

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE  
INGENIERÍA EN AGRONOMIA TROPICAL**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN  
EVALUACIÓN DE CUATRO INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DEL  
BARRENADOR *Ecdytolopha torticornis* DE LA NUEZ DE MACADAMIA *Macadamia  
integrifolia*, FINCA ASOCIACIÓN SAN DIONISIO, SAN FELIPE, RETALHULEU.**

Silver Ebelio de León Ruiz

201546964

Correo electrónico: si1v3r1996@hotmail.com

Mazatenango, Suchitepéquez, Abril de 2023

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE  
INGENIERÍA EN AGRONOMIA TROPICAL**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN  
EVALUACIÓN DE CUATRO INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DEL  
BARRENADOR *Ecdytolopha torticornis* DE LA NUEZ DE MACADAMIA *Macadamia  
integrifolia*, FINCA ASOCIACIÓN SAN DIONISIO, SAN FELIPE, RETALHULEU.**

Silver Ebelio de León Ruiz  
201546964

Inga. Agra. María Clarisa Rodríguez García  
Asesora

Mazatenango, Suchitepéquez, Abril de 2023

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis

Rector

Lic. Luis Fernando Cordón Lucero

Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE  
SUROCCIDENTE**

M.A. Luis Carlos Muñoz López

Director en Funciones

**REPRESENTANTE DE PROFESORES**

MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón

Vocal

**REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC**

Lic. Vilser Josvin Ramírez Robles

Vocal

**REPRESENTANTES ESTUDIANTILES**

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM Y TAE. Rony Roderico Alonzo Solís

Vocal

## **COORDINACIÓN ACADÉMICA**

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar  
Coordinador Académico

Dr. Álvaro Estuardo Gutiérrez Gamboa  
Coordinador Carrera de Licenciatura en Administración de Empresas

M.A. Edín Anibal Ortiz Lara  
Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

MSc. José Norberto Thomas Villatoro  
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo  
Coordinador Carrera de Ingeniería en Alimentos

Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales  
Coordinador Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes  
Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

Lic. Sergio Román Espinoza Antón  
Coordinador Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales  
Abogacía y Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez  
Coordinador de Área

### **CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA**

Lic. Nestor Fridel Orozco Ramos  
Coordinador de las carreras de Pedagogía

M.S. Juan Pablo Ángeles Lam  
Coordinador Carrera Periodista Profesional y  
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

## ACTO QUE DEDICO

### A DIOS

Gracias le doy por que cuida de mi persona, siendo mi ayuda en momentos de prueba y me dio las fuerzas, el coraje, positivismo e inspiración para continuar con esta etapa crucial en mi vida profesional. En momentos como estos quiero expresar que no hay ninguna hoja del árbol que no caiga, si no es por la voluntad de Dios, quién tiene un propósito de amor para la vida de cada uno.

### A MI PADRE

**Ebelio De León Chigüil**, le dedico este espacio al ser quién me ha inculcado que debo comprender la importancia que tiene el luchar con sacrificio los sueños, y metas que se tienen dentro de la vida. Gracias por todos tus consejos, apoyo incondicional, económico y sobre todo moral y gracias a tu persona hoy estoy celebrando esta meta, siéntete orgulloso porque ves el resultado de tu esfuerzo.

### A MI MADRE

**Guadalupe Ruíz Juárez**, has sido para mí una gran mujer, luchadora, abnegada y entregada por sus hijos. Gracias por darme su apoyo, consejos, motivación que han sido importantes para que lleve grabado en mi mente que los sueños si se cumplen. Gracias por luchar juntamente con mi papá agradezco a ustedes por ser quien soy.

### A MIS ABUELOS

Paternos: **Teresa Chiguil Winaq (+), Inocente De León Chanas (+)**

Maternos: **Cecilia Juárez, Feliciano Ruíz**

Agradecerles porque siempre han creído en mi persona, en estar ahí contándome sus historias y anécdotas que me han servido para crecer como profesional y así mismo proyectarlos dentro de mi motivación.

## A MIS HERMANOS

**Karen Betzabe De León Ruíz, Uriel Nehemías De León Ruíz.** Quiero dedicarles este espacio para agradecerles también por el apoyo que me han brindado en todo momento, y expresarles que agradezco que formen parte de este proceso importante dentro de mi vida profesional.

## A MIS SOBRINOS

Han llegado a formar parte dentro de mi vida, y quiero agradecerles también, así mismo motivarlos para que crean en sus sueños y alcancen hasta lograrlos.

## A MI NOVIA

**Cecilia Santos Santos.** Quiero dedicarte este espacio y agradecerte en público ya que te encuentras presente, por acompañarme en este momento tan importante de mi vida, por incentivarme alcanzar este sueño, gracias por apoyarme en los momentos difíciles, por darme tu amor, llegaste a ser una luz en mi camino mi querida Ingeniera y me siento orgulloso de lo que hemos logrado juntos.

## A MIS AMIGOS

Cristián Pu, Julián Chun, Maxwell Escobar, Edwin Xiloj, Giovanni Fernando, Abelardo Guarchaj, Daniel Balám, Oliver Orozco. La universidad me regaló personas increíbles que han llegado a formar parte, y han contribuido en mi crecimiento profesional, quiero extenderles mis agradecimientos y desearles el mejor de los éxitos.

## A MIS COMPAÑEROS

A todos aquellos que en su momento estuvieron durante el proceso académico, personal, laboral, quiero expresarles este espacio para decirles que me encuentro agradecido con cada uno.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE**

Centro Universitario que le ha brindado oportunidades a cada uno de los estudiantes a continuar con las carreras que nos ayuda en conocimientos y así mismo contribuir con el desarrollo profesional.

### **A MI ASESORA**

Inga. Agr. María Clarisa Rodríguez García. Por apoyarme en la elaboración del informe y por sus consejos al momento de la práctica que fueron de mucha ayuda para mí.

### **A MIS CATEDRÁTICOS DEL CUNSUROC**

Alfredo Tobar, Carlos Barrera, Rubén Sosof, Erick España, Héctor Posadas, Francisco Espinoza, Guillermo Ruíz, Reynaldo Alarcón, Víctor Ordoñez, Martín Sánchez, Miltón Chan. Quiero expresarles mi agradecimiento al impartir sus conocimientos a cada uno de los estudiantes, para su formación académica, y así mismo ser un apoyo al momento que se presentaban dudas en cuanto a temas o elaboración de documentación.

### **A LA ASOCIACIÓN SAN DIONISIO**

Expresar gratitud hacia la oportunidad que se me brindó dentro de la Unidad Productiva al realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado –EPS, e ir adquiriendo conocimientos de cada uno de los cultivos que se encontraban establecidos, así mismo presentar mi documentación y proyectarla a una validación que me acredita como egresado de la Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical.

### **AL PERSONAL DE LA UNIDAD PRODUCTIVA SAN DIONISIO**

Augusto Mejía, Hugo Itzep, Nazario Chay, Fidelino Chay, Daniel, Antonio, Doña Manuela. A cada uno de los que he mencionado, estoy agradecido por llevarme a la práctica en cuanto a las actividades agrícolas, tales como injertar café, tipos de poda en macadamía y café, control de malezas, fertilización.

## INDICE GENERAL

Contenido	Página
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	xi
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>2</b>
<b>1. MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>2</b>
1.1. Importancia.....	2
1.2. Principales países productores .....	3
1.3. Origen y distribución .....	3
1.4. Descripción botánica .....	4
1.5. Características del cultivo de macadamia.....	5
1.6. Condiciones edafoclimáticas de la macadamia.....	5
1.6.1. Temperatura.....	5
1.6.2. Altitud y luminosidad .....	6
1.6.3. Precipitación .....	6
1.6.4. Vientos.....	6
1.6.5. Suelos.....	7
1.7. Requerimientos nutricionales.....	7
1.8. Clon Ikaika 333.....	8
1.9. Plagas del cultivo de macadamia .....	8
1.9.1. Descripción barrenador de la nuez <i>Ecdytolopha torticornis</i> .....	9
1.9.2. Daño del barrenador de la nuez.....	9
1.9.3. Ciclo de la plaga. ....	10
1.9.4. Ciclo estacional.....	10
1.10. Control de plagas.....	11
1.11. Control químico.....	12
1.12. Control biológico .....	12
<b>2. MARCO REFERENCIAL .....</b>	<b>14</b>
2.1. Localización de la investigación.....	14
2.2. Zonas de vida y clima .....	15

2.2.1. Temperatura .....	15
2.2.2. Viento.....	16
2.2.3. Humedad relativa.....	16
2.3. Suelo.....	16
2.4. Hidrología.....	17
2.5. Antecedentes investigativos.....	17
2.6. Presencia del barrenador de la nuez de macadamia ( <i>Ecdytoplopha torticornis</i> ) en Asociación San Dioniso.....	19
<b>III. OBJETIVOS.....</b>	<b>21</b>
1. Objetivo general.....	21
2. Objetivos específicos.....	21
<b>IV. HIPÓTESIS .....</b>	<b>22</b>
1. Hipótesis sobre variable porcentaje de infestación y daño.....	22
2. Hipótesis sobre variable rendimiento de macadamia en concha.....	22
<b>V. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>23</b>
1. Materiales.....	23
1.1. Recursos físicos.....	23
1.2. Recursos humanos.....	23
1.3. Recursos financieros.....	23
2. Metodología.....	24
2.1. Metodología de objetivos.....	24
2.2. Determinación del efecto de los insecticidas en el control del barrenador de la nuez <i>Ecdytoplopha torticornis</i> sobre el porcentaje de infestación de larva.....	24
2.3. Determinación del efecto de los insecticidas en el control del barrenador de la nuez <i>Ecdytoplopha torticornis</i> sobre el porcentaje de daño de la plaga, usando las nueces perforadas y modo de análisis ANCOVA.....	26
2.4. Determinación del efecto de los insecticidas sobre la mortalidad de larvas del barrenador de la nuez <i>Ecdytoplopha torticornis</i> .....	29
2.5. Determinación del rendimiento de macadamia en las parcelas de los insecticidas evaluados.....	31
2.6. Determinación de la factibilidad económica del control del barrenador <i>Ecdytoplopha torticornis</i> con los cuatro insecticidas evaluados por hectárea, mediante un análisis económico.....	33
2.7. Localización del experimento de campo.....	34

2.8. Unidad Experimental .....	34
2.8.1. Tratamientos y aleatorización .....	35
2.8.2. Insecticidas evaluados.....	36
2.8.3. Croquis del experimento de campo.....	39
2.8.4. Manejo del experimento de campo .....	39
2.8.5. Trazo del experimento de campo .....	40
2.8.6. Aplicación de los productos y toma de datos .....	40
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>42</b>
<b>1. Determinación del efecto de los insecticidas en el control del barrenador de la nuez <i>Ecdytolopha torticornis</i> sobre el porcentaje de infestación de larva.....</b>	<b>42</b>
1.1. Porcentaje de infestación de larvas.....	42
1.2. Análisis de covarianza porcentaje de infestación primera aplicación .....	42
1.3. Prueba Múltiple de medias según Tukey, infestación de larvas primera aplicación.....	43
1.4. Diagrama de dispersión de infestación de larvas primera aplicación.....	44
1.5. Análisis de la covarianza infestación de larvas segunda aplicación.....	44
1.6. Prueba Múltiple de medias según Tukey, infestación de larvas segunda aplicación.....	45
1.7. Diagrama de dispersión de infestación de larvas segunda aplicación .....	46
<b>2. Determinación del efecto de los insecticidas en el control del barrenador de la nuez <i>Ecdytolopha torticornis</i> sobre el porcentaje de daño de la plaga.....</b>	<b>47</b>
2.1. Porcentaje de daño.....	47
2.2. Análisis de la Covarianza porcentaje de daño primera aplicación.....	47
2.3. Prueba Múltiple de medias según Tukey, porcentaje de daño primera aplicación.....	48
2.4. Diagrama de dispersión de daño primera aplicación.....	49
2.5. Análisis de la Covarianza porcentaje de daño segunda aplicación .....	49
2.6. Prueba Múltiple de medias según Tukey, porcentaje de daño primera aplicación.....	49
2.7. Diagrama de dispersión de daño de larvas segunda aplicación.....	50
<b>3. Determinación del efecto de los insecticidas sobre la mortalidad de larvas del barrenador de la nuez <i>Ecdytolopha torticornis</i>. .....</b>	<b>51</b>
3.1. Mortalidad de larvas del barrenador .....	51
3.2. Análisis de la varianza mortalidad de larvas primera aplicación.....	51

3.3. Prueba Múltiple de medias según Tukey, mortalidad de larvas primera aplicación.....	52
3.4. Análisis de la varianza porcentaje de muerte segunda aplicación .....	52
3.5. Prueba Múltiple de medias según Tukey, mortalidad de larvas segunda aplicación.....	53
4. Determinación de rendimiento de macadamia en las parcelas de los insecticidas evaluados. ....	55
4.1. Determinación de rendimiento por tratamiento en concha .....	55
4.2. Análisis de Covarianza rendimiento nuez en concha primera aplicación.....	56
4.3. Prueba Múltiple de medias según Tukey, rendimiento nuez en concha primera aplicación. ....	56
4.4. Diagrama de dispersión rendimiento por tratamiento primera aplicación.....	57
4.5. Análisis de Covarianza rendimiento nuez en concha segunda aplicación.....	57
4.6. Prueba Múltiple de medias según Tukey, rendimiento nuez en concha segunda aplicación. ....	57
4.7. Diagrama de dispersión rendimiento por tratamiento segunda aplicación .....	58
5. Determinación de la factibilidad económica del control del barrenador <i>Ecdytolopha torticornis</i> con los cuatro insecticidas evaluados por hectárea, mediante un análisis económico. ....	59
5.1. Factibilidad económica por tratamiento por hectárea .....	59
VII.CONCLUSIONES.....	61
VIII.RECOMENDACIONES .....	63
IX.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	64
X. ANEXOS.....	68

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
1.	Principales países proveedores a nivel mundial de nuez de macadamia (2020) .....	3
2.	Descripción del experimento .....	35
3.	Resumen de medias obtenidas por infestación.....	46
4.	Resumen de medias obtenidas por daño.....	50
5.	Resumen de medias obtenidas por muerte de larvas .....	54
6.	Resumen de costos por tratamiento / ha.....	60
7.	Análisis de costos parciales por tratamiento .....	73
8.	Porcentaje de infestación de larvas antes de primera aplicación .....	73
9.	Porcentaje de infestación de larvas después de primera aplicación .....	74
10.	Porcentaje de infestación de larvas después de segunda aplicación .....	74
11.	Análisis de covarianza infestación primera aplicación .....	74
12.	Análisis de la covarianza porcentaje de infestación segunda aplicación .....	75
13.	Porcentaje de daño de larvas antes de primera aplicación .....	76
14.	Porcentaje de daño de larvas después de primera aplicación .....	76
15.	Porcentaje de daño de larvas después de segunda aplicación.....	77
16.	Análisis de la Covarianza porcentaje de infestación primera aplicación .....	77
17.	Análisis de la Covarianza porcentaje de infestación segunda aplicación.....	78
18.	Porcentaje muerte de larvas primera aplicación .....	79
19.	Porcentaje muerte de larvas segunda aplicación.....	79
20.	Análisis de la Varianza porcentaje de muerte primera aplicación .....	79
21.	Análisis de la Varianza muerte de larvas segunda aplicación.....	80
22.	Rendimiento de nuez en concha por tratamiento antes de primera aplicación. (Kg /U.e.) .....	80
23.	Rendimiento de nuez en concha por tratamiento después de primera aplicación. (Kg /U.e.).....	80

24. Rendimiento de nuez en concha por tratamiento después de segunda aplicación. (Kg /U.e.).....	81
25. Análisis de Covarianza rendimiento nuez en concha primera aplicación .....	81
26. Análisis de Covarianza rendimiento nuez en concha segunda aplicación .....	82
27. Costo tratamiento sin aplicación .....	82
28. Costo tratamiento con Endosulfan 35% (Thiodan).....	83
29. Costo tratamiento con Virus de la poliedrosis nuclear (VPN Ultra 1,6 WP) ...	83
30. Costo tratamiento con <i>Azadirachta indica</i> (ACT Botánico 0,003.....	83
31. Costo tratamiento con <i>Beauveria bassiana</i> (Teraboveria 0,025 SC) .....	83
32. Análisis económico de tratamiento sin aplicación .....	84
33. Análisis económico de tratamiento con Thiodan .....	84
34. Análisis económico de tratamiento con VPN Ultra .....	84
35. Análisis económico tratamiento con ACT BOTÁNICO .....	85
36. Análisis económico de tratamiento con TERABOVERIA .....	85

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
1.	Mapa de ubicación geográfica de finca San Dionisio.....	14
2.	Mapa de ubicación geográfica de finca San Dionisio.....	15
3.	Daño del barrenador .....	20
4.	Larva del barrenador.....	20
5.	Unidad experimental .....	34
6.	Distribución de los tratamientos .....	39
7.	Prueba múltiple de medias según Tukey % infestación primera aplicación. Alfa=0,05 DMS=4,21375 .....	43
8.	Prueba múltiple de medias según Tukey, porcentaje de infestación segunda aplicación, Alfa=0,05 DMS=4,33329 .....	45
9.	Prueba múltiple de medias según Tukey, porcentaje de daño primera aplicación, Alfa=0,05 DMS=3,52112 .....	48
10.	Prueba múltiple de medias según Tukey, porcentaje de daño segunda aplicación, Alfa=0,05 DMS=3,05153 .....	50
11.	Prueba Múltiple de medias, porcentaje muerte de larvas primera aplicación, Tukey, Alfa=0,05 DMS=1,49157 .....	52
12.	Prueba Múltiple de medias, porcentaje muerte de larvas segunda aplicación, Tukey, Alfa=0,05 DMS=1,49157 Tukey Alfa=0,05 DMS= 1,27494 .....	53
13.	Prueba Múltiple de medias según Tukey, rendimiento nuez en concha primera aplicación. Alfa=0,05 DMS=0,64465 .....	56
14.	Prueba Múltiple de medias según Tukey, rendimiento nuez en concha segunda aplicación. Alfa=0,05 DMS=0,48367 .....	58
15.	Larva alimentándose de la cascara.....	68
16.	Huevo del barrenador.....	68
17.	Adulto del barrenador.....	68
18.	Perforación del barrenador.....	68
19.	Nuez caída .....	69
20.	Nuez marcada.....	69

21. Recolección de nuez .....	69
22. Eliminación de cáscara .....	69
23. Flote de nuez .....	69
24. Peso de nuez .....	69
25. Transporte.....	70
26. Equipo y productos .....	70
27. Productos utilizados .....	70
28. Aplicación de tratamientos .....	70
29. Desarrollo de Beauveria bassiana .....	71
30. Desarrollo de Beauveria bassiana .....	71
31. Muerte por B. bassiana .....	72
32. Muerte por Virus de la poliedrosis nuclear .....	72
33. Diagrama de dispersión de infestación de larvas primera aplicación.....	75
34. Diagrama de dispersión infestación segunda aplicación.....	75
35. Diagrama de dispersión porcentaje de daño primera aplicación.....	77
36. Diagrama de dispersión porcentaje de daño segunda aplicación .....	78
37. Diagrama de dispersión rendimiento por tratamiento, primera aplicación.....	81
38. Diagrama de dispersión rendimiento por tratamiento, segunda aplicación .....	82

## RESUMEN

La finca Asociación San Dionisio, se encuentra ubicada en el municipio de San Felipe, Retalhuleu. Posee dos cultivos potenciales café y macadamia, en los años 2019 y 2020 se ha ido incrementando el cultivo de macadamia *Macadamia integrifolia*. Actualmente poseen 17.2 hectáreas en producción y 10 hectáreas en crecimiento y con ello la plaga del barrenador de la nuez *Ecdytolopha torticornis* ha ido incrementando. A través del diagnóstico realizado dentro de la finca en el Ejercicio Profesional Supervisado, se determinó que es la plaga que presenta mayor importancia, ya que el porcentaje de infestación era del 20 % en el 2020.

Para reducir la infestación de larvas y porcentaje de daño de esta plaga se utilizaron productos químicos y biológicos que permitieron la mejora del rendimiento del cultivo de macadamia, donde se utilizó un producto químico y tres biológicos, siendo el objetivo general: La evaluación de cuatro insecticidas para el control del barrenador *Ecdytolopha torticornis* de la nuez de macadamia *Macadamia integrifolia*, los objetivos específicos fueron cuatro, siendo los efectos de los insecticidas sobre el porcentaje de infestación de la larva, el porcentaje de daño de la plaga, la mortalidad de larvas, rendimiento de macadamia y la factibilidad económica del control del barrenador *Ecdytolopha torticornis*.

El producto químico utilizado fue Endosulfan 35% (Thiodan) y los productos biológicos fueron el Virus de la poliedrosis nuclear (VPN Ultra 1,6 WP), *Azadirachta indica* (ACT botánico 0,003 SC) y *Beauveria bassiana* (Teraboveria 0,025 SC), se utilizaron más productos biológicos ya que la Asociación quiere obtener una certificación que determine que la producción es orgánica.

La investigación se realizó en la Asociación San Dionisio en el sector Santa Ana en donde se evaluaron estos cuatro insecticidas ya mencionados y un testigo absoluto, realizando muestreos antes y después de cada aplicación en el caso de infestación de larva, daño de nuez y rendimiento, se realizaron dos aplicaciones durante la investigación en la cual se cumplieron con los objetivos descritos.

Para poder medir las variables se realizó metodología diferente en cada una, siendo estas; determinación de porcentaje de infestación, porcentaje de daño de nueces, porcentaje de larvas muertas, rendimiento en producción de macadamia en concha y análisis económico, utilizando un diseño de bloques al azar con cuatro insecticidas y un testigo absoluto teniendo cinco tratamientos, se realizaron dos aplicaciones las cuales se ejecutaron con un intervalo de 15 días de cada insecticida siendo un producto químico y tres biológicos.

Se logró determinar que el mejor insecticida para el control de barrenador de la nuez *Ecdytolopha torticornis* fue *B. bassiana* (Teraboveria 0,025) que redujo a un 8.5 % la infestación de larvas, el daño de nuez se redujo de un 18 % a 5 %, obteniendo un porcentaje de mortandad de 31 %, aumentando 45.4 kg/ha rendimiento en concha y un ingreso de Q. 800.00/ha lo cual lo hace el mejor tratamiento en segundo lugar se determinó que fue el virus de la poliedrosis Nuclear (VPN ultra 1,6 WP) el cuál redujo de un 19% a 13%, una mortandad del 5% y su ingreso económico al aplicar este producto aumenta a Q. 140. 00/ha, dándole una solución al problema y alternativa para su control, a la finca en su producción.

## ABSTRACT

Within the farm Asociación San Dionisio has been increasing the cultivation of macadamia *Macadamia integrifolia* currently has 17.2 hectares in production and 10 hectares in growth and with it the pest of the walnut borer *Ecdytolopha torticornis* has been increasing, through the diagnosis it lengthens that it is the most important pest, since the percentage of infestation is 20%.

To reduce the infestation of larvae and the percentage of damage from this pest, chemical and biological products were used that allowed the improvement of the yield of the macadamia crop, where one chemical and three biological products were produced.

The chemical used was Endosulfan 35% (Thiodan) and the biological products are Nuclear Polyhedrosis Virus (VPN Ultra 1.6 WP), *Azadirachta indica* (Botanical ACT 0.003 SC) and *Beauveria bassiana* (Teraboveria 0.025 SC), it was used more biological products since the Association wants to obtain a certification that determines that the production is organic.

The investigation was carried out in the San Dionisio Association in the Santa Ana sector where these four aforementioned insecticides and an absolute control were evaluated, taking photographs before and after each application in the case of larva infestation, nut damage and yield. Two applications were made during the investigation in which the described objectives were met.

Having the following results with respect to the unknowns described in the problem statement, it is limited that the best insecticide is based on *B. bassiana* (Teraboveria 0.025) reduced larvae infestation to 8.5%, nut damage was reduced from 18% to 5%, obtaining a mortality rate of 31%, increasing 45.4 kg/ha yield in shell and an income of Q. 800.00/ha which makes it the best treatment in second place is the Polyhedrosis Virus Nuclear (VPN ultra 1.6 WP) where it was reduced from 19% to 13%, a mortality of 5% and its income when applying this product increases to Q. 140.00/ha.

## I. INTRODUCCIÓN

La Finca de la Asociación San Dionisio, se localiza en el municipio de San Felipe, departamento de Retalhuleu, la ubicación geográfica es latitud norte 14°37'87" y longitud oeste 91°33'34", teniendo un área de 191.22 hectáreas. Cuenta con dos vías de acceso, de Mazatenango hacia el Nuevo Palmar, por la vía de San Francisco Zapotitlán y partiendo de Retalhuleu por el lado de San Felipe, en Nuevo Palmar se ubica la Iglesia Evangélica Asamblea de Dios, Montes los Olivos se recorren 150 m y se cruza a la derecha donde está la entrada de la Asociación.

Dentro de los cultivos principales se encuentra el cultivo de café *Coffea arabica*, de macadamia *Macadamia integrifolia* que son de mayor importancia, al igual se tiene cultivo de banano y plátano *Musa paradisiaca*, aguacate *Persea americana*.

El cultivo de macadamia ha crecido, actualmente se tienen 17.2 hectáreas en cosecha y 10 hectáreas en crecimiento, teniendo una producción anual en concha de primera de 553.54 quintales, de segunda 60 quintales, de tercera 52 quintales y de rechazo 33 quintales el cual se da por pudriciones y perforaciones, teniendo en cuenta que dentro de la plantación se tiene una pérdida del 5% de la cosecha, entre ellos el daño del barrenador de la nuez de macadamia *Ecdytolopha torticornis*.

La investigación fue realizada con el objetivo de poder disminuir la infestación y a la vez el daño de la plaga y con ello determinar el control para el barrenador de la nuez de macadamia dentro de la finca, por lo que se evaluaron cuatro insecticidas, siendo los insecticidas evaluados: Endosulfan 35 EC (Thiodan EC), Virus de la poliedrosis nuclear (VPN Ultra 1,6 WP), *Azadirachta indica* (ACT botánico 0,003 SC), *Beauveria bassiana* (Teraboveria 0,025 SC) y un testigo absoluto, utilizando un diseño bloques al azar, realizando dos aplicaciones con intervalo de 15 días, teniendo cinco variables siendo estas, porcentaje de infestación de larvas, porcentaje de daño, mortalidad de larvas, rendimiento de macadamia y la factibilidad económica, logrando obtener con esta evaluación un control óptimo para esta plaga dando la solución a la problemática en la finca, mejorando la producción de la misma y optimizando costos.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **1. MARCO CONCEPTUAL**

#### **1.1. Importancia**

Un aspecto importante por el que la macadamia tiene gran aceptación internacional, no sólo por su delicioso sabor, es que constituye un elemento importante para la dieta humana, pues no contiene colesterol; al contrario, está compuesta por un 74% de aceite natural, 8% de proteínas, 14% de carbohidratos, 3% de agua y 1% de ceniza.

La nuez de macadamia es muy apreciada en el mundo y una extensa asociación con Hawai tropical (donde la nuez era primero cultivada comercialmente) le ha dado una reputación algo exótica a la macadamia.

Muchos lugares del mundo aún no saborean la macadamia y cuando ellos lo hagan, la demanda por esta deliciosa nuez será más grande. Además, en otros países, como México se ha comenzado a experimentar con este producto en otra área como lo es el mercado de los cosméticos, se aprovecha el aceite de la nuez, ya que resulta ser un excelente humectante para la piel y una magnífica base para los cosméticos.

La Macadamia, se produce en países como Estados Unidos, Australia, Zimbabue, Sudáfrica, Israel, Costa Rica, Guatemala, México, Brasil, y muchas regiones tropicales y subtropicales, incluyendo Florida. (Pozo, 2000, pág. 1)

## 1.2. Principales países productores

En la tabla se encuentra el porcentaje de participación de los principales países que exportan, situando a Guatemala en la posición tres a nivel mundial.

Tabla 1. Principales países proveedores a nivel mundial de nuez de macadamia (2020)

Pais	Ingresos	Participación de mercado
Sudáfrica	US\$105M	35.7 %
Australia	US\$83.2M	28. 3%
Guatemala	US\$23.6M	8.04 %
Zimbabue	US\$21.2M	7.21 %
Hong kong	US\$18.1M	6.16 %
Mozambique	US\$9.2 M	3.13 %
Brasil	US\$8.2 M	2.79 %
Tanzania	US\$4.39 M	1.49 %
otros	US\$11.13 M	7.18 %

Fuente: (BACI, 2020, pág.01).

## 1.3. Origen y distribución

De León (1992, pág. 12) sin citar la fuente exacta, señala que el árbol de la nuez de macadamia es originario de los bosques lluviosos costeros de la parte de Queensland y Nueva Gales del Sur, en Australia. Fue introducido en la Isla de Kukuhiiale, Hawai (EUA), más o menos en el año 1,885; luego se establecieron plantaciones en pequeña escala en Sudáfrica Malawi, Kenia, Sur de California, Costa Rica, Brasil, Guatemala, Fiji y Zimbabwe.

Todas las plantaciones que se explotan comercialmente en Hawai son de variedades injertadas resultantes de un programa de selección llevado a cabo con 65,000 plantas de semilla, por la estación experimental agrícola de Hawai que se inició en 1,946. De esta selección llegaron a Guatemala 9 variedades, a las cuales pertenecen 700 plantas que

fueron injertadas en los viveros del SCIDA en terrenos de la Escuela Nacional Central de Agricultura en Barcena, Villa Nueva, y otras cuantas que fueron injertadas en la estación experimental de Chicolá.

En Guatemala no se puede determinar con precisión, pero en el año de 1958 se introdujeron semillas de variedades procedentes de Hawai. Estos materiales fueron manejados por el Instituto Agropecuario Nacional, escuela de agricultura y estación experimental de Chicolá. (ANACAFÉ, 2006, pág. 31).

#### 1.4. Descripción botánica

La planta de la macadamia, pertenece al género *Macadamia* de la familia *Proteaceae*. Dos de sus especies producen nueces comestibles *M. integrifolia* y *M. tetraphylla*. *M. integrifolia* es de cáscara lisa y suave, los árboles son siempre verdes, de porte mediano (20 m los adultos) y copas de 10 a 12 m; flores pequeñas de color crema, dispuestas por centenares en racimos de 15 – 30 cm de largo, madurando alrededor de 12 nueces. *M. tetraphylla* es de cáscara granulosa y dura, con hojas en verticilos de 4 hojas, las flores son rosadas de 20 – 40 cm de largo.

Coto (1986, pág. 14) afirma que la macadamia es un árbol de follaje verde, que puede llegar a crecer hasta quince metros de altura y nueve metros de diámetro en su copa. El sistema radicular consta de una raíz principal con raíces secundarias, cuya función es la de anclaje; también aparecen grupos de raíces fibrosas llamadas remadoras, cuya función es la de aumentar el área de absorción. Las hojas son espatuladas, coriáceas y de un color verde intenso. Su floración es un racimo, cada racimo tiene de cien a cuatrocientas flores y se encuentran de tres a cuatro racimos por axila. La flor es sostenida por un pedúnculo, no todas las flores se autofecundan, por lo que únicamente se desarrollan más o menos veinte frutos por racimos.

De León (1992, pág. 14), menciona que la inflorescencia tiene una longitud de 17 a 72 cm con 100 a 400 flores por racimo del cual se obtiene un dos a cuatro por ciento de

polinización (2 y 4 frutos por racimo). Por su parte Velarde indica que en algunos árboles de macadamia existe incompatibilidad parcial y que el transportador predominante del polen son los insectos. Con relación al fruto el mismo autor, dice que este es un folículo que se compone de tres partes; cáscara, concha y almendra. Bowen, dice que el fruto de macadamia es simple, se deriva de un pistilo simple seco e indehiscente, tiene un pericarpio seco al madurar permanece cerrado reteniendo la semilla. Su germinación es hipogea, la semilla es latente por su cubierta dura y su propagación comercial requiere de un sistema rápido de reproducción, por lo que se utiliza el injerto.

### **1.5. Características del cultivo de macadamia**

Se adapta a regiones comprendidas entre las zonas de vida denominadas bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo tropical, y bosque muy húmedo premontano. Es un árbol de siete a doce metros de altura, alcanzando hasta los veinte metros en Australia, fruto en drupa indehiscente, globular, de 2-3 cm de diámetro, con cubierta leñosa y 1-2 semillas globosas. La madera es de veta gruesa y dura, pero las ramas son quebradizas y se desenganchan y caen fácilmente. (ANACAFÉ, 2006, pág. 59).

### **1.6. Condiciones edafoclimáticas de la macadamia**

La macadamia es originaria de los bosques lluviosos del litoral de Australia, por consiguiente, se adapta a regiones comprendidas entre las zonas de vida que denomina Bosque Húmedo y muy húmedo Subtropical, húmedo subtropical y Bosque muy húmedo Pre montano tropical (Holdridge, 1982, pág. 15).

#### **1.6.1. Temperatura**

La temperatura es uno de los factores importantes en el crecimiento, floración y producción y calidad de la nuez. Los rangos de temperatura van de 14° a 18°C (temperatura mínima) con rangos de fluctuación que no sean mayores a 10°C. Las temperaturas altas de 32° C o más afectan el desarrollo y calidad. Por otro lado, el

rendimiento y la calidad de la fruta se ven afectados por periodos de sequía y de temperaturas bajas. (Coto, 1986, pág. 15).

### **1.6.2. Altitud y luminosidad**

Las plantaciones se establecen entre latitudes de 15° sur y 15° norte del ecuador, la altitud influye junto a la temperatura en lo que respecta a producción y calidad, ya que debajo de 700 msnm el rendimiento decrece y los árboles son muy susceptibles a enfermedades.

El efecto de la altura varía de acuerdo a la latitud del lugar. Las regiones propicias para el cultivo de la macadamia en Guatemala están comprendidas entre los 500 y 1,500 msnm siempre que no exista nubosidad en el área, porque favorece el desarrollo de hongos y líquenes sobre la parte aérea del árbol de macadamia. La macadamia requiere de 3 a 8 horas luz por día. (Coto, 1986, pág. 15).

### **1.6.3. Precipitación**

La macadamia se adapta a regiones con precipitaciones anuales entre 1,000 a 4,000 mm. El mínimo anual de precipitación pluvial para que exista una alta producción es de 1,000 mm. En caso de haber más de 2 meses de sequía se requiere de riego. (Velarde, 1965, pág. 15).

### **1.6.4. Vientos**

La macadamia es susceptible a vientos fuertes, lo que generalmente afecta la floración, reduciendo la producción por la caída de las flores, además que ocasiona quebradura a tallos, ramas y en casos extremos también el tronco. Por otro lado, los vientos inciden en la fuerte transpiración del árbol, manifestándose en la falta de hidratación de las hojas. (Velarde, 1965, pág. 16).

### 1.6.5. Suelos

De León (1992, pág. 16) sin anotar la fuente, señala que la macadamia requiere de suelos porosos, bajos en fósforo, pero se adapta a suelos salinos o calcáreos con buen contenido de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) deseada es de 10 a 15 meq/100 g de suelo y un pH entre 5.0 a 5.5, aunque puede adaptarse a pH de 4.5 a 6.5. La pendiente del terreno debe ser inferior al 30 %. Se puede cultivar en una gran variedad de suelos moderadamente ácidos, desde lavas tipo "a' a" levemente meteorizadas hasta latosoles profundos. El pH óptimo está entre 5.0 y 6.5.

### 1.7. Requerimientos nutricionales

Es un cultivo muy exigente en cuanto a elementos mayores como el nitrógeno y potasio; con relación al fósforo es medianamente exigente. Por ejemplo, un árbol de diez años de edad requiere 0.36 kg de nitrógeno, 0.54 kg de potasio y 0.23 kg de fósforo por año.

En cuanto a elementos menores Pozo L citando a Yamaguchi anota por ejemplo que en el caso del calcio (Ca), señala que su deficiencia afecta el crecimiento de los brotes causando la muerte descendente y sus hojas jóvenes crecen deformadas, con una apariencia de gancho en el ápice. (Pozo, 2000, pág. 01)

En el caso de magnesio (Mg), que es un elemento que participa en los procesos de fotosíntesis y el metabolismo de los carbohidratos, su deficiencia causa amarillamiento intervenal en las hojas nuevas y su desarrollo es pequeño y angosto. El azufre (S), afecta el crecimiento de la planta, su deficiencia hace que las hojas tomen un color verde claro que se inicia en la base y termina en el ápice, posteriormente se torna color café y cubre gran parte de la hoja. El boro (Bo), favorece la floración y el cuaje del fruto; su deficiencia se presenta en las hojas jóvenes, retrasando su desarrollo y encartuchándose hacia el envés. El zinc (Zn), incide en el aumento de la producción al favorecer el cuaje del fruto, su deficiencia retrasa el crecimiento y disminuye el tamaño de las hojas y la longitud de los entrenudos, además causa defoliación que se inicia en la parte superior e inferior

avanzando hacia la zona media del árbol, su deficiencia causa amarillamiento en los ápices de las hojas. La deficiencia de Manganeso (Mn), se caracteriza por la aparición de zonas cloróticas y necróticas en el borde de las hojas y luego toda el área foliar. El autor citado anota que los niveles óptimos en el follaje del cultivo de la macadamia de elementos mayores son: nitrógeno 1.50%; fósforo 0.07% y potasio 0.60%. (Chacón & Coto, 1986, pág. 16).

### **1.8. Clon Ikaika 333**

Originalmente era recomendada para áreas expuestas al viento y con suelos poco profundos. El árbol es fuerte y vigoroso con copa redonda. Actualmente, la calidad de la nuez ha sido reportada como inferior y variable con relación a nuevas variedades seleccionadas; lo anterior ocurre particularmente en las zonas altas de Hawai donde produce pequeñas nueces con cáscara muy gruesa, lo cual disminuye su rendimiento. En Sudáfrica se ha encontrado que es susceptible al síntoma “enredadera”, caracterizado por ramas que se comienzan a hacer largas y delgadas y que cuelgan hacia fuera como enredadera. Este síntoma está asociado con la deficiencia de cinc o cobre y esta variedad junto con la 508 Kakea parecen ser especies susceptibles a él.

### **1.9. Plagas del cultivo de macadamia**

Según Masis (1982, pág. 18) en Costa Rica clasifican en dos grupos las plagas que atacan el cultivo: 1) Insectos taladradores y masticadores; 2) Insectos chupadores, y entre los insectos mencionados los que revisten mayor importancia son: El taladrador de la nuez *Ecdytolopha torticornis* Lara; Lep.; Tortricidae, Defoliadores *Trigona* sp.; Hymenóptera.; Apidae) y la chiche verde *Nezara viridula*; Hemíptera; Pentatomidae.

### **1.9.1. Descripción barrenador de la nuez *Ecdytolopha torticornis***

*E. torticornis* se considera como la plaga insectil más importante en ciertas áreas productoras del país. En primer lugar, ocasiona gran reducción de los rendimientos, debido a que ataca principalmente aquellas nueces que empiezan a desarrollar altos niveles de infestación, atacando también a nueces con cáscara dura. En segundo lugar, las perforaciones que ocasiona la plaga las aprovechan otros insectos como puerta de entrada, o por microorganismos patógenos como hongos y bacterias. Finalmente, dado que el cultivo se mantiene en producción constante una vez alcanzada su madurez fisiológica, se tiene que considerar durante todo el año el posible ataque de este insecto (Reyna, 1992, pág. 01).

### **1.9.2. Daño del barrenador de la nuez**

La hembra oviposita sobre la cascara verde (exocarpio), tanto de las nueces pequeñas como en las maduras. Las nueces inmaduras de más de 15 mm de diámetro son las preferidas para ovipositar (especialmente en las nueces que se encuentran juntas o en racimos).

Al emerger la larva del huevo empieza a perforar a través del pericarpio que cubre la nuez, la cual posteriormente y en la mayoría de los casos alcanza la almendra. Cuando el daño ocurre ya en nueces endurecidas se limita a comer dentro de la cascara, sin embargo, algunas veces las larvas pueden penetrar la nuez ya madura. Algunas nueces infestadas caen tres a cinco semanas después de la ovoposición, antes de que lleguen a madurar por lo que la calidad de nuez se ve reducida (INGUAMASA, 2003, pág. 4).

La larva al atacar la nuez de macadamia provoca reducción en la productividad y obliga al productor a adoptar medidas de control basadas en insecticidas químicos que aumentan los costos de producción, causando problemas como desarrollo de resistencia a los insecticidas, residuos de plaguicidas en los frutos cosechados por el uso de

insecticidas sistémicos, así como el desequilibrio ecológico debido al uso incorrecto de estos productos. (Reyna, 1992, pág. 02).

### **1.9.3. Ciclo de la plaga.**

La duración del ciclo de vida (huevo-adulto) bajo condiciones de laboratorio (23 grados C, 80 por ciento HR), es de 36 días. La incubación de los huevos varía de 5-6 días, presenta cuatro instares larvales. En general, varía de pardo claro a pardo oscuro, con plaquetas oscuras y setas sobre su cuerpo, la duración de los tres primeros estadios es de 3-4 días, la del cuarto estadio es de 3-9 días. El estado de pupa tiene una duración de 7-15 días, empupa principalmente en las nueces, aunque también en el musgo del tronco principal, ramas laterales y en el peciolo junto al racimo. El adulto es una polilla con las alas delanteras pardo oscuro y marcas cremas y negras, las alas traseras son pardo claro. (FAO, 1993, pág. 74).

### **1.9.4. Ciclo estacional**

El barrenador de la nuez completa de dos a cuatro generaciones al año. La larva invernante se convierte en la palomilla que emerge durante abril y mayo y oviposita en las nuececillas poco tiempo después de la polinización. Estos huevecillos producen las larvas de primera generación, que se alimentan de las nuececillas y que por lo general causan mayor daño. Las larvas de segunda generación atacan a las nueces a mediados del verano, aproximadamente seis semanas después de que las larvas de primera generación penetran la nuez. Los huevecillos de tercera generación se ovipositan en las nueces desde fines de julio hasta principios de septiembre. Cuando las nueces se han endurecido, estas larvas se alimentan únicamente de la capa externa, muchas larvas de tercera y (cuando se presenta) cuartas generaciones no se alimentan, sino que migran a la base de una yema latente en donde construyen capullos (hibernaculum) en los que pasan el invierno. En la primavera, estas larvas inmaduras salen de sus capullos y se alimentan barrenando los brotes. Las larvas maduras pupan en los túneles de los brotes

o en hendiduras en la corteza. Las palomillas de estas larvas invernantes ovipositan los huevecillos de la primera generación en las nuececillas.

### **1.10. Control de plagas**

Es la regulación o el manejo de una especie definida como una plaga, un miembro del reino animal que tiene un impacto adverso en las actividades humanas. La respuesta humana depende de la importancia del daño causado, y va desde la tolerancia, a través de la disuasión y el manejo, hasta los intentos de erradicarla completamente. Las medidas de control de plagas se pueden realizar como parte de una estrategia de manejo integrado de plagas.

En la agricultura, se mantienen a raya por medios culturales, químicos y biológicos. El arado y el cultivo del suelo antes de la siembra reduce la carga y existe una tendencia moderna para limitar el uso de pesticidas en la medida de lo posible. Esto se puede lograr monitoreando el cultivo, solo aplicando insecticidas cuando sea necesario, y cultivando variedades y cultivos que sean resistentes. Siempre que sea posible, se utilizan medios biológicos, alentando a los enemigos naturales e introduciendo predadores o parásitos adecuados.

El control efectivo de los insectos depende de la combinación de prácticas culturales, un buen control de malezas elimina fuentes de alimentación de algunos insectos, particularmente al iniciarse la primavera, antes que los cultivos hayan emergido. A pesar de la efectividad de estas prácticas para reducir las poblaciones de insectos, los productos químicos se usaron en el programa de control (DEAGROMIA, 2000, pág. 01).

### **1.11. Control químico**

Sin duda los insecticidas son las herramientas fitosanitarias más discutidas. Han sido, son y serán armas poderosas e inclusive indispensables en la lucha contra los insectos. En muchos casos constituyen las únicas herramientas de control disponibles.

Ventajas de los insecticidas: Se puede controlar casi todos los tipos y etapas de plagas, controlan varias plagas a la vez, algunos productos son selectivos y específicos, son de fácil acceso y aplicación, tienen efecto tangible y rápido, tienen un efecto sin importar la densidad poblacional, requiere menos mano de obra, tienen efecto residual. (Ortiz, 2004, pág. 33).

Desventajas de los insecticidas: Frecuentemente productos que anteriormente fueron efectivos vienen a ser inservibles para el combate de ciertas especies, debido a la selección de poblaciones genéticamente resistentes, todos los insecticidas poseen algún nivel de toxicidad, poseen efectos en insectos benéficos, residuos en productos agrícolas, poseen un costo elevado. (Ortiz, 2004, pág. 33).

### **1.12. Control biológico**

Según Nicholls (1994, pág. 01), citando a De Bach, "El control biológico lo define como la acción de parasitoides, depredadores y entomopatógenos, que mantienen la densidad de la población de un organismo plaga en un promedio menor del que ocurriría en su ausencia". El control biológico puede ser auto sostenido y se diferencia de otras formas de control, porque actúa dependiendo de la densidad de población de plagas, en la medida que ésta aumenta en densidad y viceversa.

En un sentido estrictamente ecológico, la aplicación del control biológico puede ser considerada como una estrategia válida para restaurar la biodiversidad funcional en ecosistemas agrícolas mediante las técnicas clásicas o aumentativas de control biológico,

incrementando la concurrencia natural de depredadores y parasitoides a través de la conservación y el manejo del hábitat.

El control biológico clásico es la regulación de la población de una plaga mediante enemigos naturales exóticos (parasitoides, depredadores y/o patógenos) que son importados con este fin. Habitualmente, la plaga clave es una especie exótica que ha alcanzado una alta densidad poblacional en el nuevo ambiente, debido a condiciones más favorables que en su lugar de origen. Por lo tanto, la introducción de un enemigo natural específico, auto reproductivo, dependiendo de la densidad, con alta capacidad de búsqueda y adaptado a la plaga exótica introducida, resulta ser un controlador permanente.

Frecuentemente, debido a que los agentes de control biológico son cuidadosamente seleccionados para que se adapten mejor a sus huéspedes, éstos se diseminan espontáneamente a través de todo el rango de sus hospederos, para realizar un control biológico efectivo a un costo relativamente bajo.

Según De Bach (1986, pág. 15), "Control biológico es la regulación, por medio de enemigos naturales de la densidad de la población de otro organismo a un promedio menor del que existiera en ausencia de tales enemigos". Esta definición referida a especies de insectos, es la forma de presentar el control biológico natural que tiene un enfoque ecológico, sin intervención del hombre, quien cuando él hombre usa los enemigos naturales da lugar al control biológico aplicado.

El hombre se ha visto en la necesidad de buscar y descubrir insectos exóticos que se alimentan de otros insectos, de transportarlos, criarlos y establecerlos en lugares ajenos a su origen, dando lugar al control biológico clásico. (Hernández, 1991, pág. 16).

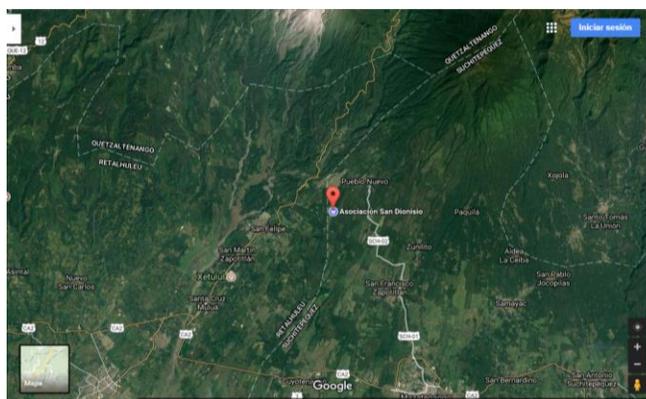
Por otro lado, el uso y cultivo de entomopatógenos se ha denominado control microbiano. Sin embargo, el manejo de enemigos naturales insectiles o enemigos entomopatógenos cae dentro del campo del control biológico. (Hernández, 1991, pág. 16).

## 2. MARCO REFERENCIAL

### 2.1. Localización de la investigación

La investigación se realizó en la finca de la Asociación San Dionisio, se localiza en el municipio de San Felipe, departamento de Retalhuleu, las coordenadas geográficas que ubican este lugar son latitud norte  $14^{\circ}37'87''$  y longitud oeste  $91^{\circ}33'34''$ . A una altura promedio de 800 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con finca Colombia y la población de El Nuevo Palmar, al sur con finca Agrícola Hamburgo, finca Refugio, finca San Ignacio y finca las Elviras, al este con la finca Agrícola Hamburgo y al oeste con las fincas Los Encuentros, finca Alicia, finca San Rafael y Aldea Nuevo Palmar.

La Asociación cuenta con dos vías de acceso, saliendo de Mazatenango hacia el municipio de Nuevo Palmar, por la vía de San Francisco Zapotitlán y partiendo de Retalhuleu hacia el municipio de Nuevo Palmar. Por el lado de San Felipe, en Nuevo Palmar se recorren 300 m después del centro de salud del Palmar, a la derecha luego se llega a la Iglesia Evangélica Asamblea de Dios, Montes los Olivos. Luego se recorren unos 150 m y se cruza a la derecha y para encontrar la entrada de la finca San Dionisio. En la siguiente figura se encuentra el mapa de ubicación de la Asociación:



**Figura 1. Mapa de ubicación geográfica de finca San Dionisio.**

Fuente: Google maps, (2020)

En la figura se presentan el croquis satelital de la Asociación San Dionisio como también se puede observar las colindancias que tiene.



**Figura 2. Mapa de ubicación geográfica de finca San Dionisio.**

Fuente: Administración San Dionisio (2017).

## 2.2. Zonas de vida y clima

Según el mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento, del Instituto Nacional Forestal, basado en las zonas de vida de la República de Guatemala, indica que el área de la finca San Dionisio se encuentra en una zona de bosque muy húmedo subtropical.

### 2.2.1. Temperatura

El municipio de San Felipe se encuentra con una temperatura mínima de 15°C y una máxima de 32°C siendo los meses más fríos en la época de verano que es de noviembre-abril.

### 2.2.2. Viento

El viento se encuentra a una velocidad promedio de 14 km/h.

### 2.2.3. Humedad relativa

En esta área se presenta un 70-85 por ciento de humedad relativa.

## 2.3. Suelo

- **Tipo de suelo:** (Simmons, Tarano & Pinto, 1959, pág.10). Mencionan que se cuenta con la CLASE 1, suelos del declive del pacífico. Los suelos de la clase 1 solo tienen ligeras limitaciones permanentes o riesgos de erosión. Pueden cultivarse con toda seguridad empleando métodos ordinarios. Estos suelos son profundos, productivos, de fácil laboreo y casi llanos. No presentan riesgos de anegación, pero tras un uso continuado pueden reducirse el nivel de fertilidad.
- **Estructura:** La estructura que se presenta en estos suelos son las estructuras granulares. Son partículas individuales de arena, limo y arcilla agrupadas en granos pequeños casi esféricos. El agua circula muy fácil a través de esos suelos. Por lo general se encuentran en el Horizonte A, de los perfiles del suelo. Esta es bastante rica en espacios varios entre las zonas de contacto entre los aglomerados mismos. (Simmons, Tarano & Pinto, 1959, pág.44).
- **Textura:** la textura es de suelos francos arcillosos.
- **Capacidad de uso:** Tierras cultivables sujetas a medianas limitaciones, aptas para el riego con cultivos muy rentables, con topografía plana ondulada o suavemente inclinada, productividad mediana con prácticas intensivas de manejo.
- **PH:** Según el libro de la municipalidad de San Felipe, Retalhuleu. (La monografía), menciona que se tiene un pH de 6.5-7.5.
- **Materia orgánica:** Según Chacón (2009, pág. 20); la finca cuenta con diversos tipos de materia orgánica ya descompuesta, entre algunas se tiene (gallinaza, bovinaza, cerdaza, desechos vegetales y desechos de macadamia *M. integrifolia*).
- **Profundidad:** Se presenta un suelo mediano profundo de 0.5—0.9 m.

- **Pendiente del terreno:** Según Sheng (1982, pág. 20), se cuenta con una pendiente ligeramente escarpada, apaisada á colinosa. Esta representa un 25- 40 por ciento de pendiente.

## 2.4. Hidrología

- **Precipitación:** la precipitación media anual se encuentra aproximadamente en 4,000 mm, los cuales se distribuyen de mayo a noviembre.
- Se encuentra un riachuelo en donde se extrae el agua por medio de una toma, la cual se utiliza para satisfacer las piletas, para la bodega de beneficio café y el establo. Cuenta con un pozo mecánico el cual es utilizado para los galpones, cochiqueras y caserío.

## 2.5. Antecedentes investigativos

Blanco (1994, pág. 01). Evaluó el efecto de tres sistemas de manejo de malezas; cobertura de cáscara de macadamia, chapia al ras del suelo y malezas creciendo libremente, sobre la población del barrenador de la nuez (*Ecdytoplopha torticornis*) en plantaciones de macadamia en Turrialba, Costa Rica. El menor número de huevos del barrenador se registró en el tratamiento de suelo limpio, seguido por el tratamiento de malezas creciendo libremente y el de cobertura con cáscara. Aunque se ha utilizado este tipo de cobertura como una solución al problema de los desechos en el procesamiento de la nuez, el aumento de la población del barrenador bajo dicho tratamiento sugiere que podría estar actuando como atrayente del insecto adulto o bien confundiendo la población de parasitoides y depredadores. Es necesario probar otros sistemas de manejo de malezas con otros sus tratos, así como el uso de cultivos de cobertura entre las hileras de árboles, lo cual además podría incrementar las poblaciones de organismos benéficos

La patogenicidad y efectividad de un aislado de *beauveria bassiana* para el control del gusano barrenador de la nuez de macadamia *Ecdytoplopha torticornis*, se evaluó en condiciones de campo. Una formulación del hongo, en sustrato de arroz, se aplicó y

evaluó sobre la población natural del barrenador. Los registros de mortalidad de *E. torticornis* causada por *B. bassiana* estuvieron entre el 46.34 y el 65.02% y 0% para el testigo. El mayor porcentaje de mortalidad de *E. torticornis* ocurrió en los primeros 20 días de la evaluación. Se demostró el potencial de *B. bassiana* para el control del gusano barrenador de la nuez de macadamia en condiciones de campo, utilizando para el efecto una formulación no comercial de dicho hongo en sustrato de arroz. (Miranda, 2003, pág. 01).

La presente investigación se realizó en los laboratorios del control biológico del ingenio la Unión, Santa Lucia Cotzumalguapa Escuintla, en la cual se evaluó el efecto de siete concentraciones de VPN (Virus de la poliedrosis nuclear), para el control de dos especies de barrenador de la caña de azúcar, *D. saccharalis* y *D. crambidoides*, así mismo se determinó la concentración letal 50 y 90. Los resultados que se obtuvieron demuestran, que las especies no mostraron respuestas diferenciales en mortalidad, ambas tuvieron muertes crecientes de igual magnitud con el incremento de la concentración, el virus de la poliedrosis nuclear mostro igual patogenicidad sobre las dos especies de barrenador. (Motta, 2005, pág. 12).

En dos experimentos realizados durante dos ciclos de cultivo de maíz, se evaluó el efecto de un formulado de aceite de nim *Azadirachta indica* A. Juss en larvas de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). El objetivo fue conocer el daño ocasionado por el gusano cogollero en plantas de maíz resistente (CML-67) y maíz susceptible (CML-131) ambas tratadas con nim, en campo. En un primer experimento se evaluaron épocas de aplicación del aceite de *A. indica* en dos líneas de maíz, una resistente (CML-67) y otra susceptible (CML-131) a *S. frugiperda* cultivados en Poza Rica, Veracruz, México. El aceite en concentración de 20,8%, se aplicó sobre las hojas superiores y cogollo, con los siguientes tratamientos: cuatro horas, antes de la infestación artificial con larvas de primer ínstar, 7 y 14 días después de la infestación; se incluyó un tratamiento con el insecticida químico Permetrina y un testigo absoluto (sólo agua). En el segundo experimento, sobre las mismas dos líneas de maíz, CML-67 y CML-131 se aplicaron las concentraciones 20,8, 2,0 y 0,20% de aceite de *A. indica*. Cada tratamiento se aplicó tres veces sin intervalo fijo durante la etapa vegetativa del cultivo, se incluyó al insecticida

Permetrina y al testigo absoluto. Se registró el daño foliar mediante la escala estandarizada de daño de Mihm del 0 al 9, altura de la planta y el rendimiento. En las fechas de aplicación del nim, el daño foliar de la línea susceptible osciló de 6,7 a 8,1 en promedio, según la escala de Mihm, representó alto daño y en la línea resistente, daño foliar moderado (4,6 a 6,0). En el experimento de concentraciones de nim, en el ciclo I se observaron daños de 4,4 a 6,2 en promedio y en el ciclo P-V los daños fueron de 6,5 a 8,5 en ambas líneas. La floración no presentó diferencias significativas en las diferentes fechas de aplicación, mientras que en el experimento de diferentes concentraciones el tratamiento 20,8% de aceite de A. indica se adelantó 7,4 días con respecto al testigo. No se encontraron diferencias al cuantificar la altura. No obstante, para el tratamiento con 20,8% de aceite de A. indica la defoliación fue menor y no se obtuvieron buenos rendimientos, se apreció que, a esta concentración de aceite, A. indica causó fitotoxicidad. El nim permitió mayor protección cuando se aplicó antes de que se presentara la plaga a concentraciones menores al 2% y se reforzó con posteriores aplicaciones a intervalos de una aplicación por semana.

## **2.6. Presencia del barrenador de la nuez de macadamia (*Ecdytolopha torticornis*) en Asociación San Dioniso.**

A través de una entrevista con el encargado de campo y personas que conocen el área con la finalidad de obtener los problemas que se presentan, generando: ¿área con que cuenta el cultivo de macadamia?, ¿qué actividades realizan dentro de la plantación? ya que tienen un contacto directo con el cultivo y tienen conocimiento sobre la situación actual que se encuentra el área.

Según la Industria Guatemalteca de Macadamia, S.A. (INGUAMASA, 2003, pág. 3). El adulto de este insecto es una palomilla de color café oscuro, su hábito es nocturno y es nativa de Guatemala, la hembra de este insecto oviposita sobre la cascara verde, tanto de las nueces pequeñas como en las maduras.



**Figura 3. Daño del barrenador**  
Fuente: De León, (2021)



**Figura 4. Larva del barrenador**  
Fuente: De León, (2021)

Al emerger la larva del huevo empieza a perforar a través del pericarpio que cubre la nuez, la cual posteriormente y en la mayoría de los casos alcanza la almendra tal como se observa en la figura tres teniendo así la calidad de la nuez muy reducida y la producción. En la figura cuatro se observa que la larva solo ha perforado el pericarpio.

Se determinó la presencia del barrenador de la nuez por lo que se realizó un muestreo para determinar el porcentaje de infestación de las larvas de este insecto.

Teniendo lo que son los resultados del muestreo se calcula la infestación.

$$\text{infestacion} = \frac{140 \text{ nueces con larvas}}{700 \text{ nueces total}} \times 100 = 20\%$$

El porcentaje de infestación de larvas es del 20 % la cual sobrepasa al porcentaje permitido del 3%.

En muchos casos la larva no logra causar daño en la nuez, alimentándose solo de la cascara ver figura 15 en anexos, de igual manera se encontraron huevecillos ver figura 16 y adultos ver figura 18 en anexos.

### III. OBJETIVOS

#### 1. Objetivo general

Evaluación de cuatro insecticidas para el control del barrenador *Ecdytoplopha torticornis* de la nuez de macadamia *Macadamia integrifolia*, finca Asociación San Dionisio, San Felipe, Retalhuleu.

#### 2. Objetivos específicos

- 2.1. Determinar el efecto de los insecticidas en el control del barrenador de la nuez *Ecdytoplopha torticornis* sobre el porcentaje de infestación de larva.
- 2.2. Determinar el efecto de los insecticidas en el control del barrenador de la nuez *Ecdytoplopha torticornis* sobre el porcentaje de daño de la plaga.
- 2.3. Determinar el efecto de los insecticidas sobre la mortalidad de larvas del barrenador de la nuez *Ecdytoplopha torticornis*.
- 2.4. Determinar el rendimiento de macadamia en las parcelas de los insecticidas evaluados.
- 2.5. Determinar la factibilidad económica del control del barrenador *Ecdytoplopha torticornis* con los cuatro insecticidas evaluados por hectárea, mediante un análisis económico.

## IV. HIPÓTESIS

### 1. Hipótesis sobre variable porcentaje de infestación y daño

**Ho.** Todos los insecticidas para el barrenador de la nuez tendrán el mismo efecto sobre la variable de respuesta porcentaje de infestación de barrenador en la finca de la Asociación San Dionisio.

**Ha.** Al menos uno de los insecticidas para el barrenador de la nuez tendrá un efecto diferente sobre la variable de respuesta porcentaje de infestación e barrenador en la finca de la Asociación San Dionisio.

### 2. Hipótesis sobre variable rendimiento de macadamia en concha

**Ho.** Todos los insecticidas tienen el mismo efecto sobre la variable rendimiento en concha de nuez de macadamia.

**Ha.** Al menos un insecticida tiene un efecto diferente sobre la variable rendimiento en concha de nuez de macadamia.

## V. MATERIALES Y METODOS

### 1. Materiales

#### 1.1. Recursos físicos

- Machete
- Pita de nylon
- Nylon de diferentes colores
- Marcador permanente
- Bomba de motor
- Tonel de 200 lt
- Cubetas 5 galones
- 180 árboles de macadamia

#### 1.2. Recursos humanos

- Aplicador de los productos
- Encargado de campo
- Asesor de la Asociación
- Asesor (EPS)
- Practicante (EPS)

#### 1.3. Recursos financieros

- Endosulfan 35 % p/v (350 g/l) (Thiodan 35 )
- Virus de la poliedrosis nuclear de *Autographa californica* y *Spodoptera albula* (VPN Ultra 1,6 WP)
- *Azadirachta indica* (ACT Botánico 0,003 SC)
- *Beauveria bassiana* (Teraboveria 0,025 SC)

## 2. Metodología

### 2.1. Metodología de objetivos

### 2.2. Determinación del efecto de los insecticidas en el control del barrenador de la nuez *Ecdytolopha torticornis* sobre el porcentaje de infestación de larva.

**A. Porcentaje de infestación de larvas de barrenador:** Para realizar lo que es el porcentaje de infestación de larvas se utilizó el muestreo Según la Industria Guatemalteca de Macadamia, S.A. (INGUAMASA, 2003, pág. 4).

En donde dentro de la unidad experimental se seleccionaron 20 nueces pequeñas y 20 nueces grandes que se encuentren en el árbol. De las cuales se contabilizaron las nueces que estaban perforadas por el barrenador ver figura 18 y 20 en anexos, esto en la parcela neta. Siendo tomadas cinco nueces grandes y cinco pequeñas de cada cuadrante (como los unos planos cartesianos) con la finalidad de completar las 40 nueces a muestrear por árbol, se marcaron los frutos que presentaron perforación con una pita en el racimo frutal. Esta toma de datos se realizó dos días antes de cada aplicación y 15 días después de cada aplicación.

Teniendo así los resultados del muestreo para determinar la infestación de larvas. El modo de análisis fue:

$$\text{infestacion} = \frac{\text{No. de nueces con perforacion de larvas}}{\text{No. de nueces total}} \times 100$$

**B. Transformación de datos:** Para poder realizar el análisis de esta variable la cual fue trabajada en el programa INFOSTAT, se realizó una previa transformación de los datos, utilizando la siguiente fórmula para los porcentajes:

$$\sin^{-1}\sqrt{x} =$$

**Por ejemplo, si se tiene 40%, entonces:**

$$\sin^{-1}\sqrt{0.40} = 39.2315$$

### **C. Análisis estadístico**

Para las variables a evaluar porcentaje de infestación de larva, se realizó un Análisis de covarianza (ancova) ya que se realizaron muestreos antes y después de las aplicaciones, obteniendo 11 grados de libertad debido a que se utilizó diseño de bloques al azar. Lo cual es aceptable ya que varios investigadores han concluido que el error debe ser mayor de 10 y nunca menor de 4, esto lo menciona Pedro Reyes Castañeda en el libro Diseño de experimentos aplicados. (Reyes, 1980, pág. 03).

**Análisis estadístico:** Se utilizó un diseño de bloques al azar. El modelo estadístico a utilizar es:  $Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + e_{ij}$  siendo que:

$Y_{ij}$  = Variable de respuesta observada o medida en la  $ij$  – ésima unidad experimental.

$\mu$  = Media general de la variable de respuesta.

$T_i$ =Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$B_j$  = Efecto del  $j$  - ésimo bloque.

$e_{ij}$  = Error experimental asociado a la  $ij$  - ésima unidad experimental.

## D. Prueba múltiple de medias

Al momento de no tener una diferencia significativa se realiza la prueba múltiple de medias la cual consiste en: seleccionar la media de cada uno de los tratamientos, para luego analizarlos, el análisis fue realizado por Infostat, donde se analiza las medias de mayor a menor, quedando como se muestra en el ejemplo:

<u>TRAT</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>			
Teraboveria	22,85	4	0,92	A		
VPN Ultra	24,47	4	1,00	A	B	
ACT Botanico	27,36	4	0,96		B	
Thiodan	28,42	4	0,93		B	C
Testigo	32,32	4	0,92			C

## E. Diagrama de dispersión

Esta herramienta ayuda a poder correlacionar dos lecturas, en este caso se busca la correlación entre la lectura antes y después de cada aplicación de los insecticidas, para poder evaluar la relación entre las dos lecturas. El análisis fue realizado a través de Infostat que da esta herramienta.

### 2.3. Determinación del efecto de los insecticidas en el control del barrenador de la nuez *Ecdytolopha torticornis* sobre el porcentaje de daño de la plaga, usando las nueces perforadas y modo de análisis ANCOVA.

**A. Porcentaje de daño de nueces por barrenador en campo:** Para esta variable se realizó el muestreo de 40 frutos de cada unidad experimental que se encuentren en el suelo con el fin de contabilizar los frutos dañados por este insecto ya que se tienen daños en nueces que aún están en crecimiento las cuales al ser perforadas por el barrenador tienden a caer. Ver figura 19 en anexos.

Teniendo así el modo de análisis para obtener los resultados del muestreo y determinar el daño.

$$\% \text{ daño} = \frac{\text{No. de nueces dañadas}}{\text{No. de nueces total}} \times 100$$

Para esta investigación se realizó un muestreo antes de la aplicación de los productos, como también 15 días después de cada aplicación con el fin de lograr determinar si el porcentaje de daño se redujo con los insecticidas utilizados.

**B. Transformación de datos:** Para poder realizar el análisis de esta variable la cual fue trabajada en el programa INFOSAT, se realizó una previa transformación de los datos, utilizando la siguiente fórmula para los porcentajes:

$$\sin^{-1}\sqrt{x} =$$

**Por ejemplo, si se tiene 40%, entonces:**

$$\sin^{-1}\sqrt{0.40} = 39.2315$$

### **C. Análisis estadístico**

Para las variables a evaluar porcentaje de daño nueces, se realizó un Análisis de covarianza (ancova) ya que se realizaron muestreos antes y después de las aplicaciones, obteniendo 11 grados de libertad debido a que se utilizó diseño de bloques al azar. Lo cual es aceptable ya que varios investigadores han concluido que el error debe ser mayor de 10 y nunca menor de 4, esto lo menciona Pedro Reyes Castañeda en el libro Diseño de experimentos aplicados. (Reyes, 1980, pág. 03).

**Análisis estadístico:** Se utilizó un diseño de bloques al azar. El modelo estadístico a utilizar es:  $Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + e_{ij}$  Siendo que:

$Y_{ij}$  = Variable de respuesta observada o medida en la  $ij$  – ésima unidad experimental.

$\mu$  = Media general de la variable de respuesta.

$T_i$ =Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$B_j$  = Efecto del  $j$  - ésimo bloque.

$e_{ij}$  = Error experimental asociado a la  $ij$  - ésima unidad experimental.

#### D. Prueba múltiple de medias

Al momento de no tener una diferencia significativa se realiza la prueba múltiple de medias la cual consiste en seleccionar la media de cada uno de los tratamientos, para luego analizarlos, el análisis fue realizado por Infostat, donde se analiza las medias de mayor a menor, quedando como se muestra en el ejemplo:

<u>TRAT</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>			
Teraboveria	22,85	4	0,92	A		
VPN Ultra	24,47	4	1,00	A	B	
ACT Botanico	27,36	4	0,96		B	
Thiodan	28,42	4	0,93		B	C
<u>Testigo</u>	<u>32,32</u>	<u>4</u>	<u>0,92</u>			<u>C</u>

#### E. Diagrama de dispersión

Esta herramienta ayuda a poder correlacionar dos lecturas, en este caso se busca la correlación entre la lectura antes y después de cada aplicación de los insecticidas, para poder evaluar la relación entre las dos lecturas. El análisis fue realizado a través de Infostat que da esta herramienta.

#### 2.4. Determinación del efecto de los insecticidas sobre la mortalidad de larvas del barrenador de la nuez *Ecdytolopha torticornis*.

**A. Porcentaje de larvas muertas:** De igual manera se llevó un registro de las larvas que se encontraban muertas, 15 días después de la aplicación de los productos, en donde se abrieron los frutos que se encontraban perforados en los árboles lo cuales fueron marcados antes de la aplicación de los productos ver figura 20 en anexos, como también los frutos que no estuvieran marcados pero que fueron perforados después de la toma de datos de infestación y así determinar el efecto.

Se determinó el porcentaje de muerte de larvas por los productos aplicados, utilizando la siguiente metodología: en donde se observaron 20 frutos con perforación a causa del barrenador, donde se abrió cada una de las nueces perforadas y se observó si las larvas se encontraban muertas, se tomaron nueces de diferente madurez, por lo que se utilizó la siguiente fórmula para realizar el análisis:

$$\begin{aligned} \% \text{ muerte de larvas} \\ = \frac{\text{No. de nueces con larvas muertas}}{\text{No. de nueces con perforaciones de larva}} \times 100 \end{aligned}$$

**B. Transformación de datos:** Para poder realizar el análisis de esta variable porcentaje de larvas muertas la cual fue trabajada en el programa INFOSTAT, se realizó una previa transformación de los datos, utilizando la siguiente fórmula para los porcentajes:

$$\sin^{-1}\sqrt{x} =$$

**Por ejemplo, si se tiene 40%, entonces:**

$$\sin^{-1}\sqrt{0.40} = 39.2315$$

Al tener ceros (0) en la variable porcentaje de muerte como resultado se utilizó la siguiente fórmula:

$$\sqrt{x} + 1$$

**Por ejemplo, si se tiene 0%, entonces:**

$$\sqrt{0} + 1 = 1$$

### C. Análisis estadístico

Para la variable muerte de larvas se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para cada una de las aplicaciones, la cual fue obtenida con la lectura después de la aplicación de los insecticidas. Utilizando el siguiente diseño:

**Análisis estadístico:** Se utilizó un diseño de bloques al azar. El modelo estadístico a utilizar es:  $Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + e_{ij}$  Siendo que:

$Y_{ij}$  = Variable de respuesta observada o medida en la  $ij$  – ésima unidad experimental.

$\mu$  = Media general de la variable de respuesta.

$T_i$ =Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$B_j$  = Efecto del  $j$  - ésimo bloque.

$e_{ij}$  = Error experimental asociado a la  $ij$  - ésima unidad experimental.

### D. Prueba múltiple de medias

Al momento de no tener una diferencia significativa se realiza la prueba múltiple de medias la cual consiste en seleccionar la media de cada uno de los tratamientos, para luego analizarlos, el análisis fue realizado por Infostat, donde se analiza las medias de mayor a menor, quedando como se muestra en el ejemplo:

<u>TRAT</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>		
Teraboveria	22,85	4	0,92	A	
VPN Ultra	24,47	4	1,00	A	B
ACT Botanico	27,36	4	0,96		B
Thiodan	28,42	4	0,93	B	C
<u>Testigo</u>	<u>32,32</u>	<u>4</u>	<u>0,92</u>		<u>C</u>

## **2.5. Determinación del rendimiento de macadamia en las parcelas de los insecticidas evaluados.**

Se llevó a cabo la siguiente metodología:

### **A. Rendimiento en producción de macadamia en concha**

Para poder llevar a cabo esta variable se realizó la cosecha de las nueces de macadamia por unidad experimental antes y después de la aplicación de los controles, realizándolo de la siguiente manera:

- La cosecha de las nueces se realizó por cada una de las unidades experimentales, en donde las nueces recolectadas se colocaron en bolsas identificadas por el tratamiento y repetición siendo llevadas al beneficio. Ver figura 21 en anexos.
- Estando en el beneficio sin perder la identificación se llevó la eliminación de la cascara con la finalidad de que el fruto quedara en concha. Ver figura 22 en anexos.
- Se pesaron las nueces de cada tratamiento, luego de esto las nueces fueron llevadas a la selección por el método de flote con el fin de eliminar las nueces que se encontraran dañadas y las que no están dentro de los estándares de calidad, realizando un análisis de covarianza. Ver figura 23 y 24 en anexos.

## B. Análisis estadístico

Para las variables a evaluar porcentaje de daño nueces, se realizó un Análisis de covarianza (ancova) ya que se realizaron muestreos antes y después de las aplicaciones, obteniendo 11 grados de libertad debido a que se utilizó diseño bloques al azar, lo cual es aceptable ya que varios investigadores han concluido que el error debe ser mayor de 10 y nunca menor de 4, esto lo menciona Pedro Reyes Castañeda en el libro Diseño de experimentos aplicados. (Reyes, 1980, pág. 03).

**Análisis estadístico:** Se utilizó un diseño de bloques al azar. El modelo estadístico a utilizar es:  $Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + e_{ij}$  Siendo que:

$Y_{ij}$  = Variable de respuesta observada o medida en la  $ij$  – ésima unidad experimental.

$\mu$  = Media general de la variable de respuesta.

$T_i$ =Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$B_j$  = Efecto del  $j$  - ésimo bloque.

$e_{ij}$  = Error experimental asociado a la  $ij$  - ésima unidad experimental.

## C. Prueba múltiple de medias

Al momento de no tener una diferencia significativa se realiza la prueba múltiple de medias la cual consiste en seleccionar la media de cada uno de los tratamientos, para luego analizarlos, el análisis fue realizado por Infostat, donde se analiza las medias de mayor a menor, quedando como se muestra en el ejemplo:

TRAT	Medias	n	E.E.			
Teraboveria	22,85	4	0,92	A		
VPN Ultra	24,47	4	1,00	A	B	
ACT Botanico	27,36	4	0,96		B	
Thiodan	28,42	4	0,93		B	C
Testigo	32,32	4	0,92			C

#### D. Diagrama de dispersión

Estas herramientas ayudan a poder correlacionar dos lecturas, en este caso se busca la correlación entre la lectura antes y después de cada aplicación de los insecticidas, para poder evaluar la relación entre las dos lecturas. El análisis fue realizado a través de Infostat que da esta herramienta.

### 2.6. Determinación de la factibilidad económica del control del barrenador *Ecdytolopha torticornis* con los cuatro insecticidas evaluados por hectárea, mediante un análisis económico.

#### A. Análisis económico por tratamiento por hectárea:

Para poder llevar a cabo este análisis se determinó el rendimiento por tratamiento, el costo total de la aplicación de los controles, el costo de venta por quintal en concha, en donde se determinó la rentabilidad para cada uno de los tratamientos como también la relación beneficio costo. (Ver tabla siete en anexos).

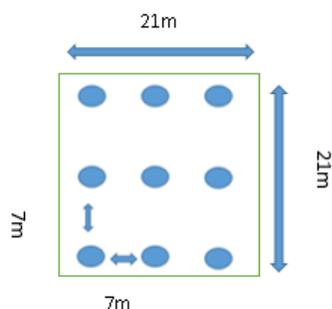
Para la determinación del tratamiento con menor inversión para el control del barrenador de la nuez, se determinó el costo parcial por cada tratamiento. (Ver tabla 32 a 36 en anexos).

## 2.7. Localización del experimento de campo

El experimento se llevó a cabo en el sector Santa Ana de la Asociación San Dionisio el cual cuenta con 17.2 hectáreas, con un distanciamiento de 7m x 7m.

## 2.8. Unidad experimental

La cantidad mínima de material experimental utilizado para cada tratamiento fue de nueve árboles siendo esta la parcela bruta y la neta de un árbol, se decidió esto debido al efecto de bordes y cabeceras ya que pueden alterar la información, en la figura cinco se observa la unidad experimental:



**Figura 5. Unidad experimental**

Fuente: De León, (2021)

Se puede observar la dimensión de la unidad experimental que es de 21m x 21 m, teniendo un área por unidad experimental de 441 m<sup>2</sup>, teniendo cinco tratamientos y cuatro bloques, por cada bloque 45 árboles, en total los árboles utilizados fueron 180.

### 2.8.1. Tratamientos y aleatorización

Los tratamientos utilizados fueron diferentes insecticidas para el control del barrenador de la nuez de macadamia. En la tabla se observan los tratamientos evaluados.

**Tabla 2. Descripción del experimento**

Tratamientos	Niveles de concentración	Dosis	Numeración
T1	Sin control (Testigo absoluto)		I
T2	Endosulfan 35 % p/v (350 g/l) (Thiodan)	500 cc/200 l	II
T3	virus de la poliedrosis nuclear de <i>Autographa californica</i> y <i>Spodoptera albula</i> (VPN Ultra 1,6 WP)	1.4 kg/ha	III
T4	Azadirachta indica (ACT Botánico 0,003 SC)	1.0/ha	IV
T5	<i>Beauveria bassiana</i> (Teraboveria 0,025 SC)	1.5/ha	V

Fuente: De León, (2021)

Los insecticidas utilizados se pueden observar en la figura anterior teniendo cuatro tratamientos con diferentes insecticidas y un testigo absoluto que es sin ningún control.

La aleatorización se realizó a través del método de la tómbola, en la siguiente figura se muestra como quedaron aleatorizados cada uno de los tratamientos.

## 2.8.2. Insecticidas evaluados

### A. Thiodan

Ingrediente activo: Endosulfan 35 % p/v (350 g/l).

Formulación: Concentrado emulsionable (EC).

Características: Thiodan es un insecticida organoclorado, que actúa por contacto e ingestión sobre un gran número de insectos masticadores y chupadores. Posee cierta acción vaporizante.

Dosis: 500 cc. \* 1Ha

La aplicación del producto fue realizada luego de tener limitado cada una de las unidades experimentales y haber obtenido el muestreo de infestación de larvas y daño de nuez

### B. VPN Ultra 1,6 WP

Ingrediente activo: virus de la poliedrosis nuclear de *Autographa californica* y *Spodoptera albula* en polvo mojable.

Dosificación: 1.4 – 2.8 kg/ha

Intervalo de reingreso: no hay restricción.

Periodo previo a la cosecha: 0 días.

Características: VPN-ULTRA 1,6 WP es un entomopatógeno, apropiado para el control de larvas de insectos lepidópteros y mosca sierra de los pinos. Las larvas deben ingerir el producto para ser infectadas mueren de 3 a 10 días después de la ingestión. Conserva la fauna benéfica por ser muy selectivo. No es tóxico para las

personas, animales domésticos o insectos benéficos. Corresponde a la franja verde según la clasificación de la OMS, toxicidad grado IV.

### **C. ACT BOTÁNICO 0,003 SC**

Ingrediente activo: Suspensión concentrada de extractos del árbol de Nim (*Azadirachta indica*).

Dosificación: 0.5% - 1% de la mezcla del tanque (1l/ha).

Intervalo de reingreso: No hay restricción.

Periodo previo a la cosecha: 0 días

Características: controla plagas como: áfidos, pulgón dorado de la caña, ácaros tetraníquidos, chicharritas o salta hojas, chinche salivosa, escamas, larvas pequeñas de lepidópteros, moscas blancas, moscas minadoras y trips.

La Azadirachtina, contenida en el ACT BOTANICO 0,003 SC actúa por contacto e ingestión como repelente, disuasor de la alimentación, regulador de crecimiento, e insecticida de contacto.

No es fitotóxico si se aplica de acuerdo a las instrucciones del panfleto. No es tóxico para las personas, animales domésticos o insectos benéficos. Corresponde a la franja verde según la clasificación de la OMS, toxicidad grado IV.

### **D. TERABOVERIA 0,025 SC**

Ingrediente activo: Contiene 0.25 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial. (No menos de  $3.6 \times 10^{11}$  conidios de *Beauveria bassiana*, basado en un peso de  $6.8 \times 10^{-13}$  gramos/conidio).

Dosificación: 700 a 1400 ml por hectárea en 280 litros de agua. Ó 500 a 1000 ml por manzana en 200 litros de agua. (1.5 L/ha).

Modo de acción: Por efecto de parasitismo, por la penetración del hongo al interior del insecto, donde se ramifica afectando los órganos vitales, produciendo mico-toxinas y la muerte de los insectos entre 4 a 7 días. Posteriormente hay emisión de conidios al exterior del cadáver si prevalecen condiciones de humedad mayores del 90% de humedad relativa.

Recomendaciones de uso: Para el control de picudos, gallinas ciegas, tortuguillas, moscas blancas, trips, áfidos, grillos y langostas, aplique al follaje dirigiendo la aplicación a la plaga. El aspersor debe estar en buenas condiciones y calibrado.

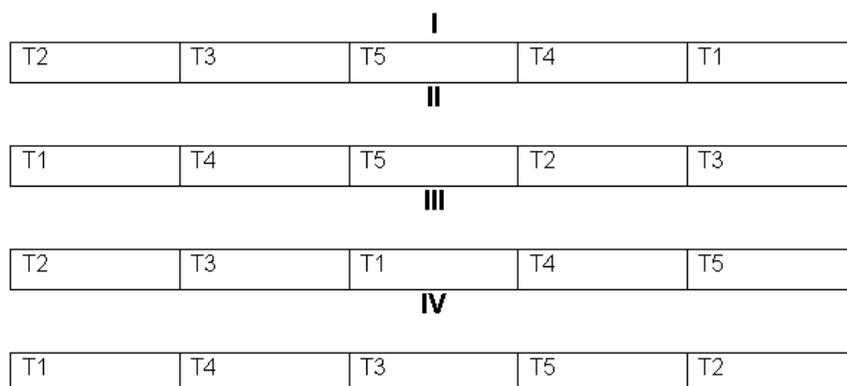
Se recomienda asperjar 280 litros por hectárea (200 litros por manzana). Aplicar en horas de la mañana o en la tarde. No se mezcle con azufre para evitar fitotoxicidad.

El ciclo biológico del *Beauveria bassiana* comprende dos fases: una patogénica y otra saprofitica. La fase de patogénesis ocurre cuando el hongo entra en contacto con el tejido vivo del huésped, y la saprofitica cuando el hongo completa su ciclo aprovechando los nutrientes del cadáver del insecto. El *B. bassiana* es parásito facultativo, el cual posee conidias que constituyen la unidad infectiva del hongo. El proceso infectivo que lleva al insecto atacado por el hongo a morir se cumple en tres etapas: La primera de germinación de esporas y penetración de hifas al cuerpo del hospedero dura de 3 a 4 días. La penetración del hongo al hospedero ocurre a través de la cutícula o por vía oral. La segunda etapa es la invasión de los tejidos por parte del micelio del hongo hasta causar la muerte del insecto, dura de 2 a 3 días. (Monzón, 2001, pág. 01).

Los síntomas de la enfermedad en el insecto son la pérdida de sensibilidad, incoordinación de movimientos y parálisis. Cuando el insecto muere queda momificado. Finalmente sigue la tercera etapa, la esporulación y el inicio de un nuevo ciclo. El micelio del hongo se observa primero en las articulaciones y partes blandas

de los insectos y en días posteriores se incrementa a todo el cuerpo hasta finalmente cubrirlo. Tras la muerte del insecto y bajo unas condiciones de humedad relativa alta las conidiosporas pueden extenderse a través del cuerpo cubriéndolo con material fungoso. (Monzón, 2001, pág. 01).

### 2.8.3. Croquis del experimento de campo



**Figura 6. Distribución de los tratamientos**

Fuente: De León, (2021)

### 2.8.4. Manejo del experimento de campo

Para esta investigación se tuvieron las mismas condiciones de manejo en el cultivo lo cual es el chapeo manual que es la única actividad que se realiza dentro de la plantación, donde se eliminan las malezas que se encuentra en el plato del árbol, la aplicación de los productos fue realizada por la misma persona (ver figura 28 en anexos) para que las aplicaciones de los productos puedan ser homogénea, para la investigación el clon utilizado fue 333.

Para la toma de datos que corresponde a la determinación de infestación se realizó un muestreo antes de montar la investigación de igual manera 15 días después de la aplicación de los tratamientos, con la finalidad de obtener el comportamiento de la infestación de larvas y daño de frutos. Al igual que la cosecha de las nueces antes y

después de la aplicación con el fin de determinar rendimiento, rentabilidad y relación beneficio costo.

### **2.8.5. Trazo del experimento de campo**

El trazo de parcelas se realizó con una cinta métrica de tal forma que se delimite un área de 441 metro cuadrado por unidad experimental, como también tomando de referencia el distanciamiento entre plantas (7m) y surcos (7m), se marcaron cada una de las unidades experimentales y repeticiones con el fin de poder identificarlas al momento de realizar las aplicaciones de los productos y no tener confusiones al igual que al momento de la toma de los datos.

### **2.8.6. Aplicación de los productos y toma de datos**

Para poder realizar la aplicación primero fue necesario realizar la calibración del equipo a utilizar en la evaluación, teniendo a bien poder determinar la cantidad de volumen de agua a utilizar, esto a través de realizar un simulacro de aplicación sobre la cobertura del árbol a un mismo paso, con ello obteniendo una cantidad estimada de 4.80 litros por árbol. La dosis de cada productos utilizada son: Endosulfan 35 Ec (Thiodan) es de 250 cc en 100 l de agua, Virus de la Poliedrosis Nuclear (VPN Ultra 1,6 Wp) es de 0.70 kg en 100 l de agua, Azadirachta indica (ACT botánico 0,003 SC) es de 500 cc en 100 l de agua y *Beauveria bassiana* (Teraboveria 0,025 SC) es de 750 cc en 100 l de agua, la mezcla de los productos se realizó en un recipiente, en donde se agregó el 50 % de agua al recipiente, se agregó el producto y se mezcló bien obteniendo una solución homogénea, se agregó a la bomba de motor de 20 litros para luego ser aplicado el producto a cada uno de los árboles de las unidades experimentales.

Cabe resaltar que la bomba fue calibrada con el fin de poder realizar una aplicación homogénea tratando de que los frutos fueran mojados por el producto y lograr el total de la cobertura foliar.

Para la aplicación de estos productos se realizó la mezcla en un tonel de 200 litros incorporando la mitad del agua a utilizar para luego agregar el producto y mezclar, luego se agregó el resto de agua hasta completar el total de la mezcla, se agregó esta mezcla a la bomba de motor con la que se aplicó el producto, aplicando en forma pulverizada con la finalidad de abarcar todos los árboles de la unidad experimental y en especial los frutos.

Luego de la aplicación de un producto el equipo utilizado fue lavado con la finalidad de que no quedara ningún residuo para poder incorporar el otro producto y ser aplicado.

Se tomaron lecturas antes de la aplicación y 15 días después de la aplicación, teniendo en cuenta la metodología que se describió anteriormente en cada uno de los incisos de las variables, teniendo en cuenta: ¿Cómo se realizó?, ¿Cuándo se realizó? y ¿Quién lo realizó?, obteniendo con ello los datos necesarios para realizar los diferentes análisis para cada variable.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Habiendo ejecutado la investigación en el cultivo de macadamia en la evaluación de controles para el barrenador de la nuez, utilizando cuatro insecticidas y realizando conforme a la metodología mencionada se obtuvieron los resultados de dicha investigación las cuales se presentan a continuación.

### 1. Determinación del efecto de los insecticidas en el control del barrenador de la nuez *Ecdytolopha torticornis* sobre el porcentaje de infestación de larva.

Para poder alcanzar este objetivo se determinó la variable de respuesta infestación de larva.

#### 1.1. Porcentaje de infestación de larvas

En la tabla ocho, nueve y diez los cuales se encuentra en anexos se observan los datos recolectados por unidad experimental del porcentaje de infestación por larvas antes y después de las aplicaciones.

Teniendo como primer resultado el efecto de los tratamientos respecto al comportamiento de la infestación de la larva de nuez de macadamia, realizando para ello un análisis de Covarianza de los datos recolectados antes y después de la primera aplicación de los tratamientos antes y después de la segunda aplicación.

#### 1.2. Análisis de covarianza porcentaje de infestación primera aplicación

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>Aj</u>	<u>CV</u>
<u>INFESTACION</u>	<u>20</u>	<u>0,88</u>	<u>0,79</u>	<u>6,80</u>	

El diseño fue muy bien manejado ya que el coeficiente de variación es de 6.80 % el cual se encuentra dentro del parámetro permitido. En el análisis que se encuentra en la tabla 11 en anexos, el cual es una covarianza entre la toma de datos de porcentaje de infestación antes y después de la aplicación de los tratamientos con la finalidad de determinar si existe una relación entre ambos datos recolectados, por lo que se determina con estos resultados que se acepta la hipótesis alternativa para el caso de los tratamientos el cual dice que al menos uno de los tratamientos presenta un efecto diferente con respecto a la variable porcentaje de infestación, esto interpretado por la regla de decisión en donde p-valor es 0.0002 el cual es menor a 0.05.

Para el caso de la covariable se determina que no existe una diferencia significativa ya que p-valor es 0.0824 siendo mayor a 0.05 por lo que se acepta la hipótesis nula, el cual menciona que se presenta el mismo efecto sobre la variable de respuesta.

### 1.3. Prueba múltiple de medias según Tukey, infestación de larvas primera aplicación.

*Error: 3,3953 gl: 11*

<u>TRAT</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>			
Teraboveria	22,85	4	0,92	A		
VPN Ultra	24,47	4	1,00	A	B	
ACT Botanico	27,36	4	0,96		B	
Thiodan	28,42	4	0,93		B	C
Testigo	32,32	4	0,92			C

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

**Figura 7. Prueba múltiple de medias según Tukey % infestación primera aplicación. Alfa=0,05 DMS=4,21375**

Fuente: De León, (2021)

En la figura, se observa el comportamiento de los tratamientos conforme la variable porcentaje de infestación teniendo estadísticamente que los tratamientos cinco y tres son iguales ya que presentan una letra en común (A), pero numéricamente el mejor tratamiento es *Beauveria Bassiana* (Teraboveria 0,025 SC) con una media de 22.85 lo que equivale a un 15% seguidamente del tratamiento Virus de la poliedrosis nuclear (VPN Ultra 1,6 WP) con una media de 24.47 lo que equivale a 16.25% el cual son los dos tratamientos que predominan del resto, teniendo así una reducción de infestación de 7.5% y 4.37% respectivamente.

#### 1.4. Diagrama de dispersión de infestación de larvas primera aplicación

En la figura 33 en anexos se tiene una tendencia descendente no muy prolongada, en la cual se observa una pendiente, teniendo que la covariable se encuentra un poco dispersa por lo que se concluye que se tiene un poco relación entre el porcentaje de infestación antes y después de la primera aplicación de los tratamientos.

#### 1.5. Análisis de la covarianza infestación de larvas segunda aplicación

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
INFESTACION	20	0,94	0,89	7,53

El diseño fue muy bien manejado ya que el coeficiente de variación es de 7.53% que se encuentra entre el rango aceptable.

Según el análisis de Ancova que se encuentra en la tabla 12 en anexos, el cual es una covarianza entre la toma de datos de porcentaje de infestación antes y después de la segunda aplicación de los tratamientos con la finalidad de determinar si existe una relación entre ambos datos recolectados, por lo que se determina con estos resultados que se acepta la hipótesis alternativa para el caso de los tratamientos teniendo un dato de 0.0013 el cual dice que al menos uno de los tratamientos presenta un efecto diferente

con respecto a la variable porcentaje de infestación esto interpretado por la regla de decisión en donde p-valor es menor a 0.05.

Para el caso de la covariable se determina que no existe una diferencia significativa ya que p-valor es 0.6479 siendo mayor a 0.05 por lo que se acepta la hipótesis nula, el cual menciona que se presenta el mismo efecto sobre la variable de respuesta en todos los tratamientos.

### 1.6. Prueba múltiple de medias según Tukey, infestación de larvas segunda aplicación.

*Error: 3,5907 gl: 11*

TRAT Medias n E.E.

Teraboveria	17,71	4	1,50	A
VPN Ultra	20,84	4	1,31	A
Thiodan	27,23	4	1,04	B
ACT Botanico	29,48	4	0,97	B
<u>Testigo Abs</u>	<u>30,52</u>	<u>4</u>	<u>1,71</u>	<u>B</u>

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

### **Figura 8. Prueba múltiple de medias según Tukey, porcentaje de infestación segunda aplicación, Alfa=0,05 DMS=4,33329**

Fuente: De León, (2021)

En la figura, se observa el comportamiento de los tratamientos conforme la variable porcentaje de infestación antes y después de la segunda aplicación teniendo como mejores tratamientos el de *Beauveria bassiana* (Teraboveria 0,025 SC) con un promedio de 17.71 lo que equivale a 8.75% de infestación y Virus de la poliedrosis nuclear (VPN Ultra 1,6 WP) con un promedio de 20.84 lo cual equivale a 14.37% de infestación el cual se interpreta que estadísticamente son iguales los dos tratamientos los cuales

predominan del resto. Pero numéricamente el mejor es *Beauveria bassiana* (Teraboveria 0,025 SC).

### 1.7. Diagrama de dispersión de infestación de larvas segunda aplicación

En la figura 34 en anexos se presenta una forma muy clara que se hay una tendencia descendente, la cual muestra una inclinación y se tiene una dirección de la pendiente, ya que ocurre que la covariable se encuentra un poco dispersa, pero se observa la pendiente por lo que se concluye que se tiene una relación entre el porcentaje de infestación antes y después de la segunda aplicación de los tratamientos.

Para la variable porcentaje de infestación se determina que los tratamientos que lograron reducir el mismo son los tratamientos con *Beauveria bassiana* (Teraboveria) y el Virus de la poliedrosis nuclear (VPN Ultra) obteniendo una diferencia en el análisis realizado por cada aplicación, obteniendo en la primera y segunda toma de datos después de la aplicación, una media según la prueba de tukey de 22.85 y 17.71 respectivamente para el tratamiento *Beauveria bassiana* (Teraboveria) y para el Virus de la poliedrosis nuclear (VPN Ultra) 22.47 y 20.84, por lo que cualquiera de estos dos tratamientos reduce la infestación de larvas.

Tabla 3. Resumen de medias obtenidas por infestación

Tratamiento	Numerales	% Infestación A1AP	% Infestación D1AP	% Infestación D2AP
<i>Beauveria bassiana</i>	V	22.5	15.0	8.7
Virus de la poliedrosis nuclear	III	20.6	16.2	14.3
Endosulfan 35	II	23.7	23.1	21.7
<i>Azadirachta indica</i>	IV	24.3	21.8	24.3
Testigo	I	23.1	28.7	25.6

Fuente: De León, (2021)

Se logra observar el resumen del análisis estadístico, teniendo la media de infestación antes de la primera aplicación y las medias después de las aplicación obteniendo así los mejores insecticidas los cuales son: *Beauveria bassiana* (Teraboveria) una reducción de infestación de larvas a un 8.75% con este insecticida y a 14.37 % con el Virus de la poliedrosis nuclear (VPN Ultra) teniendo una disminución de 13.75 % y 6.25 % respectivamente para cada insecticida, teniendo así que el mejor tratamiento con respecto a la reducción de infestación de larvas es el tratamiento con *Beauveria bassiana* (Teraboveria), por lo que se acepta la hipótesis alternativa el cual indica que al menos un tratamiento presenta un efecto diferente.

## 2. Determinación del efecto de los insecticidas en el control del barrenador de la nuez *Ecdyolopha torticornis* sobre el porcentaje de daño de la plaga.

Para determinar la cantidad de daño en la nuez de macadamia se determinó a través de la variable de respuesta porcentaje de daño de la plaga.

### 2.1. Porcentaje de daño

A continuación, se presentan los resultados del análisis de covarianza para cada aplicación de insecticidas para la variable de respuesta porcentaje de daño causado por *E. torticornis*, para los datos recolectados antes y después de cada una de la aplicación de los tratamientos. En la tabla 13, 14 y 15 en anexos, se encuentran los datos en porcentajes recolectados en cada unidad experimental.

### 2.2. Análisis de la covarianza porcentaje de daño primera aplicación

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
DAÑO	20	0,94	0,90	6,12	

En los resultados obtenidos a través del análisis se determinó que el diseño fue bien manejado ya que el coeficiente de variación es de 6.12 %, en el cuadro 16 en anexos se encuentran los resultados obtenidos determinando p-valor con 0.0001 el cual es menor a 0.05 por lo que se acepta la hipótesis alternativa para los tratamientos evaluados donde al menos un tratamiento presenta efectos diferentes con respecto a la variable porcentaje de daño de larva, en el caso de la covarianza se acepta la hipótesis nula en donde todos los tratamientos presentan el mismo efecto sobre la variable de respuesta porcentaje daño de la nuez, ya que p-valor es de 0.0670 mayor a 0.05. Estos datos son el resultado de la toma de datos antes y después de la primera aplicación de los tratamientos.

### 2.3. Prueba múltiple de medias según Tukey, porcentaje de daño primera aplicación.

*Error: 2,3709 gl: 11*

*TRAT Medias n E.E.*

Teraboveria	19,01	4	0,83	A
VPN Ultra	22,47	4	0,78	A
Thiodan 3	26,72	4	0,78	B
Act botánico	26,99	4	0,80	B
Testigo	30,57	4	0,78	C

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

#### **Figura 9. Prueba múltiple de medias según Tukey, porcentaje de daño primera aplicación, Alfa=0,05 DMS=3,52112**

Se determina que el tratamiento *B. bassiana* (Teraboveria 0,025 SC) con un promedio de 19.01 lo que equivale a 10.62 % de daño y el insecticida a base del Virus de la poliedrosis (VPN ULTRA 1,6 WP) con un promedio de 22.47 lo que equivale a 14.37% teniendo que los dos tratamientos son iguales estadísticamente, pero numéricamente el mejor es *B. bassiana* (Teraboveria 0,025 SC), teniendo una disminución de 7.5% y 5% respectivamente después de la primera aplicación.

## 2.4. Diagrama de dispersión de daño primera aplicación

En la figura 35 en anexos se tiene una tendencia descendente, observando la dirección de pendiente, pero ocurre que la covariable se encuentra un poco dispersa por lo que se concluye que se tiene una pequeña relación entre el porcentaje de infestación antes y después de la primera aplicación de los tratamientos respecto al porcentaje daño de nuez.

## 2.5. Análisis de la covarianza porcentaje de daño segunda aplicación

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DAÑO	20	0,97	0,96	5,61

En los resultados presentados en la tabla 17 en anexos se determinó que el diseño fue bien manejado ya que el coeficiente de variación es de 5.61%, determinando p-valor para los tratamientos con 0.0224 el cual es menor a 0.05 por lo que se acepta la hipótesis alternativa para los tratamientos evaluados donde al menos uno presenta efectos diferentes, en el caso de la covarianza se acepta la hipótesis alternativa de igual manera en donde al menos un tratamiento presentan el mismo efecto sobre la variable de respuesta porcentaje daño, ya que p-valor es de 0.0030 menor a 0.05. Estos datos son el resultado de la toma de datos antes y después de la segunda aplicación de los tratamientos, por lo que se realizó el análisis de la prueba múltiple de medias según Tukey.

## 2.6. Prueba múltiple de medias según Tukey, porcentaje de daño primera aplicación.

*Error: 1,7807 gl: 11*

TRAT	Medias	n	E.E.	
Teraboveria	19,19	4	1,65	A
VPN Ultra	23,61	4	0,93	B
Testigo	25,22	4	1,42	B
Thiodan	25,43	4	0,78	B
ACT botanico	25,51	4	0,84	B

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

**Figura 10. Prueba múltiple de medias según Tukey, porcentaje de daño segunda aplicación, Alfa=0,05 DMS=3,05153**

Fuente: De León, (2021)

Se determina que el insecticida a base (*B. bassiana* Teraboveria 0,025 SC) estadísticamente es el mejor siendo el único que posee la letra (A), ya que representa una diferencia altamente significativa, teniendo un promedio de 19.19 lo que equivale a 5.62% de daño.

## 2.7. Diagrama de dispersión de daño de larvas segunda aplicación

En la figura 36 en anexos se representa una forma detallada que tiene una tendencia descendente, con una inclinación, ya que ocurre que en la covariable se encuentra con una pendiente por lo que se concluye que se tiene una relación entre el porcentaje de infestación antes y después de la aplicación de los tratamientos, esto reflejado en la segunda aplicación de los insecticidas.

**Tabla 4. Resumen de medias obtenidas por daño**

Tratamiento	Numerales	% Daño A1AP	% Daño D1AP	% Daño D2AP
<i>Beauveria bassiana</i>	V	18.1	10.6	5.6
Virus de la poliedrosis nuclear	III	19.3	14.3	13.1
Endosulfan 35	II	20.6	20.6	20.6
<i>Azadirachta indica</i>	IV	21.2	21.2	21.2
Testigo	I	20.6	26.2	25.0

Fuente: De León, (2021)

Para la reducción del porcentaje de daño de nuez los mejores insecticidas en la primer aplicación fueron el *B. bassiana* (Teraboveria) y el virus de la poliedrosis nuclear (VPN Ultra), en el análisis de la segunda aplicación el insecticida a base de *B. bassiana* (Teraboveria) se determina que es el mejor a través de la prueba múltiple de medias

obteniendo una reducción de un 18 % a 5 % de daño de nuez en campo, le sigue el tratamiento con VPN Ultra el cual se tuvo una reducción de 19 % a 13 % de daño, cómo se muestra en la tabla cuatro, por lo que se determina que *B. bassiana* (Teraboveria) es el insecticida que prevalece en esta variable.

### 3. Determinación del efecto de los insecticidas sobre la mortalidad de larvas del barrenador de la nuez *Ecdytolopha torticornis*.

Para poder alcanzar este objetivo se realizaron dos aplicaciones donde se tomaron datos antes y después esto de las nueces que presentaban perforación por *E. torticornis*. Para ello se utilizó la variable de respuesta Porcentaje de mortalidad de larvas.

#### 3.1. Mortalidad de larvas del barrenador

La obtención de estos datos se realizó después de cada una de las aplicaciones de los tratamientos a través de un monitoreo por muestreo obteniendo porcentaje de muerte de larvas como se muestra en las tablas 18 y 19 en anexos, teniendo los resultados a través de los análisis de varianza que se presentan a continuación.

#### 3.2. Análisis de la varianza mortalidad de larvas primera aplicación

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% Muerte 1er app	20	0,94	0,90	22,07

El diseño fue muy bien manejado ya que el coeficiente de variación es de 22.07 el cual se encuentra entre el rango aceptable, en el análisis que se encuentra en la tabla 20 en anexos el cual es un Andeva se rechaza la hipótesis nula ya que el P-valor es de 0.0001 el cual es menor a 0.05 por lo que se acepta la hipótesis alternativa el cual dice que al menos uno de los tratamiento presenta un efecto diferente sobre la variable de respuesta en este caso porcentaje de muerte de larvas, teniendo una diferencia significativa. Teniendo este resultado se realizó la prueba múltiple de medias según Tukey.

### 3.3. Prueba múltiple de medias según Tukey, mortalidad de larvas primera aplicación.

Error: 0,4380 gl: 12

TRAT	Medias	n	E.E.	
Teraboveria	6,21	4	0,33	A
VPN Ultra	3,87	4	0,33	B
Thiodan	2,91	4	0,33	B
Testigo	1,00	4	0,33	C
ACT Botanico	1,00	4	0,33	C

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

**Figura 11. Prueba múltiple de medias, mortalidad de larvas primera aplicación, Tukey, Alfa=0,05 DMS=1,49157**

Se determina que el tratamiento que posee una diferencia significativa al resto es el de *B. bassiana* (Teraboveria) que estadísticamente y numéricamente presenta mejor resultado. Teniendo un promedio de 6.21 lo cual equivale a 27.5 % de mortalidad de larvas.

### 3.4. Análisis de la varianza porcentaje de muerte segunda aplicación

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% morta 2da app	20	0,96	0,93	17,33

En la tabla 21 en anexos se determina que el diseño fue muy bien manejado ya que el coeficiente de variación es de 17.33 el cual se encuentra entre el rango aceptable, se rechaza la hipótesis nula ya que el P-valor es de 0.0001 el cual es menor a 0.05 por lo que se acepta la hipótesis alternativa el cual dice que al menos un tratamiento presenta un efecto diferente sobre la variable de respuesta en este caso mortalidad de larvas con

una diferencia significativa en la segunda aplicación de los tratamientos. Teniendo este resultado se realizó la prueba múltiple de medias.

### 3.5. Prueba múltiple de medias según Tukey, mortalidad de larvas segunda aplicación.

*Error: 0,3200 gl: 12*

TRAT	Medias	n	E.E.	
Teraboveria	6,57	4	0,28	A
VPN Ultra	4,05	4	0,28	B
Thiodan	3,70	4	0,28	B
Testigo	1,00	4	0,28	C
ACT Botanico	1,00	4	0,28	C

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

#### **Figura 12. Prueba múltiple de medias, mortalidad de larvas segunda aplicación, Tukey, Alfa=0,05 DMS=1,49157Tukey Alfa=0,05 DMS=1,27494**

Se determina que el tratamiento que posee una diferencia significativa es el de *B. bassiana* (Teraboveria) con un promedio de 6.57 lo que equivale a 31.25% de mortandad, lo cual estadísticamente representa mejor resultado por lo que tiende a ser el mejor tratamiento respecto a la variable mortalidad de larvas.

**Tabla 5. Resumen de medias obtenidas por mortalidad de larvas**

Tratamiento	Numerales	% Muerte D1AP	% Muerte D2AP
<i>Beauveria bassiana</i>	V	27.5	31.2
Virus de la poliedrosis nuclear	III	8.7	10.0
Endosulfan 35	II	5	7.5
<i>Azadirachta indica</i>	IV	0	0
Testigo	I	0	0

Fuente: De León, (2021)

Se determina que el tratamiento con *B. bassiana* (Teraboveria) representa mejores resultados con respecto a la mortalidad de larvas teniendo hasta un 30 % y 35 % de mortandad y en promedio un 27.5 % y 31.25 % y en el caso de *Virus de la poliedrosis nuclear* (VPN Ultra) y Endosulfan 35 (Thiodan) alcanzan un 5% de mortandad, por lo que *B. bassiana* (Teraboveria) presentan mejor estadística con respecto a esta variable y se ve reflejado en la reducción de infestación y daño en nueces.

La baja mortalidad del endosulfan se debe a que es un producto es de contacto e ingestión, estos productos actúan de manera instantánea si se tiene el contacto con el insecto, al igual por esta característica tienden a degradarse muy rápido teniendo un periodo de control corto todo esto va relacionado por las condiciones climáticas que se tengan en la zona, al igual estos insectos han ido adquiriendo resistencia genética ya que ha sido un producto que su uso fue excesivo en los cultivos, al igual cabe resaltar que el insecto tiende a estar dentro de la nuez por lo que el producto es muy difícil que caiga directamente sobre el insecto, llegando a concluir que no es efectivo para el control de esta plaga.

Con respecto al virus de la poliedrosis nuclear la muerte es causada por la ingestión del mismo, en donde el insecto se alimenta de la parte vegetativa donde se adhirió el producto después de la aplicación, logrando identificar la muerte por este virus a través de la coloración oscura que presenta la larva infectada como se muestra en la figura 32 en anexos.

Con respecto a *B. bassiana* el cual obtuvo mejor control para *E. torticornis* a través del análisis estadístico, debido al modo de acción ya que el hongo hace efecto al momento de entrar en contacto con la larva y este empieza a parasitar hasta matar al insecto, en algunas larvas muertas se logró observar la presencia de esporas del hongo (ver figura 29 y 30) y en algunos no (ver figura 31), esto debido a que deben encontrarse condiciones de temperatura adecuadas como por ejemplo la humedad relativa a un 90 % para que se desarrollen las esporas, cabe resaltar que este hongo puede seguir matando si hay otras larvas que entren en contacto con larvas que presentan estas esporas, teniendo así mayor oportunidad de controlar esta plaga.

Con respecto a *Azadirachta indica* no se obtuvo muerte de larvas, en donde una de las desventajas pudo ser que es un insecticida de contacto y repelente por lo que se logra concluir que no es efectivo para muerte de larvas.

#### **4. Determinación de rendimiento de macadamia en las parcelas de los insecticidas evaluados.**

Para poder obtener los resultados del objetivo planteado, se determinó a través de la variable de respuesta rendimiento en concha.

##### **4.1. Determinación de rendimiento por tratamiento en concha**

A continuación, los resultados de cosecha en la cual se realizó la toma de datos antes y después de cada una de las aplicaciones con la finalidad de realizar un análisis de covarianza, en las tablas 22, 23 y 24 se indican los datos recolectados por unidad experimental.

#### 4.2. Análisis de covarianza rendimiento nuez en concha primera aplicación.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PRODUCCION	20	0,93	0,88	5,41

Habiendo realizado el análisis en el programa Infostat, se determina que el diseño fue bien manejado ya que el coeficiente de variación es de 5.41% dato que se encuentra dentro del rango aceptable, en la tabla 25 que se encuentra en anexos se determina que para tratamiento se acepta la hipótesis alternativa ya que p-valor es 0.0003 siendo menor a 0.05 y para covariable se acepta la hipótesis altermativa teniendo 0.3213, lo cual aceptando la hipótesis alternativa menciona que al menos un tratamiento presenta un efecto diferente al resto con respecto a la variable rendimiento (kg) por tratamiento, por lo que se realizó prueba múltiple de medias.

#### 4.3. Prueba múltiple de medias según Tukey, rendimiento nuez en concha primera aplicación.

*Error: 0,0795 gl: 11*

TRAT	Medias	n	E.E.		
Teraboveria	6,45	4	0,21	A	
VPN Ultra	5,24	4	0,19	B	
Thiodan	5,07	4	0,15	B	C
ACT Botanico	4,78	4	0,21	B	C
Testigo	4,54	4	0,16		C

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

#### **Figura 13. Prueba múltiple de medias según Tukey, rendimiento nuez en concha primera aplicación. Alfa=0,05 DMS=0,64465**

Al aceptar la hipótesis alternativa se realizó la prueba múltiple de medias según Tukey se determina que el tratamiento que posee una diferencia significativa al resto es *B. bassiana* (Teraboveria 0,025 SC) que estadísticamente representa mejor resultado por lo que tiende a ser el mejor tratamiento con respecto a la variable rendimiento por tratamiento, teniendo un promedio de 6.45 kg/tratamiento.

#### 4.4. Diagrama de dispersión rendimiento por tratamiento primera aplicación

En la figura 37 en anexos se tiene una forma detallada, aunque un poco dispersos los puntos, pero se tiene una tendencia ascendente, con una inclinación, ya que ocurre que en la covariable se encuentra con una pendiente por lo que se concluye que se tiene una relación entre el rendimiento por tratamiento antes y después de la aplicación de los tratamientos, esto reflejado en la primera aplicación.

#### 4.5. Análisis de covarianza rendimiento nuez en concha segunda aplicación.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PRODUCCION	20	0,98	0,96	3,93

Teniendo el análisis a través del programa Infostat, se determina que el diseño fue bien manejado ya que el coeficiente de variación es de 3.93 dato que se encuentra dentro del rango aceptable, en la tabla 26 en anexos se determina que para tratamiento se acepta la hipótesis alternativa ya que p-valor es 0.0132 siendo menor a 0.05 y para covariable se acepta la hipótesis alternativa teniendo 0.0716, lo cual aceptando la hipótesis alternativa menciona que al menos un tratamiento presenta un efecto diferente al resto con respecto a la variable rendimiento (kg) por tratamiento. Por lo que se realizó prueba múltiple de medias según Tukey.

#### 4.6. Prueba múltiple de medias según Tukey, rendimiento nuez en concha segunda aplicación.

**Error: 0,0447 gl: 11**

TRAT	Medias	n	E.E.		
Teraboveria	6,58	4	0,32	A	
VPN Ultra	5,42	4	0,11	B	
Thiodan	5,37	4	0,11	B	
ACT botánico	4,98	4	0,17	B	C
Testigo	4,58	4	0,20		C

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

**Figura 14. Prueba múltiple de medias según Tukey, rendimiento nuez en concha segunda aplicación. Alfa=0,05 DMS=0,48367**

Al aceptar la hipótesis alternativa se determina que al menos un tratamiento presenta un efecto diferente por lo que se realizó la prueba múltiple de medias según Tukey donde se determinó que el mejor insecticida estadísticamente con una diferencia significativa al resto es *B. bassiana* (Teraboveria 0,025 SC con una media de 6.58 kg/tratamiento).

**4.7. Diagrama de dispersión rendimiento por tratamiento segunda aplicación**

En la figura 38 en anexos el diagrama de la primera aplicación se representa de forma detallada, aunque un poco dispersos los puntos donde se tiene una tendencia ascendente, en la que se tiene una inclinación ascendente, por lo que se tienen una relación entre el rendimiento por tratamiento antes y después de la aplicación de los tratamientos, esto reflejado en la segunda aplicación.

El mejor tratamiento es el de Teraboveria ya que se obtiene mejores resultados en rendimiento por tratamiento alcanzado hasta dos kg por unidad experimental, teniendo un promedio a través de la prueba múltiple de medias de 6.58 kg, por lo que al utilizar Teraboveria tiende a mejorar el rendimiento y con ello los ingresos.

Transformando los resultados anteriores a kg/ ha el rendimiento con Teraboveria es de 149.2 kg/ha y sin aplicación de control es de 103.8 kg/ha. Se acepta la hipótesis alternativa para esta variable ya que al menos un tratamiento presenta un efecto diferente al resto en este caso el tratamiento con Teraboveria.

## **5. Determinación de la factibilidad económica del control del barrenador *Ecdytopha torticornis* con los cuatro insecticidas evaluados por hectárea, mediante un análisis económico.**

Para poder cumplir este objetivo se determinaron los costos de cada insecticida evaluado, esto con la finalidad de poder tener el costo por hectárea y el beneficio costo de cada insecticida.

### **5.1. Factibilidad económica por tratamiento por hectárea**

Obteniendo los costos por cada uno de los tratamientos los cuales se encuentran en las tablas 27, 28, 29, 30 y 31 en anexos y obteniendo el rendimiento por unidad experimental, en donde se utilizó la media de producción de cada uno de los tratamientos obtenidos del análisis de variable rendimiento nuez en concha por tratamiento, realizando la conversión por hectárea con el fin de realizar el análisis económico por hectárea, los resultados obtenidos se encuentran en las tablas 32, 33, 34, 35 y 36 en donde se utilizaron indicadores con la finalidad de determinar el índice de rentabilidad y beneficio costo.

Teniendo los resultados resumidos dentro de la tabla seis, se determina que el índice de rentabilidad y relación beneficio costo el cual indica lo que ingresa por venta en relación al costo de producción, en donde para cada uno de los tratamientos no se tiene una gran diferencia se mantiene en el mismo rango, pero se aprecia que el tratamiento con Terabaoveria 0,025 SC posee un índice de rentabilidad más alto, en el cual se puede ver reflejado en la ganancia ya que se tiene una diferencia de 900 quetzales del tratamiento sin control, por lo que la utilización de este producto aumenta los ingresos. Al igual los otros tratamientos poseen una ganancia, pero no se tiene una gran diferencia con respecto al testigo.

**Tabla 6. Resumen de costos por tratamiento / ha**

Tratamiento	kg/ tra.	Kg/ha	qq/ha	qq/ha	Precio/qq	Ingreso	Egreso	Ganancia	I. rent.	Rel. B/C
Sin control	4.58	103.81	2.28	4.56	Q.600	Q. 2,736	Q. 244.395	Q. 2,491.605	29.96 %	1.29
THIODAN	5.37	121.72	2.67	5.34	Q.600	Q. 3,204	Q. 484.395	Q. 2,719.605	29.99%	1.29
VPN Ultra 1,6 WP	5.42	122.85	2.70	5.40	Q.600	Q. 3,240	Q. 608.395	Q. 2,631.605	26.13 %	1.26
ACT BOTÁNICO 0,003 SC	4.98	112.88	2.48	4.96	Q.600	Q. 2,976	Q. 404.395	Q. 2,571.605	29.98	1.29
TERABOVERIA 0,025 SC	6.58	149.14	3.28	6.56	Q.600	Q. 3,936	Q. 544.395	Q. 3,391.605	30%	1.3

Fuente: De León, (2021).

## VII. CONCLUSIONES

1. Se logró la reducción de infestación de larvas a un 8.75% con el insecticida de *Beauveria b.* (Teraboveria 0,025), y a 14.37 % con el insecticida *Virus de la poliedrosis nuclear* (VPN Ultra 1,6 WP) teniendo una reducción de hasta 13.75 % con *Beauveria b.* (Teraboveria 0,025), y 6.25 % con el insecticida *Virus de la poliedrosis nuclear* (VPN Ultra 1,6 WP), teniendo así que el mejor insecticida con respecto a la reducción de infestación de larvas es el tratamiento a base de *Beauveria b.* (Teraboveria 0,025), por lo que se acepta la hipótesis alternativa.
2. Para el porcentaje de daño se tiene que el insecticida con *Beauveria b.* (Teraboveria 0,025), (Teraboveria 0,025), presenta mejor resultado, reduciendo de un 18 % a 5 % de daño de nuez en campo, le sigue el insecticida con *Virus de la poliedrosis nuclear* (VPN Ultra 1,6 WP) el cual tuvo una reducción de 19 % a 13 % de daño.
3. Para la variable mortalidad de larvas, el insecticida con *Beauveria b.* (Teraboveria 0,025), alcanzó hasta un 31 % de mortalidad de larvas, lo cual a través de la prueba múltiple de medias se determinó como el mejor insecticida.
4. El rendimiento con el insecticida con *Beauveria b.* (Teraboveria 0,025), tiende a mejorar ya que el rendimiento por hectárea es de 149.2 kg teniendo un aumento de 45.4 kg ya que se tiene un rendimiento de 103.8 kg sin ningún insecticida. De igual manera se acepta la hipótesis alternativa para esta variable, la cual menciona que un insecticida presenta efecto diferente en este caso *Beauveria b.* (Teraboveria 0,025).
5. A través del análisis económico por insecticida por hectárea, se determinó que el insecticida con *Beauveria b.* (Teraboveria 0,025), posee un mejor ingreso a comparación del resto, teniendo una ganancia de Q 3,391.605, lo que equivale a Q 800.00 más que el tratamiento sin aplicación por lo que al realizar la aplicación de *Beauveria b.* (Teraboveria 0,025), se aumenta la ganancia.
6. Teniendo el resultado de cada una de las variables evaluadas, el tratamiento con *Beauveria b.* (Teraboveria 0,025), tiene un mejor efecto con respecto a la reducción

de infestación de larvas, daño de nuez, un mayor porcentaje de mortalidad de larvas con ello se logra interferir el ciclo de la plaga, al igual se tiene un mejor rendimiento y con ello mejor ganancia.

## VIII. RECOMENDACIONES

1. Realizar la aplicación de *Beauveria b.* (Teraboveria 0,025), en el cultivo de macadamia dentro de la Asociación San Dionisio con la finalidad de reducir el porcentaje de infestación de larvas y daño de nuez en campo, teniendo un mejor rendimiento y ganancia y con ello obteniendo un producto orgánico el cual dentro del mercado tiene un mejor precio.
2. Realizar muestreo mensual de infestación de larva dentro de la plantación con la finalidad de determinar el comportamiento de la plaga y si se encuentra dentro de los parámetros permitidos, siguiendo la metodología descrita dentro de la investigación.
3. Buscar alternativa para poder reproducir dentro de la Asociación este hongo y poder reducir los costos por compra de producto ya que no solo se puede utilizar para el control de barrenador de la nuez de macadamia sino también controla lo que es la broca del café.
4. Realizar la aplicación del producto al momento que el fruto empiece a desarrollarse ya que esta plaga prefiere los frutos en crecimiento ya que se le hace fácil su perforación y tiende a dañar el kernel con mayor facilidad.
5. Aplicar como segunda opción el Virus de la poliedrosis nuclear y *Beauveria b.* (Teraboveria 0,025), con la finalidad de combinar para realizar un manejo integrado de plaga.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANACAFÉ. (2006). *Cultivo de la nuez de macadamia*.  
[http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Cultivo\\_de\\_nuez\\_macadamia](http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Cultivo_de_nuez_macadamia)
- BACI. (2020). *Nueces de macadamia, frescas o secas, con cáscara*.  
<https://datamexico.org/es/profile/product/macadamia-nuts-fresh-or-dried-shelled>
- Blanco, H. (1994). *Efecto del manejo de las malezas en Macadamia sobre la población del barrenador de la nuez *ecdytolopha torticornis meyrick* (lep: tortricidae)*.<https://docplayer.es/27967874-Efecto-del-manejo-de-lasmalezas-en-macadamia-sobre-la-poblacion-del-barrenador-de-la-nuezecdytolopha-torticornis-meyricklep-tortricidae-1.html>
- Chacón, R. (2009). *Tipos de materia orgánica*. San Felipe, Retalhuleu, Guatemala.  
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/8640/1/Diagnostico%20final%20SIL.pdf>
- Coto, D. (1986). *Macadamia, técnicas para su producción*.  
[/Tesis.http://www.repositorio.usac.edu.gt/6822/1/Tesis%20Jose%20Luis.pdf](http://www.repositorio.usac.edu.gt/6822/1/Tesis%20Jose%20Luis.pdf)
- DEAGROMIA. (2000). *Control de Plagas, Concepto, Control Biológico, Tipos y Ventajas*.[https://deagronomia.com/agroecologia/control-de-plagas-agricolas/#tipos\\_de\\_control\\_biologico\\_de\\_plagas](https://deagronomia.com/agroecologia/control-de-plagas-agricolas/#tipos_de_control_biologico_de_plagas)
- De Bach, P. (1986). *Control biológico de plagas, insectos y malas hierbas*.  
<https://www.worldcat.org/es/title/control-biologico-de-las-plagas-de-insectos-y-malas-hierbas/oclc/503276618>

- De León, J. (1992). Cultivo de macadamia.  
<https://www.repositorio.usac.edu.gt/6822/1/Tesis%20Jose%20Luis.pdf>
- FAO. (1993). *Ciclo y comportamiento de Ovoposición Ecdytoplopha torticornis*.  
<http://agris.fao.org/agrissearch/search.do?recordID=XL1995011394>
- Hernández, D. (1991). *Sanidad vegetal y su importancia en la Agricultura*.  
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/6261/1/Efra%C3%ADnCalder%C3%B3nSagastume.pdf>
- Holdridge, L. (1982). *Ecología basada en zonas de vida*.  
<http://www.cct.or.cr/contenido/wp-content/uploads/2017/11/Ecologia-Basada-enZonas-de-Vida-Libro-IV.pdf>
- INGUAMASA. (2003). *Manejo del cultivo de la nuez de macadamia*.  
<https://macadamiamexico.com/wpcontent/uploads/2016/06/Manualmacadamia.pdf>
- Masis, C. (1982). *Insectos asociados a Macadamia integrifolia*. *Agronomía Costarricense*.  
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/6822/1/Tesis%20Jose%20Luis.pdf>
- Miranda C. (2003). *Cultivo de macadamia Macadamia integrifolia, control biológico del barrenador de la nuez de macadamia Ecdytoplopha0torticornis, con tres diferentes niveles de concentración del hongo entomopatógeno beauveria bassian (Bals.)*.  
<https://www.url.edu.gt/PortalURL/Archivos/83/Archivos/Departamento%20de%20Investigaciones%20y%20publicaciones/Articulos%20Doctrinarios/Agr%C3%ADcolas/Macadamia%20Barrenador%20y%20Hongos%20Beaveria.pdf>

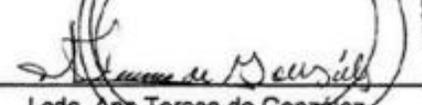
- Motta, V. (2005). *Evaluación de siete concentraciones de VPN (Virus de la Poliedrosis Nuclear), para el control de dos especies de barrenador de la caña de azúcar, D. saccharalis y D. crambidoides, bajo condiciones de laboratorio.* [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2115.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2115.pdf)
- Monzón, A. (2001) *Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas.* (CATIE, Costa Rica):  
<http://www.bionica.info/biblioteca/Monzon2001HongoEntomopatogenos.pdf>
- Nicholls, C. (1994). *Control biológico en agroecosistemas mediante el manejo de insectos entomófagos.* California. EEUU.  
<https://doctoradoagroecoudea.files.wordpress.com/2013/controlbiologico.mediante-insectos-entomofagos.pdf>
- Ortiz, M. (2004). *Manejo del Trips de la Flor (Frankliniella sp), En el Cultivo de Banano (Musa sapientum L.).* Entre Ríos, Izabal.  
[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2088.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2088.pdf)
- Pozo, L. (2000). *Proyecto de Producción y Exportación de Macadamia.*  
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/406/1/765.pdf> 68
- Reyes, P. (1980). *Diseño de Experimentos Aplicados.*  
<http://repositorio.uraccan.edu.ni/1282/1/Manual%20dise%C3%B1os%20experimentales.pdf>

Reyna, J. (1992). *Niveles de acción para controlar el barrenador de la Nuez macadamia (Cryptophelebia ombrodelta)*. <https://docplayer.es/5237116-Primo-miranda-ingeniero-agronomo-facultades-de-quetzaltenango-enero-de2003-antecedentes-y-diseno-de-la-investigacion.html>

Sheng, T. (1982). *Pendiente de los suelos*. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8640/1/Diagnostico%20final%20SIL.pdf>

Simmons Ch., Tárano, J.M. y Pinto, J.H. (1959). *Clasificación Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala*. Instituto Agropecuario Nacional. Servicio Cooperativo Inter-Americano de Agricultura, Ministerio de Agricultura. Guatemala. <https://www.maga.gob.gt/download/clasificacion-suelo.pdf>

Velarde, C. (1965). *La macadamia, precipitación*. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/6822/1/Tesis%20Jose%20Luis.pdf>

Vo. Bo.   
Lcda. Ana Teresa de González  
Bibliotecaria CUNSURC.



## X. ANEXOS



Figura 15. Larva alimentándose de la cascara



Figura 16. Huevo del barrenador



Figura 17. Adulto del barrenador



Figura 18. Perforación del barrenador



**Figura 19. Nuez caída**



**Figura 20. Nuez marcada**



**Figura 21. Recolección de nuez**



**Figura 22. Eliminación de cáscara**



**Figura 23. Flote de nuez**



**Figura 24. Peso de nuez**



**Figura 25. Transporte**



**Figura 26. Equipo y productos**



**Figura 27. Productos utilizados**



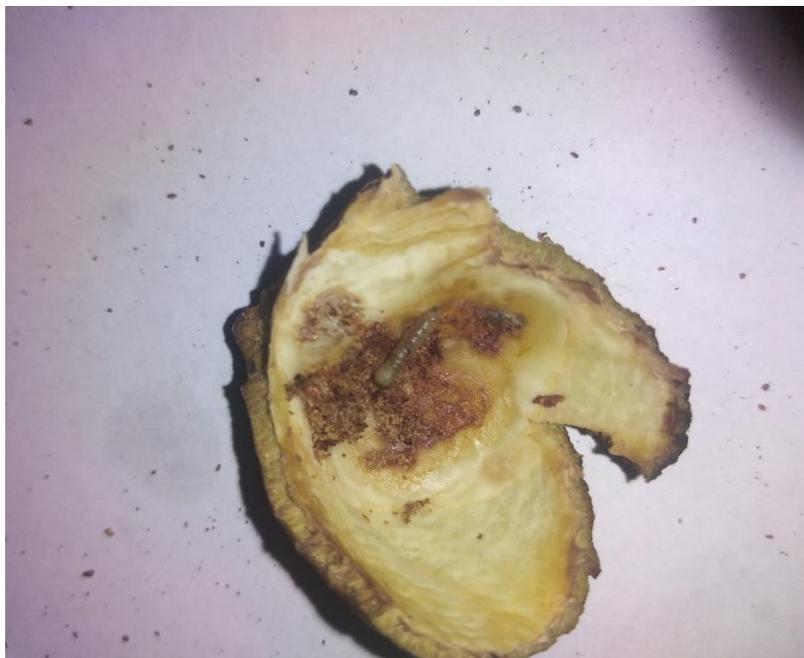
**Figura 28. Aplicación de tratamientos**



**Figura 29. Desarrollo de Beauveria bassiana**



**Figura 30. Desarrollo de Beauveria bassiana**



**Figura 31. Muerte por *B. bassiana***



**Figura 32. Muerte por Virus de la poliedrosis nuclear**

**Tabla 7. Análisis de costos parciales por tratamiento**

<b>INDICADORES</b>	<b>FÓRMULAS</b>
Costo Total de Producción	$CT = (CF + CV) \text{ o } (CD + CI)$
Volumen de Producción	$VP = \text{Rendimiento}$
Costo Unitario Promedio	$CU = CT / \text{Rendimiento o } VP$
Margen de Utilidad Unitaria	$MU = 30 \text{ a } 40 \% \text{ de } CU$
Precio Promedio de Venta	$PV = CU + MU$
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	$VBP = \text{Rendimiento} \times PV$
Utilidad Total de Producción	$UT = VBP - CT$
Índice de Rentabilidad (%)	$IR = (UT / CT) \times 100$
Relación Beneficio / Costo	$Rel.B/C = VBP / CT$

**Tabla 8. Porcentaje de infestación de larvas antes de primera aplicación**

<b>% de infestación I</b>				
<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T1</b>
27.5%	20%	25%	27.5 %	30%
<b>% de infestación II</b>				
<b>T1</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
20%	25%	20%	22.5 %	25%
<b>% de infestación III</b>				
<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T1</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>
20%	17.5 %	25%	22.5 %	22.5 %
<b>% de infestación IV</b>				
<b>T1</b>	<b>T4</b>	<b>T3</b>	<b>T5</b>	<b>T2</b>
17.5 %	22.5 %	20%	22.5 %	25%

**Tabla 9. Porcentaje de infestación de larvas después de primera aplicación**

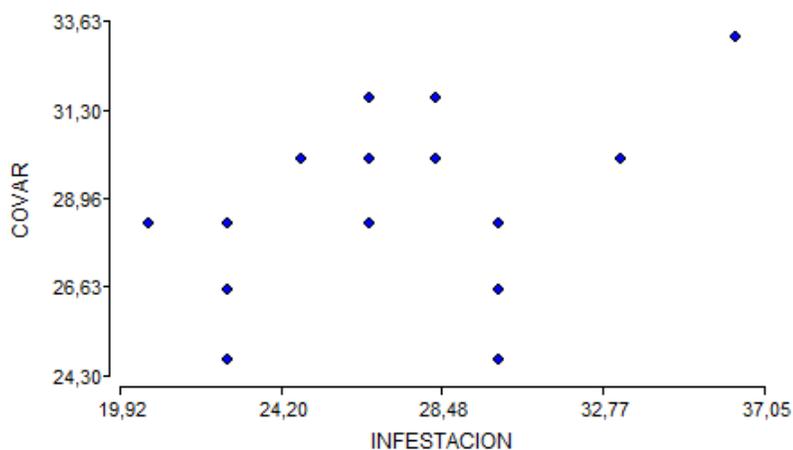
% de infestación I				
T2	T3	T5	T4	T1
22.5%	15%	17.5%	20%	35%
% de infestación II				
T1	T4	T5	T2	T3
25%	22.5%	15%	25%	20%
% de infestación III				
T2	T3	T1	T4	T5
25%	15%	30%	25%	12.5%
% de infestación IV				
T1	T4	T3	T5	T2
25%	20%	15%	15%	20%

**Tabla 10. Porcentaje de infestación de larvas después de segunda aplicación**

% de infestación I				
T2	T3	T5	T4	T1
20%	10%	10%	22.5%	25%
% de infestación II				
T1	T4	T5	T2	T3
22.5%	25%	7.5%	20%	17.5%
% de infestación III				
T2	T3	T1	T4	T5
22.5%	17.5%	25%	25%	10,00%
% de infestación IV				
T1	T4	T3	T5	T2
30%	25%	12.5%	7.5%	22.5%

**Tabla 11. Cuadro de Análisis de covarianza infestación primera aplicación**

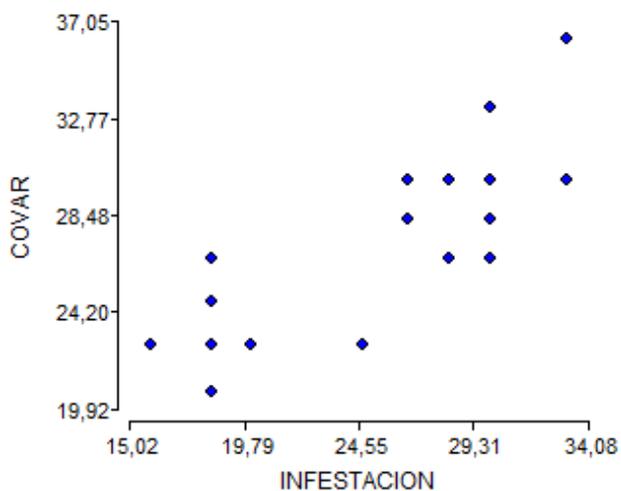
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	270,15	8	33,77	9,95	0,0005	
BLOQUE	8,55	3	2,85	0,84	0,4999	
TRAT	205,94	4	51,48	15,16	0,0002	
COVAR	12,40	1	12,40	3,65	0,0824	0,48
Error	37,35	11	3,40			
Total	307,50	19				



**Figura 33. Diagrama de dispersión de infestación de larvas primera aplicación**

**Tabla 12. Análisis de la covarianza porcentaje de infestación segunda aplicación**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	606,16	8	75,77	21,10	<0,0001	
BLOQUE	16,58	3	5,53	1,54	0,2595	
TRAT	139,59	4	34,90	9,72	0,0013	
COVAR	0,79	1	0,79	0,22	0,6479	0,13
Error	39,50	11	3,59			
Total	645,65	19				



**Figura 34. Diagrama de dispersión infestación segunda aplicación**

**Tabla 13. Porcentaje de daño de larvas  
antes de primera aplicación**

<b>% de Daño I</b>				
<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T1</b>
20%	17.5%	20%	22.5%	25%
<b>% de daño II</b>				
<b>T1</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
20%	22.5%	17.5%	22.5 %	25%
<b>% de daño III</b>				
<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T1</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>
20%	15%	20%	22.5 %	17.5 %
<b>% de daño IV</b>				
<b>T1</b>	<b>T4</b>	<b>T3</b>	<b>T5</b>	<b>T2</b>
17.5 %	17.5%	20%	17.5 %	20%

**Tabla 14. Porcentaje de daño de larvas  
después de primera aplicación**

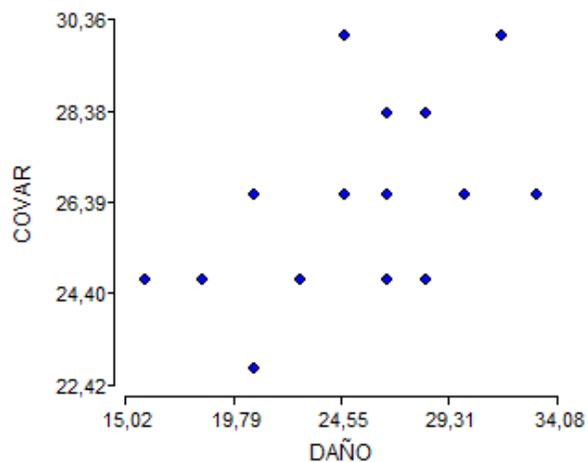
<b>% de daño I</b>				
<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T1</b>
17.5%	15%	12.5%	20%	27.5%
<b>% de daño II</b>				
<b>T1</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
25%	22.5%	12.5%	20%	17.5%
<b>% de daño III</b>				
<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T1</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>
25%	12.5%	30%	22.5%	10,00%
<b>% de daño IV</b>				
<b>T1</b>	<b>T4</b>	<b>T3</b>	<b>T5</b>	<b>T2</b>
22.5%	20%	12.5%	7.5%	20%

**Tabla 15. Porcentaje de daño de larvas  
después de segunda aplicación**

% de daño I				
T2	T3	T5	T4	T1
17.5%	12.5%	7.5%	20%	27.5%
% de daño II				
T1	T4	T5	T2	T3
25%	22.5%	5%	20%	17.5%
% de daño III				
T2	T3	T1	T4	T5
25%	12.5%	25%	22.5%	7.5%
% de daño IV				
T1	T4	T3	T5	T2
22.5%	20%	10%	2.5%	20%

**Tabla 16. Análisis de la Covarianza porcentaje de infestación primera aplicación**

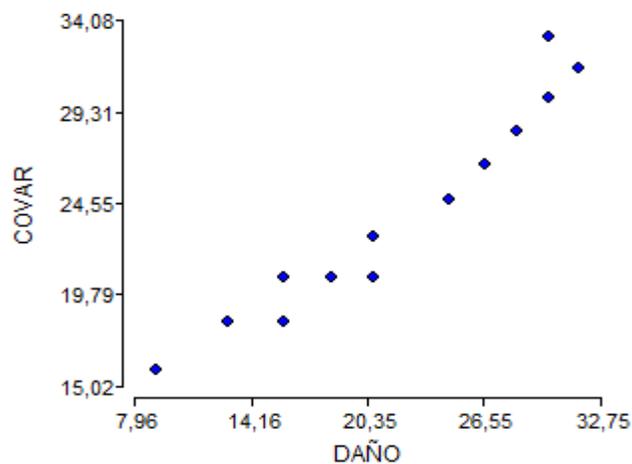
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	407,16	8	50,89	21,47	<0,0001	
BLOQUE	14,48	3	4,83	2,04	0,1672	
TRAT	259,10	4	64,78	27,32	<0,0001	
COVAR	9,79	1	9,79	4,13	0,0670	0,49
Error	26,08	11	2,37			
Total	433,24	19				



**Figura 35. Diagrama de dispersión porcentaje de daño primera aplicación**

**Tabla 17. Análisis de la Covarianza porcentaje de infestación segunda aplicación**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	758,02	8	94,75	53,21	<0,0001	
BLOQUE	2,44	3	0,81	0,46	0,7173	
TRAT	31,56	4	7,89	4,43	0,0224	
COVAR	25,61	1	25,61	14,38	0,0030	0,84
Error	19,59	11	1,78			
<b>Total</b>	<b>777,61</b>	<b>19</b>				

**Figura 36. Diagrama de dispersión porcentaje de daño segunda aplicación**

**Tabla 18. Porcentaje muerte de larvas primera aplicación**

<b>% muerte de larvas I</b>				
<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T1</b>
10%	10%	30%	0%	0%
<b>muerte II</b>				
<b>T1</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
0%	0%	25%	0%	5%
<b>muerte III</b>				
<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T1</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>
5%	15%	0%	0%	35%
<b>muerte IV</b>				
<b>T1</b>	<b>T4</b>	<b>T3</b>	<b>T5</b>	<b>T2</b>
0%	0%	5%	20%	5%

**Tabla 19. Porcentaje muerte de larvas segunda aplicación**

<b>muerte de larvas I</b>				
<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T1</b>
5%	15%	35%	0%	0%
<b>muerte II</b>				
<b>T1</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
0%	0%	30%	5%	15%
<b>muerte III</b>				
<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T1</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>
10%	5%	0%	0%	35%
<b>muerte IV</b>				
<b>T1</b>	<b>T4</b>	<b>T3</b>	<b>T5</b>	<b>T2</b>
0%	0%	5%	25%	10%

**Tabla 20. Análisis de la Varianza porcentaje de muerte primera aplicación**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	79,57	7	11,37	25,96	<0,0001
BLOQUE	3,21	3	1,07	2,44	0,1143
TRAT	76,36	4	19,09	43,59	<0,0001
Error	5,26	12	0,44		
Total	84,83	19			

**Tabla 21. Análisis de la Varianza muerte de larvas segunda aplicación**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	88,29	7	12,61	39,42	<0,0001
BLOQUE	0,28	3	0,09	0,29	0,8301
TRAT	88,00	4	22,00	68,76	<0,0001
Error	3,84	12	0,32		
Total	92,13	19			

**Tabla 22. Rendimiento de nuez en concha por tratamiento antes de primera aplicación. (Kg /U.e.)**

peso en kg I				
T2	T3	T5	T4	T1
4.5	4.86	5.04	4.5	4.68
peso II				
T1	T4	T5	T2	T3
4.59	4.5	5.22	4.86	5.4
peso III				
T2	T3	T1	T4	T5
4.86	4.95	4.5	4.59	4.95
peso IV				
T1	T4	T3	T5	T2
4.86	4.5	5.04	5.22	4.68

**Tabla 23. Rendimiento de nuez en concha por tratamiento después de primera aplicación. (Kg /U.e.)**

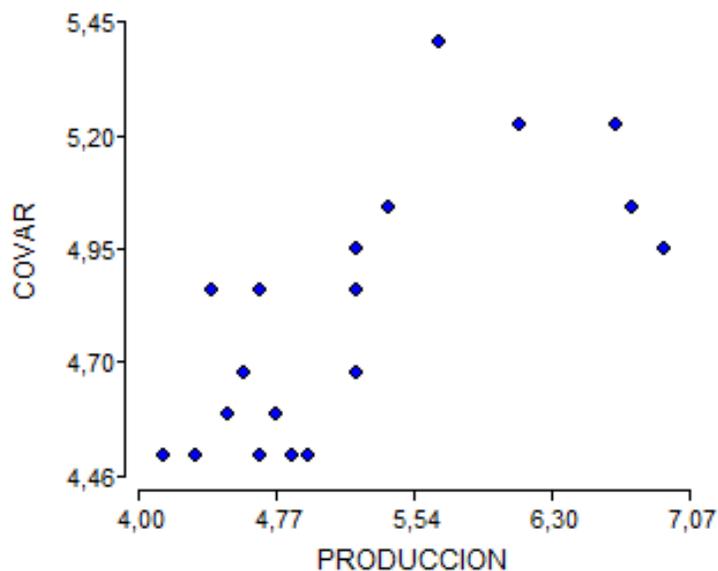
peso I				
T2	T3	T5	T4	T1
4.95	5.22	6.75	4.86	4.59
peso II				
T1	T4	T5	T2	T3
4.5	4.68	6.12	4.68	5.67
peso III				
T2	T3	T1	T4	T5
5.22	5.22	4.32	4.77	6.93
peso IV				
T1	T4	T3	T5	T2
4.41	4.14	5.4	6.66	5.22

**Tabla 24. Rendimiento de nuez en concha por tratamiento después de segunda aplicación. (Kg /U.e.)**

peso I kg				
T2	T3	T5	T4	T1
5.04	5.13	7.11	4.95	4.41
peso II				
T1	T4	T5	T2	T3
4.32	4.59	7.2	5.04	5.58
peso III				
T2	T3	T1	T4	T5
5.67	5.58	4.14	4.86	7.02
peso IV				
T1	T4	T3	T5	T2
4.14	4.5	5.67	7.38	5.4

**Tabla 25. Análisis de Covarianza rendimiento nuez en concha primera aplicación**

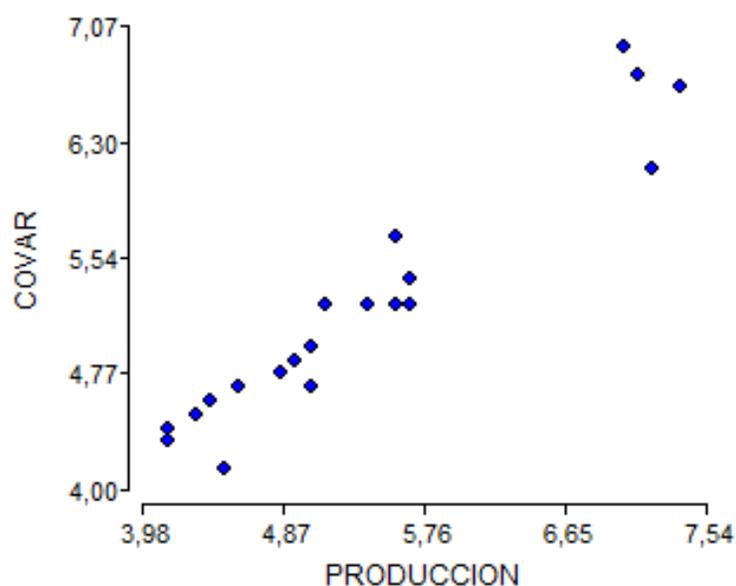
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	12,04	8	1,51	18,95	<0,0001	
BLOQUE	0,17	3	0,06	0,73	0,5559	
TRAT	4,23	4	1,06	13,31	0,0003	
COVAR	0,09	1	0,09	1,08	0,3213	0,56
Error	0,87	11	0,08			
Total	12,92	19				



**Figura 37. Diagrama de dispersión rendimiento por tratamiento, primera aplicación**

**Tabla 26. Análisis de Covarianza rendimiento nuez en concha segunda aplicación**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	20,04	8	2,50	55,99	<0,0001	
BLOQUE	0,05	3	0,02	0,41	0,7516	
TRAT	0,94	4	0,23	5,23	0,0132	
COVAR	0,18	1	0,18	3,97	0,0716	0,43
Error	0,49	11	0,04			
Total	20,53	19				

**Figura 38. Diagrama de dispersión rendimiento por tratamiento, segunda aplicación****Tabla 27. Costo tratamiento sin aplicación**

Tratamiento	Producto/equipo/insumo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
Sin aplicación	Motobomba	Costo 4,100, depreciación 20% anual	2	Q4.49	Q8.98
	Combustible/bomba	Galones/ha	2	Q19.87	Q39.74
	Combustible/transporte	Galones/ha	0.5	Q19.87	Q9,935
	Mano de obra	Aplicador	2	Q92.87	Q185.74
				Total	Q244.40

**Tabla 28. Costo tratamiento con Endosulfan 35% (Thiodan)**

Tratamiento	Producto/equipo/insumo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
THIODAN	Thiodan	Litro	1	Q240.00	Q240
	Motobomba	costo 4,100, depreciación 20% anual	2	Q4.49	Q8.98
	Combustible/bomba	Galones/ha	2	Q19.87	Q39.74
	Combustible/transporte	Galones/ha	0.5	Q19.87	Q9.935
	Mano de obra	Aplicador	2	Q92.87	Q185.74
				Total	Q484.395

**Tabla 29. Costo tratamiento con Virus de la poliedrosis nuclear (VPN Ultra 1,6 WP)**

Tratamiento	Producto/equipo/insumo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
VPN Ultra 1,6 WP	VPN Ultra 1,6 WP	Kg/ha	2.8	Q130	Q364
	Motobomba	costo 4,100, depreciación 20% anual	2	Q4.49	Q8.98
	Combustible/bomba	Galones/ha	2	Q19.87	Q39.74
	Combustible/transporte	Galones/ha	0.5	Q19.87	Q9.935
	Mano de obra	Aplicador	2	Q92.87	Q185.74
				Total	Q608.395

**Tabla 30. Costo tratamiento con *Azadirachta indica* (ACT Botánico 0,003SC)**

Tratamiento	Producto/equipo/insumo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
ACT BOTÁNICO 0,003 SC	ACT BOTÁNICO 0,003 SC	l/ha	1	Q80	Q80
	Motobomba	costo 4,100, depreciación 20% anual	2	Q4.49	Q8.98
	Combustible/bomba	Galones/ha	2	Q19.87	Q39.74
	Combustible/transporte	Galones/ha	0.5	Q19.87	Q9.935
	Mano de obra	Aplicador	2	Q92.87	Q185.74
				Total	Q324.395

**Tabla 31. Costo tratamiento con *Beauveria bassiana* (Teraboveria 0,025 SC)**

Tratamiento	Producto/equipo/insumo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
TERABOVERIA 0,025	TERABOVERIA 0,025	l/ha	2	Q150	Q300
	Motobomba	costo 4,100, depreciación 20% anual	2	Q4.49	Q8.98
	Combustible/bomba	Galones/ha	2	Q19.87	Q39.74
	Combustible/transporte	Galones/ha	0.5	Q19.87	Q9.935
	Mano de obra	Aplicador	2	Q92.87	Q185.74
				Total	Q544.395

**Tabla 32. Análisis económico de tratamiento sin aplicación**

INDICADORES	FÓRMULAS
Costo Total de Producción	$CT = Q\ 244.395$
Volumen de Producción	$VP = 4.56$
Costo Unitario Promedio	$CU = Q\ 244.395 / qq.\ 4.56 = 53.59$
Margen de Utilidad Unitaria	$MU = 16.07$
Precio Promedio de Ventas	$PV = 53.59 + 16.07 = 69.66$
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	$VBP = 4.56 \times 69.66 = 317.64$
Utilidad Total de Producción	$UT = 317.64 - 244.395 = 73.24$
Índice de Rentabilidad (%)	$IR = (73.24 / 244.395) \times 100 = 29.96$
Relación Beneficio / Costo	$Rel.B/C = 317.64 / Q\ 244.395 = 1.29$

**Tabla 33. Análisis económico de tratamiento con Thiodan**

INDICADORES	FÓRMULAS
Costo Total de Producción	$CT = Q\ 484.395$
Volumen de Producción	$VP = 5.34$
Costo Unitario Promedio	$CU = Q\ 484.395 / qq.\ 5.34 = 90.71$
Margen de Utilidad Unitaria	$MU = 27.21$
Precio Promedio de Ventas	$PV = 90.71 + 27.21 = 117.92$
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	$VBP = 5.34 \times 117.92 = 629.69$
Utilidad Total de Producción	$UT = 629.69 - 484.395 = 145.29$
Índice de Rentabilidad (%)	$IR = (145.29 / 484.395) \times 100 = 29.99$
Relación Beneficio / Costo	$Rel.B/C = 629.69 / Q\ 484.395 = 1.29$

**Tabla 34. Análisis económico de tratamiento con VPN Ultra**

INDICADORES	FÓRMULAS
Costo Total de Producción	$CT = Q\ 608.395$
Volumen de Producción	$VP = 5.40$
Costo Unitario Promedio	$CU = Q\ 608.395 / qq.\ 5.40 = 112.66$
Margen de Utilidad Unitaria	$MU = 33.79$
Precio Promedio de Ventas	$PV = 112.66 + 33.79 = 146.45$
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	$VBP = 5.40 \times 146.45 = 767.39$
Utilidad Total de Producción	$UT = 767.39 - 608.395 = 158.99$
Índice de Rentabilidad (%)	$IR = (158.99 / 608.395) \times 100 = 26.13$
Relación Beneficio / Costo	$Rel.B/C = 767.39 / Q\ 608.395 = 1.26$

**Tabla 35. Análisis económico tratamiento con ACT BOTÁNICO**

INDICADORES	FÓRMULAS
Costo Total de Producción	CT = 324.395
Volumen de Producción	VP = 4.96
Costo Unitario Promedio	CU = Q 324.395 / qq. 4.96 = 65.40
Margen de Utilidad Unitaria	MU = 24.45
Precio Promedio de Venta	PV = 65.40+ 24.45 = 89.85
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	VBP = 4.96 x 89.85 = 445.65
Utilidad Total de Producción	UT = 445.65 - 324.395 = 121.255
Índice de Rentabilidad (%)	IR = (121.255 / 324.395) x 100 = 37.37
Relación Beneficio / Costo	Rel.B/C = 455.65/ Q 323.395 = 1.4

**Tabla 36. Análisis económico de tratamiento con TERABOVERIA**

INDICADORES	FÓRMULAS
Costo Total de Producción	CT = 544.395
Volumen de Producción	VP = 6.56
Costo Unitario Promedio	CU = Q 544.395 / qq. 6.56 = 82.98
Margen de Utilidad Unitaria	MU = 24.89
Precio Promedio de Venta	PV = 82.98+ 24.89 = 107.87
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	VBP = 6.56 x 107.87 = 707.62
Utilidad Total de Producción	UT = 707.62 - 544.395 = 163.22
Índice de Rentabilidad (%)	IR = (163.22 / 544.395) x 100 = 30
Relación Beneficio / Costo	Rel.B/C = 707.62/ Q 544.395 = 1.3

---

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE  
INGENIERÍA EN AGRONOMÍA TROPICAL

Mazatenango, 12 de enero de 2023.

Doctor

Mynor Raúl Otzoy Rosales

Coordinador carrera de Agronomía Tropical

Centro Universitario de Sur Occidente

Estimado Doctor Otzoy:

Le saludo cordialmente deseando éxitos la frente de la coordinación de la carrera de Agronomía Tropical del CUNSUROC.

El motivo de la presente es para hacer de su conocimiento que he leído y revisado el documento de Investigación Inferencial del estudiante Silver Ebelio de León Ruíz, quien se identifica con número de carné 201546964 de la carrera de ingeniería, titulado: "Evaluación de cuatro insecticidas para el control del barrenador *Ecdytolopha torticornis* de la nuez de macadamia *Macadamia integrifolia*, finca asociación San Dionisio, San Felipe, Retalhuleu.

El documento fue revisado en su totalidad y cumple con los objetivos y requisitos para trabajo de graduación, por lo que en mi calidad de asesora doy dictamen de aprobación para que pueda ser sometido a revisión final por su persona.

Atentamente,



Inga. Agra. María Clarisa Rodríguez García  
Asesora de Ejercicio Profesional Supervisado



Mazatenango, 1 de marzo de 2023

Licenciado Luis Carlos Muñoz López  
Director en funciones  
Centro Universitario del Suroccidente,  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director en funciones:

Con fundamento en el normativo de Trabajo de Graduación de la Carrera de Agronomía Tropical, me permito hacer de su conocimiento que el estudiante T.P.A. **Silver Ebelio de León Ruíz**, quién se identifica con número de Carné: **201546964**, ha concluido su trabajo de graduación titulado: **EVALUACIÓN DE CUATRO INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DE BARRENADOR *Ecdytolopha torticornis* DE LA NUEZ DE MACADAMIA *Macadamia integrifolia*, FINCA ASOCIACIÓN SAN DIONISIO, SAN FELIPE, RETALHULEU**. El cual fue asesorado por la Inga. Agra. María Clarisa Rodríguez García, profesora que hizo constar tal hecho, con nota que antecede.

Como coordinador de la carrera de Agronomía Tropical, hago constar que el estudiante T.P.A. De León Ruíz, ha cumplido con lo normado, razón por la que someto a su juicio el documento que se acompaña, para que continúe con el trámite correspondiente de graduación.

Sin otro particular, esperando haber cumplido satisfactoriamente con la responsabilidad inherente al caso, le reitero muestras de mi consideración y estima. Deferentemente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales  
Coordinador Carrera



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE  
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ  
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

**CUNSUROC/USAC-I-30-2023**

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,  
Mazatenango, Suchitepéquez, veinticinco de abril de dos mil veintitrés\_\_\_\_\_

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "EVALUACIÓN DE CUATRO INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DEL BARRENADOR *Ecdytolopha torticornis* DE LA NUEZ DE MACADAMIA *Macadamia integrifolia*, FINCA ASOCIACIÓN SAN DIONISIO, SAN FELIPE, RETALHULEU", del estudiante: TPA. Silver Ebelio De León Ruiz, carné 201546964, CUI: 2920 63903 1104 de la carrera Ingeniería en Agronomía Tropical.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

M.A. Luis Carlos Muñoz López  
Director



/gris