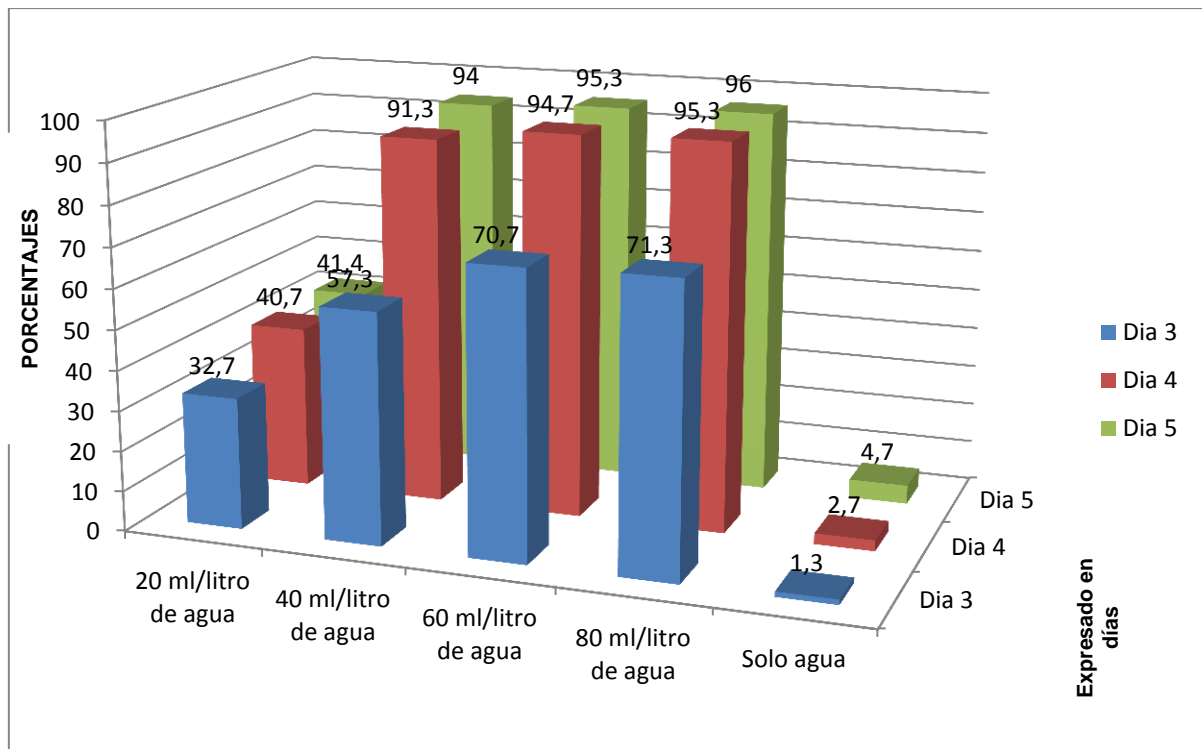


Figura34. Comparación de bioinsecticida con dosis de 20, 40, 60 y 80 ml/l elaborados con extracto A.

4.3 GUÍA DE OBTENCIÓN DE BIOCIDA, USO Y APLICACIÓN DE PORCENTAJES EFECTIVOS DE CONCENTRACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE BIOINSECTICIDA, A PARTIR DEL ÁRBOL DEL NEEM (*Azadirachta indica*) PARA INCREMENTAR LA AGRICULTURA ORGÁNICA.

4.3.1. Introducción

La gran demanda de alimentos en la actualidad, está promoviendo el monocultivo, esta incide en el ataque de diversas plagas tal el caso del pulgón verde (*Mizus persicae*), ante este hecho existe la necesidad de buscar alternativas al uso de plaguicidas químicos, tal es el caso del biocida obtenido a partir del árbol del Neem con el que se puede elaborar bioinsecticida.

La presente guía tiene por objetivo Difundir aspectos como ser: La obtención de este biocida y la determinación de concentraciones efectivas para la elaboración del bioinsecticida que combate de una forma efectiva al pulgón verde (*Mizus persicae*) apoyando de esta forma a la agricultura orgánica, cuidando al medio ambiente, la fauna y la salud del ser humano.

4.3.2. Descripción taxonómica de la especie

Reino: Vegetal.

Division: Spermatophyta.

Subdivision: Angiospermae.

Clase: Geraniales.

Familia: Meliaceae.

Genero: *Azadirachta*.

Especie: *Azadirachta indica* A. Juss.

4.3.3. Descripción fenológica de la especie

El Neem es una especie de rápido crecimiento, siempre verde, de porte mediano, fuste corto y recto. Su copa es redonda u ovalada, posee una corteza gris moderadamente gruesa, su duramen rojizo es duro y resistente, los frutos son drupas oblongas, numerosos de color amarillento cuando permanecen verdes, y rojizos cuando alcanzan la madurez. Los endocarpios poseen una sola semilla grande y se estima que hay aproximadamente hasta 4.000 semillas/kg. El Neem llega a crecer aproximadamente hasta los seis metros de altura, sus hojas son muy parecidas a las del árbol del paraíso, pero de mayor tamaño (FAO, 2013).

4.3.4. Propiedades del extracto del neem

4.3.4.1. Información técnica

Clasificación: insecticida y acaricida

Modo y mecanismo de acción

Actúa por contacto e ingestión principalmente en los estadios juveniles inhibiendo la hormona de crecimiento (ecdisona) y altera la metamorfosis durante la muda prolongando el desarrollo larval perjudicando los estados inmaduros (larva, ninfa y pupa); en insectos adultos promueve defectos morfológicos, reducción de la fecundidad actividad locomotriz, alteración de la reproducción y disrupción del aparato reproductivo causando esterilidad. Penetra en la planta a través de los estomas y es transportado a través del sistema vascular, modificando el complejo enzimático y de transpiración, provocando cambios en los líquidos intracelulares de la planta (savia) provocando repelencia; asimismo, actúa como fagodeterrente con la reducción de las paredes de los intestinos y una pronunciada pérdida del apetito del insecto, que conduce a su muerte por falta de alimentación (Yáñez, 2005).

4.3.4.2. Plagas y enfermedades que controla

Controla la mosca blanca, pulgones, trips, araña roja, paratrioza, diaforina, palomilla dorso de diamante, gusano cogollero, gusano del fruto, minador de la hoja, chinches y nemátodos. Tiene acción preventiva contra *Alternaria* sp. y *Sclerotium* sp.; asimismo, contra hongos fitopatógenos que causan la marchitez, secadera o damping-off (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium* sp. y *Pythium* sp.) (Yáñez R., Jesús N., 2005).

4.3.4.3. Utilización y aplicación de los extractos del neem

La aplicación del producto obtenido debe realizarse en forma preventiva, a los 20 días de la siembra, a fin de poder aprovechar su efecto repelente, así también resulta conveniente fumigar la planta cuando se presenten los primeros ataques de los insectos. Como este producto no provoca resistencia a los insectos, se puede aplicar varias veces hasta controlar totalmente la plaga (Rodríguez, J., 2002).

4.3.4.4. Formas de extracción del bioinsecticida

Las formas de extracción del bioinsecticida Según (Helsint, 2008)son tres mencionadas a continuación:

- a. Extracción mecánica.- Consiste en obtener los jugos de las plantas mediante presión mecánica.
- b. Extracción por destilación.- Consiste en la obtención de concentrados o aceites de plantas mediante el arrastre de vapor, aquí la temperatura se incrementa y no es apropiado para elementos volátiles ante el incremento de temperatura.
- c. Extracción con disolventes.- Consiste en poner en contacto la muestra con un disolvente capaz de solubilizar los principios activos. Aquí podemos mencionar la maceración, Infusión, decocción, digestión, fermentos.

4.3.5. Formas generales de extracción

Formas de extracción de los principios activos

Podemos preparar los extractos por medio de:

- **Maceración**: se machacan las plantas y se las introduce en agua, sin dejarlas fermentar, como máximo 3 días, para luego filtrarlas.

- **Purines fermentados o en fermentación**: colocando las partes de las plantas en un saco permeable, dentro de un recipiente de madera, cerámica o vidrio, con agua de lluvia (o no clorada). Se cubre, dejando circular el aire (orificios en la tapa), removiéndose diariamente. Reposando de una a tres semanas, cuando deja de fermentar (oscuro, sin espuma). Se aplica diluyendo en agua. También se puede obtener este producto exponiendo el mismo durante 4 días al sol.

- **Infusión**: poniendo agua hirviendo sobre las plantas frescas o secas, dejándolas tapadas entre 12 y 24 h.

- **Decocción**: se ponen las plantas a remojo durante 24 h, después se hierven unos 20 minutos, se tapa y se deja enfriar, también se puede hervir el material directamente por lapso de 30 minutos.

- **Extractos**: generalmente de flores; se cortan antes de marchitarse, se humedecen y se trituran; la papilla se pasa por un tamiz fino (bolsa de tela) para extraer el líquido.

- **Esencias**: la extracción de aceites esenciales es más laborioso, necesitándose un alambique. Se recogen las partes de las que se desean extraer y se ponen a hervir en agua, recogiendo con una campana todo el vapor, que al pasar por el alambique se irá condensando. Por medio de decantación podemos separar el aceite esencial del agua. Excepto las esencias, todas las otras deben filtrarse antes de su utilización.

Estas sustancias vegetales se pueden mezclar con un poco de tierra arcillosa, mojantes o adherentes en el momento de su aplicación, para

umentar su adherencia. No deben utilizarse con tiempo lluvioso o a pleno sol, ya que su efecto se ve disminuido (Bertrand, et al., 2007).

4.3.6. Preparación y obtención de biocida a partir de las hojas y tallos del árbol del neem.

Para la obtención de biocida bajo la técnica identificada como la más apropiada dentro de la obtención de concentraciones elevadas en comparación a la decocción y el fermento la cual es la maceración, se procede de la siguiente forma para extraer el biocida.

4.3.6.1. Materiales

- 100 gramos de tallos y hojas de Neem
- 2 litros de agua
- Un batan o superficie donde poder machacar el Neem
- 1 recipiente
- Una coladera
- 1 mochila de fumigar

4.3.6.2. Procedimiento

Una vez determinado los 100 gramos de neem entre hojas y ramas, se procede a desmenuzar las mismas con la ayuda de una piedra (figura A), posterior a esto colocar este producto dentro de un recipiente que contenga 2 litros de agua, dejar reposar el mismo por el lapso de 3 días, evitando exponer el envase con el producto al sol. Una vez transcurrido el tiempo determinado, separar la parte solida de la liquida con la ayuda de una coladera (figura B).



Figura A. Frasco "A". 100 g de hojas y tallos de Neem machacados v colocados en 2 litros de



Figura B. Frasco "A". Separación de la parte solida en la técnica de la maceración de hojas v tallos de Neem luego de 3 días

4.3.7. Elaboración del bioinsecticida

Para la elaboración del bioinsecticida con el extracto obtenido, se procede a mezclar 60 ml del biocida obtenido en el extracto por cada litro de agua, pudiendo utilizar esta mezcla en la fumigación en contra del pulgón verde (*Myzus persicae*).

4.3.8. Modo de aplicación

La aplicación del bioinsecticida preparado se puede realizar de la siguiente forma:

1) De forma preventiva

20 días después de la siembra (Rodríguez, J., 2002).

2) Durante el ataque del pulgón

- Se aplica durante la mañana o por la tarde, una vez aplicado los componentes del biocida como la Azadirachtina (limonoide) permanece en la planta por un lapso de 4 a 6 días, dependiendo de las condiciones climáticas.
- Como este producto no provoca resistencia en los insectos, se puede aplicar varias veces hasta controlar totalmente la plaga (Rodríguez, J., 2002).

4.3.9. Consideraciones

Por tratarse de un producto elaborado con material que proviene de una planta, este puede sufrir variaciones en las concentraciones obtenidas de biocida, dependiendo esto del estado en el que la planta y los órganos que se utilicen.

Dentro de la presente guía solo se utilizo hojas y ramas, pudiendo utilizarse también los frutos que este árbol produce, que de acuerdo a bibliografía consultada, son órganos donde se acumula mayor cantidad de biocida que en hojas y ramas.

En situaciones de requerir mayores cantidades de bioinsecticida, realizar una relación en función a las cantidades usadas.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

- Dentro de las técnicas empleadas para la obtención del biocida en mayores concentraciones, se evidenció que la maceración logra este propósito.
- Las técnicas utilizadas en la obtención de biocida, son sencillas y de reducido costo, las cuales pueden ser usadas por el agricultor.
- Los biocidas obtenidos con las tres técnicas (maceración, decocción y fermento) son productos ecológicos, amigables con el medio ambiente y los controladores biológicos, no generan resistencia en la plaga, su uso no se restringe a aplicaciones en cantidades específicas solo si se habla de optimización del producto.
- Dentro de la determinación de la técnica efectiva en la obtención del biocida, se pudo evidenciar la efectividad de la técnica “A” (maceración), al obtener en su aplicación, mayor deceso del pulgón verde (*Myzus persicae*), que alcanzó un 94% en comparación a un 87,3% de la decocción y un 78% de la técnica del fermento, considerando estos datos al 5to día de aplicación y estimados sobre una población de 50 individuos.
- En la determinación de la cantidad de concentración efectiva para la elaboración del bioinsecticida, se obtuvo que a partir de 40, 60 y 80 ml por litro de agua, muestran efectos similares, existiendo una variación poco significativa, pudiendo utilizarse cualquiera de estas tres dosis en la elaboración del bioinsecticida.
- La elaboración de una guía sobre la extracción, y elaboración del bioinsecticida a partir de hojas y ramas de Neem, da una información apropiada sobre este tema, el cual se espera pueda ayudar a difundir esta información.

5.2 Recomendaciones

- Dentro de la presente guía se utilizo solo hojas y ramas, pudiendo utilizar también los frutos y semillas que el Neem produce, que de acuerdo a bibliografía consultada, presenta mayores concentraciones de biocida.
- El uso de este bioinsecticida apoya la agricultura orgánica por lo que es importante difundir el uso del mismo.
- Se requiere realizar mayor investigación referente a la temática de bioinsecticidas, ya que en nuestro medio se requiere de este tipo de información.
- Es necesario promover el cultivo de este árbol en mayores proporciones para su uso en la obtención de biocidas.
- Se debe impulsar el uso de este tipo de bioinsecticidas, ya que su uso cuida el medio ambiente, la fauna (vertebrada e invertebrada) y la salud del ser humano.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Altieri M. A y Nicholl C. (2008). Optimizando el Manejo Agroecológico de Plagas disponible en: [http:// revistas. Es /agroecologia/artecle/viewfile](http://revistas. Es /agroecologia/artecle/viewfile) (14 feb.16)
- Aparicio, V.; Belda J.E.; Casado, E.; García, M.; Gómez, V.; Lastres, J.; Mirasol, E.; Roldan, E.; Sáez, E.; Sánchez, A. & Torres, M., 2007. Plagas y enfermedades en cultivos hortícolas: control racional. 2da ed. Sevilla. Horizonte 356 p.
- Arbelaez M.2006. Plaguicidas orgánicos: Experiencia de PLAGSALUD en Centroamérica. Washington DC. OPS. P.24.
- Bertrand, B.; Collaert, J.P.; Peliot, E. 2007. Plantas para curar plantas. 2^{da} ed. Honduras. La Fertilidad de la Tierra. 73 p.
- Cordo, H. A.; Logarzo, O. G.; Braun, K Y Dioirio, O. R. 2004. Catálogo de insectos fitófagos de la Argentina y sus plantas asociadas. Argentina. ed Buenos Aires. 734 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2013). Taso Yuca: Control Biológico de Plagas. 1 ed. 16 p.
- Londoño, D. (2006). Manejo Integrado de Plagas-Insecticidas Botánicos p. 1-12, disponible en monografias.com. (29 dic. 2015).
- Philogene B.J.R., Regnault-Roger C, Vincent C. (2004). Productos fitosanitarios insecticidas de origen vegetal: promesas de ayer y de hoy. Biopesticidas de Origen Vegetal. Madrid. Ed. Mundi-Prensa. P. 47.
- Yáñez. J. (2008). Alternativas para el control de enfermedades y plagas en horticultura orgánica urbana. Biorganix Mexicana. Disponible en <http://agroecologia.net/congresos>. (26 ene. 16).

Documentos electrónicos

- García, F. (2005). Plagas y enfermedades de las cucurbitáceas. (On line). <http://books.google.com.gt/books> (28 Dic 2015)

- Helsint S.A.L. (2008). Prevención, tratamiento y control de plagas en la agricultura. (On line). <http://www.helsint.com/agricultura.html> (28 Dic 2015)
- Iannone, N. 2011. Alerta por pulgones en trigo y cebada. Servicio Técnico 14-10-11, Entomología – INTA Pergamino. (On line). perent@pergamino.inta.gov.ar (11 ene. 16)
- Maggi, M. (2004). Insecticidas naturales, Agencia Cordoba Ciencia-Unidad CEPROCOR disponible en www.monografias.com. 49 (en red). Disponible en: www.zoetecnocampo.com/Documentos/Neem/neem01. (12 feb. 2016).
- Ramos R. (2008). Aceite de neem un insecticida ecológico para la agricultura. (On line). <http://www.zoetecnocampo/documentos/Neem/neem01.htm> (5 dic. 15)
- Rodríguez, J. (2002). El árbol de neem. (On line). <http://www. www.arboldeneemagricultura organica.htm> (2 ene. 16)

ANEXOS

VII. ANEXOS



Anexo 1. Extracto de aceite de Neem a partir de semillas en el CIAT



Anexo 2. Obtención de plantines de Neem en el CIAT- Santa Cruz



Anexo 3. Plantines de Neem Trasplantados luego de trasladarlos a La Paz



Anexo 4. Preparación de Hojas y ramas de Neem para la obtención de biocida



Anexo 5. Elaboración de los extractos de biocida de Neem con la técnicas de A-maceración, B-decocción y C-fermento



Anexo 6. Obtención de biocida y la observación en la coloración que presenta cada una de las técnicas utilizadas.



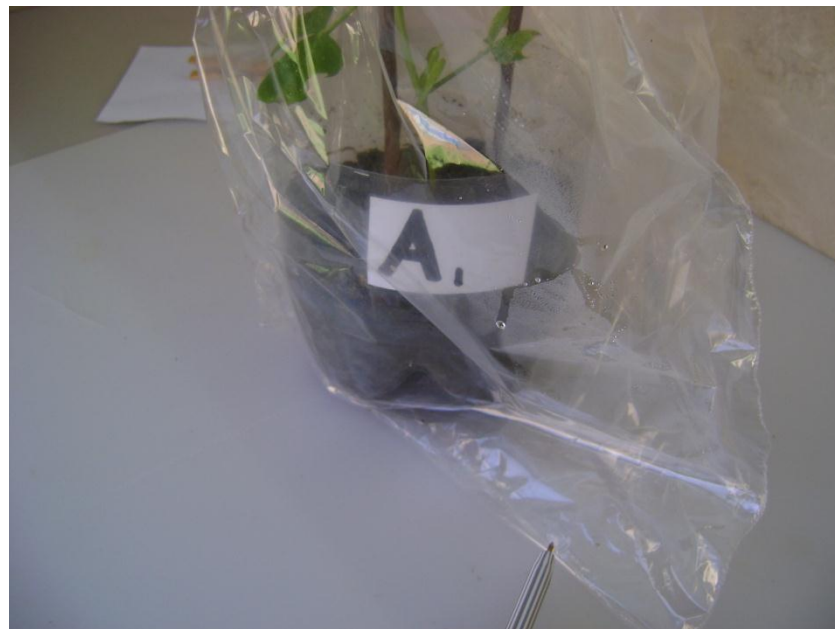
Anexo 7. Preparación de bioinsecticida con el extracto “A, B y C” con una dosis de 40 ml/litro de agua



Anexo 8. Conteo de los decesos de pulgones en el tratamiento “C”



Anexo 9. Conteo de los decesos de pulgones en el tratamiento "B"



Anexo 10. Conteo de los decesos de pulgones en el tratamiento "A"



Anexo 11. Conteo de los decesos de pulgones en el tratamiento “T” testigo



Anexo 12. Elaboración de bioinsecticida con 3 dosis diferentes (20, 60 y 80ml/l) del extracto A



Anexo 13. Tratamiento 80-1,2,3 cubiertos con bolsas plásticas para evitar que los pulgones migren a otros plantines.



Anexo 14. Tratamiento 20-1, 2, 3 cubiertos con bolsas plásticas para evitar que los pulgones migren a otros plantines.