

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS

EFICACIA DE AZADIRACTINA PARA EL CONTROL DE TRIPS (*Frankliniella occidentalis*)  
EN CHILE PIMIENTO BAJO MACROTUNEL; EL PROGRESO, JUTIAPA

TESIS DE GRADO

**LUIS ANGEL PADILLA LÓPEZ**  
CARNET 23270-10

JUTIAPA, SEPTIEMBRE DE 2015  
SEDE REGIONAL DE JUTIAPA

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS

EFICACIA DE AZADIRACTINA PARA EL CONTROL DE TRIPS (*Frankliniella occidentalis*)  
EN CHILE PIMIENTO BAJO MACROTUNEL; EL PROGRESO, JUTIAPA

TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR  
**LUIS ANGEL PADILLA LÓPEZ**

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN RIEGOS EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO

JUTIAPA, SEPTIEMBRE DE 2015  
SEDE REGIONAL DE JUTIAPA

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS  
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ  
SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES  
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

DR. VICTOR EBERTO SALGUERO NAVAS

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

Guatemala, 14 de Julio del 2015

Honorable  
Miembros del Consejo  
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Presente

Honorables Miembros del Consejo:

Es un honor dirigirme a ustedes para hacer de su conocimiento que he asesorado la tesis de grado del estudiante Luis Angel Padilla López carné 2327010, titulada: **EFICACIA DE AZADIRACHTINA PARA EL CONTROL DE TRIPS (*Frankliniella occidentalis*), EN CHILE PIMIENTO BAJO MACROTUNEL; EL PROGRESO, JUTIAPA.**

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la facultad, por lo que me permito a recomendar su aprobación, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ph. D. Victor Eberto Salguero Navas  
**Asesor**



Universidad  
Rafael Landívar  
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 06346-2015

### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante LUIS ANGEL PADILLA LÓPEZ, Carnet 23270-10 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS, de la Sede de Jutiapa, que consta en el Acta No. 06104-2015 de fecha 10 de septiembre de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EFICACIA DE AZADIRACHTINA PARA EL CONTROL DE TRIPS (*Frankliniella occidentalis*)  
EN CHILE PIMIENTO BAJO MACROTUNEL; EL PROGRESO, JUTIAPA

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN RIEGOS en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 17 días del mes de septiembre del año 2015.

  
\_\_\_\_\_  
ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar



## **AGRADECIMIENTOS**

A:

Dios por darme sabiduría y paciencia para alcanzar este triunfo académico.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por formarme profesionalmente en este grado académico.

Dr. Víctor Eberto Salguero Navas, por su asesoría en el desarrollo de esta investigación.

## DEDICATORIA

A:

Dios: Que siempre me a dado la fortaleza y paciencia para poder alcanzar cada meta planteada en mi vida.

Mis padres: Horacio Padilla y Uri López quienes me han dado todo el apoyo durante todo el tiempo, gracias por sus consejos y dedicación.

Mis hermanos: Nuelmar Padilla y Yelithza Padilla por apoyarme en cada momento y motivarme cada día a salir adelante.

Mi familia: Abuelos, tíos y primos por brindarme su colaboración y apoyo en mi formación académica.

Mis amigos: Por el apoyo y motivación que me brindaron en cada momento que los busque.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	i
SUMMARY.....	ii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEORICO .....	2
2.1 CULTIVO DE CHILE PIMIENTO .....	2
2.1.1 Importancia a nivel mundial .....	2
2.1.2 Importancia a nivel nacional .....	2
2.1.3 Tipo de planta .....	3
2.1.4 Etapas fenológicas y desarrollo .....	3
2.1.5 Requerimientos de clima y suelo .....	5
2.2 <i>Frankliniella occidentalis</i> .....	6
2.2.1 Características generales .....	6
2.2.2 Morfología .....	7
2.2.3 Ciclo de vida .....	7
2.2.4 Reproducción .....	9
2.2.5 Dispersión en el cultivo .....	9
2.2.6 Condiciones ambientales adecuadas .....	9
2.2.7 Tipos de daño directo e indirecto .....	10
2.2.8 Distribución espacial .....	10
2.2.9 Monitoreo .....	11
2.2.10 Umbrales de daño económico.....	11
2.3 METODOS DE CONTROL PARA TRIPS .....	12
2.3.1 Control químico .....	12
2.3.2 Control cultural .....	13
2.3.3 Control etológico .....	13
2.3.4 Control biológico.....	14
2.3.5 Uso de extractos orgánicos .....	14
2.3.6 Neem .....	15
2.3.7 Resultados de investigación con neem .....	16

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	18
3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	18
3.2 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO .....	18
IV. OBJETIVOS .....	19
4.1 OBJETIVO GENERAL .....	19
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
V. HIPÓTESIS .....	20
5.1 HIPÓTESIS ALTERNATIVA .....	20
VI. METODOLOGÍA .....	21
6.1 LOCALIZACIÓN .....	21
6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL .....	21
6.2.2 Extracto orgánico Azadirachtina .....	21
6.3 FACTOR A EVALUAR.....	22
6.4 DESCRIPCION DE TRATAMIENTOS .....	22
6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL .....	23
6.6 MODELO ESTADÍSTICO .....	23
6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL .....	24
6.7.1 Parcela bruta .....	24
6.7.2 Parcela neta .....	24
6.8 CROQUIS DE CAMPO .....	25
6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO .....	26
6.9.1 Preparación del terreno .....	26
6.9.2 Colocación de manguera para riego .....	26
6.9.3 Acolchado .....	26
6.9.4 Perforación del acolchado .....	27
6.9.5 Elaboración de macro-túnel .....	27
6.9.6 Trasplante .....	27
6.9.7 Tutorado .....	27
6.9.8 Riego .....	28

6.9.9 Fertilización .....	28
6.9.10 Control de plagas y enfermedades .....	30
6.9.11 Cosecha .....	30
6.10 VARIABLES RESPUESTA .....	30
6.10.1 Porcentaje de eficacia de control .....	30
6.10.2 Efecto de toxicidad a causa de Azadirachtina .....	31
6.10.3 Rendimiento de frutos en kilogramos por hectárea.....	32
6.11 ANALISIS DE LA INFORMACIÓN .....	32
6.11.1 Análisis estadístico .....	32
6.11.2 Análisis económico .....	33
VII. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	34
7.1 PORCENTAJE DE EFICACIA DE CONTROL.....	34
7.2 EFECTO DE TOXICIDAD.....	38
7.3 RENDIMIENTO DE FRUTOS EN KILOGRAMOS POR HECTÁREA.....	40
7.4 ANALISIS ESTADÍSTICO.....	42
7.4.1 Prueba de normalidad .....	42
7.4.2 Transformación de datos .....	42
7.4.3 Análisis de varianza a poblaciones de <i>F. occidentalis</i> .....	42
7.5 ANALISIS ECONÓMICO.....	46
VIII CONCLUSIONES .....	48
IX RECOMENDACIONES.....	49
X BIBLIOGRAFÍA.....	50
XI ANEXOS.....	53
XII CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	64

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Porcentajes de incidencia de <i>F. occidentalis</i> /placa o trampa a considerar para accionar al control químico .....	12
Cuadro 2. Descripción de dosis de Azadirachtina a utilizar para el control de Trips.....	22
Cuadro 3. Programa de fertirrigación para el cultivo de Chile Pimiento .....	28
Cuadro 4. Escalas para la determinación del grado de toxicidad de insecticidas en plantas .....	31
Cuadro 5. Porcentajes de eficacia en diferentes dosis de Azadirachtina, para el control de <i>F. occidentalis</i> , en el cultivo de Chile Pimiento .....	34
Cuadro 6 Efecto de toxicidad sobre el cultivo de Chile Pimiento a causa de la aplicación de Azadirachtina y metiocarb.....	38
Cuadro 7. Rendimiento kg/ha, de Chile Pimiento (PS-4212), clasificado en tres diferentes clases, para los tratamientos evaluados con Azadirachtina y sus testigos.....	40
Cuadro 8. Análisis de varianza $\alpha= (0.05)$ , al rendimiento (kg), a frutos de primera clase en el cultivo de Chile Pimiento.....	40
Cuadro 9. Análisis de varianza $\alpha= (0.05)$ , al rendimiento (kg), a frutos de segunda clase en el cultivo de Chile Pimiento.....	41
Cuadro 10. Análisis de varianza $\alpha= (0.05)$ , al rendimiento en (kg), a frutos de tercera clase en el cultivo de Chile Pimiento.....	41
Cuadro 11. Análisis de varianza $\alpha= (0.05)$ , a poblaciones de <i>F. occidentalis</i> , tres días después de la primer aplicación datos transformados ( $\sqrt{x}$ ).....	43
Cuadro 12. Análisis de varianza $\alpha= (0.05)$ , a poblaciones de <i>F. occidentalis</i> , siete días después de la primer aplicación datos transformados ( $\sqrt{x}$ ).....	43

Cuadro 13. Análisis de varianza $\alpha= (0.05)$ , a poblaciones de <i>F. occidentalis</i> , tres días después de la segunda aplicación datos transformados ( $\sqrt{x}$ ).....	44
Cuadro 14. Prueba múltiple de medias Tukey $\alpha= (0.05)$ , para poblaciones de <i>F. occidentalis</i> , tres días después de la segunda aplicación.....	44
Cuadro 15. Análisis de varianza $\alpha= (0.05)$ , a poblaciones de <i>F. occidentalis</i> , siete días después de la segunda aplicación datos transformados ( $\sqrt{x}$ ).....	45
Cuadro 16. Análisis de varianza $\alpha= (0.05)$ , a poblaciones de <i>F. occidentalis</i> , tres días después de la tercer aplicación datos transformados ( $\sqrt{x}$ ).....	45
Cuadro 17. Análisis de varianza $\alpha= (0.05)$ , a poblaciones de <i>F. occidentalis</i> , siete días después de la tercer aplicación datos transformados ( $\sqrt{x}$ ).....	46
Cuadro 18. Análisis de relación beneficio/costo y rentabilidad para los tratamientos de azadirachtina y sus testigos.....	47
Cuadro 19. Prueba de normalidad mediante Saphiro-Wilsk $\alpha= (0.05)$ , a poblaciones de <i>F. occidentalis</i> , tres días después de la primer aplicación.....	55
Cuadro 20. Prueba de normalidad mediante Saphiro-Wilsk $\alpha= (0.05)$ , a poblaciones de <i>F. occidentalis</i> , siete días después de la primer aplicación.....	55
Cuadro 21. Prueba de normalidad mediante Saphiro-Wilsk $\alpha= (0.05)$ , a poblaciones de <i>F. occidentalis</i> , tres días después de la segunda aplicación.....	55
Cuadro 22. Prueba de normalidad mediante Saphiro-Wilsk $\alpha= (0.05)$ , a poblaciones de <i>F. occidentalis</i> , siete días después de la segunda aplicación.....	55
Cuadro 23. Prueba de normalidad mediante Saphiro-Wilsk $\alpha= (0.05)$ , a poblaciones de <i>F. occidentalis</i> , tres días después de la tercer aplicación.....	55
Cuadro 24. Prueba de normalidad mediante Saphiro-Wilsk $\alpha= (0.05)$ , a poblaciones de <i>F. occidentalis</i> , siete días después de la tercer aplicación de azadirachtina.....	55
Cuadro 25. Poblaciones de <i>F. occidentalis</i> , sin transformar y transformadas mediante la fórmula $\sqrt{x}$ , tres días después de la primera aplicación.....	56
Cuadro 26. Poblaciones de <i>F. occidentalis</i> , sin transformar y transformadas mediante la fórmula $\sqrt{x}$ , tres días después de la segunda aplicación.....	56

Cuadro 27. Poblaciones de *F. occidentalis*, sin transformar y transformadas mediante la fórmula  $\sqrt{x}$ , siete días después de la segunda aplicación.....57

Cuadro 28. Poblaciones de *F. occidentalis*, sin transformar y transformadas mediante la fórmula  $\sqrt{x}$ , tres días después de la tercera aplicación.....57

Cuadro 29. Poblaciones de *F. occidentalis*, sin transformar y transformadas mediante la fórmula  $\sqrt{x}$ , siete días después de la tercera aplicación.....58

Cuadro 30. Costos de Producción para el cultivo de Chile Pimiento bajo condiciones de macrotúnel.....60

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida del Trips .....	8
Figura 2. Croquis de distribución de tratamientos en el campo.....	25
Figura 3. Porcentajes de eficacia de Azadirachtina en la primera aplicación.....	36
Figura 4. Porcentajes de eficacia de Azadirachtina en la segunda aplicación.....	37
Figura 5. Porcentajes de eficacia de Azadirachtina en la tercera aplicación.....	37
Figura 6. Grados de toxicidad a causa de Azadirachtina y metiocarb.....	39
Figura 7. Insecto de Trips adulto.....	53
Figura 8. Presencia de Trips en flor de Pimiento.....	53
Figura 9. Efecto de toxicidad grado 2, en Chile Pimiento a causa de Azadirachtina al 0.04, 0.06 y 0.08 g/L.....	54
Figura 10. Efecto de toxicidad grado 1, sin daño en Chile Pimiento en testigo absoluto y testigo relativo.....	54
Figura 11. Análisis de suelo antes de la siembra de Chile Pimiento.....	59

# **EFICACIA DE AZADIRACHTINA PARA EL CONTROL DE TRIPS (*Frankliniella occidentalis*), EN CHILE PIMIENTO BAJO MACROTUNEL; EL PROGRESO, JUTIAPA**

## **RESUMEN**

Se evaluó la eficacia de cuatro dosis de Azadirachtina para el control de Trips (*Frankliniella occidentalis*), en Chile Pimiento (*Capsicum annuum*), en El Progreso, Jutiapa. Las dosis evaluadas fueron Azadirachtina a 0.02 g/L (dosis comercial), 0.04 g/L, 0.06g/L, y 0.08 g/L todas comparadas con el testigo relativo metiocarb. La evaluación fue realizada a través del diseño bloques completos al azar con seis tratamientos y cinco repeticiones. Se consideraron las variables de respuesta: porcentaje de eficacia de control, efecto de toxicidad, rendimiento de frutos en kg/ha y análisis económico para conocer la rentabilidad y relación beneficio/costo para cada tratamiento. Se concluyó que aunque se observó toxicidad leve de Azadirachtina a dosis de 0.04 g/L, 0.06g/L, y 0.08 g/L después de su segunda aplicación y toxicidad fuerte para todas las dosis después de la tercera aplicación, ninguna afectó el rendimiento. Así mismo no ejerció un control eficiente sobre *F. occidentalis*, con base en estos resultados se recomienda evaluar otras alternativas de control de *F. occidentalis*.

**EFFECTIVENESS OF AZADIRACHTINA FOR THE CONTROL OF THRIPS  
(*Frankliniella occidentalis*), IN CHILI PEPPER UNDER MACROTUNNEL; EL  
PROGRESO JUTIAPA**

**SUMMARY**

Efficacy was assessed in four doses of Azadirachtina for the control of Thrips (*Frankliniella occidentalis*) in chili pepper (*Capsicum annum*), in El Progreso, Jutiapa. The evaluated doses were Azadirachtina to 0.02 g/L (comercial dose), 0.04 g/L 0.06 g/L and 0.08g/L all of them compared with the relative control Metiocarb. The evaluation was conducted ramdomly through complete block design with 6 treatments and 5 repetitions. The response variables were considered: percentage of control efficacy, toxic effect, fruit performance kg/ ha and economic analysis to know the profitability and the relationship benefit/cost for each treatment. It was concluded that although mild toxicity of Azardirachtina was observed to a dose of 0.04 g/L, 0.06 g/L, and 0.08 g/L after its second application and strong toxicity for all the doses after the third application, none of them affected the performance. It also did not exercise an efficient control over F. occidentalis. With base on these results, it is recommended to evaluate other control alternatives for F. occidentalis.

## I. INTRODUCCIÓN

El Pimiento es una hortaliza que ha aumentado su importancia en los últimos años, debido al alto valor nutritivo que ofrece al consumidor y a la buena rentabilidad que ofrece al productor. El valor nutritivo de esta hortaliza radica en su mayor contenido de vitamina C, además de poseer altos contenidos de vitaminas A y B (CENTA, 2012).

En Guatemala se cuenta con zonas agrícolas aptas para el pimiento, con una disponibilidad de área cosechada de 1690 ha, de la cuales se obtiene una producción promedio de 4182 toneladas esto hasta el año 2011, sus áreas de producción están divididas en los siguientes departamentos: Jutiapa 32%, Baja Verapaz 19%, Chiquimula 18%, Guatemala 11% y Alta Verapaz con Sacatepéquez con un 20% cada uno (MAGA, 2011).

La utilización de la Azadirachtina (Neem) como insecticida orgánico con modo de acción de amplio espectro en la producción agrícola, contribuye a tener una inserción progresiva de dicho tipo productos dentro del Manejo Integrado de Plagas (MIP), donde los recursos naturales disponibles en cada país tienen un papel significativo y favorecen a la rama agrícola brindando producciones orgánicas, ecológicas y autosustentable (López y Estrada, 2005).

Según Schmutterer (2005), el espectro de acción del Neem, abarca más de 400 especies de insectos de importancia económica, entre ellos el Trips de las flores (*Frankliniella occidentalis*), lo cual ratifica la gran significación que tienen los bioinsecticidas de Neem, a escala mundial. En tal sentido la Azadirachtina se comercializa en diferentes tipos de formulados, para integrar en programas viables de control de plagas.

A pesar de su buena rentabilidad, el cultivo del pimiento representa altos riesgos para el productor, dado a la problemática que enfrenta especialmente con el ataque de plagas. Es por esta razón que se realiza la investigación con respecto a la eficacia de cuatro dosis de Azadirachtina para el control de *F. occidentalis* y a través de esta encontrar una alternativa más para poder emplearla dentro de un manejo integrado de plagas (MIP).

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 CULTIVO DE CHILE PIMIENTO**

#### **2.1.1 Importancia a nivel mundial**

Según la Organización para la Agricultura y la Alimentación-FAO-(2012), el Chile Pimiento se cultiva en todo el mundo. En el Mediterráneo constituye uno de los cultivos principales que puede situarse inmediatamente después del tomate en la mayoría de los países, con la excepción de Túnez donde la paprika picante y el pimiento dulce representan un 55% de la superficie total de su producción. En la parte meridional de Europa hay alrededor de 7000 ha siendo en Italia y España donde está más extendido el pimiento dulce. Italia cuenta con una superficie aproximada de 2.900 ha, mientras que España cuenta con una superficie de 3.500 ha. En el Norte de África hay 200 ha de pimiento dulce específicamente en Marruecos, cuya producción es principalmente destinada a la exportación, aunque la parte no exportable por calidad insuficiente es consumida en el mercado interior. El rendimiento promedio de estos países productores de pimiento dulce es de 30 toneladas por ha.

#### **2.1.2 Importancia a nivel nacional**

Según el Ministerio de Alimentación y Ganadería-MAGA-(2011), el cultivo de Pimiento está siendo cultivado en 1690 ha, de la cuales se obtiene una producción promedio de 4182 toneladas. Sus áreas de producción están divididas en los siguientes departamentos: Jutiapa 32%, Baja Verapaz 19%, Chiquimula 18%, Guatemala 11% y Alta Verapaz con Sacatepéquez con un 4% cada uno.

La Universidad de San Carlos de Guatemala-USAC-(2008), menciona que el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norte América, aprobó el 6 de marzo del 2006, la importación de chile pimiento proveniente de Guatemala, siendo necesario para ello, llevar a cabo una serie de procedimientos para la exportación del vegetal. Actualmente Guatemala produce 103 variedades de chiles, con lo cual se abrirán más opciones de comercialización a productores nacionales y con ello más

oportunidades de desarrollo y empleo para las comunidades. La importancia relativa de los costos fitosanitarios en plagas y enfermedades en la producción de chile pimiento se ha establecido mediante distintos estudios, por lo que el costo de control fitosanitario representa el 8.1% del total de costo de producción. Siendo las principales plagas Mosca Blanca y Trips.

### **2.1.3 Tipo de planta**

Según el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal-CENTA-(2012), la planta es un semi-arbusto de forma variable y alcanza entre 0.60 m a 1.50 m de altura, dependiendo principalmente de la variedad, de las condiciones climáticas y del manejo. La planta de chile es monoica, tiene los dos sexos incorporados en una misma planta, y es autógena, es decir que se autofecunda; aunque puede experimentar hasta un 45% de polinización cruzada, es decir, ser fecundada con el polen de una planta vecina. Por esta misma razón se recomienda sembrar semilla híbrida certificada cada año.

### **2.1.4 Etapas fenológicas y desarrollo**

El período de preemergencia varía entre 8 y 12 días, y es más rápido cuando la temperatura es mayor. Casi cualquier daño que ocurra durante este período tiene consecuencias letales y ésta es la etapa en la que se presenta la mortalidad máxima (CENTA, 2012).

Luego del desarrollo de las hojas cotiledonales, inicia el crecimiento de las hojas verdaderas, que son alternas y más pequeñas que las hojas de una planta adulta. De aquí en adelante, se detecta un crecimiento lento de la parte aérea, mientras la planta sigue desarrollando el sistema radicular, es decir, alargando y profundizando la raíz pivotante y empezando a producir algunas raíces secundarias laterales. La tolerancia de la planta a los daños empieza a aumentarse, pero todavía se considera que es muy susceptible (CENTA, 2012).

A partir de la producción de la sexta a la octava hoja, la tasa de crecimiento del sistema radicular se reduce gradualmente; en cambio la del follaje y de los tallos se incrementa, las hojas alcanzan el máximo tamaño, el tallo principal se bifurca y a medida que la planta crece, ambos tallos se ramifican. Generalmente la fenología de la planta se resume en: germinación y emergencia, crecimiento de la plántula, crecimiento vegetativo rápido, floración y fructificación. Si se va a sembrar por trasplante, éste debe realizarse cuando la plántula está iniciando la etapa de crecimiento rápido. La tasa máxima de crecimiento se alcanza durante tal período y luego disminuye gradualmente a medida que la planta entra en etapa de floración y fructificación, y los frutos en desarrollo empiezan a acumular los productos de la fotosíntesis (Orellana, 2012).

Al iniciar la etapa de floración, el chile dulce produce abundantes flores terminales en la mayoría de las ramas, aunque debido al tipo de ramificación de la planta, parece que fueran producidas en pares en las axilas de las hojas superiores. El período de floración se prolonga hasta que la carga de frutos cuajados corresponda a la capacidad de madurarlos que tenga la planta. Bajo condiciones óptimas, la mayoría de las primeras flores produce fruto, luego ocurre un período durante el cual la mayoría de las flores aborta. A medida que los frutos crecen, se inhibe el crecimiento vegetativo y la producción de nuevas flores, cuando los primeros frutos empiezan a madurar, se inicia una nueva fase de crecimiento vegetativo y de producción de flores (Orellana, 2012).

De esta manera, el cultivo de chile dulce tiene ciclos de producción de frutos que se traslapan con los siguientes ciclos de floración y crecimiento vegetativo. Este patrón de fructificación da origen a frutos con distintos grados de madurez en las plantas, lo que usualmente permite cosechas semanales o bisemanales durante un período que oscila entre 6 y 15 semanas, dependiendo del manejo que se dé al cultivo. El mayor número de frutos y los frutos de mayor tamaño se producen durante el primer ciclo de fructificación, aproximadamente entre los 90 y 100 días. Los ciclos posteriores tienden a producir progresivamente menos frutos o frutos de menor tamaño, como resultado del deterioro agotamiento de la planta (Orellana, 2012).

## 2.1.5 Requerimientos de clima y suelo

### Clima

Adaptación general El cultivo se adapta muy bien a altitudes de 0 hasta 2,300 msnm, dependiendo de la variedad. Se desarrolla bien con temperaturas de 15 a 30° C; a temperaturas mayores la formación de frutos es mínima. La temperatura óptima del suelo para germinación es de 18 – 30°C. La humedad relativa óptima es del 70 a 90% (CENTA, 2012).

El cultivo requiere precipitaciones pluviales de 600 a 1200 mm bien distribuidos durante el ciclo vegetativo. Lluvias intensas, durante la floración, ocasionan la caída de flor por el golpe del agua y mal desarrollo de frutos, y durante el período de maduración ocasionan daños físicos que inducen a la pudrición de éstos. Una sobredosis de agua puede inducir al desarrollo de enfermedades fungosas en los tejidos de la planta (CENTA, 2012).

El Chile Pimiento necesita de una buena iluminación. En caso de baja luminosidad, el ciclo vegetativo tiende a alargarse; en caso contrario, a acortarse. Esto indica que las épocas de siembra y la densidad deben ser congruentes con el balance de la luz (CENTA, 2012).

Esta planta es de días cortos, es decir, la floración se realiza mejor y es más abundante en los días cortos (diciembre), siempre que la temperatura y los demás factores climáticos sean óptimos. No obstante, debido a la gran diversidad de cultivares existentes en la actualidad, las exigencias fotoperiódicas varían de 12 a 15 horas por día. En estado de plántula, es un cultivo relativamente tolerante a la sombra. En el semillero, la utilización de hasta un 55% de sombra aumenta el tamaño de las plantas, lo que favorece la producción en el campo de mayor número de frutos de tamaño grande. La sombra tenue en el campo puede ser benéfica para el cultivo, por reducir el estrés de agua y disminuir el efecto de la quema de frutos por el sol; sin embargo, el exceso de sombra reduce la tasa de crecimiento del cultivo y también puede provocar el aborto de flores y frutos (CENTA, 2012).

En la actualidad, la elección del suelo para la producción de chile dulce es una de las decisiones más importantes. Si se comete un error al respecto, se puede producir la

pérdida total del cultivo; sin embargo, el cultivo de chile se siembra en un rango muy amplio de suelos (CENTA, 2012).

El suelo debe satisfacer una lámina de agua total entre 900 y 1,200 mm para el ciclo del cultivo desde el trasplante hasta el último corte comercial. En general, las plantas absorben el agua por las raíces junto con los nutrimentos minerales disueltos que ella contiene; utilizan el agua en la fabricación de carbohidratos durante la fotosíntesis y para el transporte interno de los nutrimentos, las fitohormonas y los productos de la fotosíntesis, que son usados en la formación de nuevos tejidos y en el llenado de los frutos. Cuando la planta se acerca a su marchitez, hay una reducción o cese de su crecimiento y desarrollo, con resultados potencialmente negativos para la producción de flores, y por ende, de frutos. Aunque el chile dulce puede tolerar el estrés hídrico, si éste dura mucho tiempo, puede resultar en daños irreversibles, tales como la caída de las hojas, flores y, por último, de los frutos (CENTA, 2012).

Los suelos ideales son los de textura ligera a intermedia: franco arenosos, francos, profundos y fértiles, con adecuada capacidad de retención de agua y buen drenaje; deben evitarse los suelos demasiados arcillosos. El encharcamiento por períodos cortos, ocasiona la caída de las hojas por la falta de oxígeno en el suelo y favorece el desarrollo de enfermedades fungosas (CENTA, 2012).

El pH óptimo para el cultivo de chile dulce es de 5.5 a 7.0. Durante la etapa de semillero el cultivo es sensible a la salinidad del suelo, pero a medida que se desarrolla se vuelve tolerante a ésta (CENTA, 2012).

## **2.2 *Frankliniella occidentalis***

### **2.2.1 Características Generales**

Según la Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala- FASAGUA-(2012), *F. occidentalis* es un insecto del orden Thysanoptera y familia Thripidae. Los principales cultivos que ataca son el pimiento, tomates de invernadero y cucurbitáceas. Esta especie se ha constituido como la principal plaga del cultivo del pimiento, provocando pérdidas significativas tanto en la producción por daños en los frutos como por contaminación del

virus bronceado del tomate (TSWV). Este insecto ha adquirido resistencia a la mayoría de insecticidas que se han creado para su control, por lo tanto se constituye por sus daños y su complicado control en una plaga primaria en este cultivo.

*F. occidentalis* ocasiona lesiones de coloración blanquecina plateada en frutos, esto como consecuencia de su hábito de alimentación. En ataques severos se producen deformaciones tales como hojas rizadas, enruladas y arrugadas y en casos extremos hay detención del crecimiento por lo que las hojas se retuercen, se enroscan, marchitan y mueren. La mayoría de insectos se encuentran concentrados en flores y frutos (FAO, 2013).

### **2.2.2 Morfología**

La hembra mide de 1.2 a 1.6 mm, de largo y el macho de 0.8 a 0.9 mm, según la coloración de las hembras (marrón) se reconoce tres formas, clara, intermedia y oscura. La forma clara aparece principalmente durante la temporada estival, en cambio los invernantes son de coloración más oscura. El macho es de coloración clara con algunos segmentos de las antenas oscuros. Los huevos son reniformes, blancos hialino y de unas 200 micras de longitud, encontrándose insertados dentro de los tejidos de los vegetales. Las larvas pasan por dos estadios, siendo el primero muy pequeño, de color blanco o amarillo pálido. El segundo estadio es de tamaño parecido al de los adultos y de color amarillo dorado. Las larvas a su vez se distinguen en dos estadios. Son inmóviles y comienzan a presentar los esbozos alares que se desarrollarán en los adultos (Malais, 2013).

### **2.2.3 Ciclo de vida**

Las hembras insertan los huevos de forma aislada dentro de los tejidos vegetales (hojas, pétalos de las flores y partes tiernas del tallo y fruto), en un número medio de 40 (hasta 300) a lo largo de su vida. El tiempo de incubación varía según la temperatura, siendo de unos 4 días a 26° C (Figura 1), presentando una mortalidad alta con temperaturas elevadas y baja humedad relativa. Del huevo emergen las larvas neonatas que comienzan enseguida su alimentación en el lugar donde se realizó la puesta. Con el

desarrollo de las larvas, estas siguen su alimentación en lugares refugiados de las hojas, flores o frutos. En los estadios siguientes, dejan de alimentarse, pasando a un estado de inmovilidad que se desarrolla preferentemente en el suelo, en lugares húmedos o en grietas naturales de hasta 15 mm bajo el nivel del suelo. Desde su aparición los adultos empiezan a colonizar las partes superiores de las plantas, teniendo gran apetencia por las flores y el polen de las mismas, del que se alimentan. Sólo se alimentan ocasionando daños las larvas y los adultos (FASAGUA, 2012).

La pre-pupa presenta pequeños esbozos alares, antenas sin artejos diferenciados, de color amarillo, no tienen actividad. La tercera muda da origen a la pupa, que no tiene movilidad, pero las alas son más desarrolladas y sobrepasan el cuarto segmento abdominal. Las antenas están diferenciadas en artejos y están plegadas sobre el dorso del insecto, este estado tiene las mismas dimensiones que estado de adulto.

Otras características biológicas de sumo interés son, su gran poder de adaptación a clima cálido, teniendo una gran actividad fitófaga (se alimenta de las plantas), tanto en cultivos protegidos como al aire libre, durante todo el año. En Guatemala los meses de mayor incremento poblacional son de Enero a Abril. Además *F. occidentalis* se desarrolla en una gran diversidad de cultivos, no importando su estado fenológico. También se distribuyen en plantas espontáneas, que pueden servir como reservas de poblaciones que luego se dispersan sobre los cultivos (FASAGUA, 2012).



Figura 1. Ciclo de vida de *F. occidentalis* (FASAGUA, 2012).

#### **2.2.4 Reproducción**

La reproducción del Trips puede ser sexual o asexual. Hembras no fecundadas dan descendencia masculina, mientras que la de las fecundadas está compuesta por un tercio de machos y dos tercios de hembras. Al principio se encuentran más machos que hembras, pero más tarde el porcentaje se invierte. En pepino y a 25° C las hembras, fecundadas o no, producen unos 3 huevos diarios. Si tienen polen a su disposición, el número puede ser muy superior. A 25° C una población puede duplicarse en cuatro días en condiciones óptimas. La longevidad de adultos es muy elevada (32-57 días). Su fecundidad oscila de 33 a 135 huevos/hembra (Malais, 2013).

#### **2.2.5 Dispersión en el cultivo**

*F. occidentalis* se encuentra generalmente en las partes altas de la planta, es poco común en las hojas y se puede localizar oculto en puntos de crecimiento, yemas florales y flores. Durante el día pueden verse a muchos adultos entre las flores. A primera hora de la mañana se hacen más activos y abandonan sus refugios (Malais, 2013).

#### **2.2.6 Condiciones ambientales adecuadas**

El ciclo de vida de *F. occidentalis* depende de la temperatura. Se desarrollan más rápido a 30° C, mientras que por encima de 35° C no hay desarrollo en absoluto. Por debajo de los 28° C hay una relación casi lineal entre la temperatura y la duración del desarrollo, y a 18° C el desarrollo es dos veces más largo que a 25,5° C. Poseen una gran rapidez de desarrollo, de tal manera que a una temperatura de 25° C, el tiempo transcurrido en completar un ciclo es de 13 a 15 días, siendo esta la temperatura promedio en Guatemala, con temperaturas mayores a 16° C, las hembras tardan entre 1 a 3 días en iniciar la ovipostura (Montenegro, 2012).

### **2.2.7 Tipos de daño directo e indirecto**

Los daños provocados por estos Trips pueden clasificarse en daños directos e indirectos. Los daños directos se producen por larvas y adultos al picar y succionar el contenido celular de los tejidos. Los daños producidos por alimentación producen lesiones superficiales de color blanquecino en la epidermis de hojas y frutos, en forma de una placa plateada, que más tarde se necrosan, pueden afectar a todas las hojas y provocar la muerte de la planta. La saliva fitotóxica segregada en la alimentación da lugar a deformaciones en los meristemas, que al desarrollarse la hoja en la epidermis aparecen manchas cloróticas arrugándose.

En frutos estos daños deprecian la calidad, las yemas florales infestadas severamente pueden quedarse cerradas o dar lugar a flores deformadas, como es el caso del rosal, lo que disminuye su valor comercial considerablemente. También destaca la formación de agallas, punteaduras o abultamientos durante las puestas, en los lugares en que se depositaron los huevos y que pueden tener importancia en frutos.

Los daños indirectos son los producidos por la transmisión de virosis. *F. occidentalis* tiene la posibilidad de ser un vector de transmisión, puesto que inyecta saliva y succiona los contenidos celulares. Este insecto transmite fundamentalmente el Virus del Bronceado del Tomate (TSWV), el cual afecta principalmente a pimientos, tomates y ornamentales (Koppert, 2014).

### **2.2.8 Distribución espacial**

Los ecólogos han reconocido tradicionalmente tres patrones generales de distribución de los insectos en el espacio: aleatoria, uniforme y agregada. Una distribución aleatoria, indica que la probabilidad de encontrar a un individuo es la misma para todos los puntos del espacio, o que todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser hallados en cada punto del espacio. De manera general, una distribución uniforme significa que las distancias entre individuos son aproximadamente las mismas dentro de la población y la distribución agregada, implica que los individuos se agrupan en aglomerados o parches, dejando porciones del espacio relativamente desocupadas (Tannure y Giménez, 2005).

Según el Laboratorio de Investigaciones Entomológicas y Tecnologías en Agricultura de Precisión (2011), las alternativas de control de los Trips han carecido de eficacia debido a que se desconoce su distribución espacial. Por lo que se realizó una evaluación en una plantación de Aguacate donde los resultados obtenidos en una demostraron que las poblaciones de Trips presentan una distribución de tipo agregada. Lo cual resulta interesante para dirigir las medidas de control sobre áreas específicas de infestación.

### **2.2.9 Monitoreo**

El Monitoreo de *F. occidentalis* se puede realizar mediante conteo directo en flores (Belda, Cabello, Ortiz y Pascual, 1992).

En los muestreos por conteo directo se toman no menos de dos plantas elegidas totalmente al azar, dentro de cada parcela. En cada planta se eligen también al azar tres flores donde se anota el número de insectos para luego ser analizado.

El uso de trampas es más generalizado en cultivos bajo invernaderos, prestan un buen servicio como monitoreo de poblaciones de insectos, pero deben utilizarse tablero de 25 x 25 cm, son de fácil manejo y permiten mediante la utilización de bolsas transparentes un recambio muy sencillo, además de la posibilidad de hacer los conteos en el laboratorio u oficina. También utilizan bandejas de 20 a 25 cm de diámetro, en las cuales se coloca agua hasta la mitad de su capacidad y se agrega un poco de detergente, con el fin de reducir la tensión superficial y así poder facilitar la captura de los insectos (Ojeda, 2003).

### **2.2.10 Umbrales de daño económico**

Según El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-INTA-(2012), el momento ideal para iniciar acciones de control es aquel en el cual la pérdida económica que va ocasionar la plaga alcanza el costo de realizar la medida de control. El tamaño de la población de plaga en ese momento en el cultivo, expresado como número de individuos por unidad de muestreo, es el nivel de daño económico. Sin embargo en la práctica, determinar para una situación particular el valor de daño con el cual manejarse resulta prácticamente

inviabile. Dicho valor varía de acuerdo a factores tales como condiciones ambientales, el estado fenológico y fisiológico del cultivo, nivel poblacional de enemigos naturales y carga viral de insectos vectores.

Por este motivo es más adecuado hablar en la práctica de un nivel adecuado de tolerancia (cuadro 1), este valor será más cercano al teórico cuando: mayor sea el grado de precisión con el que se estime el nivel poblacional de la plaga y mayor sea el conocimiento sobre el daño económico al cultivo de acuerdo a la densidad de plaga y a otros factores involucrados. En el cultivo de pimiento se deben realizar aplicaciones suplementarias con presencia de adultos de Trips vivos en los primeros 40 días posteriores al trasplante, luego se debe seguir prestando mucha atención a la aparición de esta plaga en las flores y realizar tratamientos cuando su número supere en promedio el de 1 adulto por flor.

Cuadro 1. Porcentajes de incidencia de *F. occidentalis*/placa o trampa a considerar para accionar al control químico.

Nivel	Acción
> 15% Incidencia y/o > 3 insectos/placa	Aplicación general flor y follaje 3 días libres entre aspersion
< 15% Incidencia y/o < 3 – 1.5 insectos/placa	Aplicación a focos flor y follaje 3 días libres entre aspersion
< 1.5 insectos/placa	No aplique

(Ojeda, 2003).

## 2.3 MÉTODOS DE CONTROL PARA TRIPS

### 2.3.1 Control químico

El control químico presenta actualmente una gran dificultad en el control de estos insectos debido a su comportamiento. Las larvas y adultos se encuentran refugiadas en las flores y el adulto tiene una gran movilidad. En el control químico, las aplicaciones deben alcanzar bien toda la planta, sobre todo en el envés de las hojas y flores, procurar

mantener un control de las plagas desde el inicio del cultivo y sobre todo antes de la floración.

Alternar el uso de materias activas, normalmente se realizan los tratamientos químicos espaciados 7 días. Como materias activas destacan el formetanato, aceite de verano, metiocarb, fenitrotión, malatión, naled y acrinatrin. El producto más eficaz es el aceite de verano, el segundo es el formetanato. Con el metiocarb se han generado resistencias. En todos los productos tuvo un efecto de reducir los enemigos naturales de la plaga, por lo que se recomienda el uso de productos respetuosos con la fauna auxiliar, estando entre ellos el extracto de neem (Malais, 2013).

### **2.3.2 Control cultural**

Es importante incluir este tipo de control dentro del (MIP) en hortalizas puesto que es un elemento básico para el control de Trips. Entre los métodos de control más importantes están el uso de barreras vivas ubicadas no a menos de 20 m de las plantaciones. En el caso de los pimientos, eliminar flores con excesiva cantidad de Trips en el deshoje y deshoje que se realice. En áreas con poblaciones altas, sacar la basura de inmediato en bolsas o estructuras cerradas (Montenegro, 2012).

### **2.3.3 Control etológico**

Este método consiste en el uso de trampas cromáticas las cuales actúan como atrayentes para el Trips. Las trampas azules y amarillas han demostrado ser muy eficaces más cuando las plantas están muy pequeñas. Estas son fáciles de manejar, no implican el uso de insecticidas y muestran favorables resultados durante un tiempo prolongado, mientras no se llenen de suciedad. Para el uso de las trampas hay que tomar en cuenta que se deben colocar una semana antes del trasplante por lo menos 50 trampas azules y 50 amarillas por ha (Camacho y Sánchez, 2011).

### **2.3.4 Control biológico**

Para el control de Trips se disponen de varias especies de depredadores que se introducen preventivamente en el cultivo. Las especies más utilizadas pertenecen a dos grupos distintos: los ácaros depredadores del género *Amblyseius* y las chinches, perteneciendo al género *Orius*. Ambas especies no solamente son depredadores, sino también son capaces de sobrevivir y reproducirse a base del polen. Por tanto, las poblaciones pueden crecer y mantenerse a base de una dieta vegetal, independientemente de la presencia de presa viva (Camacho y Sánchez, 2011).

### **2.3.5 Uso de extractos orgánicos**

Según el Centro de Estudios Análisis y Documentación del Uruguay- CEADU-(2013), al plantearse un manejo orgánico en producción vegetal hay que tener en cuenta que la aparición de plagas en determinado cultivo es el resultado de un manejo preventivo inadecuado. Se debe tener presente que uno de los principales aspectos a considerar en la producción es desinfectar con insecticidas previo a la plantación aplicándolos al suelo y área a plantar, al contar con la mayor información posible sobre plagas que comúnmente se manifiestan y las formas de prevenir, de repeler y de curar se podrá lograr su control en cualquier cultivo.

Cuando hablamos de insecticidas en el marco de los cultivos orgánicos, nos referimos a las sustancias naturales, que producen ciertos efectos repelentes o muerte en los insectos. Estas sustancias producen cierta alteración poblacional que ayuda a mantener las plagas en niveles tolerables. De tal manera, se evita una brusca disminución de un elemento del sistema, que pueda producir un desequilibrio ecológico y traer consecuencias graves, como sucede con el uso de los clásicos insecticidas. Existen plantas que poseen un fuerte poder repelente o insecticida, la ciencia conoce más de 1500 especies que se pueden utilizar con este fin. Un ejemplo lo constituye el Neem, de donde se extrae la Azadirachtina (CEADU, 2013).

Según Ojeda, (2003), los efectos insecticidas del Neem se deben a la presencia de limonoides. Actúa como un potente regulador del crecimiento de insectos. Las larvas,

ninfas o pupas no pasan a sus estados adultos y mueren. La Azadirachtina penetra el cuerpo de insecto y bloquea la biosíntesis de la hormona ecdysona. La ecdysona es una hormona que controla los cambios fisiológicos cuando los insectos pasan por estados de larva, ninfa o pupa. Los insectos mueren por la interrupción del ciclo de vida.

### **2.3.6 Neem**

El árbol de neem, *Azadirachtina indica*, es una especie de gran importancia y potencialidad, que ha despertado la atención del mundo científico por sus múltiples propiedades y usos de sus componentes: semillas, cascara de la semilla, hojas y corteza. Se utiliza como repelente de insectos. Por ejemplo el aceite que se extrae de algunas partes del árbol (hojas, semillas, corteza, etc) donde su agente activo es la Azadirachtina, se ha comprobado que funciona como insecticida natural que compite ventajosamente con los insecticidas sintéticos, ya que algunos insectos han desarrollado resistencia a estos últimos y mientras tanto son controlados por derivados del aceite de neem, de esta manera extractos con alta concentración de Azadirachtina podrían ser los precursores de una nueva generación de productos insecticidas, protectores de los cultivos sin contaminar el entorno (Schmutterer, 1995).

La utilización del neem, como insecticida de amplio espectro de acción en la producción agrícola, contribuirá a su introducción progresiva en el sistema de Manejo Integrado de Plagas (MIP), lo que favorecerá una producción agropecuaria cada vez más ecológica y autosustentable. La actividad insecticida del neem, es debido a la presencia principalmente del compuesto Azadirachtina este muestra sus modos de actuar sobre los insectos, tales como antialimentario, repelente y regulador del crecimiento (López y Estrada, 2005).

### **Modos de Acción**

Según el Desarrollo Biotecnológico para Soluciones en el sector Agrícola e Industrial-BIOTROPICAL-(2014), la Azadirachtina cuenta con una diversidad de modos de acción sobre los insectos estos son:

Acción repelente: evita la ovoposición de los huevos en las hojas por parte de los insectos, y la posterior alimentación de las larvas.

Alteración del crecimiento y la metamorfosis: provoca desórdenes hormonales en diferentes etapas del desarrollo. Hay malformación de alas, alteraciones en la piel y otras partes del cuerpo.

Reduce la fecundidad: afectando las hembras por su efecto sobre el sistema hormonal.

Disminuye la actividad vital de los insectos. Provocando reducción en la capacidad de vuelo y dificultad para alimentarse.

### **2.3.7 Resultados de investigación con Neem**

Según Estrada (2005), el control de *Thrips palmi*, a través del uso de Azadirachtina en el cultivo del pepino bajo condiciones de cultivo protegido se ejecutó en un túnel con cubierta de malla antiáfida, que cubre un área de 120 m<sup>2</sup>, con un total de 440 plantas agrupadas en cuatro canteros que se dividieron en tres réplicas cada uno. Para evaluar la acción de los productos en las diferentes variantes se realizó un conteo previo del número de adultos presentes, y el resto de las evaluaciones a los tres y siete días después de la primera aplicación y a los siete días después de la segunda, los resultados muestran que los productos utilizados a base de Azadirachtina fueron efectivos en el control de esta plaga. Ambos productos NeoNim 60 y OleoNim 80 produjeron reducciones significativas de las poblaciones a partir de los tres días después de la primera aplicación, las que fueron más marcadas a los siete días después de la primera, manteniéndose esos niveles de protección para el caso de la segunda aplicación resultó aún más efectivo el control que se establece con que la aplicación alcanzó una efectividad superior a 90 %.

Aplicaciones de Azadirachtina bajo condiciones de cultivos protegidos han mostrado un buen control sobre *F occidentalis*, con efectividades por encima del 75 %. Asimismo, aplicaciones de extractos acuosos de Azadirachtina en dosis de 20 g/L y 75 g/L de agua, respectivamente para el control de esta plaga en pepino, mostraron efectividades por encima del 90 %. Las efectividades alcanzadas en la utilización de Azadirachtina

confirman la factibilidad del uso de estos insecticidas insertados en el Manejo Integrado de Plagas para una agricultura sostenible (Lopez y Estrada, 2005).

En la validación de los insecticidas de Neem sobre el control de Trips en el cultivo del pepino bajo condiciones de cultivo protegido, se pudo observar que la experiencia partió de una población homogénea en el área experimental, y aunque baja, era óptima para cumplir el objetivo perseguido, que consistente en realizar tratamientos preventivos para medir la efectividad en la protección del cultivo con el uso de los productos derivados del Neem (López y Estrada, 2005).

Según Schmutterer (2005), el espectro de acción del Neem, abarca más de 400 especies de insectos de importancia económica entre ellos *F. occidentalis*, lo cual ratifica la gran significación que tienen los insecticidas de Neem, a escala mundial. Por lo que en tal sentido la Azadirachtina se comercializa en diferentes tipos de formulados, para integrar en programas viables de control de plagas.

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Según la Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala- FASAGUA-(2012), *F.occidentalis* es un insecto del orden Thysanoptera y familia Thripidae, los principales cultivos que ataca son el pimiento, tomates de invernadero y cucurbitáceas. El Trips se ha constituido como la principal plaga del cultivo del Pimiento, provocando pérdidas significativas la cuales se cifran entre el 49% y 69% de la producción esto por daños ocasionados en los frutos y por contaminación del virus bronceado del tomate (TSWV), en las plantas, este insecto ha adquirido resistencia a la mayoría de insecticidas que se han creado para su control, por lo tanto se constituye por sus daños y su complicado control en una plaga primaria en este cultivo. A pesar del uso de coberturas para el control de insectos siendo estas micro túnel, macro túnel, casas malla e invernaderos, para *F. occidentalis* no ha sido un obstáculo generar problemas de daños directos e indirectos a las producciones del país ya que las poblaciones son altas en el interior de dichos ambientes.

#### 3.2. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Debido a la alta capacidad de resistencia que ha desarrollado *F. occidedntalis* a insecticidas químicos actualmente utilizados, se busca a través del uso de azadirachtina encontrar una alternativa más de control y así introducirla dentro de un Manejo Integrado de Plagas (MIP). Y con ello lograr resultados favorables en el control del insecto como también para los agricultores en sus producciones, mediante esto se brindaría al consumidor vegetales de mayor calidad alimentaria por su manejo fitosanitario a través de productos orgánicos, y se lograría reducir el riesgo de resistencia a productos químicos dado a que el Neem por ser un producto orgánico brinda menor riesgo a esta actual problemática debido al efecto del mismo sobre el insecto. Con la propuesta de investigación se pretende evaluar la eficacia de cuatro dosis de Azadirachtina para el control de Trips con el objetivo de determinar cuál de ellas presenta un mejor control sobre el insecto y con esto tener otra alternativa para controlar dicha plaga.

## IV. OBJETIVOS

### 4.1 OBJETIVO GENERAL

- Analizar el efecto de dosis de Azadirachtina para el control de *F. occidentalis*, en el cultivo de Chile Pimiento.

### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar el efecto de 4 dosis de Azadirachtina sobre *F. occidentalis* en el cultivo de Chile Pimiento.
- Determinar si existe toxicidad de las dosis de Azadirachtina sobre la planta de Chile Pimiento.
- Determinar el efecto de Azadirachtina sobre el rendimiento de peso fresco del fruto de Chile Pimiento.
- Determinar si alguna de las dosis de Azadirachtina es rentable para controlar *F.occidenatlis* en el cultivo de Chile Pimiento.

## **V. HIPTÓESIS**

### **5.1 HIPOTESIS ALTERNATIVA**

Al menos una dosis tendrá un efecto superior en comparación al resto en cuanto a la eficacia de control de poblaciones de *F. occidentalis*.

## **VI. METODOLOGÍA**

### **6.1 LOCALIZACION**

La investigación se realizó en El Municipio de El Progreso, Departamento de Jutiapa, Región IV o Sur-Oriental. El cual se encuentra a una Latitud de 14° 20'34.5" Longitud 89 50' 02" y a una altura que oscila entre los 969 msnm. La distancia entre la cabecera municipal y la departamental es de 11 km y de la ciudad Capital es de 128 km (Municipalidad de El Progreso, 2014).

### **6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL**

El Chile Pimiento PS 4212 es un híbrido tipo cónico, con frutos de excelente calidad y buen tamaño. Adicional a ser una planta vigorosa presenta resistencia a: Peca bacteriana (X3R), Virus Moteado del Chile (PMMV), Virus Y de la Papa (PVY) y Tobamovirus (PPO). Sus características de fruto son: peso promedio de 150 gr, grosor de la pared 0.43 mm y un largo de fruto de 17.03 cm (Seminis, 2014).

#### **6.2.1. Extracto orgánico Azadirachtina**

Es un extracto orgánico con una emulsión concentrada del 0.4%, dicho producto cuenta con las siguientes características:

Nombre Comercial. NEEM-X 0.4 CE

Concentración. 0.4%

Ingrediente activo. Azadirachtina

Toxicidad. Si presenta toxicidad en el cultivo de Chile Pimiento al ser utilizada a dosis mayores de 0.02 g/L, la cual es la recomendada por la casa comercial.

Especificaciones de uso. Es un insecticida, nematicida botánico. Compatible con el ambiente recomendado para uso orgánico. Producto de baja toxicidad (franja verde), para

el ser humano, aves, peces, insectos benéficos o plantas de follaje sensible, sin embargo durante la aplicación del producto se recomienda usar ropa de protección personal.

Dosis recomendadas. Su dosis varía desde 2 a 5 ml/L. Tiene un amplio espectro insecticida, que controla más de 131 especies de insectos. NEEM-X 0.4 CE, (Marketing Arm International, 2014).

### 6.3. FACTOR A EVALUAR

Dosis de Azadirachtina (0.04 % CE).

### 6.4 DESCRIPCION DE TRATAMIENTOS

Se realizaron tres aplicaciones de Azadirachtina, la primera a los 25 días después del trasplante, dado a que es cuando el pimiento ya ha iniciado su etapa de floración la cual es importante debido a que *F. occidentalis*, es particularmente un insecto que habita la flor de dicho cultivo. La segunda aplicación se realizó 7 días después de la primera y la tercera se realizó 14 días después de la primera.

Cuadro 2. Descripción de dosis de Azadirachtina a utilizar para el control de Trips. En Chile Pimiento.

Tratamientos	Dosis de Azadirachtina (g/L)
1	0.02 g/L
2	0.04 g/L
3	0.06 g/L
4	0.08 g/L
5	Testigo relativo metiocarb
6	Testigo Absoluto

Al momento del monitoreo del insecto se muestrearon 3 flores por planta, para este caso fueron 7 plantas de muestra de forma aleatoria, donde en cada una de ellas se evaluaron 3 flores, siendo un total de 21 flores muestreadas por unidad experimental. La toma de datos se realizó a los 3 y 7 días después de cada una de las aplicaciones, realizando también un muestreo inicial antes de empezar la aplicación. Esto para conocer la población, donde se contabilizó el número de trips vivos debido a los datos exigidos por la fórmula (Henderson-Tilton), que se utilizó al momento de la determinación de la eficacia del producto, esto en cada flor muestreada y con ello se obtendrá el promedio de insectos/flor en cada tratamiento empleado a dosis diferentes (INTA, 2012).

El Testigo relativo fue Metiocarb-50% (Mesurol 50 WP), un producto químico de uso frecuente, para el control del insecto, en la región sur oriental del país, el cual se aplicó a su dosis comercial de 2 g/L de agua, en las mismas fechas en que se aplicaron los tratamientos 1, 2, 3 y 4.

## **6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL**

El diseño que se utilizó es el de Bloques Completos al Azar (DBCA), con seis tratamientos y cinco repeticiones (Sitún, 2007).

## **6.6 MODELO ESTADISTICO**

El modelo estadístico que se utilizara será el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij} \quad \begin{array}{l} i=1,2,\dots,t \\ j=1,2,\dots,r \end{array}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta medida en la unidad experimental

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto del tratamiento  $i$

$B_j$  = Efecto del Bloque  $j$

$E_{ij}$  = Error experimental asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental (Sitún, 2007).

## **6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL**

En la unidad experimental que se utilizó en esta investigación estuvo conformada por un área de 18 m<sup>2</sup>.

### **6.7.1 Parcela bruta**

La parcela bruta estuvo conformada por 3 surcos de 5 m de largo cada uno, dejando un distanciamiento entre ellos de 1.2 m y un distanciamiento entre plantas de 0.4 m, para con esto obtener un total de 38 plantas y un área de 18 m<sup>2</sup>.

### **6.7.2 Parcela neta**

En la parcela neta se utilizó 1 surco (central), el cual tenía un largo de 4.6 m dejando 0.2 m en cada uno de sus bordes extremos, un ancho de 1.2 m y un distanciamiento entre plantas de 0.4 m para con esto obtener un total de 11 plantas y un área de 5.5 m<sup>2</sup>.

## 6.8 CROQUIS DE CAMPO

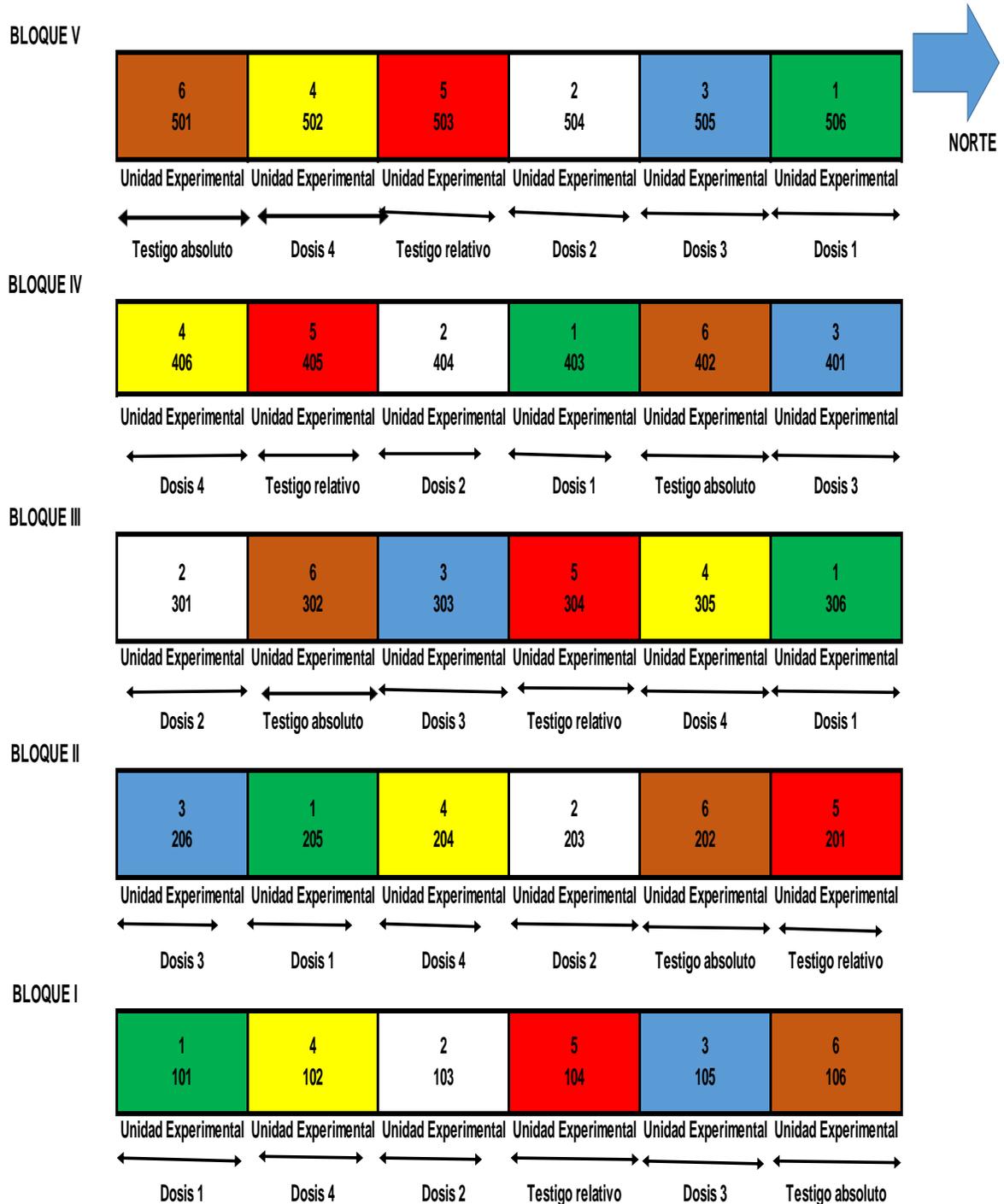


Figura 2. Croquis de distribución de tratamientos.

Donde:

1= Azadirachtina a 0.02 g/L

2= Azadirachtina a 0.04 g/L

3= Azadirachtina a 0.06 g/L

4= Azadirachtina a 0.08 g/L

5= Testigo relativo

6= Testigo absoluto

## **6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO**

### **6.9.1 Preparación del terreno**

Para la preparación del terreno se realizó un paso de rastra a una profundidad de 0.30 a 0.45 m. luego de esto se procedió a pasar una surqueadora la cual formo surcos de 0.3 m de altura y un largo de 5 m y un distanciamiento entre ellos de 1.2 m.

### **6.9.2 Colocación de manguera para riego**

La colocación de manguera se realizó de forma manual, colocando esta sobre la parte alta del cada uno de los surcos. La manguera: marca Azud con distanciamiento entre goteros 0.2 m, con una descarga por cada gotero de 1 L por hora

### **6.9.3 Acolchado**

El acolchado se realizó colocando sobre el surco un nylon color negro-plata el cual tenía 1 milésima de espesor y 1 m de ancho, con la colocación de este se logró mantener un control sobre malezas que pudieron afectar el desarrollo del cultivo.

#### **6.9.4 Perforación del acolchado**

Esta actividad se realizó de forma manual, marcando agujeros de un diámetro aproximado de 0.1 m, a un distanciamiento entre cada uno de ellos de 0.4 m, donde en cada uno de los agujero se colocó una planta de chile.

#### **6.9.5 Elaboración de macro-túnel**

La elaboración de los macro-túnel se realizó de forma manual, colocando arcos de hierro galvanizado a cada 4 m. Luego se procedió a la colocación de pita sobre los arcos del macro-túnel, la cual estuvo a una distancia de 0.25 m entre cada una de ellas y por último se colocó la malla antivirus de 50 mesh sobre dicha estructura.

#### **6.9.6 Trasplante**

Esta actividad se realizó de forma manual, llevando las plántulas de chile procedentes de la pilonera al campo definitivo o unidad experimental, donde estas se introdujeron a una profundidad de 0.1 m en el suelo ya preparado, y distanciadas a 0.4 m entre cada una de ellas.

#### **6.9.7 Tutorado**

Esta actividad se realizó de forma manual, con la intención de mantener cada una de la plantas de forma erguida y con esto evitar que las hojas y frutos toquen el suelo. Para esto se utilizaron estacas de madera de aproximadamente 2 m de altura, a una distancia entre ellas de 2 m. Por último se colocó pita a lo largo del tutorado dejando una distancia entre pita y pita de 0.25 m.

### 6.9.8 Riego

El riego se aplicó mediante el sistema de riego anteriormente mencionado, dicho sistema estuvo conformado por cada una de sus correspondientes partes para así con esto lograr obtener la máxima eficiencia del mismo.

### 6.9.9 Fertilización

La fertilización del cultivo se aplicó mediante el sistema de riego ya instalado (goteo). Esta se realizó en base a los requerimientos nutricionales que necesite el cultivo en sus diferentes etapas fenológicas expresados en el análisis de suelo que se realizó antes del establecimiento del cultivo. Para dicha fertilización se tuvo como referencia el programa que se observa en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Programa de fertirrigación para el cultivo de Chile Pimiento.

Días después del trasplantes	Formula	kg/ha
1	11-60-0	10
4	20-18-20	15
8	20-18-20	15
12	20-18-20	15
16	Nitrato de Calcio	25
20	20-18-20	15
24	20-18-20	15
28	20-18-20	15
32	Nitrato de Calcio	25
36	20-18-20	15
40	11-60-0	15
44	20-18-20	15
52	20-18-20	15
56	20-18-20	15

Continúa cuadro 3. Programa de fertirrigación para el cultivo de Chile Pimiento.

Días después del trasplantes	Formula	kg/ha
60	20-18-20	15
64	Nitrato de Calcio	25
68	10-5-30	15
72	20-18-20	15
76	20-18-20	15
80	17-5-24	15
84	Nitrato de Potasio	25
88	17-5-24	15
92	Nitrato de Potasio	25
96	20-18-20	15
100	Nitrato de Potasio	25
104	10-5-30	15
108	20-18-20	15
112	17-5-24	15
116	20-18-20	15
120	20-18-20	15
124	20-18-20	15
128	17-5-24	15
132	Nitrato de Calcio	25
136	17-5-24	15
140	Nitrato de Potasio	25
144	17-5-24	15
148	Nitrato de Potasio	25
152	17-5-24	15
156	Nitrato de Calcio	25
160	20-18-20	15

(FASAGUA, 2007).

### **6.9.10 Control de plagas y enfermedades**

Este se realizó con base en las plagas que podían afectar el desarrollo del cultivo previo al inicio de la evaluación de las aplicaciones de Azadirachtina las cuales fueron: Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*) y Gusano del fruto (*Heliothis spp*), donde se aplicó Imidacloprid-20% (Plural 20 OD) un día después del trasplante y Benzoato de emamectina-5% (Proclaim 5 SG), a los siete días después del trasplante, dichas aplicaciones fueron realizadas fuera del periodo de evaluación de Azadirachtina, esto para no influir en los efectos de la misma sobre *F. occidentalis*.

El control de enfermedades se realizó aplicando fungicidas preventivos basado a las principales enfermedades que podían afectar el desarrollo del cultivo las cuales fueron: Peca bacteriana (*Xanthomonas vesicatoria*), Erwinea (*Erwinia carotovora*) y Marchitez por hongos de suelo (*Damping off*) El control se realizó a través de: Estreptomycin-15% y oxitetraciclina 1.5% (Agrimicyn 16.5 WP ), y Carbendazim-50% (Derosal 50 SC).

### **6.9.11 Cosecha**

La cosecha de la fruta se realizó de forma manual. Para esta actividad se utilizaron sacos una balanza analítica, materiales con los cuales se clasifico la fruta en las categorías de primera con peso de 150 g, segunda con peso promedio de 125 g y tercera con peso de 120 g.

## **6.10 VARIABLES DE RESPUESTA**

### **6.10.1 Porcentaje de eficacia de control**

El método que se utilizó para medir el efecto de un tratamiento fue través del cálculo de su porcentaje de eficacia. Sin embargo es importante saber que formula utilizar al momento de calcularla, dado a que la distribución del Trips no es uniforme dentro de un cultivo al momento de iniciar un tratamiento, se utilizó la fórmula de Henderson-Tilton (Infestaciones no Uniformes) (Paredes, 2015).

En la cual la eficacia de la Azadirachtina sobre el control de *F. occidentalis* se determinó realizando conteos antes y después de cada aplicación esto en las fechas establecidas para cada una de ellas las cuales dieron inicio 25 días después del trasplante para cada uno de los tratamientos, ya teniendo los datos se utilizó la formula anteriormente mencionada la cual se expresa a continuación:

$$\% \text{ Eficacia} = (1 - Ta/Ca * Cb/Tb) * 100$$

Donde:

Tb: Trips vivos antes del tratamiento

Cb: Trips vivos en el testigo antes del tratamiento

Ta: Trips vivos después del tratamiento

Ca: Trips vivos en el testigo después del tratamiento

### 6.10.2 Efecto de toxicidad a causa de la Azadirachtina

La toxicidad para insecticidas se determinó en una escala que va del grado 1 al 5, donde cada uno de ellos opta a un valor en porcentaje (%), de área foliar afectada en el cultivo a causa del insecticida utilizado, como se observa en el cuadro 4. Esta actividad se realizó en cada uno de los tratamientos de Azadirachtina, evaluándolos 24 horas después de cada aplicación.

Cuadro 4. Escalas para la determinación del grado de toxicidad de insecticidas en plantas

Grado	Descripción
1	Hoja sana: ausencia total, a simple vista, de daño foliar.
2	Hoja ligeramente dañada: presencia, en la mayoría de las plantas (+50%), de un área dañada no mayor al 25%

Continúa cuadro 4. Escalas para la determinación del grado de toxicidad de insecticidas en plantas

---

3	Hoja dañada hasta un 50% presencia, en la mayoría de plantas (+50%), de un área dañada no mayor al 50%
4	Caída de hojas y flores: pérdida, en la mayoría de plantas (+50%) de mínimo un 25% del área foliar y un 12% de las flores.
5	Muerte de la planta: muerte, en la mayoría de las plantas (+50%).

---

(Ojeda, 2003).

### **6.10.3 Rendimiento de frutos en kilogramos por hectárea**

El rendimiento se determinó durante el periodo de cosecha colectando los frutos en cada uno de los tratamientos. Los resultados se obtuvieron al momento de pesar los frutos a través de una balanza analítica, los frutos colectados se clasificaron en las siguientes categorías: Primera (frutos con peso promedio de 150 g), Segunda (frutos con peso promedio de 130 g) y Tercera frutos con peso promedio de 120 g).

## **6.11 ANALISIS DE LA INFORMACIÓN**

### **6.11.1 Análisis estadístico**

Se utilizó el paquete estadístico InfoStat para realizar el análisis de varianza para cada una de las variables respuesta con el objetivo de establecer significancia estadística o no significancia, donde existió significancia se procedió a correr el análisis de prueba múltiple de medias para determinar diferencias reales entre tratamientos.

Para analizar los valores de poblaciones de *F. occidentalis* se procedido a realizar la Prueba de Normalidad de Saphiro-Willks, cuyo propósito consistió en determinar si los

valores tenían una distribución normal o no, a los que no presentaron distribución normal se les procedió a realizar una transformación de datos.

### **6.11.2 Análisis económico**

En este análisis se determinó para cada tratamiento la Relación Beneficio/Costo y así mismo la Rentabilidad de cada uno de ellos, para la determinación de la relación Beneficio/Costo se utilizó la siguiente fórmula (Agroproyectos, 2014).

$$\text{Relación Beneficio/Costo} = \frac{\text{Valor presente de beneficios}}{\text{Valor presente de costos}}$$

Mientras que para determinar la Rentabilidad se utilizó la fórmula:

$$\% \text{ Rentabilidad} = \frac{\text{Utilidades}}{\text{Costos}} \times 100$$

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 PORCENTAJE DE EFICACIA DE CONTROL

Se realizaron tres aplicaciones de Azadirachtina a cuatro diferentes dosis y el testigo metiocarb para el control de *F. occidentalis*. Se efectuaron monitoreos a las poblaciones del insecto a los tres y siete días después de cada aplicación. Con base en dichas poblaciones se determinó el porcentaje de eficacia para cada uno de los tratamientos de Azadirachtina comparándolos con el testigo relativo, esto a través de la fórmula Henderson-Tilton (Paredes, 2015).

$$\%E = (1 - Ta/Ca * Cb/Tb) * 100$$

Donde:

- Tb: Trips vivos antes del tratamiento
- Cb: Trips vivos en el testigo antes del tratamiento
- Ta: Trips vivos después del tratamiento
- Ca: Trips vivos en el testigo después del tratamiento

Cuadro 5. Porcentajes de eficacia en diferentes dosis de Azadirachtina, para el control de *F. occidentalis*, en el cultivo de Chile Pimiento.

Tratamiento	Primer aplicación		Segunda aplicación		Tercera aplicación	
	Postaplicación (días)					
	3dd	7dd	3dd	7dd	3dd	7dd
1	-36.88	-22.74	-32.12	43.22	-46.3	-17.62
2	-0.28	1.18	-55.94	-30.32	-176.02	-27.96
3	-3.36	8.56	-54.34	30.72	-70.86	-35.76
4	33.46	46.3	-52.08	42.86	-110.2	-26.22
Metiocarb	0	0	0	0	0	0
T. Absoluto	-15.12	-44.88	-216.32	-21.12	-7.72	-12.78

En el Cuadro 5. Se observan los porcentajes de eficacia obtenidos después de realizar las aplicaciones de Azadirachtina y su testigo metiocarb. Se obtuvieron datos negativos los que indican un incremento de las poblaciones de *F. occidentalis*, en los tratamientos comparados con el testigo relativo, sin embargo también se pueden observar datos positivos los cuales muestran la eficacia que tuvo la Azadirachtina a los tres y siete días después de su aplicación correspondiente.

La dosis de Azadirachtina a 0.02 g/L, muestra que hubo un bajo porcentaje de eficacia unicamente a los siete dias despues de la segunda aplicación dando un 43.22%, de lo contrario no mostro eficacia en ninguna otra aplicación. Azadirachtina a 0.04 g/L indica que hubo un 1.18% de eficacia a los siete dias despues de la primera aplicación mostrando resultados negativos para el restos de sus evaluaciones. Azadirachtina a 0.06 g/L, resulto con una baja eficacia de 8.56% a los sietes dias despues de la primera aplicación y un 30.72% a los siete dias despues de la segunda aplicación, mientras en el resto de evaluaciones resultados negativos. Azadirachtina a 0.08 g/L mostro el mayor porcentaje de eficacia en cada una de sus aplicaciones dando resultados de 33.46% de control a los tres dias despues de la primer aplicación, 46.3% a los siete dias despues de la primer aplicación y un 42.86% a los siete días despues de la segunda aplicación. Sin embargo tambien mostro datos negativos para el resto de sus evaluaciones.

Por ultimo se puede observar como el testigo absoluto mostro datos negativos unicamente, lo que demuestra como las poblaciones del insecto se mantuvieron elevadas en comparación al resto de tratamientos dado a que no hubo ningun tipo de aplicación para su control.

Dados los resultados expresados en el Cuadro 5. se puede observar como la Azadirachtina mostro bajo e irregular porcentaje de eficacia en los tratamientos, sin embargo unicamente en la primera y segunda aplicación se obtuvieron porcentajes positivos, mientras que para la tercera aplicación los porcentajes en todos los tratamiento fueron negativos. Esto muestra como las poblaciones de *F. occidentalis* aumentaron a medida del avance de la evaluacion y desarrollo del cultivo. El bajo e irregular porcentaje de control que se obtuvo esta relacionado a la distribucion no uniforme del insecto en el cultivo, lo que le da la capacidad de distribuirse en direfentes partes de la plantacion y asi

mismo de movilizarse de una planta a otra, esto dificulta su control ya que no se puede hacer contacto con toda la población presente al momento de efectuar una aplicación.

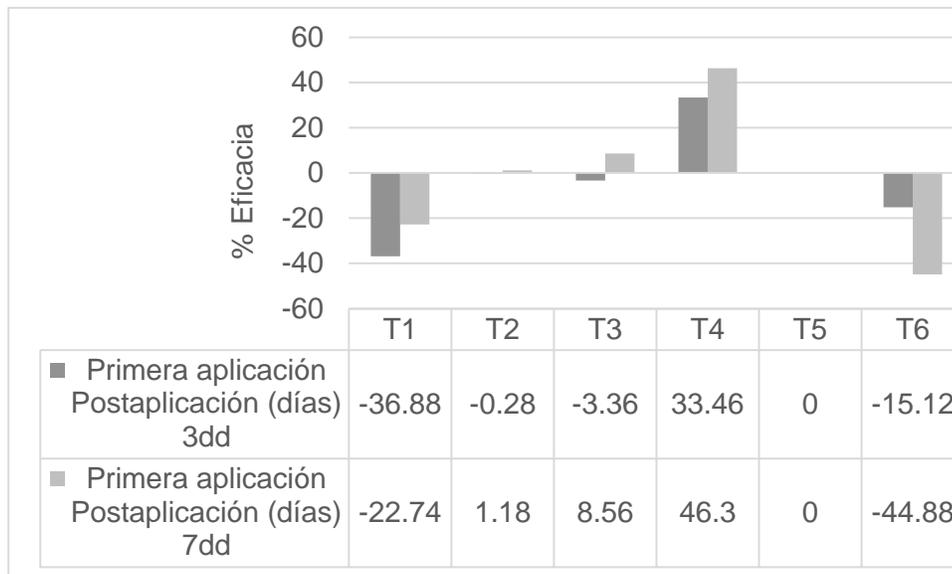


Figura 3. Porcentajes de eficacia de Azadirachtina en la primera aplicación.

La Figura 3, muestra como la Azadirachtina a 0.08 g/L (T4), tuvo el mayor porcentaje, de eficacia en cuanto al control de *F. occidentalis*, dando resultado de 33.46% a los tres días después y 46.3% a los siete días después, así mismo las dosis de 0.04 g/L (T2) y 0.06 g/L (T3), tuvieron eficacia del 1.18% y 8.56% sobre el insecto a los siete días después de la aplicación. El resto de tratamientos no tuvieron eficacia dando como resultado un incremento en las poblaciones del insecto.

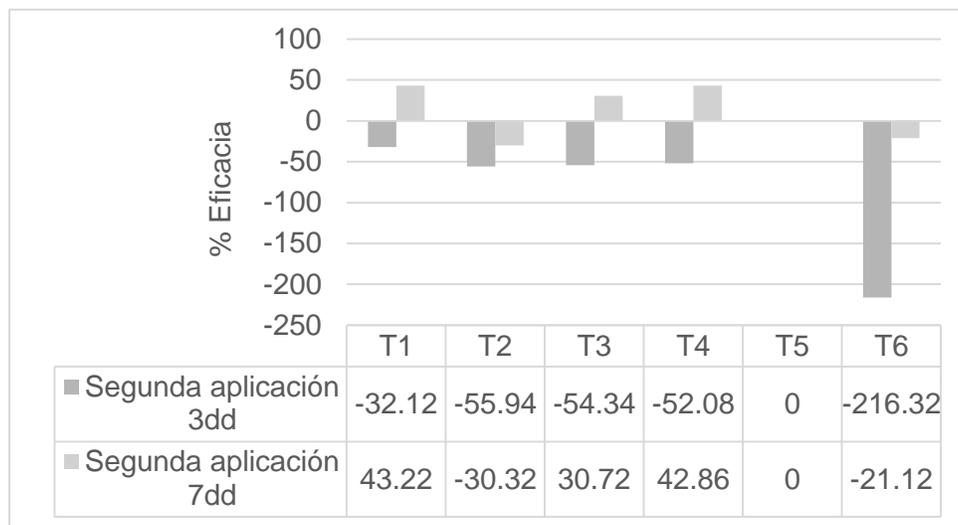


Figura 4. Porcentajes de eficacia de Azadirachtina en la segunda aplicación.

En la Figura 4, se expresan los porcentajes de eficacia del control de Azadirachtina obtenidos después de la segunda aplicación la cual muestra como la dosis a 0.02 g/L (T1), con un 43.22%, dosis a 0.06 g/L (T3), con un 30.72% y la dosis a 0.08 g/L (T4), con un 42.86% tuvieron alguna eficacia sobre el control del insecto siete días después de la aplicación, siendo en este caso el de mayor eficacia la dosis 0.02 g/L (T1). El resto de dosis mostraron incrementos en las poblaciones de *F. occidentalis* viéndose reflejado en los datos negativos que se obtuvieron.

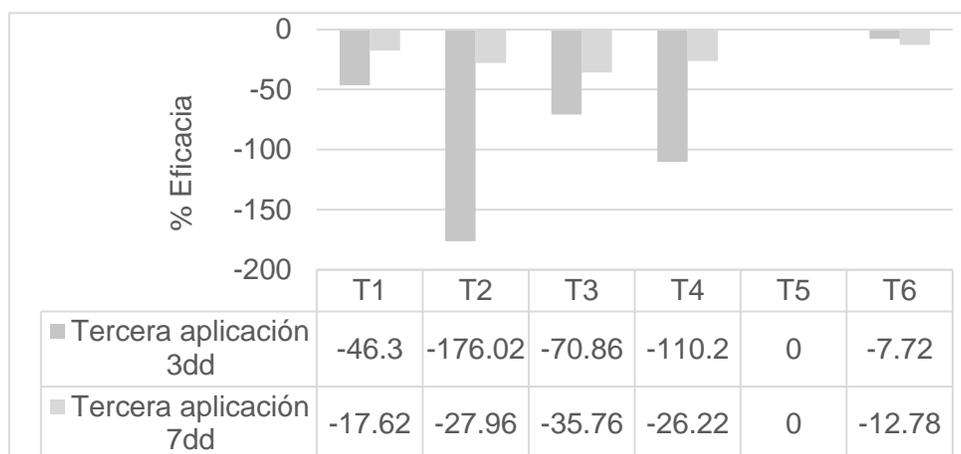


Figura 5. Porcentajes de eficacia de Azadirachtina en la tercera aplicación.

La Figura 5, muestra como en la tercera aplicación los porcentajes de eficacia en todas las dosis a los tres y siete días después dieron resultados negativos, demostrando el incremento poblacional del insecto.

## 7.2 EFECTO DE TOXICIDAD

Se evaluó el efecto de toxicidad en base a las escalas observadas en el Cuadro 4. Esto luego de realizar cada aplicación de Azadirachtina y su testigo metiocarb, con la finalidad de determinar si hubo o no toxicidad en el cultivo a causa de los productos aplicados.

Cuadro 6. Efecto de toxicidad sobre el cultivo de Chile Pimiento a causa de la aplicación de Azadirachtina y metiocarb.

Tratamiento	Primer aplicación	Segunda aplicación	Tercera aplicación
	Grado de toxicidad		
1. Azadirachtina 0.02 g/L	1	1	2
2. Azadirachtina 0.04 g/L	1	2	2
3. Azadirachtina 0.06 g/L	1	2	2
4. Azadirachtina 0.08 g/L	1	2	2
5. Metiocarb	1	1	1
6. Testigo absoluto	1	1	1

Como se observa en el Cuadro 6, hubo de toxicidad grado 1, a causa de la Azadirachtina en todos sus tratamientos después de la primera aplicación, dicho grado indica que hay ausencia total, a simple vista de quemazón en hojas del cultivo. Para la segunda aplicación la Azadirachtina mostro toxicidad grado 2, lo que indica que si hubo efecto sobre el cultivo donde se mostraron hojas ligeramente quemadas no mayor a un 25% de su área, esto para las dosis de 0.04, 0.06 y 0.08 g/L. La tercera aplicación mostro nuevamente toxicidad grado 2, afectando a las 4 dosis evaluadas con Azadirachtina. Mientras que los resultados que se observan en el tratamiento evaluado con metiocarb

muestran como este producto no mostro ningún efecto sobre el cultivo dado a que en las tres aplicaciones presento un grado 1 de toxicidad.

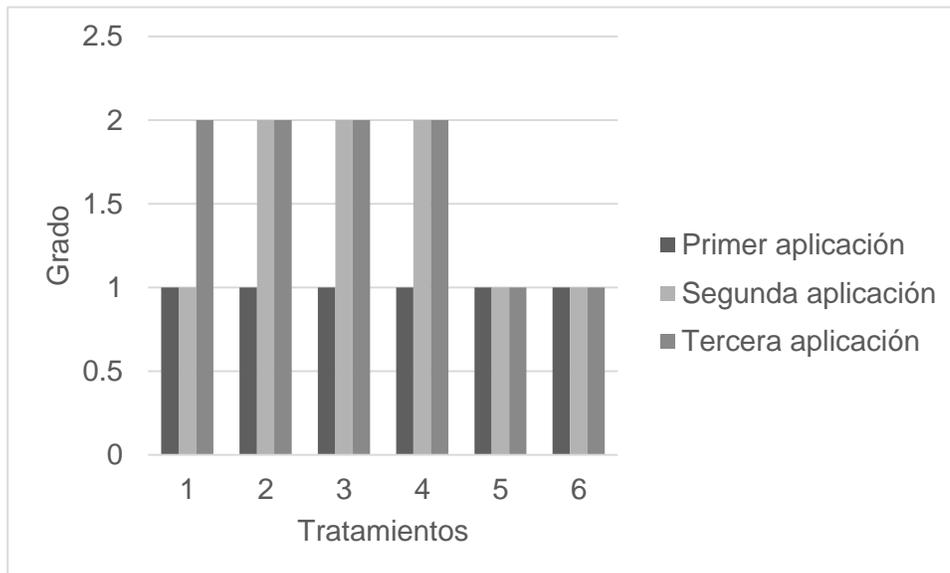


Figura 6. Grados de toxicidad a causa de Azadirachtina y Metiocarb.

La Figura 6, muestra los grados de toxicidad en base a las escalas observadas en el Cuadro 4. Las cuales se obtuvieron en las tres aplicaciones de Azadirachtina y metiocarb sobre el cultivo de pimiento donde se puede observar que para la primera aplicación todos los tratamientos evaluados con Azadirachtina tuvieron grado 1, de toxicidad, el cual indica que las hojas estuvieron sanas con ausencia total a simple vista de quemazón. Para la segunda aplicación los tratamientos 2, 3 y 4 mostraron grado 2 de toxicidad y para la tercera aplicación todos los tratamientos evaluados con Azadirachtina mostraron toxicidad grado 2, el cual indica que hubo hojas ligeramente quemadas con un daño no mayor al 25% de su área en más del 50% de las plantas. El único tratamiento que se mantuvo en la escala de grado 1 fue el evaluado con metiocarb. Esto indica que la Azadirachtina si muestra efectos de toxicidad sobre el cultivo de chile pimiento a dosis de 0.04 g/L, 0.06 g/L y 0.08 g/L después de su segunda aplicación y así mismo a dosis de 0.02 g/L después su tercer aplicación, todas efectuadas con intervalos de siete días entre cada aplicación.

### 7.3 RENDIMIENTO DE FRUTOS EN KILOGRAMOS POR HECTÁREA

Cuadro 7. Rendimiento kg/ha, de Chile Pimiento (PS-4212), clasificado en tres diferentes clases, para las dosis evaluados con Azadirachtina y sus testigos.

Tratamiento	Clase			Total
	Primera	Segunda	Tercera	
Azadirachtina 0.02 g/L	5175	2833	10440	18447
Azadirachtina 0.04 g/L	4691	3887	8309	16887
Azadirachtina 0.06 g/L	4833	3349	12222	20404
Azadirachtina 0.08 g/L	6669	6535	12026	25229
Metiocarb	10742	4378	10015	25135
Testigo absoluto	14444	4066	9302	27811

En el Cuadro 7 se observan los rendimientos en kg/ha de Chile Pimiento para las tres diferentes clases de comercialización en el mercado de Guatemala. En este caso la fruta de primera clase muestra un mayor rendimiento en el testigo absoluto dando un resultado de 14444 kg/ha. La fruta de segunda clase muestra un mayor rendimiento en el la dosis Azadirachtina a 0.08 g/L rindiendo 6535 kg/ha. En la fruta de tercera clase es la dosis de Azadirachtina a 0.06 g/L la que presenta un mayor rendimiento dando como resultado 12222 kg/ha. Con estos datos se puede observar que el mayor rendimiento de fruta lo mostro la tercera clase esto en la mayoría de tratamientos. Sin embargo en rendimiento total por las tres clases de chiles fue el testigo absoluto el que sobrepaso a los demás tratamientos rindiendo 27811 kg/ha.

Cuadro 8. Análisis de varianza  $\alpha = (0.05)$ , al rendimiento (kg), a frutos de primera clase en el cultivo de Chile Pimiento.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	331.16	9	36.80	3.71	0.0070
Bloque	218.05	4	54.51	5.50	0.0037
Trat	113.10	5	22.62	2.28	0.0855
Error	198.28	20	9.91		
Total	529.43	29			

C.V 72.09%

Ns = No hay diferencia significativa estadística entre tratamientos en el rendimiento de frutos de primera clase en el cultivo de Chile Pimiento por lo que se rechaza la hipótesis alternativa

Cuadro 9. Análisis de varianza  $\alpha= (0.05)$ , al rendimiento (kg), a frutos de segunda clase en el cultivo de Chile Pimiento.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	38.39	9	4.27	1.88	0.1144
Bloque	26.01	4	6.50	2.87	0.0498
Trat	12.38	5	2.48	1.09	0.3945
Error	45.30	20	2.27		
Total	83.69	29			

C.V 66.55%

Ns = No hay diferencia significativa estadística entre tratamientos en el rendimiento de frutos de segunda clase en el cultivo de Chile Pimiento por lo que se rechaza la hipótesis alternativa

Cuadro 10. Análisis de varianza  $\alpha= (0.05)$ , al rendimiento (kg), a frutos de tercera clase en el cultivo de Chile Pimiento.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	34.33	9	3.81	2.10	0.0806
Bloque	16.65	4	4.16	2.29	0.0956
Trat	17.68	5	3.54	1.94	0.1318
Error	36.39	20	1.82		
Total	70.72	29			

C.V 23.61%

Ns = No hay diferencia significativa estadística entre tratamientos en el rendimiento de frutos de tercera clase en el cultivo de Chile Pimiento por lo que se rechaza la hipótesis alternativa

Los Cuadros del 8 al 10, muestran que no hay significancia estadística entre tratamientos en los rendimientos de frutos de primera, segunda y tercera clase de Chile Pimiento.

## **7.4 ANALISIS ESTADÍSTICO**

### **7.4.1 Prueba de normalidad**

Se realizó la prueba de normalidad mediante Saphiro-Wilsk para determinar si había distribución normal o no en las poblaciones de *F. occidentalis*, obtenidas a los tres y siete días después de realizar cada una de las aplicaciones de Azadirachtina y metiocarb. Estos datos se muestran en los cuadros del 19 al 24 (Anexos), donde se puede observar que hay distribución normal únicamente para las poblaciones obtenidas a los 7 días después de la primera aplicación (cuadro 20), de las cuales se obtuvo un resultado de p-valor 0.4904 el cual supera el nivel de significancia de 5%, mientras que para el resto de valores en las demás poblaciones no hay distribución normal debido a que estos están por debajo del nivel de significancia, con base en estos resultados se procedió a realizar una transformación de datos a las poblaciones que no mostraron una distribución normal, para luego realizarles el análisis de varianza respectivo a cada una de ellas.

### **7.4.2 Transformación de datos**

Con base en los resultados obtenidos al momento de efectuar la prueba de normalidad a las poblaciones de *F. occidentalis*, se realizó la transformación de los mismos mediante la fórmula  $\sqrt{x+1}$ , (Anexos).

### **7.4.3 Análisis de varianza a poblaciones de *F. occidentalis*.**

Se realizó el Análisis de varianza a las poblaciones de *F. occidentalis*, ya transformadas obtenidas a los tres y siete días después de cada aplicación, esto para determinar si hay o no significancia estadística entre tratamientos.

Cuadro 11. Análisis de varianza  $\alpha= (0.05)$ , a poblaciones de *F. occidentalis*, tres días después de la primer aplicación, datos transformados ( $\sqrt{x}$ ).

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	12.35	9	1.37	1.76	0.1407
Bloque	3.48	4	0.87	1.11	0.3780
Trat	8.87	5	1.77	2.27	0.0864
Error	15.61	20	0.78		
Total	27.69	29			

C.V%= 26.99

Ns= No hay diferencia significativa estadística entre tratamientos tres días después de la primer aplicación por lo que se rechaza la hipótesis alternativa.

Cuadro 12. Análisis de varianza  $\alpha= (0.05)$ , a poblaciones de *F. occidentalis*, siete días después de la primer aplicación, datos transformados ( $\sqrt{x}$ ).

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	656.27	9	72.92	1.23	0.3305
Bloque	136.80	4	34.20	0.58	0.6819
Trat	519.47	5	103.89	1.76	0.1680
Error	1183.20	20	59.16		
Total	1139.47	29			

C.V%= 56.83

Ns= No hay diferencia significativa estadística entre tratamientos siete días después de la primer aplicación por lo que se rechaza la hipótesis alternativa.

Cuadro 13. Análisis de varianza  $\alpha= (0.05)$ , a poblaciones de *F. occidentalis*, tres días después de la segunda aplicación, datos transformados ( $\sqrt{x}$ ).

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	12.26	9	1.36	2.01	0.0930
Bloque	1.31	4	0.33	0.48	0.7469
Trat	10.95	5	2.19	3.23	0.0268*
Error	13.57	20	0.68		
Total	25.83	29			

C.V%= 25.71

\*= Si hay diferencia significativa estadística entre tratamientos tres días después de la segunda aplicación.

Como se observa en el Cuadro 13, hay diferencia significativa estadística entre tratamientos evaluados a los tres días después de la segunda aplicación, por lo que se realizó una prueba múltiple de medias para identificar la diferencia entre el o los mejores tratamientos.

Cuadro 14. Prueba múltiple de medias Tukey  $\alpha= (0.05)$ , para poblaciones de *F. occidentalis*, tres días después de la segunda aplicación.

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>Codigo Tukey</b>
Azadirachtina 0.02g/L	3.56	a b
Azadirachtina 0.04g/L	3.02	a b
Azadirachtina 0.06g/L	3.66	a b
Azadirachtina 0.08g/L	2.20	b
Metiocarb	2.78	a b
Testigo Absoluto	4.00	a

Comparador Tukey DMS: 1.63723

La prueba múltiple de medias observada en el Cuadro 14 indica que los tratamientos con letras iguales no son significativamente diferentes, por lo que únicamente existe diferencia significativa en las poblaciones de *F. occidentalis*, de los tratamientos de Azadirachtina 0.08g/L y el testigo absoluto esto debido al irregular comportamiento de distribución que el insecto presenta en un cultivo.

Cuadro 15. Análisis de varianza  $\alpha= (0.05)$ , a poblaciones de *F. occidentalis*, siete días después de la segunda aplicación, datos transformados ( $\sqrt{x+1}$ ).

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	26.82	9	2.98	1.92	0.1068
Bloque	19.32	4	4.83	3.12	0.0380
Trat	7.51	5	1.50	0.97	0.4599
Error	30.97	20	1.55		
Total	57.79	29			

C.V%= 36.46

Ns= No hay diferencia significativa estadística entre tratamientos siete días después de la segunda aplicación por lo que se rechaza la hipótesis alternativa.

Cuadro 16. Análisis de varianza  $\alpha= (0.05)$ , a poblaciones de *F. occidentalis*, tres días después de la tercer aplicación, datos transformados ( $\sqrt{x+1}$ ).

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	36.38	9	3.93	1.23	0.3320
Bloque	28.02	4	7.00	2.19	0.1069
Trat	7.36	5	1.47	0.46	0.8008
Error	63.95	20	3.20		
Total	99.33	29			

C.V %= 35.13

Ns= No hay diferencia significativa estadística entre tratamientos tres días después de la tercera aplicación por lo que se rechaza la hipótesis alternativa.

Cuadro 17. Análisis de varianza  $\alpha= (0.05)$ , a poblaciones de *F. occidentalis*, siete días después de la tercer aplicación, datos transformados ( $\sqrt{x+1}$ ).

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	28.56	9	3.17	2.13	0.0758
Bloque	21.05	4	5.26	3.54	0.0243
Trat	7.51	5	1.50	1.01	0.4376
Error	29.73	20	1.49		
Total	58.29	29			

C.V%= 19.15

Ns= No hay diferencia significativa estadística entre tratamientos siete días después de la tercera aplicación por lo que se rechaza la hipótesis alternativa.

En los análisis de varianza observados anteriormente se pudo determinar que únicamente hubo diferencia significativa estadística en las poblaciones de *F. occidentalis* obtenidas a los tres días después de la segunda aplicación (Cuadro 13), a las cuales se les realizó una prueba múltiple de medias (Cuadro 14), para determinar la diferencia significativa entre tratamientos, mientras que en los cuadros del 11 al 12 y 15 al 16 se observan los análisis de varianza de las poblaciones *F. occidentalis* donde no hubo diferencia significativa entre tratamientos monitoreados a los 3 y 7 días después de las tres aplicaciones que se realizaron al cultivo de Chile Pimiento.

## **7.5 ANALISIS ECÓNOMICO**

El análisis económico se realizó en cada uno los tratamientos evaluados en base a el total de rendimientos de frutos de chile pimiento y el costo total en quetzales/ hectárea (Q/ha). Se utilizó un costo promedio de Q. 4.72/kg, tomando en cuenta los precios que

mantuvo la fruta de Mayo y Junio del 2015. Para primera clase fue de Q. 5.66/kg, segunda Q. 4.72/kg y tercera Q. 3.77/kg.

Cuadro 18. Análisis de relación beneficio/costo y rentabilidad para los tratamientos de Azadirachtina y sus testigos.

<b>Tratamiento</b>	<b>Costo (Q).</b>	<b>kg/ha</b>	<b>Ingreso Total</b>	<b>Utilidad</b>	<b>Rentabilidad (%)</b>	<b>Relación B/C</b>
Azadirachtina 0.02 g/L	105043	18447	87071	-17972	-17.11	0.83
Azadirachtina 0.04 g/L	106414	16887	79708	-26706	-25.10	0.75
Azadirachtina 0.06 g/L	107784	20404	96305	-11479	-10.65	0.89
Azadirachtina 0.08 g/L	109154	25229	119081	9927.2	9.09	1.09
Metiocarb	104696	25135	118635	13939	13.31	1.13
T. Absoluto	102008	27811	131266	29260	28.68	1.29

El Cuadro 18, muestra que la Azadirachtina al 0.08 g/L fue la dosis con mayor rentabilidad y relación beneficio/costo con datos del 9.09% y 1.09 esto comparado con el resto de tratamientos evaluados con dicho producto, sin embargo al comparar todos los tratamientos el testigo absoluto fue el que obtuvo la mayor rentabilidad con un 28.68% y así mismo la mayor relación beneficio/costo con un 1.29, siguiéndole el tratamiento evaluado con metiocarb con datos de 13.31% y 1.13 en cuanto a rentabilidad y relación beneficio/costo, Esto indica como ninguno de los tratamientos evaluados con Azadirachtina y metiocarb influyeron o incrementaron el rendimiento del cultivo.

## VIII. CONCLUSIONES

Ninguna dosis de Azadirachtina ejerció un control eficiente de *F. occidentalis* en Chile Pimiento.

Se observó toxicidad grado 2 de Azadirachtina en dosis 0.04, 0.06 y 0.08 g/L después de la segunda aplicación, y así mismo toxicidad grado 2 para todas las dosis después de la tercera aplicación.

No hubo efecto de incremento o reducción del rendimiento con ninguna de las dosis de Azadirachtina aplicadas.

Ninguna dosis de Azadirachtina mostró eficacia en el control de *F. occidentalis* bajo las condiciones en que se realizó el experimento. Por lo tanto ninguna dosis mostró rentabilidad aceptable para ser utilizada en aplicaciones al cultivo de Pimiento.

## IX. RECOMENDACIONES

No utilizar Azadirachtina porque no controla *F. occidentalis* y causa toxicidad al cultivo de Chile Pimiento.

Evaluar alternativas de control de *F. occidentalis* en condiciones de túneles (biológico, etológico, cultural).

Utilizar otra metodología experimental de evaluación para *F. occidentalis* bajo condiciones de túneles.

## X. BIBLIOGRAFÍA

- Agrobeta. (2012). Aceite de neem eco (en línea). Consultado 27 Set 2014. Disponible en: <http://www.agrobeta.com/agrobetatiendaonline/es/fitosanitarios-ecologicos-para-cannabis/101-agrobeta-aceite-de-neem-eco.html>
- Agroproyectos. (2014). Relación beneficio costo (en línea). Consultado 30 Set 2014. Disponible en <http://www.agroproyectos.org/2011/06/calculo-van-vpn-tir-beneficio-costo.html>
- Belda, J.; Cabella, T.; Ortiz, J.; y Pascual, F. (1992). Distribución de (*Frankliniella occidentalis*). Editado por Margarita Payan. Guatemala. Centro de Investigación y Desarrollo Hortícola de la Mojonera 25p.
- Camacho, A. y Sánchez, J. (2012). Control biológico en invernaderos hortícolas. In, Control etológico y biológico. Editado por Sonia Torres. Guatemala, COEXPHAL. p33.
- CEADU. (2013). Manejo de plagas y enfermedades (En línea). Consultado 26 Set 2014. Disponible en: <http://www.ceadu.org.uy/plagas.htm>
- CENTA, SV. (2012). Importancia del Pimiento (En línea). Consultado 23 Set 2014. Disponible en: <http://www.centa.gob.sv/index.php>
- Desarrollo Biotecnológico para soluciones en el sector Agrícola e industrial, BioTropical. (2014). Modos de acción de la Azadirachtina (en línea). Consultado 26 Set 2014. Disponible en: <http://www.biotropical.com.co/index.php/productos/79-productos/80-bioneem>
- FAO. (2012). El Trips en el Pimiento (En línea). Consultado 26 Set 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/search/es/?cx=018170620143701104933%3Aqq82jsfba7w&q=trips+en+el+pimiento&cof=FORID%3A9&siteurl=www.fao.org%2Fhome%2Fes%2F&ref=&ss=5535j13352999j6>
- FASAGUA. (2012). Morfología del Pimiento (En línea). Guatemala. Consultado el 25 Set 2014. Disponible en: <http://www.fasagua.com/revista>

- Gonzales Sagastume, V.M. (2008). Evaluación agronómica de cuatro materiales de Chile (*Capsicum frutescens*) en campo abierto en una localidad de Copan Ruinas, Honduras. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala, USAC. 64 p.
- INTA. (2012). Monitoreo de plagas (En línea). Guatemala. Consultado el 24 Set 2014. Disponible en:  
[http://inta.gob.ar/search?advanced\\_search=True&subType%3Alist=manual&sort\\_on=effective&sort\\_order=reverse](http://inta.gob.ar/search?advanced_search=True&subType%3Alist=manual&sort_on=effective&sort_order=reverse)
- Koopert. (2014). El Trips (En línea). Consultado 26 Set 2014. Disponible en:  
<http://www.koppert.es/plagas/trips/>
- Laboratorio de Investigaciones Entomológicas y Tecnológicas en Agricultura de Precisión, (2011). Distribución espacial del Trips. Guía del cultivo de Aguacate. Guatemala. 15p
- Lopez, M. y Estrada, J. (2005). Los bioinsecticidas del neem en el control de plagas la Habana Cuba. Escuela Nacional de Vitivinicultura 49p.
- MAGA. (2011). Zonas agrícolas del Pimiento (en línea). Guatemala. Consultado el 25 Set 2014. Disponible en: <http://web.maga.gob.gt/?s=cultivo+de+chile+>.
- Malais, M. (2013). Manejo del Trips occidental de las flores (en línea). Guatemala. Consultado 27 Set 2014. Disponible en:  
<http://www.infoagro.com/hortalizas/trips.htm>
- Marketing Arm International. (2014). Neem-X 0.4 C.E. Ficha Técnica, Guatemala, Set 25: 1 - 2
- Melgar, J.; Paxtor, M.; Solano, E.; Abreu, L.; Sarmiento, H. y Galicia, F. (2007). Manual técnico de cultivo de Chile a campo abierto. In, Fertilización del Pimiento. Editado por Marvin Castillo. Guatemala, FASAGUA. p19.
- Mendoza, E.; Montenegro, E.; Arévalo, M.; Guy, B. y Guevara, W. (2012). Manejo integrado de Trips en invernadero. In, Características del Trips. Editado por Abigail García. Guatemala, FASAGUA. p19.

- Montenegro, E. (2012). Manejo integrado de Trips. Características del Trips. Guatemala. 1 – 20.
- Municipalidad de El Progreso Jutiapa. (2014). Localización Municipio del Progreso Jutiapa (entrevista). Guatemala.
- Ojeda Granada, S.J. (2003). Control de Trips (*Frankliniella occidentalis*) en el cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) San Vicente de Pusir. Tesis Ing. Agr. Quito, UCECU. 126 p.
- Orellana, F. (2012). Cultivo de Chile Pimiento. CENTA. Guatemala. 50p.
- Paredes, R. (2015). Interpretación formula Herderson-Tilton (entrevista). Guatemala, Universidad Rafael Landivar.
- Schmutter, W. (2005). Los insectos en cultivos económicos. Congreso Latinoamericano sobre Nim y otros insecticidas vegetales. Guatemala. 10p
- Seminis. (2014). Híbrido PS4212. Ficha Técnica, Guatemala, Set 25: 1 - 4
- Silvinia, M. (2012). Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas, enfermedades y enemigos naturales de tomate y pimiento. In, Umbrales de daño económico. Editado por Luis Andres Polak. Guatemala, INTA. p89.
- Sitún, M. (2007). Investigación agrícola. ENCA. Guatemala. 151p.
- Tannure, C. y Gimenez, L. (2005). Modelos para caracterizar los patrones de distribución espacial para insectos. Facultad de Ciencias Agrarias. Guatemala. 33p
- USAC. (2008). Importancia del Pimiento en Guatemala. Facultad de Agronomía. Guatemala 12p.

## XI. ANEXOS



Figura 7. Insecto de Trips Adulto



Figura 8. Presencia de Trips en flor de Pimiento



Figura 9. Efecto de toxicidad grado 2, en Chile Pimiento a causa de Azadirachtina al 0.04, 0.06 y 0.08 g/L.



Figura 10. Efecto de toxicidad grado 1, sin daño en Chile Pimiento en testigo absoluto y relativo.

Cuadro 19. Prueba de normalidad mediante Saphiro-Wilsk  $\alpha= (0.05)$ , a poblaciones de *F. occidentalis*, tres días después de la primer aplicación.

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>W</b>	<b>p-valor</b>
Trips	30	11.67	5.72	0.89	0.0107

Cuadro 20. Prueba de normalidad mediante Saphiro-Wilsk  $\alpha= (0.05)$ , a poblaciones de *F. occidentalis*, siete días después de la primer aplicación.

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>W</b>	<b>p-valor</b>
Trips	30	13.10	8.29	0.95	0.4904

Cuadro 21. Prueba de normalidad mediante Saphiro-Wilsk  $\alpha= (0.05)$ , a poblaciones de *F. occidentalis*, tres días después de la segunda aplicación.

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>W</b>	<b>p-valor</b>
Trips	30	11.17	6.25	0.91	0.0500

Cuadro 22. Prueba de normalidad mediante Saphiro-Wilsk  $\alpha= (0.05)$ , a poblaciones de *F. occidentalis*, siete días después de la segunda aplicación.

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>W</b>	<b>p-valor</b>
Trips	30	13.60	10.33	0.84	0.0005

Cuadro 23. Prueba de normalidad mediante Saphiro-Wilsk  $\alpha= (0.05)$ , a poblaciones de *F. occidentalis*, tres días después de la tercer aplicación.

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>W</b>	<b>p-valor</b>
Trips	30	29.23	22.91	0.77	0.0001

Cuadro 24. Prueba de normalidad mediante Saphiro-Wilsk  $\alpha= (0.05)$ , a poblaciones de *F. occidentalis*, siete días después de la tercer aplicación.

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>W</b>	<b>p-valor</b>
Trips	30	42.60	19.78	0.89	0.0110

Cuadro 25. Poblaciones de *F. occidentalis*, sin transformar y transformadas mediante la fórmula  $\sqrt{x}$ , tres días después de la primera aplicación.

Tratamiento	Población sin transformar					Población transformada				
	Bloque					Bloque				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
1	30	10	10	14	18	5.5	3.2	3.2	3.7	4.2
2	11	10	14	13	11	3.3	3.2	3.7	3.6	3.3
3	15	25	10	6	9	3.9	5.0	3.2	2.4	3.0
4	13	11	0	9	1	3.6	3.3	0.0	3.0	1.0
5	10	7	15	8	11	3.2	2.6	3.9	2.8	3.3
6	13	11	10	11	14	3.6	3.3	3.2	3.3	3.7

Cuadro 26. Poblaciones de *F. occidentalis*, sin transformar y transformadas mediante la fórmula  $\sqrt{x}$ , tres días después de la segunda aplicación.

Tratamiento	Población sin transformar					Población transformada				
	Bloque					Bloque				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
1	16	20	9	9	11	4.0	4.5	3.0	3.0	3.3
2	6	11	12	6	12	2.4	3.3	3.5	2.4	3.5
3	5	24	18	12	12	2.2	4.9	4.2	3.5	3.5
4	5	9	2	5	5	2.2	3.0	1.4	2.2	2.2
5	13	6	3	13	7	3.6	2.4	1.7	3.6	2.6
6	26	10	22	8	18	5.1	3.2	4.7	2.8	4.2

Cuadro 27. Poblaciones de *F. occidentalis*, sin transformar y transformadas mediante la fórmula  $\sqrt{x}$ , siete días después de la segunda aplicación.

Tratamiento	Población sin transformar					Población transformada				
	Bloque					Bloque				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
1	33	38	5	6	7	5.7	6.2	2.2	2.4	2.6
2	7	8	14	8	12	2.6	2.8	3.7	2.8	3.5
3	10	36	11	4	8	3.2	6.0	3.3	2.0	2.8
4	19	20	0	4	4	4.4	4.5	0.0	2.0	2.0
5	32	6	10	11	6	5.7	2.4	3.2	3.3	2.4
6	23	19	25	14	8	4.8	4.4	5	3.7	2.8

Cuadro 28. Poblaciones de *F. occidentalis*, sin transformar y transformadas mediante la fórmula  $\sqrt{x}$ , tres días después de la tercera aplicación.

Tratamiento	Población sin transformar					Población transformada				
	Bloque					Bloque				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
1	77	35	12	10	20	8.8	5.9	3.5	3.2	4.5
2	50	15	37	18	12	7.1	3.9	6.1	4.2	3.5
3	15	90	41	11	26	3.9	9.5	6.4	3.3	5.1
4	42	95	7	18	14	6.5	9.7	2.6	4.2	3.7
5	24	14	17	17	13	4.9	3.7	4.1	4.1	3.6
6	21	35	45	29	17	4.6	5.9	6.7	5.4	4.1

Cuadro 29. Poblaciones de *F. occidentalis*, sin transformar y transformadas mediante la fórmula  $\sqrt{x}$ , siete días después de la tercera aplicación.

Tratamiento	Población sin transformar					Población transformada				
	Bloque					Bloque				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
1	25	60	58	34	26	5.0	7.7	7.6	5.8	5.1
2	39	40	50	23	25	6.2	6.3	7.1	4.8	5.0
3	39	60	57	29	24	6.2	7.7	7.5	5.4	4.9
4	72	47	45	17	19	8.5	6.9	6.7	4.1	4.4
5	53	36	49	35	22	7.3	6	7	5.9	4.7
6	51	46	58	113	26	7.1	6.8	7.6	11	5.1

**INFORME DE RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO DE SUELOS**

INTERESADO: LUIS ANGEL PADILLA LOPEZ	DOC. ACIL-147-15
FINCA:	PROF.
CULTIVO: CHILE PIMIENTO	FECHA: 25-02-2015
MUNICIPIO: EL PROGRESO	DEPTO: JUTIAPA

NUTRIENTES		RANGOS ADECUADOS
N-total (g/kg)	2,31 D	3.0-6.0
P Mehlich (mg/kg)	12,75 D	15-20
K (mg/kg)	139,50 D	160-230
Ca (mg/kg)	1800,00 A	800-2200
Mg (mg/kg)	311,25 E	85-180
Fe (mg/kg)	11,50 D	30-50
Cu (mg/kg)	1,15 D	2 A 10
Mn (mg/kg)	16,80 E	5 A 10
Zn (mg/kg)	2,55 D	3 A 10
<b>OTRAS CARACTERISTICAS</b>		
pH (agua - 1:2.5)	6,28 A	5.8-6.3
pH CaCl2	5,35 D	5.5-6.0
C.e. (dSm)	0,11 A	MENOR DE 2
M.O. (g/kg)	207,23 E	40 A 100
C.I.C. Efectiva (mmol/dm3)	120,01 A	75 A 150
Acidez (mmol/dm3)	1,00 D	10 A 25
Al (mmol/dm3)	0,50 D	3 A 5
<b>RELACIONES CATIONICAS</b>		
Ca/Mg	3,51 D	4.00-5.00/1
Ca/K	25,18 E	5.00-20.00/1
Mg/K	7,18 A	3.00-10.00/1
Ca+Mg/K	32,36 E	3.00-25.00/1
100K/Ca+Mg+K	11,15 A	4.00-25.00/1
<b>COMPLEJO ADSORBENTE</b>		
Ca (%)	74,85 A	65.00-80.00
Mg (%)	21,35 E	15.00-20.00
K (%)	3,00 D	3.00-7.00
Al (%)	0,42 D	5.00-10.00
H (%)	0,42 D	10.00-15.00

SIMBOLOGIA: D = Deficiente; A = Adecuado; E = Exceso

Ref. 15-424

USE RACIONALMENTE EL SUELO, HÁGALE ANÁLISIS, CONSERVEMOS LA NATURALEZA

Figura 11. Análisis de suelo antes de la siembra de Chile Pimiento.

Cuadro 30. Costos de Producción en Quetzales para el cultivo de Chile Pimiento bajo condiciones de macrotúnel

Descripción	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario	Total	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<b>COSTOS</b>										
<b>DIRECTOS</b>										
<b>1. Mano de Obra</b>					<b>22740</b>	<b>22740</b>	<b>22740</b>	<b>22740</b>	<b>22740</b>	<b>22740</b>
Limpieza del Terreno	10	<i>Jornal</i>	60	600						
Colocación de Mulch	14	<i>Jornal</i>	60	840						
Construcción de Macro tunel	30	<i>Jornal</i>	60	1800						
Colocación de sistema de riego	10	<i>Jornal</i>	60	600						
Colocación de vara tutora	10	<i>Jornal</i>	60	600						

Continúa cuadro 30. Costos de Producción en Quetzales para el cultivo de Chile Pimiento bajo condiciones de macrotúnel.

Descripción	Cantidad	<i>Unidad</i>		Costo Unitario	Total	T1	T2	T3	T4	T5	T6
		<i>de</i>	<i>Medida</i>								
Siembra de Chile	15	<i>Jornal</i>		60	900						
Colocación de pita tutora	15	<i>Jornal</i>		60	900						
Control de plagas y enfermedades	80	<i>Jornal</i>		60	4800						
Control de malezas	10	<i>Jornal</i>		60	600						
Cosecha	125	<i>Jornal</i>		60	7500						
Empaque y selección de fruta	40	<i>Jornal</i>		60	2400						
Apilcacion de tratamientos	6	<i>Jornal</i>		60		360	360	360	360	360	0
<b>2. Insumos</b>						<b>69110</b>	<b>69110</b>	<b>69110</b>	<b>69110</b>	<b>69110</b>	<b>69110</b>
Pilon	20000	<i>Plantas</i>		0.65	13000						

Continúa cuadro 30. Costos de Producción en Quetzales para el cultivo de Chile Pimiento bajo condiciones de macrotúnel.

Descripcion	Cantidad	Unidad		Costo Unitario	Total	T1	T2	T3	T4	T5	T6
		de	Medida								
Plan de Fertilizacion	1	Hectarea		16450	16450						
Pesticidas	1	Hectarea		18200	18200						
Pita tutora y tuneles	48	Rollos		60	2880						
Estaca tutora	4400	Estacas		0.75	3300						
Mulch plata negro	6	Rollos		475	2850						
Malla Antivirus	2200	Metros		5.65	12430						
Neem X 0.4 CE	1	Litro		300		1350	2700	4050	5400		0
Mesuro 50 WP	1	Kilo		560						1008	0
Regulador Ph	1	Litos		90		81	81	81	81	81	0
<b>Maquinaria y Equipo</b>						6650	6650	6650	6650	6650	6650
Arcos	500	Arcos		5.5	2750						

Continúa cuadro 30. Costos de Producción en Quetzales para el cultivo de Chile Pimiento bajo condiciones de macrotúnel.

Descripción	Cantidad	Unidad		Costo Unitario	Total	T1	T2	T3	T4	T5	T6
		de	Medida								
Mantenimiento de equipos	1	Hectarea		3000	3000						
Mecanización del terreno	1	Hectarea		900	900						
Bomba de Mochila	3	Bombas		1200		1200	1200	1200	1200	1200	0
<b>4. Otros</b>						2000	2000	2000	2000	2000	2000
Terreno	1	Hectarea		2000	2000						
<b>Sub-Total</b>					<b>100500</b>	<b>103491</b>	<b>104841</b>	<b>106191</b>	<b>107541</b>	<b>103149</b>	<b>100500</b>
<b>Gastos Imprevistos 1.5%</b>					<b>1507.5</b>	<b>1552.4</b>	<b>1572.6</b>	<b>1592.9</b>	<b>1613.1</b>	<b>1547.2</b>	<b>1507.5</b>
<b>TOTAL</b>					<b>102007.5</b>	<b>105043.4</b>	<b>106413.6</b>	<b>107783.9</b>	<b>109154.1</b>	<b>104696.2</b>	<b>102007.5</b>

## XII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad	Año	2015																																																
	Mes	Enero					Febrero					Marzo					Abril					Mayo					Junio					Julio					Agosto					Septiembre								
	Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40									
Mecanización																																																		
Colocación de cinta de riego																																																		
Acolchado																																																		
Perforación de acolchado																																																		
Elaboración de Macrotunel																																																		
Trasplante																																																		
Tutoreo																																																		
Aplicación de Azadirachtina																																																		
Fertirriego																																																		
Control de Plagas y Enfermedades																																																		
Cosecha																																																		
Toma de Datos																																																		
Tabulación de datos																																																		
Analisis de la Información																																																		
Elaboración del Informe final																																																		