

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE  
CARRERA DE AGRONOMÍA TROPICAL**

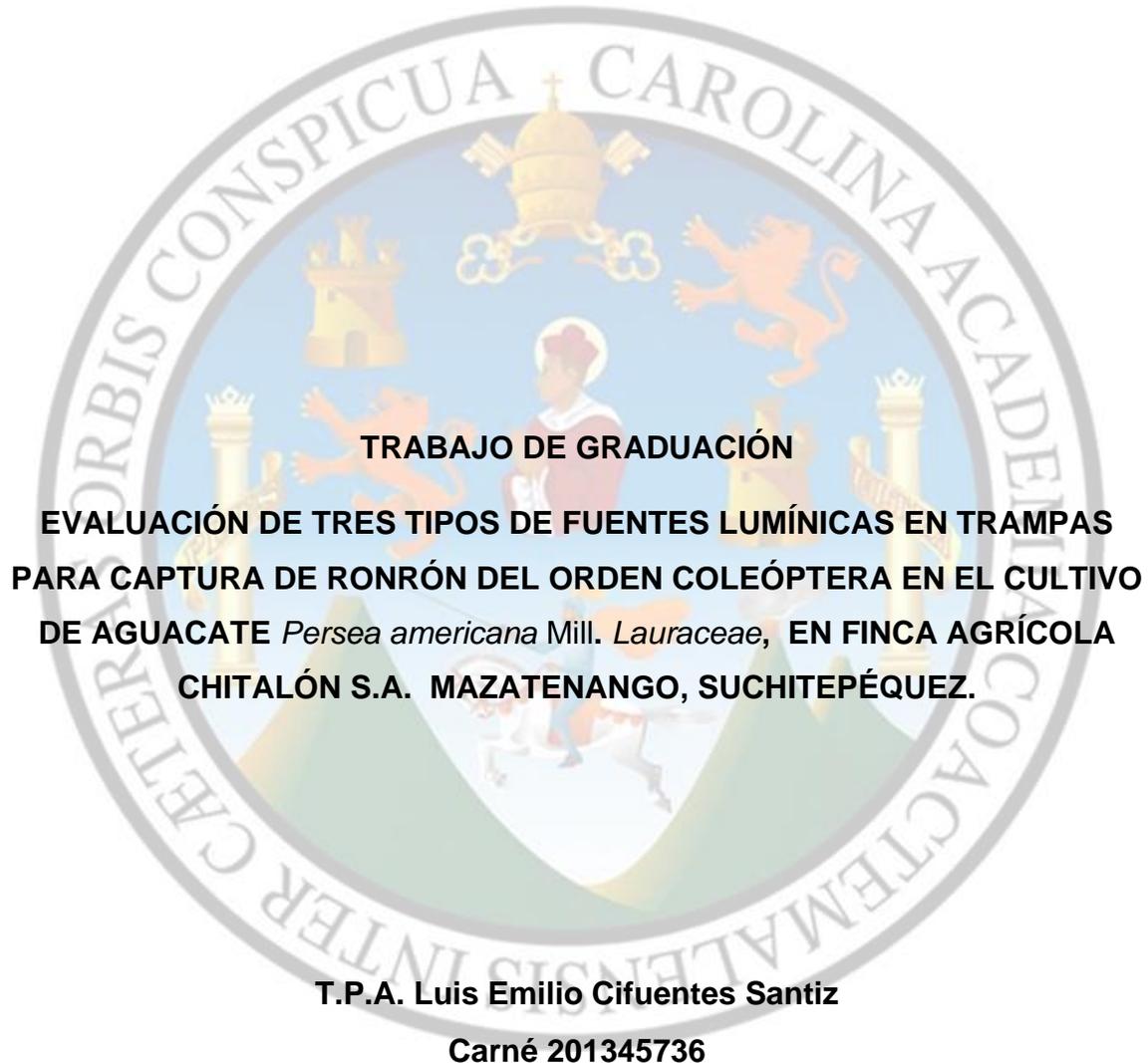


**TRABAJO DE GRADUACIÓN  
EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE FUENTES LUMÍNICAS EN TRAMPAS  
PARA CAPTURA DE RONRÓN DEL ORDEN COLEÓPTERA EN EL CULTIVO  
DE AGUACATE *Persea americana* Mill. *Lauraceae*, EN FINCA AGRÍCOLA  
CHITALÓN S.A. MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ.**

**T.P.A. LUIS EMILIO CIFUENTES SANTIZ  
CARNÉ 201345736  
Correo electrónico: [luisCIFUENTESagro@gmail.com](mailto:luisCIFUENTESagro@gmail.com)**

**MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ, FEBRERO, 2024.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE  
CARRERA DE AGRONOMÍA TROPICAL**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE FUENTES LUMÍNICAS EN TRAMPAS  
PARA CAPTURA DE RONRÓN DEL ORDEN COLEÓPTERA EN EL CULTIVO  
DE AGUACATE *Persea americana* Mill. *Lauraceae*, EN FINCA AGRÍCOLA  
CHITALÓN S.A. MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ.**

**T.P.A. Luis Emilio Cifuentes Santiz**

**Carné 201345736**

**Dr. Reynaldo Alarcón Noguera**

**Asesor**

**Correo electrónico: [luisCIFuentesagro@gmail.com](mailto:luisCIFuentesagro@gmail.com)**

**MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ, FEBRERO 2024.**

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

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis Rector

Lic. Luis Fernando Cerdón 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 Ramirez Roble 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 Licenciatura en Administración de Empresas

Lic. Edín Aníbal Ortiz Lara  
Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Lic. MSc. Nery Edgar Saquimux Canastuj  
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo  
Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Dr. Mynor Raul Otzoy Rosales  
Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

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

Lic. Tania María Cabrera Ovalle  
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. Néstor 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

Mazatenango, Suchitepéquez, enero, de 2023.

Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales  
Coordinador Carrera de Agronomía Tropical.  
Centro Universitario del Suroccidente.  
Universidad de San Carlos de Guatemala.

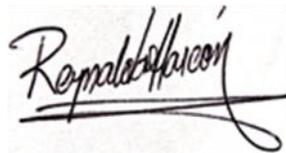
Respetable Dr. Mynor Otzoy:

Por este medio me dirijo a usted, deseando que se encuentre bien en las actividades académicas de la carrera de Agronomía y gozando de buena salud.

El motivo de la presente es para informar que luego de haber asesorado y revisado el Trabajo de Graduación titulado: **EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE FUENTES LUMÍNICAS EN TRAMPAS PARA CAPTURA DE RONRÓN DEL ORDEN COLEÓPTERA EN EL CULTIVO DE AGUACATE *Persea americana* Mill. Lauraceae, EN FINCA AGRÍCOLA CHITALÓN S.A.MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ.** Presentado por el estudiante **T.P.A. Luis Emilio Cifuentes Santiz, Carne 201345736** de la carrera de Agronomía Tropical, y de conformidad con lo establecido en el reglamento de Trabajo de Graduación, doy visto bueno y aprobación, para que el estudiante pueda continuar con el trámite correspondiente.

Agradeciendo de antemano la atención prestada a la presente y sin otro particular me suscribo de usted, Atentamente.

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**



---

Dr. Reynaldo Humberto Alarcón Noguera  
Profesor Asesor y Supervisor  
Carrera Agronomía Tropical

## ACTO QUE DEDICO

**A:**

**Dios:**

Por permitirme trabajar en su plan divino, brindarme un propósito de vida y culminarla, con sabiduría, amor y valentía.

**Mi Madre:**

Patricia del Rosario Santiz, por su infinito e inquebrantable amor, apoyo incondicional y comprensión.

**A mis Abuelos:**

Rosario Flores de Santiz y Carlos Santiz, por su apoyo, amor y sabiduría.

**Mis Hermanos:**

Madeline Cifuentes, Víctor Cifuentes y Luis Domínguez, por el apoyo, amor y hermandad que aún siguen conmigo.

**Mi Familia:**

Tíos, primos y demás familia por su apoyo y cariño.

**Mis Amigos:**

A los compañeros de aulas por pasar tan buenos momentos de amistad y apoyo. A los amigos de infancia por el apoyo y motivación durante tan largo camino guardando la amistad y reforzándola durante años

## INDICE

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
RESUMEN .....	1
SUMMARY .....	2
I. INTRODUCCIÓN .....	3
IV. MARCO TEORICO .....	5
1. Marco conceptual .....	5
1.1. El cultivo de Aguacate <i>Persea americana</i> Mill .....	5
1.1.1. Variedad Booth 8 .....	5
1.2. Ronrón <i>Phyllophaga</i> spp.....	6
1.2.1. Generalidades.....	6
1.2.2. Especies de <i>Phyllophaga</i> en Centro América.....	6
1.2.3. Ciclo de vida .....	7
1.2.4. Comportamiento del ronrón <i>Phyllophaga</i> spp.....	11
1.2.5. Identificación del ronrón de <i>Phyllophaga</i> spp. ....	11
1.3. Control etológico del ronrón <i>Phyllophaga</i> spp.....	13
1.3.1. Aspectos etológicos del ronrón <i>Phyllophaga</i> spp. ....	13
1.3.2. Trampas de luz .....	14
1.4. Daño del ronrón en el cultivo de aguacate <i>Persea americana</i> .....	20
2. Marco referencial .....	21
2.1. Localización de la finca Chitalón .....	21
2.2. Ubicación geográfica de finca Chitalón .....	21
2.3. Descripción ecológica de finca Chitalón.....	22
2.3.1. Zona de vida y clima .....	22
2.3.2 Suelos.....	22
2.3.3 Hidrología .....	22
2.4. Manejo del cultivo de aguacate <i>P. americana</i> var. Booth 8 en finca Chitalón .....	22
2.4.1. Siembra .....	22
2.4.2. Fertilización.....	23
2.4.3. Control de plagas.....	23
2.4.4. Control de enfermedades .....	24

2.4.5. Control de malezas .....	24
2.4.6. Podas en el cultivo de aguacate .....	24
2.4.7. Riego .....	25
2.4.8. Cosecha.....	25
2.5. Antecedentes de la investigación.....	25
2.5.1. Pruebas de trampas lumínicas en finca Chitalón en el cultivo de aguacate <i>Persea americana</i> .....	25
2.5.2. Trampas luminosas de tipo LED .....	26
2.5.3. Trampas luminosas de tipo tubo de gas. ....	26
2.5.4. Trampas luminosas artesanales de kerosene .....	27
2.5.5. Pre-premuestreo, captura de ronrones del género <i>Coleóptera</i> para la investigación.....	28
V. OBJETIVOS.....	31
VI. HIPOTESIS.....	32
VII. MATERIALES Y METODOS.....	33
1. Determinación del número de captura en las distintas fuentes lumínicas en las trampas para la captura de ronrones. ....	33
1.1. Materiales .....	33
1.1.1. Recurso físico .....	33
1.1.2. Recurso humano utilizadó en la evaluación de trampas lumínicas.....	34
1.1.3. Recurso financiero.....	35
1.2. Metodología .....	35
1.2.1. Factor evaluado (variable de respuesta) .....	35
1.2.2. Descripción de tratamientos. ....	35
1.2.3. Diseño experimental. ....	35
1.2.4. Unidad experimental.....	36
1.2.5. Análisis estadístico .....	37
1.2.6. Establecimiento del experimento .....	38
1.2.7. Instalación de trampas lumínicas.....	41
1.2.8 Croquis del experimento. ....	41
1.2.9. Toma datos (variables de respuesta) .....	42
1.2.10. Periodo de la investigación.....	43

1.2.11. Horas y días de captura.....	43
1.2.12. Mantenimiento del equipo.....	43
2. Determinación de fechas pico de mayor emergencia de ronrones del orden Coleóptera capturados en los tres tipos de trampas lumínicas.....	44
2.1. Materiales .....	44
2.1.1. Recurso físico utilizadó determinación de la mayor emergencia de ronrón capturados en los tres tipos de trampas lumínicas .....	44
2.1.2. Recurso humano utilizadó para la determinación de la mayor emergencia de ronrón capturados en los tres tipos de trampas lumínicas .....	44
2.1.3. Recurso financiero utilizadó para la determinación de la mayor emergencia de ronrón capturados en los tres tipos de trampas lumínicas .....	45
2.2. Metodología .....	45
2.2.1. Factores evaluados (variables de respuestas) .....	45
3. Determinar las especies de ronrones del orden <i>Coleóptera</i> capturados en finca Chitalón en el cultivo de aguacate <i>P. americana</i> . .....	47
3.1. Materiales .....	47
3.1.1. Recurso físico .....	47
3.1.2. Recurso humano utilizadó para la captura y transporte de ronrones.....	47
3.1.3. Recurso financiero utilizadó para la captura y transporte de ronrones.....	48
3.2. Metodología .....	48
3.2.1. Factores evaluados.....	48
4. Determinación de la incidencia de los ronrones del género Coleóptera en finca Chitalón en el cultivo de aguacate <i>P. americana</i> . .....	50
4.1. Materiales .....	50
4.1.1. Recurso físico utilizadó para la determinación de la incidencia del ronrón.....	50
4.1.2. Recurso humano utilizadó para la determinación de la incidencia del ronrón .....	50
4.2. Metodología .....	51
4.2.1. Factores evaluados (variables de respuestas) .....	51

5. Determinación de la severidad de daño en el área foliar de aguacate <i>P. americana</i> ocasionada por los ronrones del género <i>Coleóptera</i> , durante el periodo de investigación en Finca Chitalón.....	53
5.1. Materiales .....	53
5.1.1. Recurso físico utilizado para la determinación de la severidad del ronrón .....	53
5.1.2. Recurso humano utilizado para la determinación de la severidad del ronrón .....	53
5.2. Metodología .....	54
5.2.1. Factor evaluado (variables de respuestas) .....	54
5.2.2. Muestreo .....	54
5.2.3. Cálculo de severidad .....	54
6. Cuantificación de costo de inversión de los tratamientos en evaluación .....	57
6.1. Materiales .....	57
6.1.1. Recurso físico para realizar el análisis de costo .....	57
6.1.2. Recurso humano.....	57
6.2. Metodología .....	58
6.2.1. Factores evaluados (variables de respuestas) .....	58
VIII. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	59
1. Determinar cuál de las tres fuentes lumínicas de las trampas en evaluación, tiene mayor número en la captura de ronrones del orden <i>Coleóptera</i> . .....	59
1.1. Número de ronrones del orden <i>Coleóptera</i> capturados en los tres tipos de fuentes lumínicas en trampas, en el cultivo de aguacate. ....	59
1.2. Análisis de varianza (ANDEVA) de la evaluación de trampas lumínicas para la captura de ronrones de especies del orden <i>Coleóptera</i> .....	61
2. Determinación del periodo pico de mayor emergencia de ronrones del orden <i>Coleóptera</i> capturados. ....	63
2.1. Fecha pico con mayor número de ronrones del orden <i>Coleóptera</i> capturados en los tres tipos de fuentes lumínicas en trampas, en Finca Chitalón en el cultivo de aguacate.....	63
2.2. Interacción del número de captura de ronrón en función a la acumulación pluvial (lluvia).....	64
3. Determinación de las especies de ronrones de la orden <i>coleóptera</i> , capturados en Finca Chitalón, en el cultivo de aguacate <i>P. americana</i> .....	65
3.2. Identificación en laboratorio de especies de ronrón capturados .....	65

3.3. Especies de ronrones capturados por tratamiento.....	65
4. Determinación de la incidencia del ronrón del género <i>Coleóptera</i> en Finca Chitalón en el cultivo de aguacate <i>P. americana</i> .....	69
4.1. Porcentaje de incidencia del ronrón del género <i>Coleóptera</i> en Finca Chitalón en el cultivo de aguacate <i>P. americana</i> .....	69
4.2. Incidencia de especies ronrones capturados en trampas evaluadas por mes.....	73
5. Determinación de la severidad del ronrón del género <i>Coleóptera</i> en Finca Chitalón en el cultivo de aguacate <i>P. americana</i> .....	76
5.1. Porcentaje de severidad que ocasiona el ronrón del género <i>Coleóptera</i> en Finca Chitalón en el cultivo de aguacate <i>P. americana</i> .....	76
6. Cuantificar costos de inversión de los tratamientos en evaluación en Finca Chitalón en el cultivo de aguacate <i>P. americana</i> .....	79
6.1. Cuantificación de costos de inversión para el control de trampas de luz para la captura de ronrón .....	79
6.2. Determinar cuál es la trampa más barata para la captura de ronrón .....	82
IX. CONCLUSIONES .....	84
X. RECOMENDACIONES .....	86
XI. REFERENCIAS .....	87
XII. ANEXOS.....	89

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1. Ciclo de vida de la gallina ciega <i>Phyllophaga</i> spp. por mes, en el cultivo de maíz.....	7
2. Ciclo biológico del ronrón del mayo <i>Phyllophaga</i> spp de uno y dos años.....	10
3. Trampa tipo Luiz Queiroz.....	17
4. Trampas de agua jabonosa.....	18
5. Trampa plástica casera de luz LED.....	19
6. Trampa tipo Luiz Queiroz de luz LED.....	19
7. Ubicación geográfica de finca Chitalón, Mazatenango, Suchitepéquez.....	21
8. Trampas de luz utilizadas en el pre-muestreo.....	28
9. Acumulado de captura de ronrones adultos de especies del orden Coleóptera., por semana de pre-muestreo.....	30
10. Croquis de la parcela bruta y neta.....	37
11. Lámpara LED, con protección plástica.....	39
12. Trampa LED, instalada.....	39
13. Lámpara de keroseno artesanal.....	40
14. Lámpara de keroseno instalada.....	40
15. Croquis de campo del experimento y aleatorización de los tratamientos.....	41
16. Mapa del área de investigación en finca Chitalón, Mazatenango, Suchitepéquez.....	42
17. Porcentaje de la división del área de una hoja de aguacate.....	55
18. Escala según el porcentaje de severidad del daño foliar.....	58
19. Captura de ronrón, en las trampas lumínicas en evaluación en el cultivo de aguacate <i>P. americana</i> en finca Chitalón S.A.....	60
20. Número de capturas de ronrón orden coleóptera por fecha.....	63
21. Número de capturas de ronrón orden coleóptera en función a la precipitación por fecha.....	64
22. Porcentaje de captura de especies de <i>Coleóptera</i> por tratamiento.....	67
23. Muestreo de incidencia de especies de ronrones del orden <i>Coleóptera</i> en el cultivo de aguacate <i>P. americana</i> en finca Chitalón S.A.....	70
24. Ronrón del género <i>Compsus</i> spp., alimentándose y apareándose en la planta de aguacate <i>P. americana</i> .....	71
25. Ronrón del género <i>Anómala</i> spp., alimentándose de la planta de aguacate <i>P. americana</i> .....	71
26. Ronrón del género <i>Phyllophaga menetriesi</i> , alimentándose de la planta de aguacate <i>P. americana</i> .....	72

27. No. De especies de Coleóptera capturados por mes, en el tratamiento de Luz blanca (T1).....	74
28. No. De especies de <i>Coleóptera</i> capturados por mes, en el tratamiento de Luz ultravioleta (T2).....	74
29. No. De especies de <i>Coleóptera</i> capturados por mes, en el tratamiento de Luz amarilla (T3).....	74
30. No. De especies de <i>Coleóptera</i> capturados por mes, en el tratamiento de Melaza (T0).....	74
31. Muestreo de severidad de ronrón <i>Phyllophaga</i> spp. en el cultivo de aguacate <i>P. americana</i> en finca Chitalón S.A.....	77
32. Daño de ronrón adultos del orden <i>Coleóptera</i> , en el cultivo de aguacate <i>P. americana</i> en finca Chitalón S.A.....	78
33. Trampa de melaza (T0).....	89
34. Trampa de Luz Blanca (T1).....	89
35. Trampa de Luz Negra UV (T2).....	89
36. Trampa de Luz Amarilla de Queroseno (T3).....	89

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Clasificación taxonómica del aguacate.....	5
2. Especies de ronrones de importancia en los cultivos en la costa sur de Guatemala.....	6
3. Longitud de onda de tipos de luz.....	14
4. Compuestos empleados en la construcción de focos LED.....	16
5. Pre-muestreo en trampas lumínicas para la captura de ronrón <i>Phyllophaga</i> spp. en el cultivo de aguacate, Chitalón S.A.....	29
6. Material para la construcción de trampas.....	33
7. Herramienta y equipo para la captura de ronrón en las trampas lumínicas..	34
8. Recursos humanos utilizados en la evaluación de trampas lumínicas.....	34
9. Tratamientos a evaluados.....	35
10. Herramienta y equipo para la determinación de la mayor emergencia de ronrón.....	44
11. Recurso humano utilizado para determinación de la mayor emergencia de ronrón.....	45
12. Herramienta y equipo utilizado para la captura y transporte de ronrones....	47
13. Recursos humanos utilizado para la captura y transporte de ronrones.....	48
14. Herramienta y equipo utilizado la determinación de la incidencia del ronrón.	50
15. Recursos humanos utilizados la determinación de la incidencia del ronrón.	50
16. Herramienta y equipo utilizados la determinación de la severidad del ronrón.....	53
17. Recurso humano utilizados la determinación de la severidad del ronrón....	53
18. Herramienta y equipo que se usó para análisis de costo.....	57
19. Recurso humano para realizar el análisis de costo.....	57
20. Resumen de la captura de ronrón, especies del orden Coleóptera, en el cultivo de aguacate, Chitalón S.A.....	59
21. Análisis de varianza (ANDEVA) de la evaluación de trampas lumínicas para la captura de ronrón adultos de especies del orden <i>Coleóptera</i> , en el cultivo de aguacate <i>P. americana</i> en finca Chitalón S.A.....	61
22. Comparador de medias de Duncan.....	61
23. Cuadro auxiliar de medias de tratamiento.....	62
24. Significancia de las trampas evaluadas en la captura de ronrón.....	62
25. Especies de <i>Coleóptera</i> identificadas.....	65
26. Porcentaje de especies de <i>Coleóptera</i> capturados por tratamiento.....	66
27. Porcentaje de incidencia de especies de ronrones del orden Coleóptera en el cultivo de aguacate <i>P. americana</i> en finca Chitalón S.A.....	69

28. Especies <i>Coleóptera</i> capturados en función al tratamiento y mes de captura.....	73
29. Porcentaje de severidad de ronrón <i>Phyllophaga</i> spp. en Finca Chitalón en el cultivo de aguacate <i>P. americana</i> .....	76
30. Costo de aplicación del Tratamiento de Luz Blanca (T1), para cuatro trampas.....	79
31. Costo de aplicación del Tratamiento de Luz ultravioleta (T2), para cuatro trampas.....	80
32. Costo de aplicación del Tratamiento de Luz Amarilla de queroseno (T3), para cuatro trampas.....	81
33. Costo de aplicación del Tratamiento de Trampas Ecoiapar de Melaza (T0), para cuatro trampas.....	81
34. Comparación de costos y capturas de las trampas en evaluación, con el testigo relativo trampa de melaza (T0).....	82
35. Resumen del acumulado anual de precipitación, estación meteorológica de ANACAFÉ en Finca Chitalón S.A. y Agrícola F.R. S.A.....	90
36. Cantidad de ronrones, del orden coleóptera, capturados en la evaluación de trampas lumínicas. (T1=Luz blanca; T2=Luz ultravioleta; T3=Luz amarilla; T0=ecoiapar de melaza testigo relativo).....	91

## RESUMEN

La Finca Chitalón, se encuentra al norte-este de la ciudad de Mazatenango, a la salida hacia el municipio de Cuyotenango, Suchitepéquez., sobre la CA-2 kilómetro 162. Ubicada geográficamente en 14°33'03.72" N y 91°31'38.57" O, a 450 metros sobre el nivel del mar, en esta se realizó la investigación inferencial "Evaluación de tres tipos de fuentes lumínicas en trampas para captura de ronrón del orden *Coleóptera* en el cultivo de aguacate *Persea americana* Mill. familia *Lauraceae*, en finca agrícola Chitalón S.A. Mazatenango, Suchitepéquez. "

Los objetivos fueron: 1) Determinar cuál de las tres fuentes lumínicas de las trampas en evaluación, tiene mayor número de captura de ronrones del orden *Coleóptera*. 2) Determinar el periodo pico de mayor emergencia de ronrones del orden *Coleóptera* capturados durante el periodo de la investigación. 3) Determinar las especies de ronrón del orden *Coleóptera* capturados en finca Chitalón en el cultivo de aguacate *P. americana*. 4) Determinar la incidencia de ronrón del género *Coleóptera*, durante el periodo de la investigación, en el cultivo de aguacate *P. americana*. 5) Determinar la severidad de daño en el área foliar de los árboles de aguacate *P. americana* ocasionada por el ronrón del género *Coleóptera*, durante el periodo de la investigación. 6) Cuantificar costos de inversión de los tratamientos en evaluación.

Se estableció un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, donde se evaluaron tres tipos diferentes de fuente lumínica para la captura de ronrón con un tratamiento de testigo relativo, los cuales fueron: T1 Tratamiento con Luz Blanca LED; T2 Tratamiento de Luz Ultravioleta LED; T3 Tratamiento de Luz Amarilla de Keroseno; T0 Tratamiento Testigo de Trampas Ecoiapares de Melaza.

Mediante la prueba múltiple de medias de Tukey al 5 % de significancia y un coeficiente de variación de 4.5%, se determinó que T2 Tratamiento de Luz Ultravioleta tuvo una media de captura por trampa de 260 ronrones coleópteros, y las especies *P. menetriesi*, *P. parvisetis*, *P. dasypoda*, *Anomala spp.*, *Compsus spp.* y *Passalidae*; de las que *P. menetriesi*, *Compsus spp.* y *Anomala spp.* tuvieron una interacción directa con las plantas del cultivo de aguacate. el pico de captura de ronrones fue en el mes de junio; la incidencia y severidad de daño de los ronrones en las hojas fue de 10.9 % y 4.6 % en abril, en junio fue de 36.2 % y 50.1 % respectivamente. El costo de las trampas fue de Q 334.64 con trampas de luz ultravioleta y Q 94.64 con luz blanca.

La identificación de las especies de ronrones contribuye grandemente a Finca Chitalón, como punto de partida a la determinación de métodos, herramientas e insumos para el control. dicha investigación puede apoyar a la obtención de información de la continua migración y adaptabilidad de los insectos, en este caso de las distintas especies de ronrón en busca de alimentación y anidamiento, en los distintos cultivos, como en este caso en el cultivo de aguacate *P. americana*, de la región de la Costa Sur de Guatemala.

## SUMMARY

The Chitalón Farm is located north-east of the city of Mazatenango, at the exit to Cuyotenango, Suchitepéquez., on CA-2 kilometer 162. Geographically located at 14°33'03.72" N and 91°31'38.57 " Or, at 450 meters above sea level, the inferential investigation was carried out ``Evaluation of three types of light sources in traps to capture purr of the order Coleoptera in the Persea americana Mill avocado crop. Lauraceae family, on farm agricultural Chitalón S.A. Mazatenango, Suchitepéquez.

Where the objectives were: 1) Determine which of the three light sources of the traps under evaluation, has the highest number of captures of purrs of the Coleoptera order. 2) Determine the peak period of greatest emergence of purrs of the Coleoptera order captured during the research period. 3) Determine the purr species of the Coleoptera order captured at the Chitalón farm in the avocado crop P. americana. 4) Determine the incidence of purr of the genus Coleoptera, during the research period, in the avocado crop P. americana. 5) Determine the severity of damage to the leaf area of avocado trees P. americana caused by the purr of the genus Coleoptera, during the research period. 6) Quantify investment costs of the treatments under evaluation.

A completely randomized design with four repetitions was established, where three different types of light source were evaluated for the capture of purr with a relative control treatment, which were: T1 Treatment with White Light LED; T2 LED Ultraviolet Light Treatment; T3 Kerosene Yellow Light Treatment; T0 Control Treatment of Ecoiapar Molasses Traps.

Using Tukey's multiple means test at 5% significance and a coefficient of variation of 4.5%, it was determined that T2 Ultraviolet Light Treatment had an average capture per trap of 260 beetle purrs, and the species P. menetriesi, P. parvisetis, P. dasypoda, Anomala spp., Compsus spp. and Passalidae; of which P. menetriesi, Compsus spp. and Anomala spp. they had a direct interaction with the avocado crop plants. the peak of capture of purrs was in the month of June; the incidence and severity of leaf purr damage was 10.9 % and 4.6 % in April, and in June it was 36.2 % and 50.1 % respectively. The cost of the traps was Q 334.64 with ultraviolet light traps and Q 94.64 with white light.

The identification of purr species contributes greatly to Finca Chitalón, as a starting point for the determination of methods, tools and inputs for control. Such research can help to obtain information on the continuous migration and adaptability of insects, in this case of the different purr species in search of food and nesting, in different crops, as in this case in the avocado crop P Americana, from the South Coast region of Guatemala.

## I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación se originó en base a los resultados del diagnóstico realizado en el cultivo de aguacate *P. americana* y mangostán *G. mangostana*, en Finca Agrícola Chitalón por sugerencias de los administradores y agrónomos.

La ubicación de esta unidad agrícola es al norte-este de la ciudad de Mazatenango, ruta hacia la ciudad de Cuyotenango, Suchitepéquez., carretera asfaltada CA-2 kilómetro 162. Ubicada geográficamente en 14°33'03.72" N y 91°31'38.57" O, a 450 metros sobre el nivel del mar. La finca actualmente presenta una diversidad de cultivos, como el de aguacate, en el año 2018, que actualmente se encuentra en fase de crecimiento, sin embargo, existen plagas que dañan la planta y la finca no tiene un estudio que determina los daños provocados por el ronrón de *Phyllophaga* spp., en los brotes tiernos del árbol de aguacate.

Mediante un pre-muestreo realizado previo a la investigación utilizando trampas de luz, conformadas por una lámpara de jardín tipo solar (recargables por medio de panel solar incorporado de fábrica) de un solo emisor de luz LED y sobre un recipiente con agua, dando inicio al pre-muestreo en la segunda semana del mes de marzo del 2021, tomando datos de capturas cada ocho días en doce trampas distribuidas en seis manzanas (dos trampas por manzana), y se determinó en la primera muestra una incidencia de 54 ronrones por las doce trampas, y en la última muestra aumentó a 133 ronrones, esto en total entre las doce trampas. Con base en estos antecedentes, se dio paso a realizar la investigación, evaluando dos tipos de lámparas recargables LED, uno de emisión de luz blanca y otro de luz ultravioleta (UV), conocida también como luz negra, también luz de combustión a base de keroseno y trampa Ecoiapar de melaza como testigo relativo. Se llevó cabo durante el periodo del ciclo de vida en la fase adulta del ronrón de *Phyllophaga* spp., que es del mes de abril a julio.

Así confirmando la problemática de la incidencia del ronrón en el cultivo de aguacate en los cuales existía la posibilidad de la interacción en alimentación del follaje y floración, a su vez por declaración de hecho de los administradores y encargados de Finca Chitalón. Iniciando la investigación evaluando la mejor trampa de Luz LED, como opción para contrarrestar el uso de agroquímicos para el control de este insecto, utilizando la metodología de instalación por parcelas realizando un análisis estadístico, mediante la prueba múltiple de medias el análisis de Tukey al 5 % de significancia para establecer el mejor tratamiento.

También se determinó la fecha pico de captura, mediante la cuantificación de días con mayor captura por trampa, conjunto a la separación y clasificación de insectos capturados por trampa para la determinación de especies de ronrón y determinar las especies capturas y cuál de los tipos de LED tiene mayor eficiencia de captura por especie. Así mismo el porcentaje de incidencia y severidad por medio de la metodología por Patometría y muestreo en el cultivo de aguacate *P. americana*.

Para determinar el mejor tratamiento, trampa con mayor resultado de captura, se evaluaron las siguientes variables de respuesta: 1) Numero de ronrones del orden *Coleóptera* capturados en los tres tipos de fuentes lumínicas en trampas, en el cultivo de aguacate. 2) Fecha picho con mayor número de ronrones del orden *Coleóptera* capturados en los tres tipos de fuentes lumínicas en trampas, en el cultivo de aguacate. 3) Cantidad de las diferentes especies de ronrones del orden *Coleóptera* capturados en los tres tipos de fuentes lumínicas en trampas, en el cultivo de aguacate. 4) Incidencia y severidad de ronrón del género *Coleóptera* en árboles de aguacate *P. americana*, donde se determinó que la mayor captura fue con las trampas de Luz Ultravioleta (UV) con una media de 260 ronrones capturados por repetición, este fue el mejor tratamiento.

Con el constante cambio del hábitat, como alimento, zonas de anidamientos, temperaturas, humedad, etc., los insectos buscan zonas que puedan sustentar su ciclo de vida, por lo cual se adaptan o migran a otras zonas. En este caso la importancia de la investigación, puesto que en la zona no se obtiene información de la incidencia del ronrón en el cultivo de aguacate *P. americana*, y mucho menos las especies. Por lo tanto, la investigación contribuye a la generación de información a nivel regional de la costa sur de Guatemala, como la identificación de especies de ronrón que interactúan y dañan el cultivo de aguacate, como también sobre opciones para su control con la evaluación de trampas de luz, dando así la opción para la ampliación de información a nivel nacional, puesto que el cultivo de aguacate es de importancia a nivel nacional y es importante generar información y solución a la problemática que este insecto genera para los productores.

## IV. MARCO TEORICO

### 1. Marco conceptual

#### 1.1. El cultivo de Aguacate *Persea americana* Mill

Originario de Mesoamérica, perteneciente a la familia *Lauraceae*, que en su hábitat natural puede llegar a ser un árbol de hasta 12 metros de altura. Posee tres razas las cuales se definen por su calidad como adaptación climática, las cuales son la mexicana, guatemalteca y antillana. (ANACAFÉ, 2004).

##### 1.1.1. Variedad Booth 8

Luego de la caracterización de las razas también se divide según las variedades, las cuales también son definidas por su adaptación climática y calidad, en este caso la variedad Booth 8, que tiene como clasificación taxonómica:

**Cuadro 1:** Clasificación taxonómica del aguacate.

Taxonomía	
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Lurales</i>
Familia	<i>Lauraceae</i>
Tribu	<i>Perceae</i>
Genero	<i>Persea</i>
Especie	<i>P. americana</i> Mill
Variedad	<i>Booth 8</i>

**Fuente:** Anacafé, (2004) y Funsepa, (2000).

Esta variedad es la que se encuentra actualmente sembrada en Finca Chitalón S.A. que se encuentra a una altura sobre el nivel del mar aproximado de 450 metros. Según la descripción de ANACAFÉ, (2004), en el manual del cultivo de aguacate, definido para los cultivares y distintos climas de Guatemala la variedad de aguacate Booth 8 es adecuado para alturas de cero a mil metros sobre el nivel del mar.

Según ANACAFÉ. (2004), sus características son: “una variedad adecuada para zonas de costa y boca costa, época de floración de diciembre a marzo y cosecha es de agosto a octubre. Fruto oblongo-ovoide, pesa entre 250 a 800 gramos, cascara bastante opaca, verde, ligeramente rugosa, bastante gruesa y leñosa, pulpa de color crema claro y un contenido de aceite de 6 a 12 %”.

## 1.2. Ronrón *Phyllophaga* spp

### 1.2.1. Generalidades

Es una plaga del orden *Coleóptera* (escarabajos), con amplio espectro de daño, desde su etapa larval (Gallina ciega) siendo rizófagas y en su estado adulto se alimenta del follaje, siendo un insecto con una diversidad de hospederos Bran, E. (2,016), menciona que los hace un problema difícil de control por sus características de alimentación polífaga, dañando cultivos de importancia como el maíz, café, trigo, caña de azúcar, hortalizas y varios tipos de frutales.

### 1.2.2. Especies de *Phyllophaga* en Centro América

Según Bran, E. (2,016) CENGICAÑA (2,010) e Izás, M. (2,009) mencionan especies de *Phyllophaga* spp presentes en el área de la costa sur de Guatemala, que afecta varios cultivos, así también otros géneros de coleóptera, que en su estado adulto dañan los cultivos, los cuales se describen a continuación:

**Cuadro 2:** Especies de ronrones de importancia en los cultivos en la costa sur de Guatemala.

Especies de <i>Phyllophaga</i>	Ciclo de vida
<b>Mayor importancia económica</b>	
<i>P. parvisetis</i>	2 años
<i>P. menetriesi</i>	1 año
<b>Mediana importancia económica</b>	
<i>P. obsoleta</i>	1 año
<i>P. ravida</i>	1 año
<b>Menor importancia económica</b>	
<i>P. fulviventris</i>	1 año
<i>P. mululosa</i>	
<i>P. dasypoda</i>	1 año
<i>P. latipes</i>	1 año
<i>P. densata</i>	1 año
<i>P. vexata</i>	1 año
<b>Otros géneros de adultos que provocan daños</b>	
<i>Anomala</i> spp.	
<i>Bothynus nasutus</i>	
<i>Eutheola bidentata</i>	1 año
<i>Podischnus agenor</i>	1 año

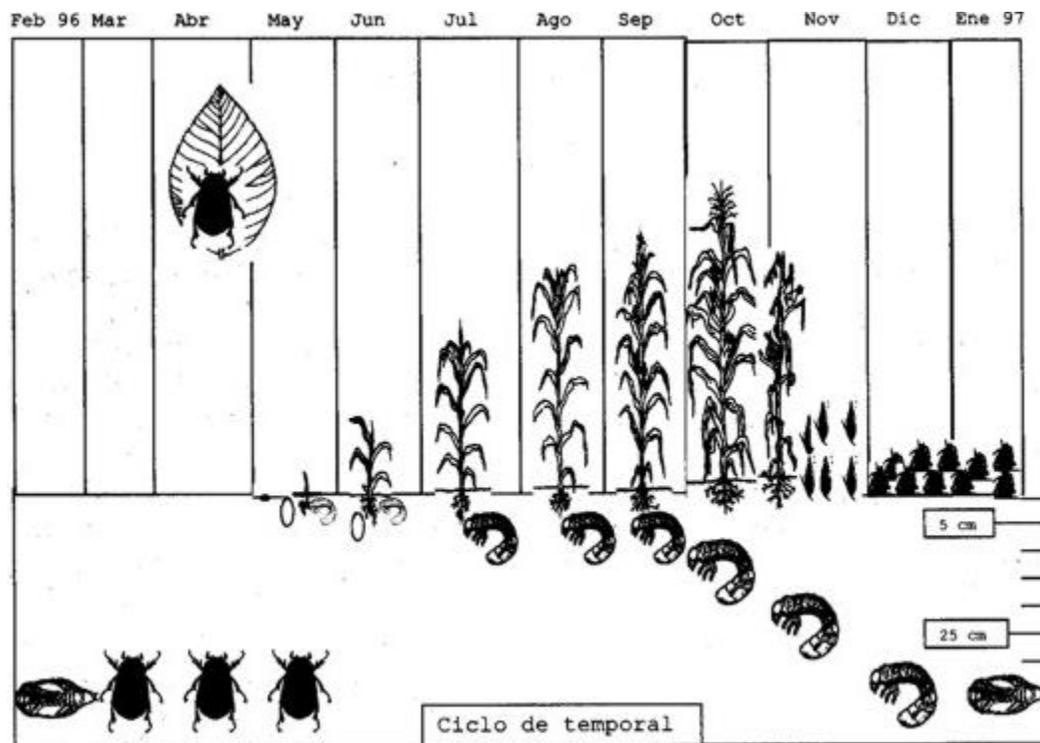
**Fuente:** Bran, E. (2016), Márquez, J. (2010) e Izás, M. (2009).

Según Bran, E. (2016), la especie de ronrón mayor importancia económica son *P. parvisetis* y *P. menetriesis*, seguido con una importancia media las especies *P. obsoleta* y *P. ravida*, y otras especies de ronrón aparte de la Phyllophaga, son las especies del género *Anomala* spp., *Bothynus nasutus*, *Eutheola bidentata* y *Podischnus agenor*.

### 1.2.3. Ciclo de vida

Según Bran, E. (2016) y Ramírez, C. & Castro, A. (2000) concuerdan que los adultos o ronrones emergen poco después de las primeras lluvias consecutivas, marcado por la época lluviosa, sin embargo, la temporada de emergencia del ronrón depende de su ciclo de vida, el cual puede ser de mayo a agosto, que se puede observar de forma gráfica en la siguiente figura:

Luego de su emergencia, la época de apareamiento puede durar de 15 a 20 minutos, al concluir su prioridad es alimentarse de follaje donde muestran preferencias por los cultivos con follaje espacioso y con buena entrada de iluminación lunar.



**Figura 1:** Ciclo de vida de la gallina ciega *Phyllophaga* spp. por mes, en el cultivo de maíz.

**Fuente:** Concepción Ramírez & Adriana Castro, (2000).

Como se describe gráficamente en la figura uno, según Ramírez, C. & Castro, A. (2000), los adultos ovipositan entre los meses de marzo,

abril y mayo, para luego su periodo de larva pase de mayo al mes de diciembre, por ultimo los meses de enero a marzo su ultimo estadio como pupa y emerger como adulto.

#### **1.2.3.1. Huevo**

La hembra oviposita en el suelo, a una profundidad de cinco a 15 centímetros y en grupos de 10 a 20 huevos, el periodo de oviposición puede durar de dos a cuatro días, Ramírez, C. & Castro, A. (2000), mencionan que se pueden encontrar entre el siete de mayo al seis de julio, los ronrones ovipositan entre los 18 a 24 días luego de emerger del suelo.

Sus características son de un color blanco opaco su forma es ovoide con una longitud de dos milímetros y un milímetro de ancho luego de 24 horas. Son de un tamaño de 2.5mm de longitud y 1.25 mm de anchura, de color blanco, al inicio son alargados, posteriormente esféricos. La incubación dura de 12 - 14 días a temperatura ambiente 26°C, (Bran, E. 2016).

#### **1.2.3.2. Larva**

Durante el periodo larval de las gallinas ciegas *Phyllophaga* spp. las larvas se encuentran bajo suelo, pueden variar en la profundidad en la que se encuentran, durante la época lluviosa pueden encontrarse de los dos centímetros hasta los 28 cm de profundidad, en época seca se encuentran desde los cinco centímetros hasta 60 cm de profundidad, construyendo una cámara ovoide o celda. (Ramírez, C. & Castro, A. 2000)

Entre 21 a 32 semanas (mayo a diciembre) las larvas pasan por tres etapas, según Bran, E. (2016), la tercera es importante económicamente, puesto que su alimentación puede ser de alto consumo rizófaga, esta etapa puede aparecer entre los meses de junio a octubre en especies de ciclo anual.

##### **a) Instar larval 1**

Es el primer estado luego de eclosionar, según Ramírez, C. & Castro, A. (2000) los primeros instares presentan una coloración blanca grisácea con la parte terminal se observa una bolsita de tierra, de acuerdo con Bran, E. (2016), menciona que su alimentación principal es de materia orgánica y pequeñas raicillas. También tienen una fragilidad de vida, ya que los entornos poco favorables pueden afectar severamente a la larva, condiciones como encharcamientos, sequía y otras causas entomopatógenas.

El instar larval uno, tiene un periodo medio del género *Phyllophaga* spp. de 30 días, algunas especies como *P. ravidia*

y *P. obsoleta* pueden durar de 20 a 60 días este instar, en general se estima una temperatura media adecuada entre los 26°C a 2°C al 70% a 5% de humedad relativa.

Encontrándose a una profundidad de diez centímetros, menciona que las características morfológicas en este instar entre las distintas especies, son poco diferenciables, Bran, E. (2016) Características morfológicas no son diferenciadas para su determinación.

### **b) Instar larval 2**

Las características de este ciclo larval dos, son idénticas al del primer instar, alimentándose de materia orgánica y raicillas, con las mismas características morfológicas. (Ramírez, C. & Castro, A. 2000)

Una diferencia es la profundidad en la que se pueden encontrar, que puede ser un promedio de 25 cm, y que este instar en promedio puede durar 60 días, bajo una temperatura óptima de 26°C a 2°C y una humedad relativa del 70% al 5%, (Bran, E. 2016).

### **c) Instar larval 3**

La diferencia principal en este tercer instar, es el cambio en su morfología, los gusanos cambian a un color blanco cremoso, con mayor grosor y de consistencia carnosa o gelatinosa, con arrugas notorias y el cuerpo se enrosca en forma de C, haciendo una diferencia entre especies por su hendidura anal.

También su alimentación, puesto que desarrollan mandíbulas más fuertes, que utilizan para alimentarse estrictamente de raíces, haciéndolos el instar de mayor importancia económica. Este instar tiene un periodo promedio de 120 días, antes de pasar a pupa, con una temperatura adecuada de 26°C a 2°C y una humedad relativa del 70% al 5%. (Ramírez, C. & Castro, A. 2000).

### **1.2.3.3. Pupa**

El gusano, gallina ciega de *Phyllophaga* spp., comienza su estado de pupa excavando una celda a una profundidad de cinco a 20 cm, durante el inicio de la época seca, este estado puede durar entre cinco a seis meses.

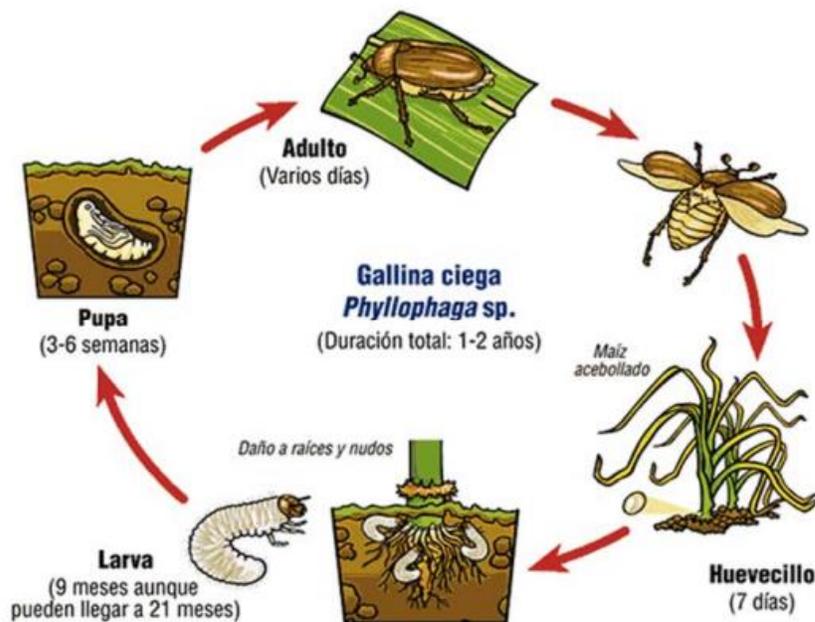
Según Ramírez, C. & Castro, A. (2000) el gusano crea su celda de forma ovoide con la expulsión de su contenido intestinal

(exuvia), para luego convertirse en crisálida, tomando una coloración café-ámbar, de acuerdo con

#### 1.2.3.4. Ronrón o adulto

De acuerdo con Bran, E. (2016) y Ramírez, C. & Castro, A. (2000), los ronrones emergen entre la época lluviosa, después de salir del estado de pupa, siguen en el suelo duran uno o dos meses. Su emergencia es principalmente nocturna, dando prioridad la copulación para luego alimentarse, principalmente del follaje de árboles.

Los machos tienen una longevidad promedio de ocho a 30 días, mientras algunas hembras pueden vivir hasta 60 días. Se puede observar en la siguiente figura:



**Figura 2:** Ciclo biológico del ronrón del mayo *Phyllophaga* spp de uno y dos años.

**Fuente:** Edgar Bran, (2016).

Como se observa en la figura anterior, se ilustra cada una de las etapas del ronrón del género *Phyllophaga* spp., luego de salir del huevo en busca de raicillas (alimento) en su estado larval, la forma que toma en su estado de pupa encapsulándose y por último la eclosión de su estado adulto con el fin de alimentarse y multiplicarse.

#### 1.2.4. Comportamiento del ronrón *Phyllophaga* spp.

Según Bran, E. (2016), Ramírez, C. & Castro, A. (2000) y CENGICAÑA (2010), concuerdan en sus estudios que los ronrones de *Phyllophaga* spp., emergen del suelo durante la época lluviosa, especificando a final del mes de abril e inicios de mayo, coincidiendo con la época lluviosa de la costa sur de Guatemala.

Antes de emerger del suelo como ronrón, pasan varias semanas bajo tierra como ronrón luego de eclosionar de su estado de pupa, puede ser de uno a dos meses, antes de la época lluviosa (febrero a marzo), donde no presenta actividad. (Ramírez, C. & Castro, A. 2000)

La primera actividad al emerger es aparearse, Ramírez, C. & Castro, A. (2000) mencionan que la hora promedio de emergencia y vuelo es de 6:30pm a 8:00pm, pero aún puede encontrarse algunos insectos después de las 9:00pm. Luego de realizar la copulación, que pueden durar de 15 a 20 minutos, se dirigen a alimentarse, para luego volver a enterrarse al suelo y pasar el día oculto de depredadores.

#### 1.2.5. Identificación del ronrón de *Phyllophaga* spp.

De acuerdo con Bran, E. (2016), las características de los adultos de *Phyllophaga* spp., son simples de diferenciar por medio de los genitales del macho y edeago del macho son las características más importantes para identificar de forma provisional los adultos con las siguientes claves, que cita de Morón (1988) y King (1984).

##### 1.2.5.1. Identificación de grupos de *Phyllophaga* spp.

- *Phyllophaga menetriesi* grupo *menetriesi*. Largo 16-22 mm. Ancho 9-11 mm.; pronoto y élitros de color entre oscuro a rojo-café medio con aspecto mate, con puntuación y cubiertos de pelos cortos, finos y pálidos.
- *Phyllophaga obsoleta* grupo *obsoleta*. Largo 14 a 18 mm.; pronoto de color rojo-café brillante, élitros de color amarillo-dorado brillante sin pelos.
- *Phyllophaga vicina* grupo *rorulenta*. Largo de 18 a 22 mm. Ancho de ocho a 11 mm.; pronoto de color rojo-café, élitros de color amarillo-café pálido con aspecto mate grisáceo, pronoto y élitros sin pelos en el macho, pero si en la hembra, los élitros con largos pelos dorados a lo largo del margen interno y en los ápices.
- *Phyllophaga elenans* grupo *rorulenta*. Largo de 16 a 25 mm. Ancho de nueve a 12 mm.; pronoto de color castaño, élitros de color amarillo-café a castaño pálido, ligeramente brillantes y con una capa superficial cerosa de aspecto grisáceo en ejemplares

recién eclosionados, hembra con pelo largo en la porción apical de los élitros. La genitalia del macho se caracteriza por una estructura negra en forma de dientes sobre el edeago.

- *Phyllophaga parvisetis* grupo *rorulenta*. Largo de 19 a 22 mm. (20 a 25 mm., según Sailor, 1943), ancho de nueve a 12 mm. Pronoto y frecuentemente la parte basal de los élitros de color castaño, el resto de los élitros de color amarillo-café a castaño pálido con una capa superficial cerosa de aspecto grisáceo recién eclosionados, hembra con pelos largos en la porción apical de los élitros. La genitalia del macho se parece a la de *P. hondura*, pero puede distinguirse por la presencia de un grupo grande de espinas, más o menos en forma de X sobre el edeago.
- *Phyllophaga hondura* grupo *rorulenta*. Largo de 16 a 21 mm. Ancho de ocho a 11 mm. Parecida a *P. parvisetis*. La genitalia del macho tiene dos pequeños grupos de espinas en forma alargada sobre el edeago.
- *Phyllophaga chiriquina* grupo *rorulenta*. Largo de 17 a 19 mm. Ancho de nueve a 11 mm. Parecida a *P. vicina* pero casi carece de pelos sobre los élitros en la hembra.
- *Phyllophaga caraga* grupo *rorulenta*. Largo de 12 a 16 mm. Ancho de diez a 12 mm. Pronoto y élitros de color rojo-café con una capa superficial cerosa de aspecto ligeramente grisáceo.
- *Phyllophaga yucateca* grupo *yucateca*. Largo de 12 a 16 mm. Ancho de cinco a 8 mm. De color rojo-café mate, pronoto más angosto que los élitros con puntuación profunda y con una cobertura de largos pelos amarillos que extienden hasta las bases de los élitros en ambos sexos, solo la hembra tiene pelos sobre los ápices de los élitros.
- *Phyllophaga valeriana* grupo *testaceipennis*. Largo de 16 a 18 mm. Ancho de ocho a 10 mm. Pronoto de color rojo-café, élitros de color amarillo-café intenso, parecidos a los de la *P. Obsoleta* pero menos brillantes, se distingue por la presencia de pelos largos sobre el pronoto y las bases de los élitros.
- *Phyllophaga fulviventris* grupo *fulviventris*. Largo de 18 a 20 mm. Pronoto de color rojo-café brillante, élitros de color amarillo-café, sin capa superficial cerosa, uñas tarsales del segundo par de patas a diferencia de los otros dos pares no tiene dientes

basales. La genitalia del macho con los parámetros separados abajo.

- *Phyllophaga dasypoda* grupo *ravida*. Largo de 17 a 22 mm. Ancho de ocho a 9 mm. Pronoto y las bases de los élitros de color rojo-café, el resto de los élitros de color café-dorado brillante y escamosamente cubierta de pelos largos, pygidium densamente cubiertos de largos pelos dorados, muy similar a *P. costarricensis*, pero pueden distinguirse por las características de la genitalia del macho.
- Las siguientes especies de *Phyllophaga*, fueron anteriormente clasificados dentro de los géneros *Chlaenobia* y *Chirodenes*. Ahora se consideran con un subgénero de *Phyllophaga*. Los adultos de ambos se caracterizan por ser menos fornidos, la coloración es pálida y el cuerpo es de forma alargada (el pronoto siempre es igual que el de los élitros). Los adultos de *Chlaenobia* son más pequeños.
- *Phyllophaga (Chlaenobia) aequata*. Largo de 11 a 15 mm. Ancho de 5 a 6 mm. El pronoto igual de ancho que los élitros y son de color amarillo-café pálido, los élitros alargados y los bordes laterales son paralelos, las patas largas.
- *Phyllophaga Chlaenobia latipes*. Similar a *P. Aequata*.
- *Phyllophaga Chlaenobia tumulosa*. Similar a *P. Aequata*.
- *Phyllophaga Chirodenes solanophaga Zunilensis*. Largo de 16 a 18 mm. Ancho de ocho mm. Pronoto y élitros de color amarillo-café pálido, brillante y sin pelos.

### 1.3. Control etológico del ronrón *Phyllophaga* spp.

#### 1.3.1. Aspectos etológicos del ronrón *Phyllophaga* spp.

De acuerdo con Metcalf citado por Mungia, L. (2016) el ronrón *Phyllophaga* spp., posee ojos compuestos, por lo que dicho insecto se ve específicamente atraído por longitudes de ondas de luz dentro del rango de 2,700 a 7,000 Armstrongs, emitido por luz de color blanco creado por ciertos materiales en reacción, 10,000 Armstrongs equivale a una longitud de 10 metros. Se describen cada uno de los tipos de luz y sus propiedades:

**Cuadro 3:** Longitud de onda de tipos de luz.

Tipo de luz	Longitud de onda		
		$\mu\text{m}$	$\text{A}^\circ$
Luz Ultravioleta (UV)		Menor a 0.4	Menor a 4000
Luz Visible	Violeta	0.46	4600
	Azul	0.5	5000
	Verde	0.56	5600
	Amarillo	0.59	5900
	Ámbar	0.61	6100
	Rojo	0.66	6600
Luz Infrarroja (IR)		Mayor a 0.7	Mayor a 7000

**Fuente:** Mungia, L. (2010)

Se describe la diferencia de ondas de Luz, según el color visible, en donde Mungia, L. (2013) anota una diferencia entre la luz ultravioleta (UV) con ondas menores a 4000 Armstrongs y en medio las luces visibles con un rango de 4600 a 6600 Armstrongs y por último la más alta es la Luz Infrarroja superior a 7000 Armstrongs.

### 1.3.2. Trampas de luz

Existen distintas fuentes de materiales que pueden crear luz, pero no todas son efectivas. De acuerdo con Bran, E. (2016), es recomendable usar tipo de luz azul como tubos fluorescentes de luz negra o de gas de mercurio, también luces violetas como incandescentes de gas o vapor de gasolina.

Así como también hay distintas fuentes de fuentes de luz, también hay distintas formas de trampas, que pueden emplearse en función a la fuente en uso.

#### 1.3.2.1. Fuente de luz amarilla

Una de las fuentes de luz amarilla útil en las trampas de luz es el bombillo incandescente, compuesto por un filamento de tungsteno de 4 watts de potencia, con una composición espectral de luz visible e infrarroja producido por el filamento. (Camborda, F.; Rodríguez, S. & Castillo, J. 2015)

#### 1.3.2.2. Fuente de luz blanca

En forma de tubo de vidrio contenido de gas de mercurio el cual es activado por corriente eléctrica con potencia de 40 watts, con una composición espectral de luz visible y en menor grado el

ultravioleta cercano. (Camborda, F.; Rodríguez, S. & Castillo, J. 2015)

#### **1.3.2.3. Fuente de luz negra**

Similar a la anterior, compuesto por un tubo de vidrio compuesto gas de fosforo especial y vidrio filtrado de una potencia de 40 watts, dentro de un espectro de luz negra o azul y ultravioleta. (Camborda, F.; Rodríguez, S. & Castillo, J. 2015)

#### **1.3.2.4. Fuente de luz amarilla de combustión**

Compuesta por un mechero como contenedor de cualquier tipo, para gas de gasolina o querosene, con un espectro de luz infrarroja y dentro del rango de luz visible y un poco de luz ultravioleta. (Camborda, F.; Rodríguez, S. & Castillo, J. 2015)

#### **1.3.2.5. Fuente de luz Led**

Light Diode, en español Diodo de emisor de luz, (LED), Santiago, T. (2020), lo describe como un dispositivo semi conductor tipo diodo que emite luz al ser activado por energía eléctrica. Generalmente vienen conectadas varios de estos en serie cubiertas por plástico traslucido como protección.

Este sistema electrónico, es complejo, a diferencia de las otras fuentes, el espectro de luz puede ser obtenido según el material con lo que este hecho el dio emisor, no por la parte de color o plástico que puede cubrir los emisores sobre el sistema. (Malvino, A. 2000), citado por (Santiago, T. 2020)

Según Santiago, T. (2020), debe escogerse la potencia de corriente para la intensidad luminosa del tipo de diodo, estos pueden ir de 1.8 a 3.8 voltios, acorde al material de fabricación y espectro de luz que emite. También menciona las ventajas de esta tecnología, como la resistencia de los materiales, el poco tiempo para mantenimiento y traslado, así también su larga vida útil de hasta cien mil horas, otras posibles ventajas puede ser su bajo costo y presencia en mercado comparado con otros tipos de fuentes.

A continuación, se describe los compuestos de los diodos y su espectro de luz emitido, según Malvino, A. (2,000):

**Cuadro 4:** Compuestos empleados en la construcción de focos LED.

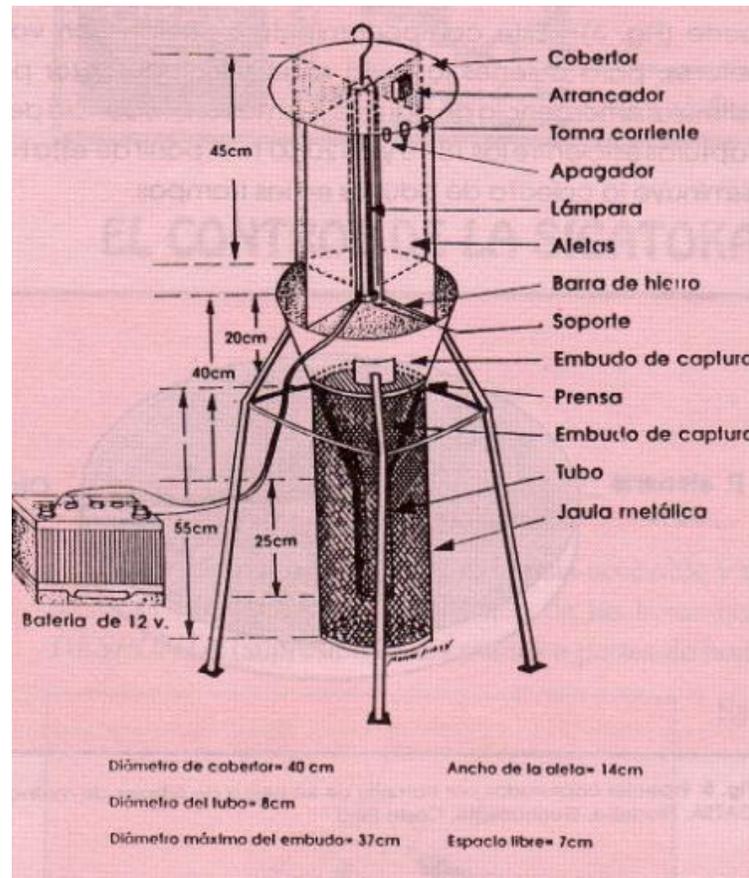
Compuesto	Color	Long. De onda (nm)
Arseniuro de galio (GaAs)	Infrarrojo	940
Arseniuro de galio y aluminio (AlGaAs)	Rojo e infrarrojo	890
Arseniuro fosforo de galio (GaAsP)	Rojo, anaranjado y amarillo	630
Fosforo de galio (GaP)	Verde	555
Nitruro de galio (GaN)	Verde	525
Seleniuro de cinc (ZnSe)	Azul	450
Carburo de silicio (SiC)	Azul	480
Nitruro de galio e indio (InGaN)	Azul	450
Diamante (C)	Ultravioleta	400

**Fuente:** Malvino A., (2,000).

Se describe el tipo de color de luz según los elementos de construcción del diodo emisor, que a su vez también define la longitud de onda en nanómetros, el cual el emisor hecho con diamante emite un color ultravioleta con ondas de 400nm y el arseniuro de galio (GaAs) emite una luz infrarroja con 940 nm de onda.

#### 1.3.2.6. Trampa tipo Luiz Queiroz

Es una trampa compleja, compuesta por cobertura, patas y partes reflectivas, según Badilla, F. (1995), descritas a continuación:



**Figura 3:** Trampa tipo Luiz Queiroz.  
**Fuente:** Badilla, F. (1995).

La trampa tipo Luiz Queiroz, descrita de forma gráfica, se puede resumir de forma sencilla por sus componentes eléctricos que constan de un suministro de energía (batería), cableado y emisor de luz, que consta de su alrededor de cuatro barreras reflectivas (Aletas) que a su vez ayuda a entorpecer el vuelo del insecto, por último, un recipiente tipo Embudo para la captura de los insectos.

### 1.3.2.7. Trampa plástica enterrada

Consiste en enterrar un balde de plástico para contener agua jabonosa, cruzando por en medio una regla de cualquier material que pueda sostener el mechero o lámpara, o simplemente debajo de la lámpara, la cual se observa un ejemplo gráfico. (Castro, A; Cruz, J.; Ramírez, C.; Perales, H. & Gómez, J. 2000) y (Giraldo, G. 2003):



**Figura 4:** Trampas de agua jabonosa.

**Fuente:** Giraldo, G. (2003).

Las trampas de agua jabonosa, descrita de forma, es una de las más sencillas y convencionales que existe, descrita en el párrafo anterior los componentes, esta permite un uso fácil y barato, con materiales que se pueden encontrar a primera mano.

#### 1.3.2.8. Trampas de luz LED

El avance de la tecnología en la última década ha permitido el desarrollo de tecnología LED acoplarse de acuerdo con la necesidad de uso, con diseños más versátiles, económicos, móviles y formas. Así también ha ampliado la gama de emisores de diodos emisores de distintos espectros de luz, haciéndolos convenientes para distintos trabajos.

Los diseños de conexión de los emisores LED, son eficientes para el tipo de trampa a utilizar, ya que su diseño de conexión puede elaborarse según las necesidades, en su forma o tamaño, acoplándose a los diseños de trampas como las de tipo Luiz Queiroz modificadas o trampas plásticas.

Este tipo de diseño puede ser de forma redonda, vertical, cuadrada, etc., según la necesidad de aplicarse e instalarse a las trampas, en la siguiente figura se observa cómo se acopló una trampa plástica de luz LED de diseño en conexión en serie circular de los diodos LED por Castresana, J. & Puhl, L. (2017). y en la figura seis se observa unas trampas de luz LED tipo Luiz Queiroz modificada con una conexión en serie vertical de los diodos por Rodríguez, J. (2017):



**Figura 5:** Trampa plástica casera de luz LED.  
**Fuente:** Castresana, J. & Puhl, L. (2017).



**Figura 6:** Trampa tipo Luiz Queiroz de luz LED.  
**Fuente:** Castresana, J. & Puhl, L. (2017).

Cabe mencionar que las figuras anteriores, son trampas con diseños adaptables según la necesidad del estudio realizado por Castresana, J. & Puhl, L. (2017) para el uso de distintos emisores de luz led y los insectos a capturar, en este caso la trampa de la figura cinco es para la captura de especies del orden Lepidóptera y la figura seis para especies del orden Coleóptera.

#### **1.4. Daño del ronrón en el cultivo de aguacate *Persea americana***

Colorado, C. (2018), menciona que se registran dos daños importantes, la primera es a las raíces por parte de la pupa o gallina ciega, estado larval del insecto de *Phyllophaga* spp., y el segundo y más importante es al daño del fruto, ya que causa la pérdida de la calidad y valor comercial, también menciona que afecta las inflorescencias y follaje.

Para el control del ronrón *Phyllophaga* spp., recomienda el uso de insecticida cipermetrina y control físico con trampas de luz ultravioleta en lugares visibles y altos, para atraer la mayor cantidad de adultos y así reducir la copula y las ovoposiciones.

## 2. Marco referencial

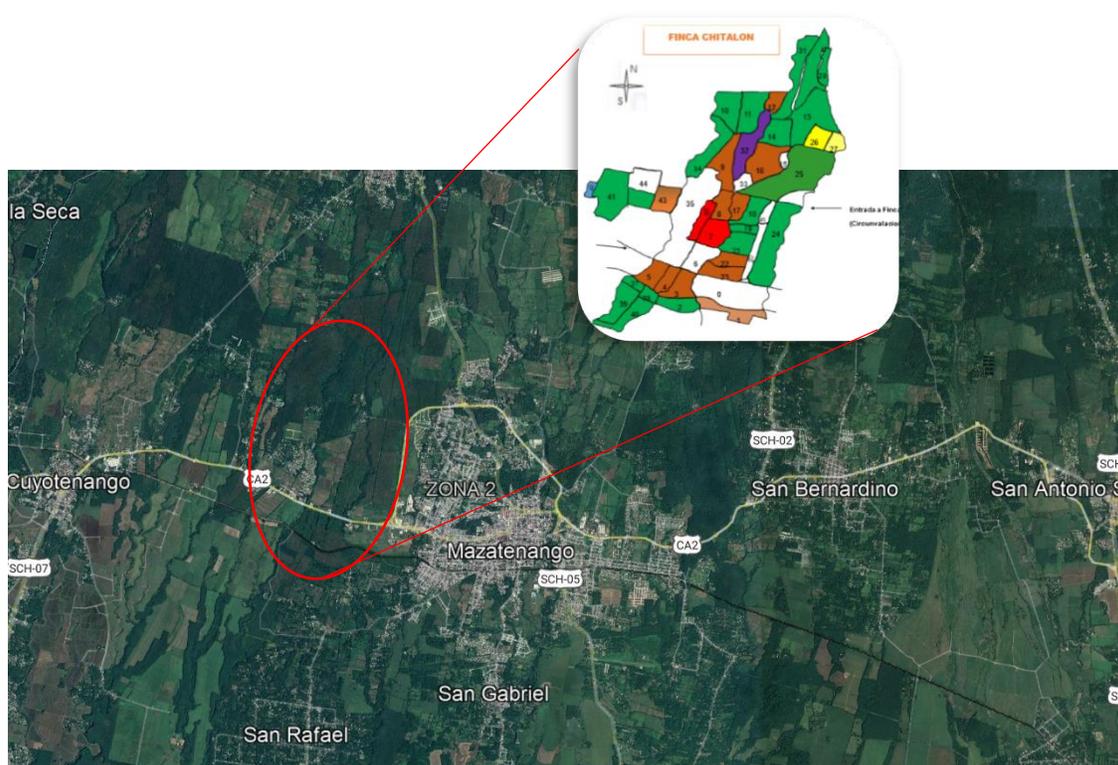
### 2.1. Localización de la finca Chitalón

Se encuentra en la costa sur de Guatemala, sobre la circunvalación de Mazatenango, la entrada principal por el kilómetro 162 de la carretera CA-2 al este la finca y por el kilómetro 163.5 de la misma carretera rumbo hacia Cuyotenango, al sur de la finca, Cifuentes, L. (2021).

Se localiza al noreste del municipio del municipio de Mazatenango, Suchitepéquez, colindando al norte con finca Providencia del municipio de San Francisco Zapotitlán, al oeste con finca Uatlán y Camelia y al este con Colonia Bilbao, rodeado al sureste por la circunvalación CA-2, Cifuentes, L. (2021).

### 2.2. Ubicación geográfica de finca Chitalón

El casco de finca Chitalón se encuentra en las coordenadas geográficas  $14^{\circ}33'03.72''$  N y  $91^{\circ}31'38.57''$  O. A una elevación de 450 msnm, Google Earth, (2021), citado por Cifuentes, L. (2021). Se describe gráficamente a continuación:



**Figura 7:** Ubicación geográfica de finca Chitalón, Mazatenango, Suchitepéquez.

**Fuente:** Google Earth, (2021) modificado por el autor.

Se observa que el experimento se encuentra fuera y cerca de la zona urbana de Mazatenango.

### **2.3. Descripción ecológica de finca Chitalón**

#### **2.3.1. Zona de vida y clima**

Se encuentra dentro de la zona de vida denominada bosque muy húmedo Sub-tropical (bmh-S). cálido, según la clasificación De la Cruz, (1,982) basado en los descriptores del Doctor Holdridge según el mapa grafico del Instituto Geográfico Nacional de Guatemala, (IGN). La temperatura máxima es 32°C y la mínima de 22°C, manteniendo una temperatura media de 27°C anual, durante al año 2020, Benavente, J. (2021), citado por (Cifuentes, 2021).

#### **2.3.2 Suelos**

Cuenta con un suelo de tipo franco arenoso-arcilloso, también tiene una pendiente del uno al seis por ciento según Rivera, (2017), y también Castro, N. (2018) citado por Cifuentes, L. (2021), mencionan que posee un relieve ligero-plano; la profundidad efectiva corresponde a un suelo profundo, con un buen drenaje y salinidad nula, perteneciendo a los suelos de la serie Ixcán franco arcillosos.

#### **2.3.3 Hidrología**

Según Castro, N. (2018) y Rivera, (2017), citado por Cifuentes, L. (2021), la cuenca en la que se ubica la finca Agrícola Chitalón, es la de Sis-Ican; la precipitación media anual reportada es de 4,150 mm. Estos se distribuyen generalmente desde mediados de abril a mediados de octubre. La finca es atravesada por tres ríos principales, “El Chitá” ubicado al este del casco, al oeste se encuentran “El Negro” y “Coches”. En la sección Argelia la cual está ubicada hacia al oeste de la finca en encuentra el río “Camelia”.

### **2.4. Manejo del cultivo de aguacate *P. americana* var. Booth 8 en finca Chitalón**

#### **2.4.1. Siembra**

Según Rodas, M. (2021) la plantación de aguacate fue sembrado en el año 2018, por lo que se considera que en el año 2,021 cumple aproximadamente tres años de establecida, la variedad establecida es Booth 8.

Se consideró el manejo pertinente para su siembra, habiendo desinfectado el ahoyado con cal dolomítica y aplicando un insecticida nematicida.

El sistema de siembra de 7x8m (8.10m\*6.9m), dando una densidad de 178 árboles por ha, 56m<sup>2</sup> por árbol. Se utilizó el tutoreo para la corrección del tallo durante su crecimiento, Cifuentes, L. (2021),

### 2.4.2. Fertilización.

Según la recopilación de información por Cifuentes, L. (2021), la fertilización se realiza de forma química de forma foliar y granular, una vez al mes.

La fórmula granulada con micronutrientes, YaraMila complex (nitrógeno total 12% (N amoniacal 7% más nítrico 5%); fósforo 11%; potasio 18%; azufre 8%; magnesio 2.7%; boro 0.015%; hierro 0.2%; manganeso 0.02%; zinc 0.02%), aplicando tres onzas aumentando gradualmente al año hasta seis onzas para resiembra y 12 onzas para plantas adultas. La aplicación foliar utilizado como desestresante YaraVita biotrac, (extracto de alga *Ascophyllum nodosum*, Nitrógeno 65gr/l; potasio 270gr/l; boro 13gr/l; Zinc 13gr/l), con una dosis de un litro por 200L de agua.

Se realiza fertilización química de forma diluida aplicada directamente al suelo alrededor de la zona radicular (inyectado). Se realiza una vez al mes, una dosis de un litro de la mezcla por planta, de un quintal de YaraMila nitrocomplex (21%N + 17%P + 3%K + 1% MgO + 5% S + 0,1% Zn) por 200 litros de agua.

También se aplica fertilizante orgánico, procedente del lombricompostaje de la pulpa de café, en una dosis de dos libras por planta en época de lluvia (mayo a noviembre) con intervalos de tres meses. Cifuentes, L. (2021).

### 2.4.3. Control de plagas

En el diagnóstico de Cifuentes, L. (2021), se menciona que actualmente se conocen algunos insectos que afectan en el cultivo de aguacate como el gusano enrollado *Amorbia cuneana*, el pulgón que se desconoce su especie, ronrón de *Phyllophaga spp.* y barrenador de tallo. Cabe mencionar que se desconoce su porcentaje de incidencia y severidad de daño, por lo cual la finca no tiene un programa de control.

A excepción de ataque de ácaros, que provocan un daño e la hoja como agujeros y acorchado, se le aplica cal hidratada, se diluye 15 libras de cal en 200 L de agua asperjando en el follaje, así mismo se pinta 40 cm de altura en el tallo.

También el barrenador de tallo *Copturus aguacatae* colocando 10 g de nematicida al tallo con presencia del daño del barrenador, envolviendo el insecticida con nylon de cocina.

Para el control de zompopo *Atta cephalotes* se rodea el tallo al ras de suelo con un anillo de botella pet.

Para el control de lepidópteros, coleópteros y otros insectos antes mencionados, se utilizan trapas de control etológico, botellas pet o

plásticas con una mezcla de melaza y agua proporción de 1:3 o 1:1, también trampas de nylon de color amarillo y azul con pegamento, que actualmente es de aproximadamente siete trampas por manzana (7,000m<sup>2</sup>).

En el año 2020 se realizó un muestreo de nematodos, el cual concluyó que la población no excede el umbral económico. (ver en anexos Informe de Análisis de Nematología)

#### **2.4.4. Control de enfermedades**

En el documento de Cifuentes, L. (2021) menciona que en el año 2,020 se realizó un análisis fitopatológico, el cual determinó la presencia del hongo *Fusarium* spp.

Para el control del hongo antes mencionado, se aplicó a principios del año 2,021, "T22 *Trichoderma harzianum*", en una dosis de dos libras por 200lts.

El hongo *Fusarium* spp. ha afectado en la plantación, dando paso a la eliminación de plantas afectadas y cambiadas por plantas de mangostán. Cabe mencionar que la finca no cuenta con un análisis de incidencia ni severidad del caso.

#### **2.4.5. Control de malezas**

El control de maleza se realiza solo de forma manual, realizando un plateo alrededor de la planta cada dos meses y una chaporro (corte bajo de la maleza) cada tres meses en época de verano (diciembre a abril) y cada dos meses en poca lluviosa (mayo a noviembre). (Cifuentes, L. 2021)

#### **2.4.6. Podas en el cultivo de aguacate**

Es una actividad formativa de la planta, donde se controla y forma el crecimiento de ramas y tallo, para obtener una buena entrada de luz y aire, como también un crecimiento frondoso y adecuado de la planta y accesibilidad de cosecha. (Cifuentes, L. 2021)

Según Rodas, M. (2021), citado por Cifuentes, L. (2021) en el cultivo de aguacate de finca Chitalón se han realizado tres podas de formación, para el cual se basan en los siguientes criterios:

- Observación, cuando la planta lo necesita, cuando hay presencia de brotes en el patrón (chupones).
- Ramas que en un futuro serán un problema, obstaculice la entrada de luz y aire, o presente poco vigor o enfermas.

Esta actividad se realiza con tijeras o cutas (machetes con punta cuadrada). Para su desinfección se utiliza Virkon; cuya composición química es: Bis peroximonosulfato) bis(sulfato) de Pentapotasio 497

gr/kg. Compuestos peroxidados, tensioactivos y ácidos orgánicos. Se utiliza una dosis de: 50g /5 litros de agua, para la sumersión de las herramientas.

También para desinfección de ramas se utilizó Mastercop, fungicida bactericida a base de sulfato de cobre pentahidratado al 21.36%), en una solución de un litro por 200 litros de agua, aplicado de forma manual con brocha sobre el tejido. (Cifuentes, L. 2021)

#### **2.4.7. Riego**

En el área del cultivo de aguacate (9.1Ha), se tiene un riego por goteo, según Rodas, M. (2021) citado por Cifuentes, L. (2021), tiene una eficiencia de aplicación del 90% y un ahorro de agua del 50%, con una descarga de ocho litros por hora.

El riego se divide en una hora por sección en el área de aguacate las 9.1Ha está dividido en cinco sectores, con un intervalo de riego de cada tres días, realizando dos riegos por semana.

#### **2.4.8. Cosecha**

El cultivo de aguacate sembrado en finca Chitalón se sembró en el año 2018, por lo que en el presente año se estaría presentando su primer ensayo de cosecha.

Para ello, la finca tiene planeado realizar la cosecha de forma manual entre la época de mayo y junio.

### **2.5. Antecedentes de la investigación**

Fue por medio de un pre-muestreo realizado en Finca Chitalón, como también investigaciones y conceptos de otros autores.

#### **2.5.1. Pruebas de trampas lumínicas en finca Chitalón en el cultivo de aguacate *Persea americana***

Según Rodas, M. (2021), durante el año 2020 se observaron daños en el follaje de lo que se consideró ataque de ronrón *Phyllophaga* spp., describiendo que el daño se encontraba en la parte media alta de la plata no mayor a dos metros de altura, diferenciándolo de hormigas *Atta* spp.

Basado en lo anterior, los encargados del área realizaron la instalación de trampas luminosas, entre los meses de abril y mayo, para monitoreo del ronrón, utilizando emisores de doble acción de peróxido de hidrogeno y fenil oxalato, sin muy buen resultado. Una segunda prueba fue utilizando lámparas lumínicas led solares de jardinería, considerada pequeñas, las cuales tampoco dieron un resultado, sin capturas de insecto.

Por lo que se considera que este proyecto realizado por parte de los encargados del área del cultivo de aguacate fue la prueba piloto, puesto que no se consideró de forma técnica y estudios previos de investigaciones relacionadas, ni tampoco tienen registros de incidencia ni severidad del daño del insecto, sin embargo, es considerado de importancia para el manejo del cultivo de aguacate, por parte de la complejidad del insecto en función a la atracción de distintas fuentes emisoras de luz.

Hasta el año 2021, no se ha realizado una segunda prueba de monitoreo ni prueba de trampas luminosas, tan solo un pre-muestreo, para la captura de ronrón en el cultivo de aguacate en finca Chitalón, entonces se planteó la investigación con base a distintas fuentes de emisores de luz para trampas lumínicas en la captura de ronrón en el cultivo de aguacate, para apoyo técnico en finca Chitalón.

### **2.5.2. Trampas luminosas de tipo LED**

Según Mungia, L. (2021) dentro de la investigación realizada de la captura de ronrón *Phyllophaga* spp., en Santa Rosa de Lima, Santa Rosa, Guatemala, se basó en el estudio de dos tipos de métodos de captura, utilizando trampas blancas hechas por recipientes plásticos con atrayentes y trampas de luz LED.

La investigación de Mungia, L. (2021), se trabajó en el cultivo de café, plantando las trampas dentro de los cultivos y monitoreando el trampero en hora que describe en su investigación, y se plantean que son óptimas para el vuelo del ronrón, que va desde las 6:30pm para su emergencia hasta las 8pm para regresar al suelo y enterrarse.

En su variable de respuesta se basó en el número de ronrones capturados por trampas, como también, determino que la eficiencia de trampas de luz es de aproximadamente 50 a 120 insectos por trampa de pantalla luminosa, comparado con la poca y casi nula eficiencia de trampas blancas con una media de un insecto por trampa, esto fue aproximadamente durante el día de captura del mes de mayo.

Alguno de los factores para la realización de la investigación de Berea, G. (2006), que influyeron fueron precipitación pluvial, humedad hidrométrica del suelo, que describe como factores ambientales que afectan la emergencia del ronrón.

### **2.5.3. Trampas luminosas de tipo tubo de gas.**

En el estudio de Uso de trampas de luz fluorescente para el manejo de la gallina ciega *Coleoptera: Melolonthidae* en maíz *Zea mays* L., por Aragón, A.; Nochebuena, C.; Morón, M. & López, J. (2007), describe el uso de trampa de luz ultravioleta de gas fluorescente unidireccional de 20 w, conectada a una fuente eléctrica por cable. Describe que el orden

de trampas fue de 45 m entre cada una y por un uso de dos horas por dos meses, el tipo de trampa usada fue tipo Luiz Queiroz modificada.

De aproximadamente los dos meses de estudio, realizó 17 capturas de ronrones *Phyllophaga* spp. tomando en cuenta días con ambiente desfavorable como lluvias, bajas temperaturas, vientos fuertes y determinó que en noches de luna llena no existe actividad del insecto.

En un área de 1.53 Ha. (180 m x 85 m) colocó ocho trampas, durante el pico de captura, se recolectó aproximadamente 280 ronrones por trampa por día de captura, y alrededor de 90 mil ronrones durante el estudio. Concluyó que la incidencia de ronrones *Phyllopha* spp., es marcada por la época lluviosa en un ciclo de dos meses, también que las trampas de luz ultravioleta empleadas en el experimento obtuvieron resultados eficientes.

#### **2.5.4. Trampas luminosas artesanales de kerosene**

Según Arguello, H. (1997), en su estudio de trampas artesanales para el control de ronrones *Phyllophaga* spp., utilizando trampas por gas de Kerosene, describe el candil como un recipiente contenedor del gas, tapado por donde sale un mechero de tela gruesa, acondicionado en medio sobre un agujero cubierto de plástico para contener agua con jabón, y otras dos fuentes de luz como el aceite quemado y candela.

Su evaluación consistió en colocar trampas en distintas zonas, en parcelas de una a una manzana y media de área (7,000 a 1350 m<sup>2</sup>), una trampa a cada 25 metros. Una de sus variables de repuesta fue el tiempo efectivo para capturar ronrones. Algunos de los factores que tomó en cuenta fue la dirección del viento, lluvia y fase lunar.

El estudio determinó que las horas de emergencia del ronrón que se aproxima entre las 6:00 pm y las 8:00 pm, y determinó que entre las 6:00 pm a 7:10 pm emerge hasta el 80% de ronrones y en su prueba logró observar que se puede capturar hasta un promedio de nueve insectos por trampa de keroseno.

### 2.5.5. Pre-premuestreo, captura de ronrones del género *Coleóptera* para la investigación

Previo al planteamiento de la investigación inferencial, se llevó a cabo un pre-muestreo, el cual brindó información y confirmó la presencia de ronrones *Phyllophaga* spp., que constó utilizando tres variables de trampas para la captura. Estas fueron dos fuentes de Luz LED (Blanca y Ultravioleta) y trampas Ecoiapares:



**Figura 8:** Trampas de luz utilizadas en el pre-muestreo.  
**Fuente:** Autor. (2021).

La figura describe gráficamente una de las trampas utilizadas en el pre-muestreo, que consta de un emisor LED foto-recargable (funciona con energía solar), como atrayente de ronrones, colocado en medio de un recipiente lleno de agua con jabón, para la captura y colecta.

Las trampas utilizadas fueron de menor tamaño a utilizar en la investigación y con un sistema aleatorizado en zigzag, colocando dos trampas por manzana. Estas trampas consistían en lámparas de jardín con Luz Blanca, Luz Ultravioleta y trampas Ecoiapares de melaza, una cantidad de cuatro unidades de cada una.

En el pre-muestreo dio inicio el doce de marzo del año 2,021, instalando las trampas en el sector del cultivo de aguacate, realizando la recolección de captura cada ocho días, de lo cual se obtuvieron los siguientes datos:

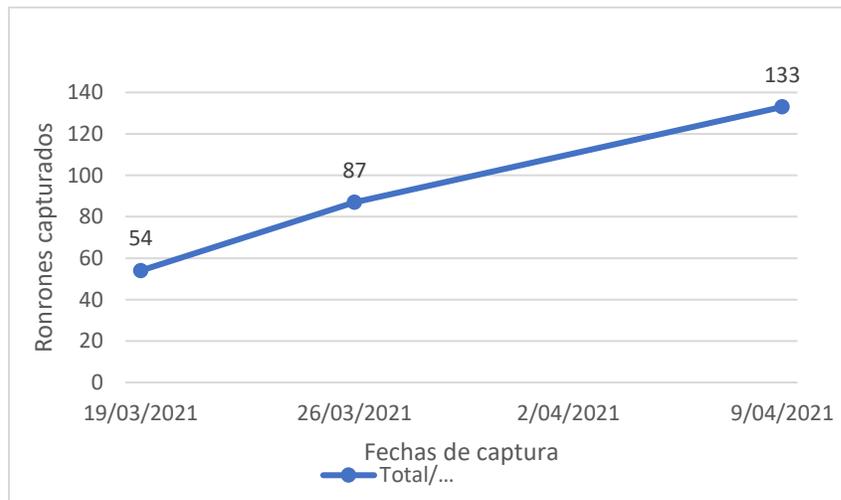
**Cuadro 5:** Pre-muestreo en trampas lumínicas para la captura de ronrón *Phyllophaga* spp. en el cultivo de aguacate, Chitalón S.A.

Fecha de muestreo	Ronrones capturados/8 días/ trampa												
	Luz Blanca				Luz ultravioleta				Melaza				Total/ semana
	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	
19/03/2021	5	8	3	6	8	4	7	5	2	0	2	4	54
26/03/2021	8	10	9	14	9	5	13	10	5	1	0	3	87
9/04/2021	12	10	11	11	15	14	13	16	10	6	8	7	133
<b>Total/trampa</b>	25	28	23	31	32	23	33	31	17	7	10	14	274
<b>Promedio</b>	8	9	8	10	11	8	11	10	6	2	3	5	

**Fuente:** Autor. (2021).

Se describen las capturas por cada una de las trampas y por cada tipo de trampas, en la última fila se observa que los promedios de la trampa de luz blanca van de ocho a diez ronrones por trampa, en la trampa de luz ultravioleta van de ocho a 11 ronrones por trampa y en la trampa de melaza van de dos a seis ronrones por trampa. Esto demuestra la eficiencia de la luz ultravioleta como atrayente, puesto que, según Mungia, L. (2,010) esta luz se encuentra entre los cuatro mil Armstrongs en longitud de onda (ver cuadro dos), que son ideales para la atracción del insecto, esto realizado en el pre-muestreo con lámparas de jardinería con un solo LED, (ver figura ocho).

Por ende, confirma la presencia de insectos del orden coleóptera, entre ellos ronrones del género *Phyllophaga* spp. También se confirma la eficiencia de los tres métodos de captura, lo cual se afirmó en el planteamiento de la investigación.



**Figura 9:** Acumulado de captura de ronrones especies del orden *Coleóptera.*, por semana de pre-muestreo.

**Fuente:** Autor. (2021).

Se puede observar el aumento de captura, en aproximadamente 15 días, desde el primer día de captura el 19 de marzo hasta el último el 9 de abril, aumentó un aproximado del 130 % de ronrones capturados.

## V. OBJETIVOS.

### 1. General.

Evaluar la eficiencia de tres tipos de fuentes lumínicas en trampas para la captura de ronrones del Orden *Coleóptera*. en el cultivo de aguacate *P. americana* en finca Agrícola Chitalón S.A., Mazatenango, Suchitepéquez.

### 2. Específicos.

- 2.1. Determinar cuál de las tres fuentes lumínicas de las trampas en evaluación, tiene mayor número en la captura de ronrones del orden *Coleóptera*.
- 2.2. Determinar las fechas pico de mayor emergencia de ronrones del orden *Coleóptera* capturados durante el periodo de la investigación.
- 2.3. Determinar las especies de ronrones del orden *Coleóptera* capturados en finca Chitalón en el cultivo de aguacate *P. americana*.
- 2.4. Determinar la incidencia de los ronrones del género *Coleóptera*, durante el periodo de la investigación, en el cultivo de aguacate *P. americana*.
- 2.5. Determinar la severidad de daño en el área foliar de aguacate *P. americana* ocasionada por los ronrones del género *Coleóptera*, durante el periodo de la investigación.
- 2.6. Cuantificar costos de inversión de los tratamientos en evaluación.

## VI. HIPOTESIS.

- Ho.** Todos los tipos de fuente de luz en trampa lumínica en evaluación tendrá el mismo efecto sobre la variable de respuesta, cantidad de ronrones de *Coleóptera* capturados.
- Ha.** Al menos un tipo de fuente de luz en trampa lumínica tendrá un efecto diferente sobre la variable de respuesta, cantidad de ronrones de *Coleóptera* capturados.

## VII. MATERIALES Y METODOS

Para alcanzar los objetivos específicos planteados en la investigación, se plantearon las siguientes metodologías:

### 1. Determinación del número de captura en las distintas fuentes lumínicas en las trampas para la captura de ronrones.

Se procedió de la siguiente manera:

#### 1.1. Materiales

Los materiales utilizados se determinaron con forme a la metodología y las necesidades de la investigación.

##### 1.1.1. Recursos físicos

Para la investigación que se realizó en un área de 2.05 Mz., (14,336 m<sup>2</sup>), (128 m x 112 m) en el cultivo de aguacate *P. americana* var. Booth 8, se necesitaron las siguientes herramientas y equipos:

**Cuadro 6:** Material para la construcción de trampas.

Descripción	Cantidad	
Lámpara de 30LED recargable	8	
Diodos LED	120	
Gas de Keroseno	3.75	litros
Mecheros	4	
Candiles	4	
Detergente	1	kilogramo
Agua		
Alambre	2	libras
Postes de bambú	20	
Melaza	15	litros
Botellas pet de 3lt	4	
Sellador cinta	1	
Tubo de aluminio		
Pegamento		
Papel aluminio	1	rollo

**Fuente:** Autor. (2021).

Los materiales descritos en el cuadro seis, fueron fáciles de adquirir, pues se encuentran en ferreterías, misceláneas y dentro de las fincas (en el caso de los bambúes), sin embargo, lo difícil de conseguir fueron los Diodos LED por unidad, ya que solo se encuentran en tiendas especializadas.

Se describen las herramientas utilizadas para el cumplimiento del objetivo:

**Cuadro 7:** Herramienta y equipo para la captura de ronrón en las trampas lumínicas.

Descripción	Cantidad
Recipiente o cubeta	1
Frascos de vidrio	8
Estereoscopio	1
Machete	1
Tijeras	1
Red	1
Lámpara de mano	1
Libreta	1
Computadora	1

**Fuente:** Autor. (2021).

Las herramientas fueron materiales que se utilizaron varias veces, por lo que también son fáciles de conseguir, utilizados tanto en campo para la colecta y análisis de datos.

### 1.1.2. Recurso humano utilizado en la evaluación de trampas lumínicas

Conforme a la metodología, se necesitó la previa autorización de la administración de la finca, solicitando personal y el apoyo necesario para ejecutar la investigación para lo que se necesitó de los siguientes colaboradores:

**Cuadro 8:** Recursos humanos utilizados en la evaluación de trampas lumínicas

Cantidad	Personal
1	Mayordomo
1	Caporal
1	Colaborador de campo
1	Estudiante de EPS

**Fuente:** Autor. (2021).

Por último, el personal empleado, fue también con el apoyo del personal de Finca Chitalón, tanto en campo como para el manejo de los datos:

### 1.1.3. Recursos financieros

La investigación es totalmente financiada por capital privado, propio de finca Agrícola Chitalón S.A.

## 1.2. Metodología

### 1.2.1. Factor evaluado (variable de respuesta)

El factor que se evaluó fue: "Tres tipos de fuentes lumínicas en trampas para la captura de ronrones del orden Coleóptera tiene mayor efecto en el cultivo de aguacate *P. americana* en Finca Chitalón S.A."

La variable de respuesta de la investigación fue:

- Numero de ronrones del orden Coleóptera capturados en los tres tipos de fuentes lumínicas en trampas, en el cultivo de aguacate.

### 1.2.2. Descripción de tratamientos.

Para la investigación de las trampas de luz, se usaron distintas fuentes y tipos de emisión de espectros de luz, para ello se describen los tratamientos:

**Cuadro 9:** Tratamientos evaluados.

No. Trat.	Descripción
T1	Luz blanca LED
T2	Luz ultravioleta LED
T3	Luz amarilla keroseno
T0	Trampa de melaza.

**Fuente:** Autor. (2021).

Los tratamientos estuvieron distribuidos al azar dentro de cada uno de los bloques, por medio del método de la tómbola, se utilizaron cuatro repeticiones.

### 1.2.3. Diseño experimental.

Para el experimento se utilizó un Diseño Experimental Completamente al Azar Simple, el que se evaluó tres tratamientos y un testigo relativo. Para determinar el número de repeticiones, se utilizó la siguiente fórmula:

$$GLE = t(r - 1)$$

$$12 = 4(r - 1)$$

$$\frac{12}{4} = r - 1$$

$$3 + 1 = r$$

Donde:

GLE = grados de libertad del error, con valor de 12

t = número de tratamientos, con valor de cuatro.

r = valor de repeticiones a determinar.

Sustituyendo los valores dentro de la fórmula, se determinó una cantidad de cuatro repeticiones. Con base a esto, la cantidad de tratamientos da un total de 16 unidades experimentales.

El modelo estadístico del diseño en estudio fue el siguiente:

$$y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = es la variable de respuesta, días a germinación.

U = la media general.

$T_i$  = el efecto del i-ésimo tratamiento.

$E_{ij}$  = error experimental asociado a la i-j-ésima unidad experimental.

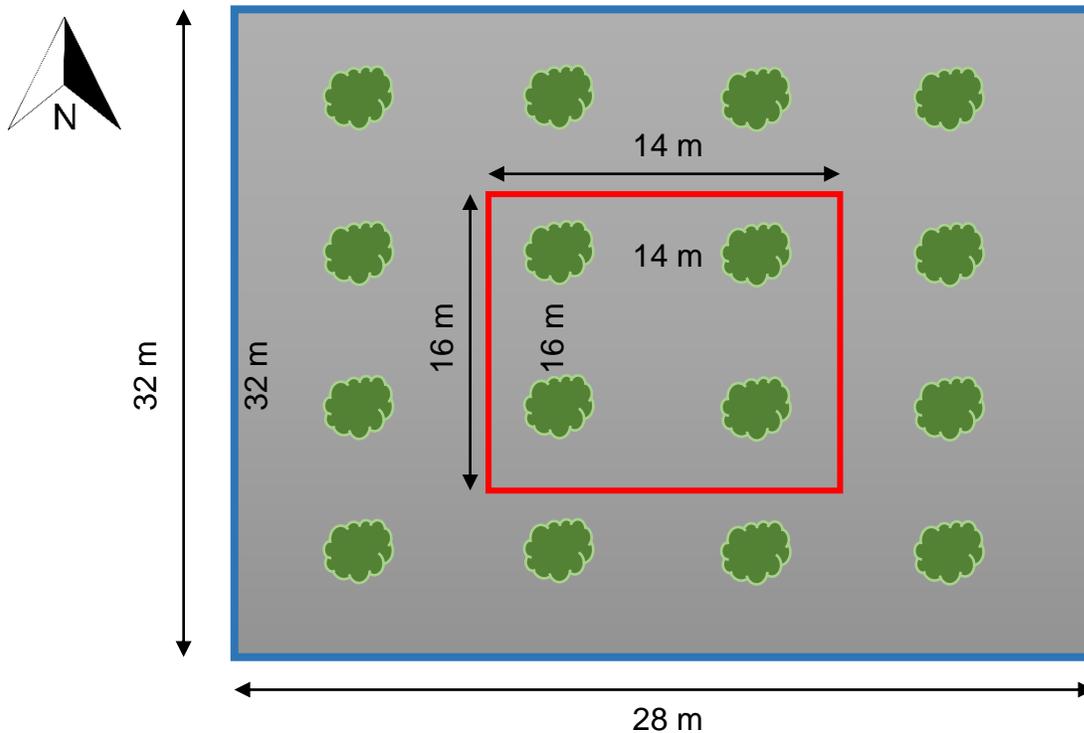
#### 1.2.4. Unidad experimental.

La unidad experimental, se tomó en cuenta la evaluación de cada tratamiento (cada una de las trampas), en un área de 896 m<sup>2</sup> (28 m x 32 m), guardando 16 plantas de aguacate para determinar la severidad e incidencia del insecto, en el área foliar, en un periodo de 120 días (los meses de abril a julio).

##### a) Plantas por parcela bruta y neta.

Para la parcela neta se usaron cuatro plantas y la parcela bruta, se dejaron el perímetro de la unidad experimental con doce

plantas, con un total de 16 plantas por unidad experimental, descrito en la figura:



**Figura 10:** Croquis de la parcela bruta y neta.

**Fuente:** Autor, (2,022).

La parcela neta constó de un área de 224 m<sup>2</sup> (16 m x 14 m), el cual se señala dentro del recuadro rojo en la figura diez. La parcela bruta constó del área en la periferia de la parcela neta, afuera del recuadro rojo.

### 1.2.5. Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), para la corroboración de hipótesis, con un nivel de significancia al 95 %. Convirtiendo los datos por medio de la fórmula de raíz cuadrada más uno, ( $x = \sqrt{n} + 1$ ).

Para el análisis de varianza, se realizó una prueba múltiple de medias de DUNCAN con un nivel de significancia del 95%.

$$S\dot{X} = \sqrt{CMe/r}$$

Donde:

S $\dot{X}$  = Error estándar

CMe = Cuadrado medio del error

r = número de repeticiones

$$Qx = (i, GLe)$$

Donde:

Qx = Valores de la tabla modificada de DUNCAN

i = Número de comparadores

GLe = Grados de libertad del error

$$CD = Qx * S\bar{X}$$

Donde:

CD = Comparadores de Duncan

Qx = Valores de la tabla modificada de DUNCAN

S $\bar{X}$  = Error estándar

## 1.2.6. Establecimiento del experimento

### 1.2.6.1. Trampas de tipo LED

Para obtener estas trampas, se recurrió al mercado local para comprar este equipo electrónico con las siguientes características: para tramas de luz blanca se usaron lámparas LED de 30 diodos recargable, para las trampas de luz ultravioleta se usaron lámparas LED de 30 diodos tipo ultravioleta recargable.

Se añadió toques a la lámpara, tipo Luiz Queiroz, pero solo sobre la lámpara, utilizando una botella de plástico transparente sobre las lámparas, para detener y entorpecer el vuelo del ronrón, también para proteger las lámparas de los factores ambientales como agua y viento. Para la retención del insecto, la trampa estaba suspendida sobre un balde plástico sobre el suelo, con agua y jabón, estas se pueden observar en las figuras a continuación:



**Figura 11:** Lámpara LED, con protección plástica.  
**Fuente:** Autor, (2,022).



**Figura 12:** Trampa LED, instalada.  
**Fuente:** Autor, (2,022).

El protector plástico sobre la botella al ser transparente deja pasar perfectamente la luz ayudando mucho para evitar los daños por lluvias y alargando el tiempo de durabilidad de las lámparas, como se observa en la figura 11, luego ya instalado se puede observar en la figura 12, su correcto funcionamiento.

#### **1.2.6.2. Trampas de tipo combustión de gas de Keroseno**

El principal componente es el gas de keroseno, llamado así vulgarmente en el mercado local, puesto que se encuentra en estado líquido y es comercializado en locales de distribución de combustibles.

Para ello, se necesitó elaborar un mechero, que constó de un recipiente de vidrio de aproximadamente 200 ml con tapadera metálica a la tapadera se le realizó un agujero donde pueda instalarse una mecha de tela gruesa, para poder encender la llama. Los cuales se pueden observar en las figuras 13 y 14.

Para la captura del insecto, se colocó sobre un balde plástico en suelo, con agua y jabón, como se observa el recipiente blanco bajo la lámpara de keroseno en la figura 14.



**Figura 13:** Lámpara de keroseno artesanal.  
**Fuente:** Autor, (2,022).



**Figura 14:** Lámpara de Keroseno instalada.  
**Fuente:** Autor, (2,022).

Las lámparas de keroseno fueron de fácil armado y eficientes para generar la llama como también para evitar derrames por el tiempo de recipiente de vidrio y hermético del cual estaban armado como se observa en la figura 13. Sin embargo, en su instalación, están muy expuestas a la lluvia, por lo cual el calor del vidrio provocado por la llama rajo varias pantallas de vidrio y apago la llama, como se observa la instalación en la figura 14.

### 1.2.6.3. Trampas ecoiapares de melaza

Las trampas de melaza se utilizaron como un indicador local, puesto que es el método actual que utiliza la finca Agrícola Chitalón para el control y monitoreo del ronrón.

Está compuesta por una botella de 2.5 l de capacidad de material plástico PET (Tereftalato de polietileno), el cual se abrió dos recuadros de aproximadamente 10 cm en sentidos opuestos, como ventanas para ingreso del insecto. El atrayente está compuesto por una mezcla de melaza con agua a una proporción de 1:1. Su instalación se utilizó una pita, para que pueda quedar suspendido.

### 1.2.7. Instalación de trampas lumínicas.

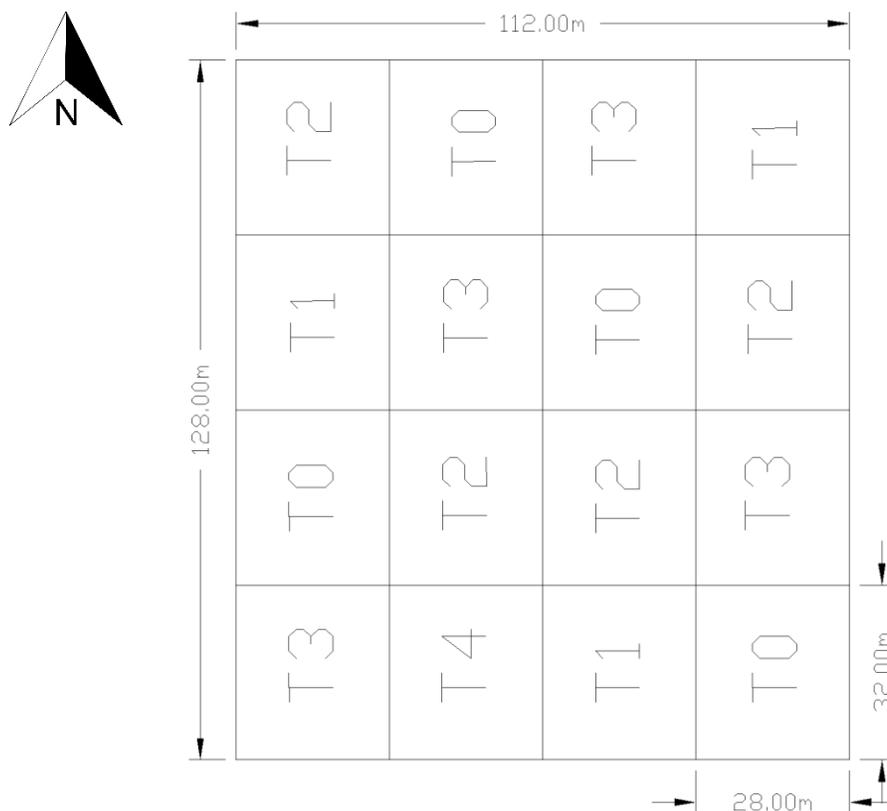
Las trampas que se suspendieron a una altura media de 1 m desde la parte superior de la lámpara hasta la superficie del suelo, utilizando poste de bambú para sostenerlo, dejando abajo balde plástico que contenía agua con jabón para la captura.

Para la trampa de keroseno, el mechero se colocó alrededor de 20 cm sobre la superficie del agua, sobre el balde plástico con agua y jabón, para la captura.

### 1.2.8 Croquis del experimento.

El área del experimento, tomando en cuenta los distanciamientos de 28m\*32m (896 m<sup>2</sup>) de la unidad experimental y siendo cuatro tratamientos por cuatro bloques, se tiene en cuenta que el área total estaría dispuesta por 2.05 Mz., (14,336 m<sup>2</sup>), (128m x 112m).

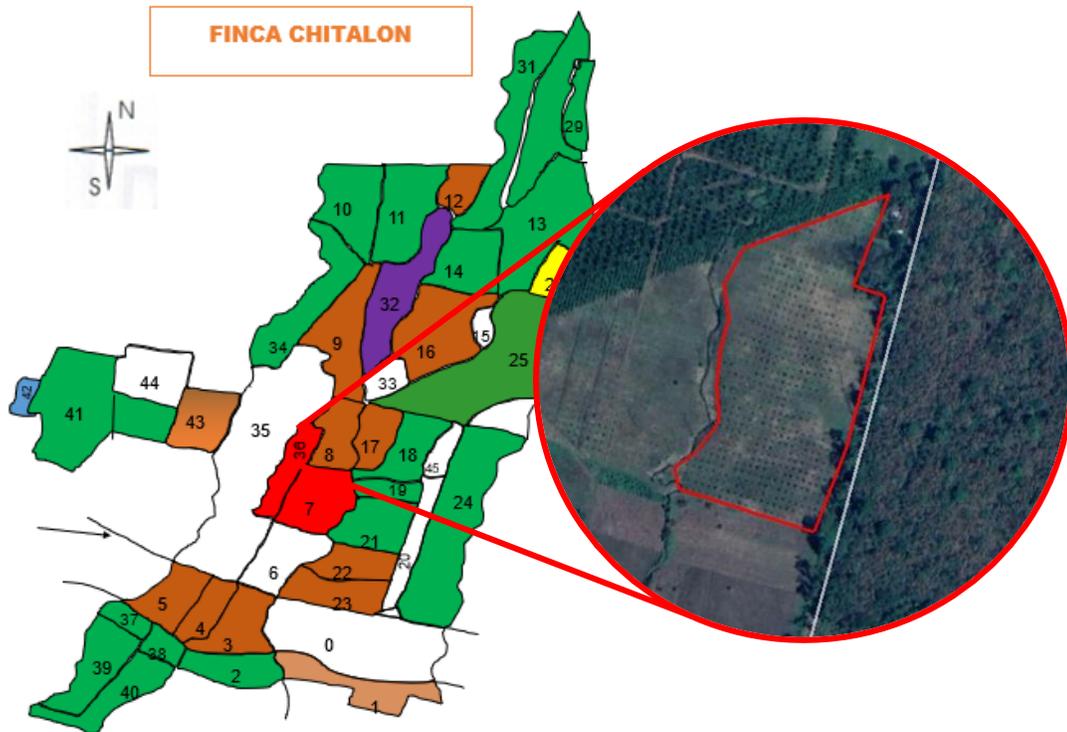
A continuación, se describe la orientación de los bloques y distribución al azar de los tratamientos:



**Figura 15:** Croquis de campo del experimento y aleatorización de los tratamientos.

**Fuente:** Autor. (2021).

El croquis del experimento se situó al este de Finca Chitalón, la cual se puede ubicar de forma gráfica dentro de la finca:



**Figura 16:** Mapa del área de investigación en finca Chitalón, Mazatenango, Suchitepéquez.

**Fuente:** Administración Finca Chitalón. (2021), modificada por autor.

El mapa describe la localización de la investigación dentro de la Finca Chitalón, con un área de estudio de aproximadamente 4.5 Ha en el sector uno y dos en el cultivo de aguacate *P. americana*, de los cinco sectores existentes donde está sembrado este cultivo.

### 1.2.9. Toma datos (variables de respuesta)

Se realizó el conteo de ronrones de *Phyllophaga* spp y otros géneros, capturador por trampa, cada día de captura por un periodo de 120 días.

Tomando cada ronrón capturado en la trampa se contabiliza, según sus características físicas (fenotípicas) a primera vista y se separan. Cada separación es envasado y rotulado en frascos de vidrio con alcohol al 70% para su preservación y envío al laboratorio entomológico de CENGICAÑA.

#### **1.2.10. Periodo de la investigación**

Dado que, en los estudios de Bran, E. (2,016), Ramírez, C. & Castro, A. (2,000), Izás, M. (2,009) y Santiago, T. (2,020) confirman el periodo de evaluación se determina en el ciclo de vida en la fase de ronrón de *Phyllophaga* spp., que va a mediados de abril al final del mes de junio, pero se expandirá hasta el mes de julio como un margen de tiempo de continuidad de la investigación, que es un aproximado de 120 días.

#### **1.2.11. Horas y días de captura**

Las fuentes consultadas, Ramírez, C. & Castro, A. (2000), Bran, E. (2,016) y CENGICAÑA (2,010) indican que el periodo de emergencia del ronrón es estrictamente nocturno y que oscila en entre las 6:30 pm a 8:00 pm, por lo que se tomó en cuenta instalar el trapeo de 6:00 pm a 10:00 pm.

Los días que presentaron lluvias y alta humedad, se abstuvo de realizar la instalación y captura, ya que los insectos en estudio no presentaron actividades durante esos periodos con esas condiciones climáticas desfavorables.

#### **1.2.12. Mantenimiento del equipo**

Luego de utilizar el equipo de trampas, se limpió y las lámparas se pusieron a cargar por la mañana, para ser utilizados por la noche.

En los mecheros de keroseno, se vaciaron para poder ser guardados los recipientes. De la misma manera las trampas de melaza.

## 2. Determinación de fechas pico de mayor emergencia de ronrones del orden Coleóptera capturados en los tres tipos de trampas lumínicas

### 2.1. Materiales

Los materiales utilizados se determinaron con forme a la metodología y las necesidades de la investigación.

#### 2.1.1. Recurso físico utilizado determinación de la mayor emergencia de ronrón capturados en los tres tipos de trampas lumínicas

Para la investigación que se realizó en un área de 2.05 Mz., (14,336 m<sup>2</sup>), (128 m x 112 m) en el cultivo de aguacate *P. americana* var. Booth 8, utilizando trampas de luz con recipientes de captura para su contabilización, las herramientas utilizadas se describen a continuación:

**Cuadro 10:** Herramienta y equipo para la determinación de la mayor emergencia de ronrón.

Descripción	Cantidad
Recipiente o cubeta	1
Frascos de vidrio	8
Estereoscopio	1
Machete	1
Tijeras	1
Red	1
Lámpara de mano	1
Libreta	1
Computadora	1

**Fuente:** Autor. (2021).

Se necesitó de las herramientas para contener las capturas de ronrones cubetas, frascos de vidrio, además para su identificación en campo el uso de estereoscopios, y en campo el uso de machete, tijeras, red de captura, lámpara, libreta y computadora.

#### 2.1.2. Recurso humano utilizado para la determinación de la mayor emergencia de ronrón capturados en los tres tipos de trampas lumínicas

Conforme a la metodología, se necesitó la previa autorización de la administración de la finca, solicitando personal y el apoyo necesario para ejecutar la investigación para lo que se necesitó el personal descrito a continuación:

**Cuadro 11:** Recurso humano utilizado para la determinación de la mayor emergencia de ronrón.

Cantidad	Personal
1	Mayordomo
1	Caporal
1	Colaborador de campo
1	Estudiante de EPS

**Fuente:** Autor. (2021).

El personal utilizado fue mínimo. Se necesitó del mayordomo y caporal de Finca Chitalón para la autorización, ubicación y acompañamiento en campo de la investigación.

### 2.1.3. Recurso financiero utilizado para la determinación de la mayor emergencia de ronrón capturados en los tres tipos de trampas lumínicas

La investigación fue totalmente financiada por capital privado, propio de finca Agrícola Chitalón S.A.

## 2.2. Metodología

### 2.2.1. Factores evaluados (variables de respuestas)

El factor que se evaluó fue: ‘Fechas pico de mayor emergencia de ronrones del orden Coleóptera capturados durante el periodo de la investigación. en el cultivo de aguacate *P. americana* en Finca Chitalón S.A.’

Las variables de respuesta de la investigación fueron:

- Días pico con mayor número de ronrones del orden *Coleóptera* capturados en los tres tipos de fuentes lumínicas en trampas, en Finca Chitalón en el cultivo de aguacate.
- Número de captura de ronrón en función a la acumulación pluvial (lluvia).

### **2.2.1.1. Días pico con mayor número de ronrones del orden Coleóptera capturados en los tres tipos de fuentes lumínicas en trampas, en Finca Chitalón en el cultivo de aguacate.**

La metodología para esta variable fue la siguiente:

#### **a) Conteo de ronrones capturados por día.**

Los ronrones capturados por las trampas de luz se contabilizan diariamente por los meses de la investigación.

Se realizó la suma por cantidad de individuos capturados, separados por especie y se cuantificó la semana con mayor captura y el mes correspondiente a esa semana.

### **2.2.1.2. Número de captura de ronrón en función a la acumulación pluvial (lluvia) en Finca Chitalón en el cultivo de aguacate**

La metodología para esta variable fue la siguiente:

#### **a) Medición de los milímetros de lluvia por día**

Por medio de los datos obtenidos en la estación meteorológica ubicada en finca Chitalón, se obtuvieron los datos de precipitación por día, se puede observar en el cuadro 35 de Anexos, el registro de milímetros de precipitación pluvial por día, en los 12 meses del año.

#### **b) Comparación del número de captura de ronrón comparado con los días de lluvia**

Con base a los datos obtenidos de los ronrones capturados por día (ver cuadro 36 en anexos), se hizo un análisis comparativo, donde se presenta el número de ronrones capturados en función a los días de lluvia, conociendo así si el ronrón tiene una interacción (si muestra actividad nocturna) los días lluviosos.

### 3. Determinar las especies de ronrones del orden *Coleóptera* capturados en finca Chitalón en el cultivo de aguacate *P. americana*.

#### 3.1. Materiales

Los materiales utilizados se determinaron por la metodología y necesidades de la investigación.

##### 3.1.1. Recurso físico

Para la investigación que se realizó en un área de 2.05 Mz., (14,336 m<sup>2</sup>), (128 m x 112 m) en el cultivo de aguacate *P. americana* var. Booth 8, utilizando trampas de luz con recipientes de captura para su cuantificación.

También se solicitó el apoyo de los laboratorio y expertos de CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña), ubicado en Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla, y demás herramientas descritas a continuación:

**Cuadro 12:** Herramienta y equipo utilizado para la captura y transporte de ronrones.

Descripción	Cantidad	
Recipiente o cubeta	1	
Frascos de vidrio	8	1.5tls
Alcohol etílico al 70%	2	Gal
Estereoscopio	1	
Machete	1	
Tijeras	1	
Red	1	
Lámpara de mano	1	
Libreta	1	
Computadora	1	
Laboratorio CENGICAÑA		

**Fuente:** Autor. (2021).

Se emplearon las herramientas necesarias para la colecta y transporte, utilizando recipientes de vidrio, previamente identificados, llenos con alcohol etílico al 70%.

##### 3.1.2. Recurso humano utilizado para la captura y transporte de ronrones

Conforme a la metodología, se necesitó la previa autorización de la administración de la finca, solicitando personal y el apoyo necesario para ejecutar la investigación para lo que se necesitó del siguiente personal:

**Cuadro 13:** Recurso humano utilizado para la captura y transporte de ronrones.

Cantidad	Personal
1	Mayordomo
1	Caporal
1	Colaborador de campo
1	Estudiante de EPS
<b>Laboratoristas de CENGICAÑA</b>	

**Fuente:** Autor. (2021).

### 3.1.3. Recurso financiero utilizado para la captura y transporte de ronrones

La investigación es totalmente financiada por capital privado, propio de finca Agrícola Chitalón S.A., para cumplir con este objetivo CENGICAÑA otorgo sin costo alguno el uso los laboratorios y sus operadores.

## 3.2. Metodología

### 3.2.1. Factores evaluados.

Los factores evaluados fueron:

- Identificación en laboratorio de especies de ronrón capturado.
- Número de especies de ronrón capturados por tratamiento.

#### 3.2.1.1. La identificación en laboratorio de especies de ronrón capturado.

Para la identificación de las especies de ronrones capturados se realizó la siguiente metodología:

##### a) Captura de ronrones

Durante la investigación en la captura de ronrones, se realizó un almacenamiento de estos insectos en recipientes de vidrio con alcohol etílico al 70%, para luego ser transportados a laboratorios de CENGICAÑA, para el debido procedimiento de identificación.

##### b) Determinación de especies de *Phyllophaga* spp.

Para ello se utilizó patrones del ráster para las especies de *Phyllophaga* más frecuentes en caña de azúcar (Biología y control de *Phyllophaga* spp). CATIE-Costa Rica, 1996, por medio del Laboratorio Entomológico del Centro Guatemalteco de

Investigación y Capacitación de la caña de Azúcar de Guatemala (CENGICAÑA) a cargo del Ing. José Manuel Márquez Hernández.

### **3.2.1.2. Especies de ronrón capturados por tratamiento.**

Para determinar y separar la captura de ronrones por especies en función a las trampas evaluadas, se realizó la siguiente metodología:

#### **a) Porcentaje de especies capturadas por trampas evaluadas.**

Con base a la identificación y la separación previa al análisis por laboratorio, se separaron los ronrones capturados por diferencias morfológicas, y se analizó porcentualmente según la cantidad de especies por tratamiento.

#### 4. Determinación de la incidencia de los ronrones del género *Coleóptera* en finca Chitalón en el cultivo de aguacate *P. americana*.

##### 4.1. Materiales

Los materiales utilizados se determinaron con forme a la metodología y las necesidades de la investigación.

##### 4.1.1. Recurso físico utilizado para la determinación de la incidencia del ronrón

Para la investigación que se realizó en un área de 2.05 Mz., (14,336 m<sup>2</sup>), (128 m x 112 m) en el cultivo de aguacate *P. americana* var. Booth 8, utilizando trampas de luz con recipientes de captura para su cuantificación, y las herramientas descritas a continuación:

**Cuadro 14:** Herramienta y equipo utilizado para la determinación de la incidencia del ronrón.

Descripción	Cantidad
Libreta	1
Computadora	1

**Fuente:** Autor. (2021).

La metodología consta de la contabilización de las hojas en la planta del aguacate solo se necesitó en campo una libreta para posteriormente cuantificar en hojas de Excel en la computadora.

##### 4.1.2. Recurso humano utilizado para la determinación de la incidencia del ronrón

Conforme a la metodología, para este objetivo se necesitó solo de los datos obtenidos, para luego ser cuantificados y analizados por el estudiante de EPS:

**Cuadro 15:** Recurso humano utilizado para la determinación de la incidencia del ronrón.

Cantidad	Personal
1	Estudiante de EPS

**Fuente:** Autor. (2021).

Puesto que los resultados se realizaron de gabinete, solo se necesitó a la persona que los analizó y cuantificó, en este caso descritos en el cuadro anterior.

## 4.2. Metodología

Se realizó un monitoreo de ciclos de 15 días, durante los 120 días que duró la evaluación. Ayudó a determinar el daño del ronrón y el control que las trampas en evaluación pueden brindar.

### 4.2.1. Factores evaluados (variables de respuestas)

Los factores evaluados fueron:

- Porcentaje de incidencia del ronrón del género *Coleóptera* en el cultivo de aguacate *P. americana* en Finca Chitalón.
- Incidencia de especies de ronrones capturados en trampas evaluadas por mes.

#### 4.2.1.1. Porcentaje de incidencia del ronrón del género *Coleóptera* en el cultivo de aguacate *P. americana* en Finca Chitalón

El porcentaje se realizó con base a las fórmulas de patología e incidencia que se describen a continuación:

##### a) Muestreo

Se tomó el método propuesto de Giraldo, G. (2,003), muestreando una rama por las cuatro caras del árbol (norte, sur, este y oeste), contando el número de hojas que presenten daño del ronrón, sumando a las cuatro caras en conjunto y determinar el porcentaje de incidencia. El autor mencionado recomienda que después del dos al siete por ciento de incidencia, es prudente implementar métodos de control.

##### b) Cálculo de incidencia

Para el monitoreo de incidencia, se tomó en cuenta el total de los árboles en la unidad experimental neta de cuatro arboles por 224m<sup>2</sup>, (ver figura diez) y se observó la cantidad de árboles con presencia de daño de ronrón en el follaje y se dividirá por el total de árboles de la unidad, multiplicado por cien, lo que se describe en la siguiente fórmula:

$$I = \frac{\text{Total de hojas dañados}}{\text{Total de hojas muestreados}} * 100$$

#### 4.2.1.1. Incidencia de especies de ronrones capturados en trampas evaluadas por mes

Para conocer la incidencia de las especies capturadas al mes en función a las trampas evaluadas se utilizó la siguiente metodología:

**a) Conteo de número de ronrones capturados por las trampas evaluadas por mes**

Luego de realizar el conteo y la división de especies capturada por trampa, también se llevó el registro diario de captura de número de ronrones, por trampas, por diferencia morfológica por día.

Se realizó el análisis y la separación de las especies por cantidad capturados al mes por cada trampa de luz evaluada.

## 5. Determinación de la severidad de daño en el área foliar de aguacate *P. americana* ocasionada por los ronrones del género *Coleóptera*, durante el periodo de investigación en Finca Chitalón.

### 5.1. Materiales

Los materiales utilizados se determinaron con forme a la metodología y las necesidades de la investigación.

#### 5.1.1. Recurso físico utilizado para la determinación de la severidad del ronrón

Para la investigación que se realizó en un área de 2.05 Mz., (14,336 m<sup>2</sup>), (128 m x 112 m) en el cultivo de aguacate *P. americana* var. Booth 8, utilizando trampas de luz con recipientes de captura para su cuantificación.

**Cuadro 16:** Herramienta y equipo utilizado para la determinación de la severidad del ronrón.

Descripción	Cantidad
Libreta	1
Computadora	1

**Fuente:** Autor. (2021).

Se describe la herramienta para el cálculo de la severidad del daño del ronrón el cultivo de aguacate, igual que en el cálculo de incidencia, en campo solo se necesitó de una libreta para luego ser cuantificados los datos del muestreo en computadora.

#### 5.1.2. Recurso humano utilizado para la determinación de la severidad del ronrón

Conforme a la metodología, para este objetivo se necesitó solo de los datos obtenido, para luego ser cuantificados y analizados por el estudiante de EPS:

**Cuadro 17:** Recurso humano utilizado para la determinación de la severidad del ronrón.

Cantidad	Personal
1	Estudiante de EPS

**Fuente:** Autor. (2021).

Puesto que los resultados se realizaron de gabinete, solo se necesitó a la persona que los analizó y cuantificó, en este caso descrito arriba.

## 5.2. Metodología

Para el monitoreo, se usó el método de conteo de hojas dañadas y el porcentaje de daño en la hoja, según la descripción de la patometría, en el follaje de las plantas de aguacate que estén dentro del área de la unidad experimental.

### 5.2.1. Factor evaluado (variables de respuestas)

El factor que se evaluó fue:

- Porcentaje de severidad que ocasiona el ronrón del género *Coleóptera* en el cultivo de aguacate *P. americana* en finca Chitalón

### 5.2.2. Muestreo

Se tomó el método propuesto de Giraldo, G. (2,003), muestreando una rama por las cuatro caras del arbole (norte, sur, este y oeste), contando el número de hojas que presenten daño del ronrón, sumando a las cuatro caras en conjunto y determinar el porcentaje de incidencia.

### 5.2.3. Cálculo de severidad

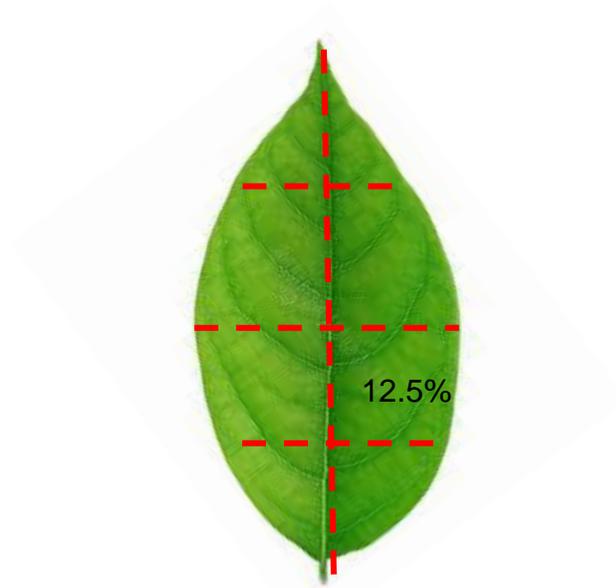
Para la severidad según el método de patometría por Ivancovich, A. & Lavilla, M. (2,016) y Barea, G. (2,006), las hojas encontradas con daños de ronrón se dividirán en ocho secciones la hoja dañada, y a cada división se proporcionará un porcentaje del 12.5% equivalente al área de la hoja, ver figura once, a esta equivalencia se utilizó en la ecuación del porcentaje de área foliar dañada (AFI%). Se ejemplifica en la figura 17.

$$AFI\% = \frac{\Sigma(\% \text{ de daño})}{\text{hojas muestreadas}}$$

Donde:

AFI%: Área foliar dañada

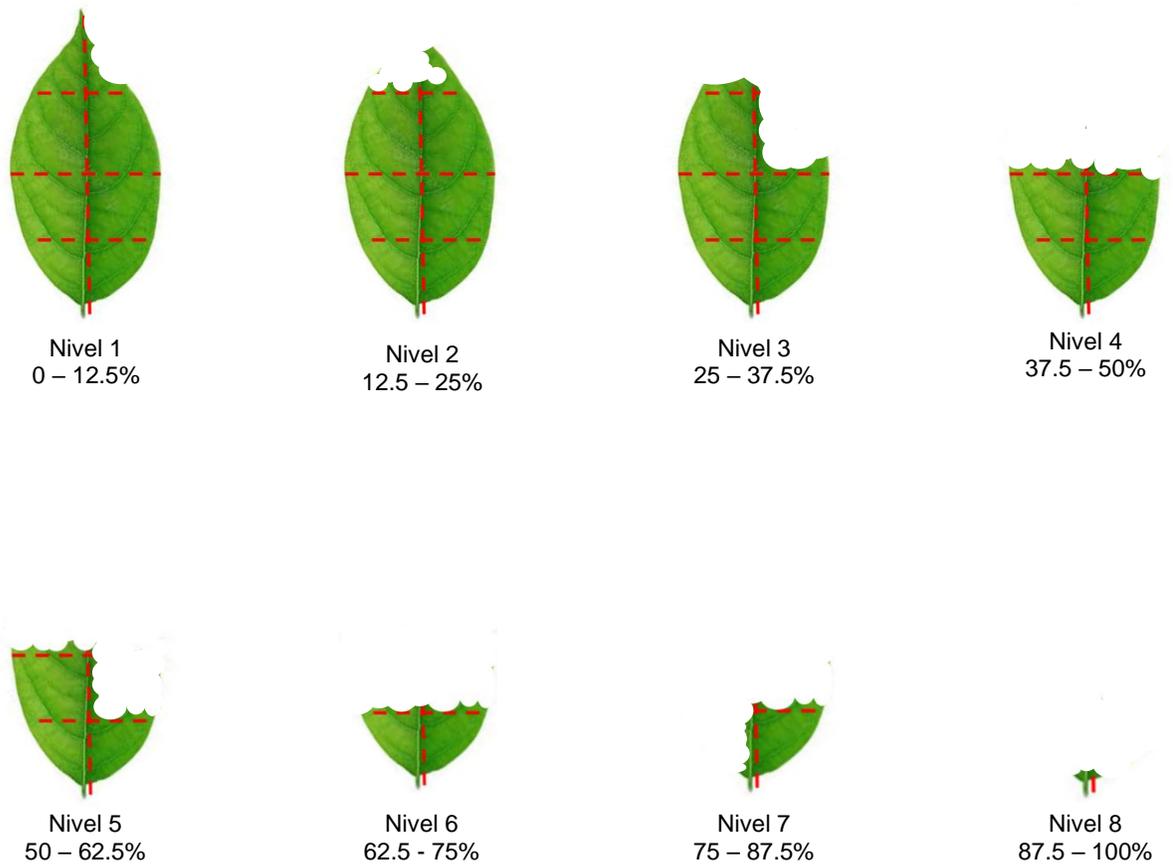
El daño se determinó por la división de la hoja que fue ingerida por el ronrón *Phyllophaga* spp. o laguna otra especie, por lo que cada división del área cortada por el insecto será la severidad ocasionada al área de la hoja, en descripción de casos de Patometría, como se observa en la figura a continuación:



**Figura 17:** Porcentaje de la división del área de una hoja de aguacate.

**Fuente:** Autor. (2021).

Se describe la escala o niveles de severidad según el porcentaje de daño de la hoja, referente gráficamente en la figura siguiente:



**Figura 18:** Escala según el porcentaje de severidad del daño foliar.

**Fuente:** Autor. (2021).

El daño de la hoja es en función a la cantidad de la superficie foliar que se ha perdido, obteniendo así el porcentaje de severidad del daño y el nivel de daño que el insecto produce.

## 6. Cuantificación de costo de inversión de los tratamientos en evaluación

### 6.1. Materiales

Los materiales utilizados se determinaron con forme a la metodología y las necesidades de la investigación.

#### 6.1.1. Recurso físico para realizar el análisis de costo

Para el cumplimiento de este objetivo, se basó en los datos recopilados conforme a los costos de la fabricación de las trampas y mano de obra empleadas, para ello se utilizó lo siguiente:

**Cuadro 18:** Herramienta y equipo que se usó para el análisis de costo.

Descripción	Cantidad
Libreta	1
Computadora	1

**Fuente:** Autor. (2021).

Para el análisis de costos de inversión, se utilizó el registro de los costos de compra de todos los materiales y manos de obra utilizados, para lo que solo se necesitó una libreta y computadora.

#### 6.1.2. Recurso humano

Conforme a la metodología, para este objetivo se necesitó solo de los datos obtenido, para luego ser cuantificados y analizados por el estudiante de EPS:

**Cuadro 19:** Recursos humano para realizar el análisis de costo.

Cantidad	Personal
1	Estudiante de EPS

**Fuente:** Autor. (2021).

Puesto que los resultados se realizaron de gabinete, solo se necesitó a la persona que los analizó y cuantificó.

## 6.2. Metodología

Tomando en cuenta que la plantación de aguacate *P. americana* dentro del estudio, no se encuentra en producción y no se puede implementar un análisis de costos de control, se determinó una tabla sobre los costos de inversión en trampas para que, en su futuro, y conjunto con los análisis de incidencia y severidad que se realizaran en el experimento, pueda ayudar a justificar la toma de decisiones para el control de esta plaga y los responsables del área agrícola puedan determinar su rentabilidad.

### 6.2.1. Factores evaluados (variables de respuestas)

Dado que el cultivo de aguacate *P. americana* var. Booth 8, establecido en finca Chitalón, no se encontraba en producción comercial, sino que en ensayo de producción se determinó que los factores a evaluar fueron:

- Cuantificación de costos de inversión para el control de trampas de luz para la captura de ronrón.
- Determinar cuál es la trampa más barata para la captura de ronrón

#### 6.2.1.1. Cuantificación de costos de inversión para el control de trampas de luz para la captura de ronrón

La cuantificación de los costos se realizó con la metodología que se describe a continuación:

##### a) Suma de costos del equipo utilizado para la construcción de trampas evaluadas

Se realizó el costo de todas las herramientas y equipos utilizados para la construcción de las trampas.

Así también se determinó cuáles son los elementos más caros y difíciles de conseguir en los negocios comerciales de la región.

#### 6.2.1.1. Determinar cuál es la trampa más barata para la captura de ronrón

Luego de conocer el costo de cada una de las trampas, se comparó el costo por la capacidad de número de ronrones capturados por trampa:

##### a) Comparación de costos por trampa evaluada

Se realizó un análisis comparativo de costos, por la construcción de cada trampa evaluada, para determinar la diferencia de costos de cada una en función a la diferencia porcentual del número de ronrones capturados.

## VIII. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 1. Determinar cuál de las tres fuentes lumínicas de las trampas en evaluación, tiene mayor número en la captura de ronrones del orden Coleóptera.

Siguiendo la metodología previamente descrita, se obtuvieron los siguientes resultados, para la determinación del primer objetivo de la investigación:

#### 1.1. Número de ronrones del orden Coleóptera capturados en los tres tipos de fuentes lumínicas en trampas, en el cultivo de aguacate.

Luego de realizar el conteo y obtener la media se describe en el cuadro siguiente, el total de cuatro repeticiones y cuatro tratamientos; T1 = Luz Blanca, T2 = Luz Ultravioleta, T3 = Luz Amarilla (keroseno), T0 = Ecoiapar de melaza (testigo relativo):

**Cuadro 20:** Resumen de la captura de ronrón, especies del orden *Coleóptera*, en el cultivo de aguacate, Chitalón S.A.

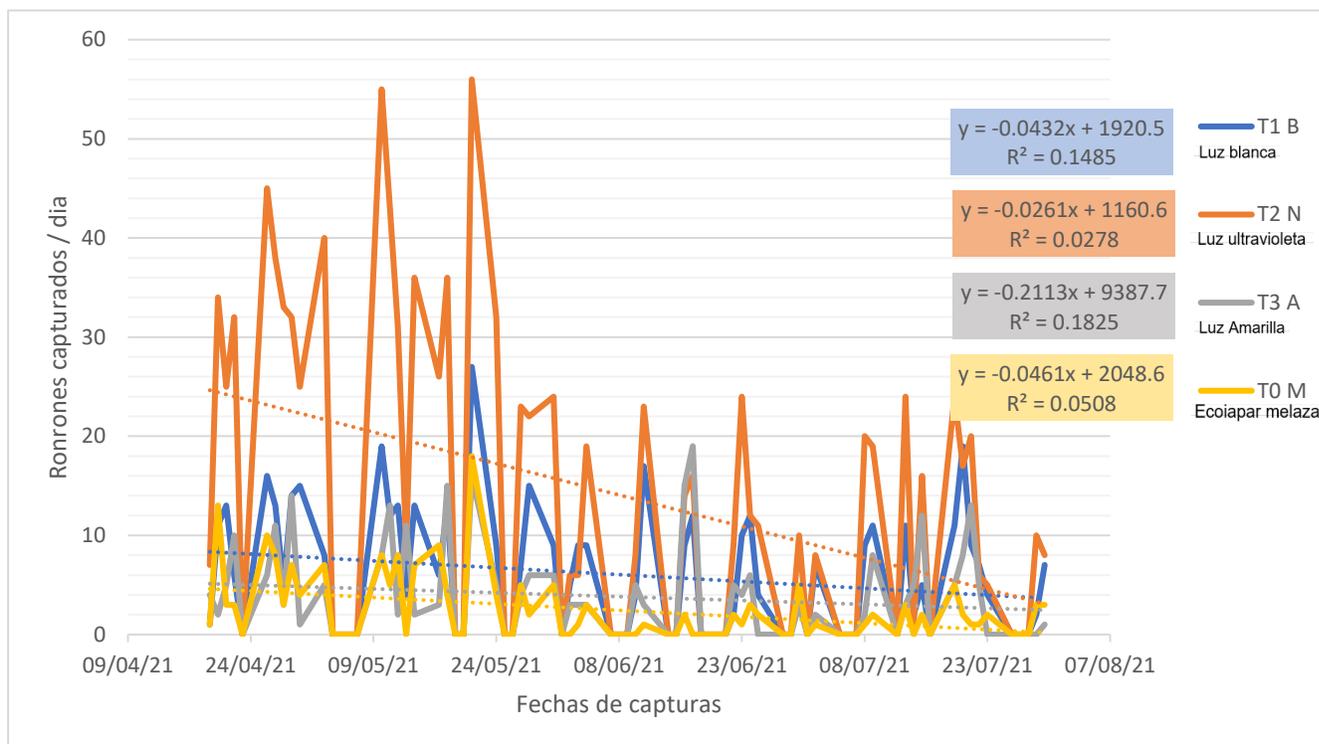
Tratamientos		Repeticiones				Tratamientos	
		I	II	III	IV	Medias	Totales
T1	Luz Blanca	102	121	109	118	113	450
T2	Luz Ultravioleta	271	239	262	268	260	1,040
T3	Luz Amarilla	75	81	69	60	71	285
T0	Melaza	41	43	54	42	45	180
Media/rep		122	121	124	122		
Total/rep		489	484	494	488		1,955

**Fuente:** Autor. (2021).

Se resumen un promedio de insectos capturados por tratamientos, el cual se describe en la última columna (Totales), en donde el tratamiento de Luz Blanca (T1) tiene un total de 450 ronrones capturados, el Tratamiento de Luz Ultravioleta (T2) tiene 1,040 ronrones capturados, el Tratamiento de Luz Amarilla (T3) tiene 285 ronrones capturados y el Tratamiento de Melaza (T0) un promedio de 180 ronrones capturados. Por lo tanto, las trampas con Luz Ultravioleta fueron las que más capturas de ronrones obtuvo, con un promedio de 260 ronrones y un total de 1,040. Esto corrobora los datos del pre-muestreo, (ver cuadro cinco).

También se describe una diferencia o promedio entre la captura por repeticiones, la cual es indicio de las capturas por zonas de experimento en el campo, en donde la repetición uno tuvo un promedio de 122 ronrones capturados, la repetición dos tuvo 121 ronrones capturados, la repetición tres tuvo 123 ronrones capturados y la repetición cuatro tuvo 122 ronrones capturados.

Por lo tanto, la captura día presentó variaciones en la cantidad de individuos, por trampa viendo como la línea anaranjada representa las capturas por la trampa de luz ultravioleta que es la más relevante por el lado contrario la línea amarilla de la trampa Ecoiapar de melaza (testigo relativo) es la más baja en relación con la captura, lo cual se puede describir en el siguiente cuadro:



**Figura 19:** Captura de ronrón, en las trampas lumínicas en evaluación en el cultivo de aguacate *P. americana* en finca Chitalón S.A.

**Fuente:** Autor. (2021).

Se describe la fluctuación de captura durante los 120 días de la investigación, que fue del mes de abril al mes de julio del año 2,021. Se observó un aumento de captura que va aproximadamente de las fechas del 24 de abril al 24 de mayo, para luego estabilizarse y disminuir.

Según Bran, E. (2,016), Márquez, G. (2,010) e Izás, M. (2,009) describe gráficamente como en la figura uno, en donde menciona que la eclosión del ronrón va de febrero hasta mayo, sin embargo también menciona que dependerá la especie y el ciclo, lo cual coincide con las fechas de la investigación, en donde desde las fechas de pre-muestreo (ver figura nueve) se observó la incidencia de ronrones en las trampas que a su vez coincide con las primeras lluvias desde los meses de febrero y marzo, que según los ronrones pueden durar hasta 60 días de vida, por lo cual pueden extenderse

dos meses desde su eclosión, coincidiendo de nuevo la incidencia de algunas especies hasta el mes de junio y julio (ver figuras de 27 a la 30), de la misma manera Mungia, L. (2,010) se reafirma las variables que influyeron en la investigación como lo fue la precipitación pluvial.

## 1.2. Análisis de varianza (ANDEVA) de la evaluación de trampas lumínicas para la captura de ronrones de especies del orden Coleóptera

Al obtener los datos de captura, se realizó el estudio estadístico en el cual se describe el resumen de ANDEVA en el siguiente cuadro:

**Cuadro 21:** Análisis de varianza (ANDEVA) de la evaluación de trampas lumínicas para la captura de ronrón, especies del orden *Coleóptera*, en el cultivo de aguacate *P. americana*.

FV	GI	SC	CM	fc	FT	0.05
<b>Trat</b>	3	199.6014000	66.5338000	246.7036358	3.86	*
<b>Bloq</b>	3	0.1013792	0.0337931	0.1253028	3.86	ns
<b>Error</b>	9	2.4272208	0.2696912			
<b>total</b>	15	202.1300000				

**Fuente:** Autor. (2021).

En el cuadro 22, se determinó diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que se prosiguió a una prueba de DUNCAN con un nivel del 5% de significancia y un coeficiente variación del 4.9%, se obtuvo:

**Cuadro 22:** Comparador de medias de Duncan.

i	2	3	4
<b>Qx</b>	3.2	3.34	3.42
<b>CD</b>	0.83	0.87	0.89
<b>SX</b>	0.26	0.26	0.26

**Fuente:** Autor. (2021).

Que en conjunto con el cuadro auxiliar de medias de tratamiento que se describe en el cuadro 23, re realizó la comparación para determinar la significancia de medias:

**Cuadro 23:** Cuadro auxiliar de medias de tratamiento.

Cuadro auxiliar		T2	T1	T3	T0
		16.15	10.65	8.49	6.77
T0	6.77	9.38	3.88	1.72	0.00
T3	8.49	7.66	2.16	0.00	0.00
T1	10.65	5.50	0.00	0.00	0.00
T2	16.15	0.00			

**Fuente:** Autor. (2021).

Se considera estadísticamente aceptable, se determinó la significancia de los tratamientos evaluados presentándose:

**Cuadro 24:** Significancia de las trampas evaluadas en la captura de ronrón.

	Trat.	Medias	Significancia			
T2	Luz ultravioleta	260	a			
T1	Luz blanca	112		b		
T3	Luz amarilla	71			c	
T0	Melaza	45				d

**Fuente:** Autor. (2021).

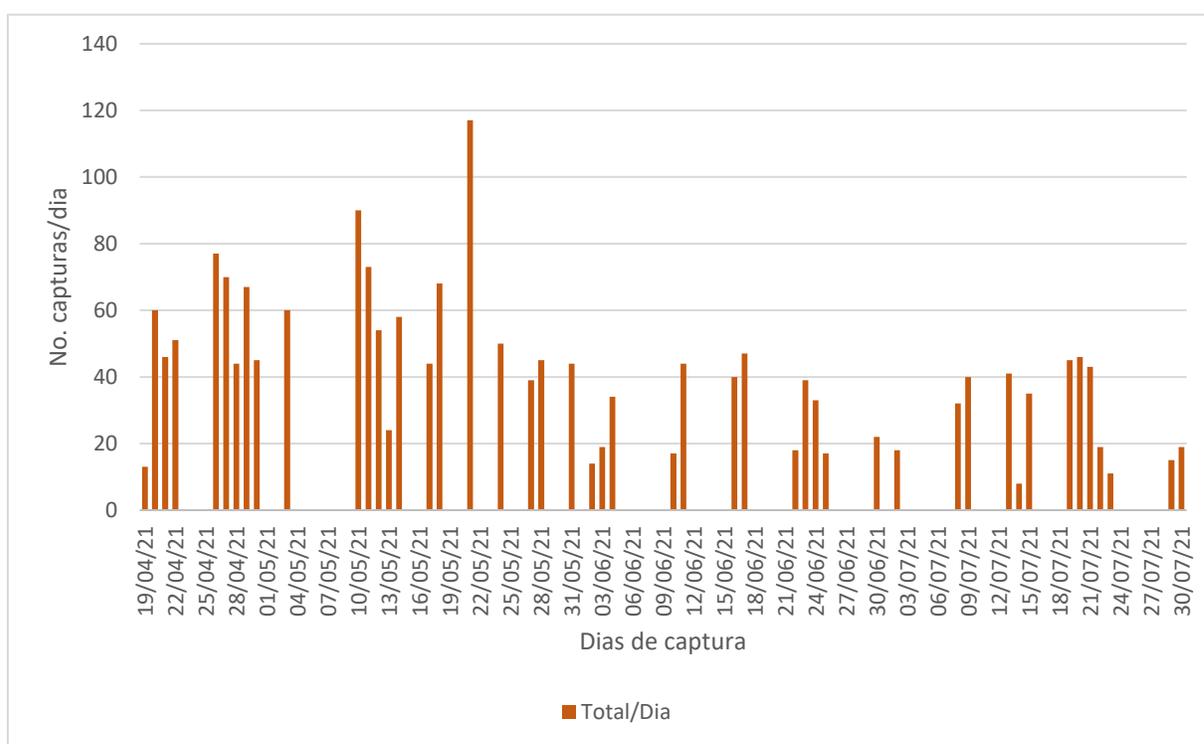
Con una media de 260 ronrones capturados, la trampa de Luz ultravioleta tiene diferencias significativas sobre los tratamientos de luz blanca y luz amarilla, aunque tanto la luz ultravioleta y la luz blanca estadísticamente tuvieron el mismo nivel de efecto de captura de ronrones, por último, el tratamiento de melaza fue el que menor captura de ronrones tuvo comparado con las trampas de los tratamientos anteriormente mencionados.

## 2. Determinación del periodo pico de mayor emergencia de ronrones del orden Coleóptera capturados.

Resultado de la metodología trabajada, el periodo pico se determinó en función a la cantidad de ronrones capturados por semana.

### 2.1. Fecha pico con mayor número de ronrones del orden Coleóptera capturados en los tres tipos de fuentes lumínicas en trampas, en Finca Chitalón en el cultivo de aguacate.

Los resultados de cantidad de ronrones capturados, entre los 120 días de investigación se observó que la semana con mayor captura de ronrones fue entre la semana del 10 al 24 de mayo del 2021:



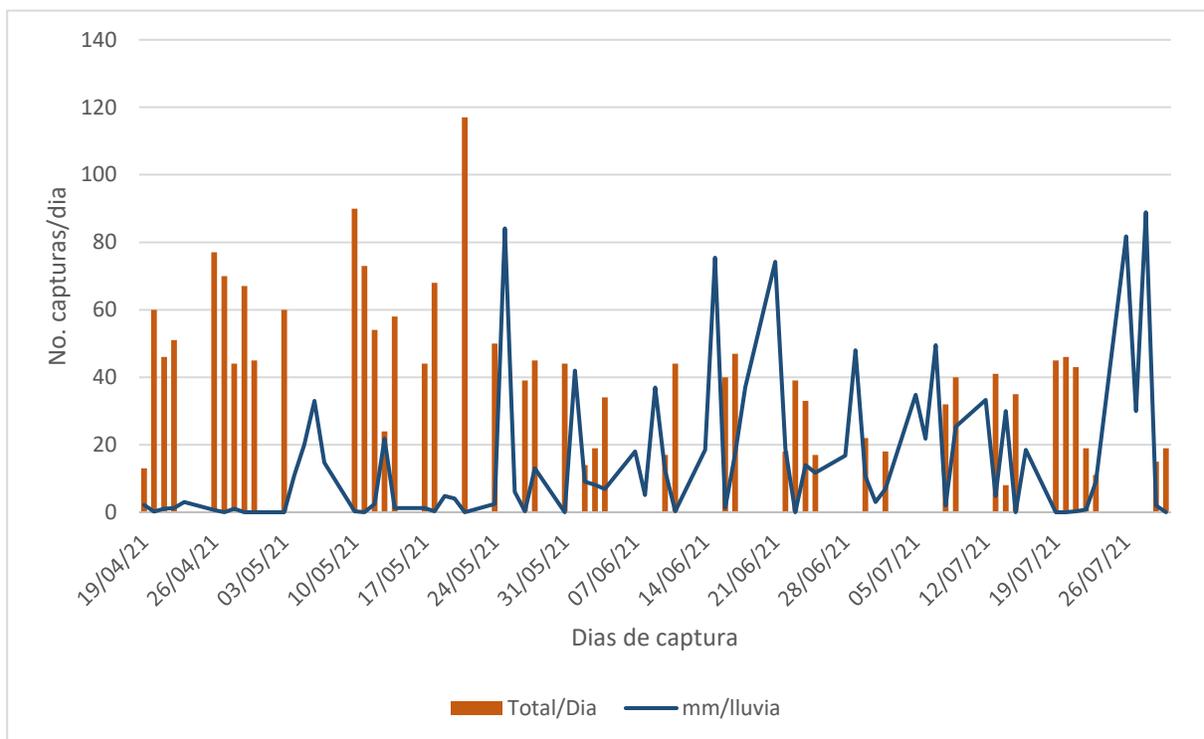
**Figura 20:** Número de capturas de ronrón orden coleóptera por fecha.

**Fuente:** Autor. (2021).

Las barras anaranjadas representan la cantidad de ronrones capturados por día, donde las fechas mencionadas, se observó un intervalo entre 90 a 117 ronrones, en el total de trampas.

## 2.2. Interacción del número de captura de ronrón en función a la acumulación pluvial (lluvia)

Dentro de los factores que afectan la captura del ronrón, según (Bran, 2016) y (Aragón, Nochebuena, Morón, & López, 2007) es el factor lluvia, que en la siguiente grafica se compara la interacción de los ronrones capturados en función con los días de mayor y menor precipitación.



**Figura 21:** Número de capturas de ronrón orden coleóptera en función a la precipitación por fecha.

**Fuente:** Autor. (2021).

Se observa que de las fechas 19 de abril a 03 de mayo se presentan menos de 10mm de lluvia por lo que el número de captura se mantiene entre los 80 ronrones, por caso contrario las fechas con mayor lluvia (mayor a 60mm) de 24 de mayo al 28 de junio, el número de ronrones capturados disminuye, resaltando así la interacción que el ronrón tiene para su actividad nocturna en función a la lluvia, resumiendo que los días que llueve el ronrón no tiene actividad.

### 3. Determinación de las especies de ronrones de la orden coleóptera, capturados en Finca Chitalón, en el cultivo de aguacate *P. americana*

Con base a la metodología y mediante la colaboración del laboratorio entomológico de CENGICAÑA se determinaron las siguientes especies.

#### 3.2. Identificación en laboratorio de especies de ronrón capturados

Con el apoyo de CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar), ejecutado por el Ing. José Manuel Márquez Hernández, las especies capturadas en las trampas de luz evaluadas en la investigación se describen a continuación:

**Cuadro 25:** Especies de *Coleóptera* identificadas.

Orden	Familia	Genero	Especie
<b>Coleóptera</b>	<i>Scarabaeidae</i>	<i>Phyllophaga</i>	<i>P. menetriesi</i>
<b>Coleóptera</b>	<i>Scarabaeidae</i>	<i>Phyllophaga</i>	<i>P. parvisetis</i>
<b>Coleóptera</b>	<i>Scarabaeidae</i>	<i>Phyllophaga</i>	<i>P. dasypoda</i>
<b>Coleóptera</b>	<i>Scarabaeidae</i>	<i>Anomala</i>	-----
<b>Coleóptera</b>	<i>Curculionidae</i>	<i>Compsus</i>	-----
<b>Coleóptera</b>	<i>Passalidae</i>	-----	-----

**Fuente:** CENGICAÑA. (2021).

Se enlistan las especies, géneros y familias de los ronrones capturados por las trampas evaluadas en la investigación, que como describe Bran, E. (2,016), Márquez, G. (2,010) e Izás (BRAN, 2016), (Márquez, 2010) e Izás, M. (2,009), se encontraron las especies con mayor importancia en la región suroccidente, en donde se realizó la investigación, como lo son *P. parvisetis*, *P. menetriesi* y *P. dasypoda*, entre otros con menos importancia el género *Anómala* spp.

#### 3.3. Especies de ronrones capturados por tratamiento

Luego de la identificación en laboratorio y la agrupación de ronrones, se realizó la contabilización de especies por cada tratamiento evaluado en la investigación, los cuales se describen a continuación los porcentajes de captura:

**Cuadro 26:** Porcentaje de especies de *Coleóptera* capturados por tratamiento.

Tratamientos		Porcentaje de especies capturadas por tratamiento					
		<i>P. menetriesi</i>	<i>P. parvisetis</i>	<i>P. dasypoda</i>	<i>Anomala spp.</i>	<i>Compsus spp.</i>	<i>Passalidae</i>
T1	Luz Blanca	25 %	12 %	15 %	25 %	8 %	16 %
T2	Luz Ultravioleta	26 %	8 %	10 %	37 %	7 %	12 %
T3	Luz Amarilla	22 %	13 %	16 %	22 %	10 %	17 %
T0	Melaza	15 %	9 %	15 %	9 %	22 %	29 %

**Fuente:** Autor. (2021)

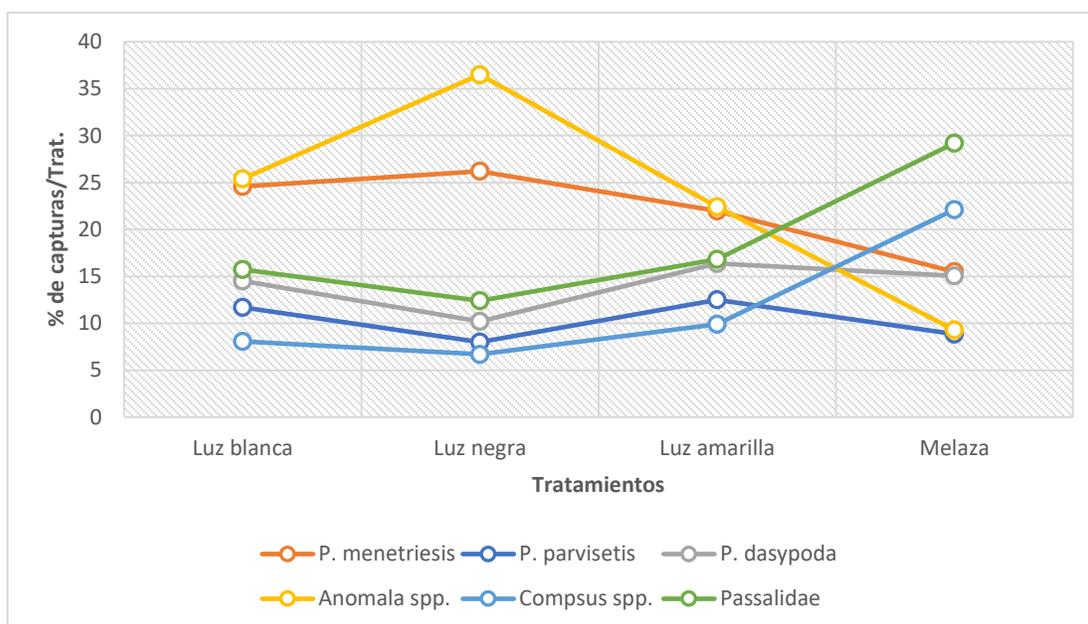
Se describe las especies de coleópteros capturados y su porcentaje de presencia en las capturas por tratamientos. El tratamiento de Luz Blanca (T1) muestra una mayor captura de las especies *P. menetriesi* y *Anomala spp.* con un 25%, en menor cantidad el género *Compsus spp.* con un 8%.

El Tratamiento de Luz Ultravioleta (T2) presentó una mayor cantidad de captura del género *Anomala spp.* con 37%, y en menor cantidad el género *Compsus spp.* con 7%.

El Tratamiento de Luz Amarilla (T3) de Keroseno presentó una mayor captura de las especies *P. menetriesi* y *Anomala spp.* con 22% y en menor cantidad el género *Compsus spp.* con 10%.

El Tratamiento de Trampas de Melaza (T0) con una captura del 29% de la familia *Passalidae* y en menor cantidad las especies *P. parvisetis* y *Anomala spp.*

De forma gráfica se observa a continuación, la diferencia de porcentajes de ronrones capturados en función a las trampas evaluadas:



**Figura 22:** Porcentaje de captura de especies de *Coleóptera* por tratamiento.  
**Fuente:** Autor. (2021).

Se observó que en el tratamiento uno (trampa de Luz Blanca) las especies con mayor porcentaje de captura, el 25% de las especies *P. menetriesis* y *Anómala* spp. por el contrario, el género *Compsus* spp. con 8%.

En el tratamiento dos (Luz Ultravioleta) la especie con mayor porcentaje de captura con 37% del género *Anómala* spp. y por el contrario el género *Compsus* spp. con 7%.

En el tratamiento tres (luz amarilla de keroseno) las especies con mayor porcentaje de captura fueron 22% las especies *P. menetriesis* y *Anómala* spp., por el lado contrario el género *Compsus* spp. con un 10%.

Por último, el tratamiento cero (tratamiento testigo relativo) la especie con mayor porcentaje de captura con un 29% es de la familia *Passalidae*, con el lado contrario las especies *P. parvisetis* y *Anómala* spp., con un 9%.

Se confirma la investigación de Mungia, L. (2,010), el cual en su evaluación tuvo una mejor respuesta con trampas lumínicas con hasta 160 ronrones capturados, la presente investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% y un coeficiente de variación del 11% que las trampas lumínicas tuvieron mejor respuesta de captura, como se observó en el cuadro 20 y 21, con el tratamiento de Luz Ultravioleta (T2) con una mediana de 260 ronrones capturados y la Luz Blanca (T1) con una media de 120 ronrones.

El total de los insectos capturados fue durante el periodo de 120 días que duro la investigación, y la distribución de captura se dividió por semanas

y meses. Esto quiere decir que, durante diferentes semanas, las diferentes especies capturadas tuvieron mayor incidencia distribuidos en diferentes fechas.

#### 4. Determinación de la incidencia del ronrón del género *Coleóptera* en Finca Chitalón en el cultivo de aguacate *P. americana*

Con base en la metodología descrita, los resultados sobre la incidencia se describen a continuación:

##### 4.1. Porcentaje de incidencia del ronrón del género *Coleóptera* en Finca Chitalón en el cultivo de aguacate *P. americana*

Los muestreos realizados en el cultivo de aguacate, sobre la presencia de ataque de ronrón en el área foliar se describen en cuatro fechas y porcentajes obtenidos que se describe a continuación:

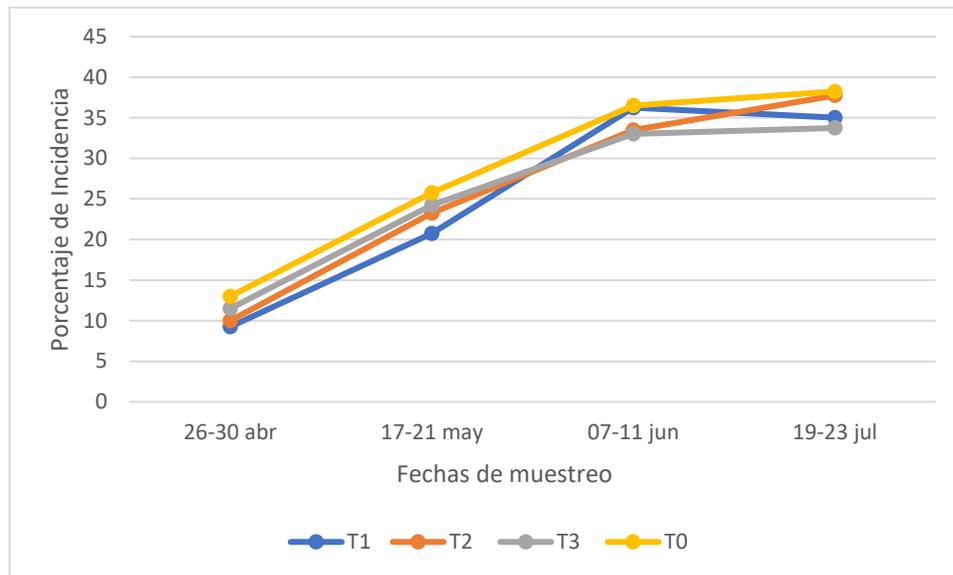
**Cuadro 27:** Porcentaje de incidencia del ronrón del orden *Coleóptera* en Finca Chitalón en el cultivo de aguacate *P. americana*

Fechas de muestreo	Promedio/trat				Promedio
	T1	T2	T3	T0	
<b>26-30 abr</b>	9.25 %	10 %	11.5 %	13 %	10.9 %
<b>17-21 may</b>	20.8 %	23 %	24.3 %	25.8 %	23.5 %
<b>07-11 jun</b>	36.3 %	34 %	33 %	36.5 %	34.8 %
<b>19-23 jul</b>	35 %	38 %	33.8 %	38.3 %	36.2 %

**Fuente:** Autor. (2021).

Se describen cuatro fechas de muestreo, con cada uno de los tratamientos en un promedio, se observa que hubo un incremento de la incidencia hasta el mes de mayo y se mantuvo hasta el mes de julio.

Se observa de forma gráfica a continuación, una línea de trazabilidad de la incidencia del ronrón en el daño foliar del cultivo de aguacate, en función a las fechas de muestreo, donde en las dos últimas fechas se merma el incremento de la incidencia.



**Figura 23:** Muestreo de incidencia de especies de ronrones del orden *Coleóptera* en el cultivo de aguacate *P. americana* en finca Chitalón S.A.

**Fuente:** Autor. (2021).

El comportamiento de la gráfica corrobora la presencia y aumento del ronrón en los meses de abril a mayo, manteniéndose y disminuyendo en el mes de junio a julio.

Se observó en campo la interacción directa del género *Compsus* spp. que se muestra en las siguientes tres figuras a continuación; del género *Anómala* spp. y de la especie *Phyllophaga menetriesi*:



**Figura 24:** Ronrón del género *Compsus* spp., alimentándose y apareándose en la planta de aguacate *P. americana*.  
**Fuente:** Autor. (2021).

Se observó a las tres especies, teniendo distinto tipo de interacción con la planta de aguacate, como se observa en la anterior figura, ronrón del género *Compsus* spp., apareándose.



**Figura 25:** Ronrón del género *Anómala* spp., alimentándose de la planta de aguacate *P. americana*.  
**Fuente:** Autor. (2021).

De la misma manera, los ronrones del género *Anómala* spp., alimentándose de la planta de aguacate, en la anterior figura, realizándolo en grupos y en hojas tiernas (cogollos) de las ramas.



**Figura 26:** Ronrón del género *Phyllophaga menetriesi*, alimentándose de la planta de aguacate *P. americana*.

**Fuente:** Autor. (2021).

La especie *P. menetriesi*, también se observó con la misma actividad que las especies anteriores, como se observa en la figura anterior, confirmando así interacción únicamente de una especie y dos géneros de ronrón con interacción directa en la planta de aguacate var. Booth 8 en Finca Chitalón.

#### 4.2. Incidencia de especies ronrones capturados en trampas evaluadas por mes

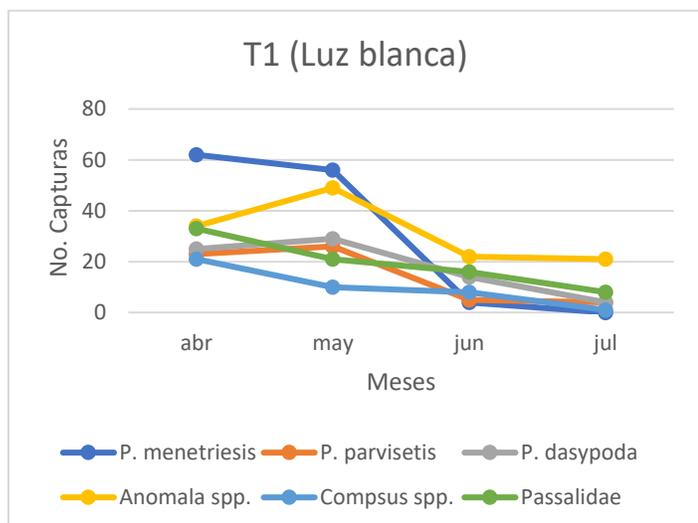
De acuerdo con las especies de *coleóptera* capturadas, se logró separar por el tipo de trampas de luz capturadas, las cuales se describe a continuación:

**Cuadro 28:** Especies *Coleóptera* capturados en función al tratamiento y mes de captura.

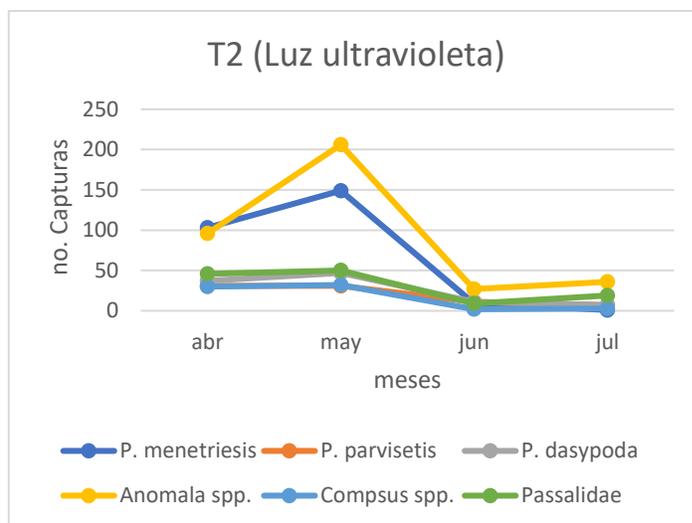
Especies	T1 (Luz blanca)				T2 (Luz ultravioleta)				T3 (Luz amarilla)				T0 (Melaza)			
	abr	may	jun	jul	abr	may	jun	jul	abr	may	jun	jul	abr	may	jun	jul
<i>P. menetriesi</i>	62	56	4	0	103	149	9	1	19	29	3	0	14	21	0	0
<i>P. parvisetis</i>	23	26	5	4	31	31	11	7	9	13	7	0	11	9	0	0
<i>P. dasypoda</i>	25	29	14	4	37	47	11	7	8	14	14	2	17	13	4	0
<i>Anomala spp.</i>	34	49	22	21	96	206	27	36	9	9	17	17	14	4	3	0
<i>Compsus spp.</i>	21	10	8	1	30	32	2	3	4	13	6	0	27	14	7	2
<i>Passalidae</i>	33	21	16	8	46	50	9	19	6	13	14	6	3	26	26	11

**Fuente:** Autor. (2021).

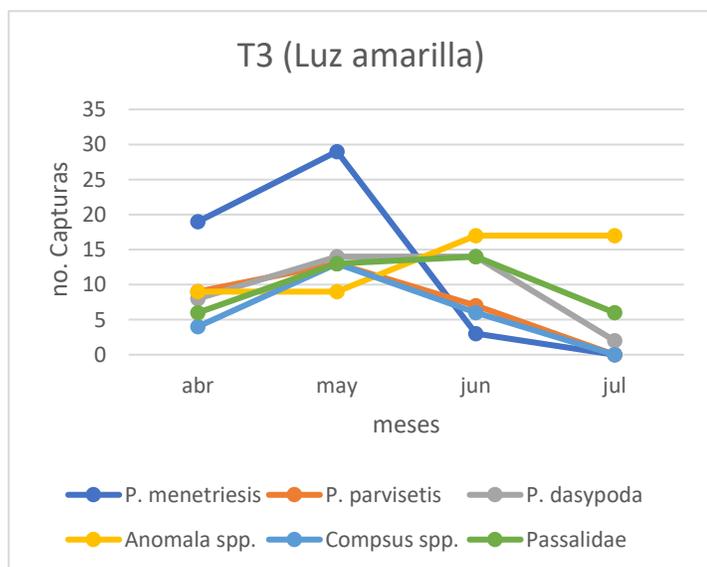
Por consiguiente, al realizar el análisis del cuadro anterior, se observa la fluctuación de las especies capturadas, según el mes y el tratamiento evaluado, donde se escribe la especie con mayor presencia o captura, que se presentan en las siguientes cuatro gráficas:



**Figura 27:** No. de especies de *Coleóptera* capturados por mes, en el tratamiento de Luz Blanca (T1).

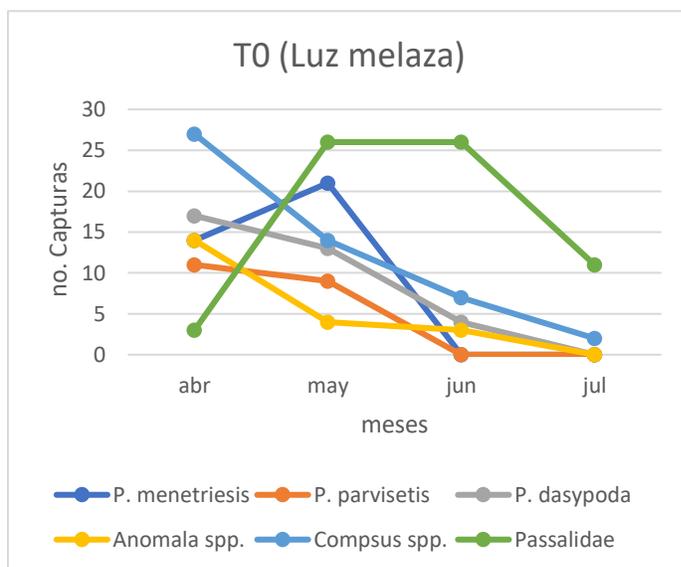


**Figura 28:** No. de especies de *Coleóptera* capturados por mes, en el tratamiento de Luz Ultravioleta (T2).



**Figura 29:** No. de especies de *Coleóptera* capturados por mes, en el tratamiento de Luz Amarilla (T3).

**Fuente:** Autor. (2021).



**Figura 30:** No. de especies de *Coleóptera* capturados por mes, en el Tratamiento de Melaza (T0).

En las cuatro graficas anteriores, se observa que la especie *P. menetriesi* tuvo mayor incidencia de captura en el tratamiento de luz Blanca (T2), en seguimiento al mes de mayo, junio y julio se observó un descenso en la incidencia de las trampas, por lo que se determinó que esta especie inicia su eclosión en meses previos al mes de abril, teniendo un pico de captura e incidencia en el mes de mayo para luego descender. Esto

significaría el inicio de la temporada de esta especie, su pico de incidencia en el mes de mayo y el fin de la temporada en el mes de junio.

El género *Anómala* spp., en los tratamientos uno, dos y cero se observa un pico de captura en el mes de mayo, descendiendo, pero manteniendo la incidencia durante el mes de junio y julio. En el caso del tratamiento tres, se observa un pico de incidencia de captura durante el mes de junio, manteniéndose estable hasta el mes de julio.

Los ronrones de la familia *Passalidae*, en los tratamientos uno, dos, tres y cero se observa un pico de incidencia de captura en el mes de mayo, manteniéndose estable hasta el mes de junio, hasta descender la incidencia de captura de forma relevante en el mes de julio.

La especie *P. dasypoda* en el tratamiento uno, dos, tres y cero tiene una incidencia de captura en el mes de mayo, pero descendencia rápidamente desde el mes de junio.

La especie *P. parvisetis*, en los cuatro tratamientos evaluados, de la misma manera que el resto del género *Phyllophaga*, tiene un pico de incidencia de captura en el mes de mayo y una rápida descendencia en el mes de junio.

El género *Compsus* spp., en los tratamientos uno y cero tiene un pico de captura en el mes de abril, disminuyendo en el mes de mayo, sin embargo, en los tratamientos dos y tres, tiene un pico de captura en el mes de mayo descendiendo en el mes de junio.

## 5. Determinación de la severidad del ronrón del género *Coleóptera* en Finca Chitalón en el cultivo de aguacate *P. americana*

Con base en la metodología descrita, los resultados sobre la incidencia se describen a continuación:

### 5.1. Porcentaje de severidad que ocasiona el ronrón del género *Coleóptera* en Finca Chitalón en el cultivo de aguacate *P. americana*

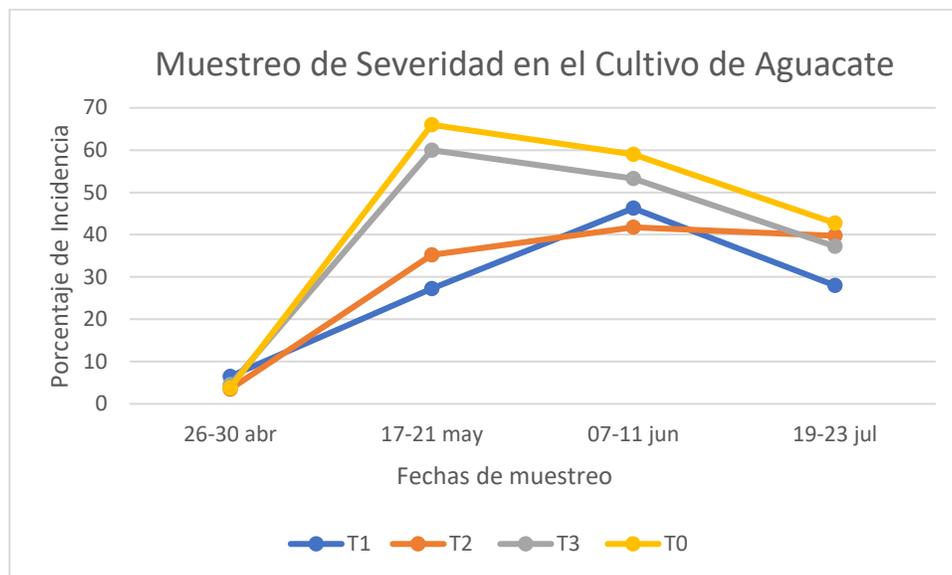
Los muestreos realizados en el cultivo de aguacate, sobre la presencia de ataque de ronrón en el área foliar se describen en cuatro fechas los porcentajes obtenidos:

**Cuadro 29:** Porcentaje de severidad de ronrón del orden *Coleóptera* en Finca Chitalón en el cultivo de aguacate *P. americana*

Fechas de muestreo	Promedio/trat				Promedio
	T1	T2	T3	T0	
<b>26-30 abr</b>	6.5%	3.5%	4.5%	3.75%	4.6 %
<b>17-21 may</b>	27%	35.3%	60%	66%	47.1 %
<b>07-11 jun</b>	46%	41.8%	53.3%	59%	50.1 %
<b>19-23 jul</b>	28%	39.8%	37.3%	42.8%	36.9 %

**Fuente:** Autor. (2021).

En cuadro anterior junto a la siguiente figura describen la fluctuación de la severidad del daño en el área foliar en la planta de aguacate, en promedio durante los muestreos realizados. En este cuadro se observa que el tratamiento tres (luz amarilla de keroseno) mostró en el muestreo por parcela neta hasta un máximo del 60% de severidad en el mes de mayo, mientras por lado contrario el tratamiento uno (luz blanca led) con una severidad del 27% en el mismo mes.



**Figura 31:** Muestreo de severidad de ronrones *del orden Coleóptera* en el cultivo de aguacate *P. americana* en finca Chitalón S.A.

**Fuente:** Autor. (2021).

Los resultados del muestreo tuvieron influencia de las trampas de luz, en el momento de medir la severidad del daño foliar por parcela neta, puesto que como se vio en los resultados de captura, las trampas evaluadas tuvieron mayor captura de número de ronrones por lo que presenta menor severidad que por el contrario parte las trampas evaluadas que presentaron menor captura de ronrones tuvieron un mayor porcentaje de severidad de daño en el área foliar.

Se observa que los tratamientos de luz ultravioleta (T2) y luz blanca (T1) tiene una severidad máxima del por debajo del 50% y los tratamientos luz amarilla (T3) y ecoiapar de melaza (testigo relativo) tienen una severidad máxima del no mayor al 70%. Estas cifras máximas se tomaron en las fechas del mes de mayo, lo cual concuerda sobre las fechas de mayor pico en incidencia y captura de ronrones.

Cabe mencionar, que la severidad disminuye, ya que el insecto regularmente prefiere las hojas en crecimiento (hojas aplícales o nuevas), y durante los últimos meses de muestreo, se considera que disminuyó la severidad, puesto que el rebrote de hojas la planta también defolió o cayeron por motivos físicos o ambientales.

Descrito en el anterior párrafo, según la escala de severidad descrita en la metodología en la figura 18, los muestreos en las parcelas netas de los tratamientos ultravioleta (T2) y luz blanca (T1) se encuentran en un nivel

cuatro, donde se describe que la hoja ha sido dañada no mayor a la mitad de su superficie foliar. En caso opuesto están los tratamientos luz amarilla (T3) y ecoiapar de melaza (testigo relativo) que se encuentran en un nivel seis, donde la hoja fue dañada no más de tres cuartos de la superficie foliar de la hoja.

La siguiente fotografía se demuestra áreas apicales de la planta de aguacate con distintos niveles de severidad, hojas con daños totales donde queda solo el pedúnculo de la hoja y otros con daños solo en el inicio de las hojas, lo que demuestra las escalas de severidad muestreadas.



**Figura 32:** Daño de ronrón del orden *Coleóptera*, en el cultivo de aguacate *P. americana* en finca Chitalón S.A.

**Fuente:** Autor. (2021).

Cabe mencionar, que el daño se observa mayormente en hojas jóvenes (tiernas) de las ramas de la planta de aguacate, tomando en cuenta esta observación en cada muestreo.

## 6. Cuantificar costos de inversión de los tratamientos en evaluación en Finca Chitalón en el cultivo de aguacate *P. americana*

Con base en la metodología, se describe el costo de la elaboración de cada una de las trampas:

### 6.1. Cuantificación de costos de inversión para el control de trampas de luz para la captura de ronrón

Se realizó la suma de los costos de los materiales para la construcción de cada una de las trampas, las cuales se describen en los siguientes cuadros.

Para la construcción de las cuatro trampas de luz blanca (T1), se tuvo un total de Q378.56, por lo que el precio unitario por trampa es de Q94.64, como se describe en el cuadro a continuación:

**Cuadro 30:** Costo de aplicación del tratamiento de Luz Blanca (T1), para cuatro trampas.

Tratamiento de Luz Blanca T1			
Descripción	unidad	(Q)Costo/uni	(Q) subtotal
Lámparas Recargables	4	75	300.00
Alambre (lb)	0.25	24	6.00
Papel aluminio (rollo)	0.33	28	9.32
Sellador	0.33	12	4.00
Pegamento	0.33	21	6.93
Postes de bambú	5	6	30.00
Detergente (kg)	0.33	7	2.31
Canecas de 20lt plásticas	2	10	20.00
<b>Total</b>			<b>378.56</b>

**Fuente:** Autor. (2021).

Cabe mencionar que uno de los elementos más caros para la construcción de las trampas de luz blanca fueron las lámparas led, con un costo de Q75.00 cada una y a la vez difíciles de conseguir.

Para la construcción de las cuatro trampas de luz ultravioleta (T2), se tuvo un total de Q1,338.56 por lo que el precio unitario por trampa es de Q334.64, como se describe a continuación:

**Cuadro 31:** Costo de aplicación del tratamiento de Luz Ultravioleta (T2), para cuatro trampas.

<b>Tratamiento de Luz Ultravioleta T2</b>			
<b>Descripción</b>	<b>unidad</b>	<b>(Q)Costo/uni</b>	<b>(Q) subtotal</b>
Lámparas Recargables	4	75	300.00
Alambre (lb)	0.25	24	6.00
Papel aluminio (rollo)	0.33	28	9.32
Sellador	0.3	12	4.00
Pegamento	0.33	21	6.93
Postes de bambú	5	6	30.00
Detergente (kg)	0.33	7	2.31
Diodos LED UV	4	240	960.00
Canecas de 20lt plásticas	2	10	20.00
<b>Total</b>			<b>1338.56</b>

**Fuente:** Autor. (2021).

Cabe mencionar que uno de los elementos más caros y a la vez difíciles de conseguir, para la construcción de las trampas de luz ultravioleta fueron las lámparas led, ya que no existen lámparas ultravioletas de serie (comerciales), se tuvo que cambiar los leds blancos de una lámpara de serie por led ultravioleta, con un costo de Q240.00 cada una.

Para la construcción de las cuatro trampas de luz amarilla de keroseno (T3), se tuvo un total de Q228.52 por lo que el precio unitario por trampa es de Q57.13, como se describe a continuación:

**Cuadro 32:** Costo de aplicación del tratamiento de Luz Amarilla de queroseno (T3), para cuatro trampas.

<b>Tratamiento de Luz Amarilla de Keroseno</b>			
<b>Descripción</b>	<b>unidad</b>	<b>(Q)Costo/uni</b>	<b>(Q) subtotal</b>
Queroseno (L)	3.75	20	75.00
Alambre (lb)	0.25	24	6.00
Papel aluminio (rollo)	0.33	28	9.32
Sellador	0.33	12	3.96
Pegamento	0.33	21	6.93
Frascos vidrio	8	4	32.00
Mechas	4	2	8.00
Tubo de aluminio 1/2"	1	35	35.00
Postes de bambú	5	6	30.00
Detergente (kg)	0.33	7	2.31
Canecas de 20lt plásticas	2	10	20.00
<b>Total</b>			<b>228.52</b>

**Fuente:** Autor. (2021).

Los elementos, para la construcción de las trampas de luz amarilla de keroseno fueron más accesibles y baratas, que, en los tratamientos anteriores, puedo que se pueden conseguir en la mayoría de las ferreterías o misceláneas de la región.

Para la construcción de las cuatro trampas de luz Ecoiapares de melaza (T0) como testigo relativo, se tuvo un total de Q138.05 por lo que el precio unitario por trampa es de Q34.51, como se describe en el siguiente cuadro:

**Cuadro 33:** Costo de aplicación del tratamiento de Trampas Ecoiapar de Melaza (T0), para cuatro trampas.

<b>Tratamiento de Trampas Ecoiapar de Melaza</b>			
<b>Descripción</b>	<b>unidad</b>	<b>(Q)Costo/uni</b>	<b>(Q) subtotal</b>
Alambre (lb)	0.25	24	6.00
Postes de bambú	5	6	30.00
Botellas pet de 3lt	4	0.5	2.00
Melaza (L)	15	6.67	100.05
<b>Total</b>			<b>138.05</b>

**Fuente:** Autor. (2021).

Las trampas ecoiapares de melaza (T0) fueron trampas ya establecidas y comparadas con las anteriores, también tiene facilidad de encontrar los materiales, transporte, construcción a instalación.

## 6.2. Determinar cuál es la trampa más barata para la captura de ronrón

Según el cuadro 24 de las diferencias significativas de los tratamientos, las diferencias estadísticas significativas de las trampas evaluadas en la investigación en la captura de ronrón el tratamiento de Luz Ultravioleta (T2) tiene una media de 260 ronrones, que comparado con el tratamiento de Luz Blanca (T1) una media de 112 ronrones capturados, lo que hace una diferencia de 148 ronrones entre tratamientos, pero una diferencia de costos de 334.64 quetzales por unidad en el (T2) y de 94.64 por unidad de trampas en el (T1), lo que hace una diferencia de 240 quetzales, existe una diferencia de costos 87.36% por unidad, lo que lo hace un elevado costo para la cantidad de número de captura entre tratamientos.

**Cuadro 34:** Comparación de costos y capturas de las trampas en evaluación, con el testigo relativo trampa de melaza (T0).

Tratamiento Testigo		Costo/trampa	Medias/capturas	
			ronrones	%
<b>T0</b>	Melaza	Q34.51	45	Testigo
<b>Tratamientos evaluados</b>		Diferencias con el testigo		
<b>T1</b>	Luz Blanca	Q94.64	112	249%
<b>T2</b>	Luz Ultravioleta	Q334.64	260	578%
<b>T3</b>	Luz Amarilla Keroseno	Q57.13	71	158%

**Fuente:** Autor. (2021).

En el cuadro anterior se describe la comparativa de los costos de los distintos tipos de fuentes de luz en las trampas evaluadas en la investigación, por unidad y su porcentaje de efectividad de capturas, contra el testigo relativo que es el de trampas de melaza que previamente se usaban en Finca Chitalón.

El tratamiento de Luz Blanca (T1) tiene una diferencia del 249% sobre la captura de ronrones comparado con el tratamiento testigo, con un costo por trampa del Q94.64 quetzales.

A diferencia del tratamiento de Luz Ultravioleta (T2), con el doble de eficiencia del tratamiento de Luz Blanca (T1), es un 578% eficiente en la captura sobre el Tratamiento Testigo (T0) trampas de melaza, con un costo de Q334.64 quetzales por trampa, lo que es aproximadamente el triple del costo que el tratamiento dos.

Por último, el tratamiento de Luz Amarilla de Keroseno (T3), con aproximadamente la mitad del costo del tratamiento uno y aproximadamente

el mismo costo que el tratamiento testigo, con Q57.13 quetzales por trampa y un porcentaje de eficiencia de captura de 158% sobre el tratamiento testigo.

Para tomar la decisión de que trampa usar, depende del costo de inversión y beneficio (eficiencia de captura de ronrones), tomando en cuenta también el rango de espacio de instalación y captura, puesto que se puede reducir el espacio de instalación de las trampas para maximizar la eficiencia. Esto quiere decir que colocar dos trampas Ecoiapares del Tratamiento Testigo de trampas de Melaza (T0) en el mismo espacio de la unidad experimental (896 m<sup>2</sup>) tendría aproximadamente el mismo costo y eficiencia que colocar una sola trampa de Luz Amarilla de Keroseno (T3), por lo cual ambas podrían ser más factibles en costo beneficio.

## IX. CONCLUSIONES

1. El tratamiento dos (trampa lumínica de Luz Ultravioleta, T2) presenta mayor número de ronrones capturados en general de las especies, en el cultivo de aguacate *P. americana* en finca Chitalón S.A.
2. El pico máximo de captura de ronrones del orden coleóptera se encuentra en los meses de abril y mayo, reduciéndose luego drásticamente en junio y julio, meses de mayor precipitación pluvial durante la investigación.
3. La trampa lumínica de luz ultravioleta (T2) tiene una media de captura de 260 ronrones del orden coleóptera por repetición, por encima de la trampa lumínica de luz blanca (T1) con una media de 112 ronrones capturados por repetición, seguido de la trampa lumínica de luz amarilla de queroseno (T3) con una media de 71 ronrones por repetición y por último el testigo relativo trampa Ecoiapar de melaza (T0) con una media de 45 ronrones por repetición.
4. Existe diferencia en la incidencia de capturas de las distintas especies, que son mayormente atraídas por las distintas trampas. La especie *P. menetriesi* tiene un pico de incidencia de captura en el mes de mayo y es mayormente atraída por los tratamientos de Luz Ultravioleta (T2) y Luz Blanca (T1).
5. La especie *P. parvisetis* es mayormente atraída por los de Luz Ultravioleta (T2) y Luz Blanca (T1), presentando un pico de incidencia de captura en los meses de abril y mayo.
6. La especie *P. dasypoda* tiene una mayor atracción por las trampas del tratamiento de Luz Amarilla de Luz Ultravioleta (T2) y Luz Blanca (T1), presentando un pico de incidencia de captura en los meses de abril y mayo.
7. El género *Anómala* spp., presenta una mayor incidencia de captura en el tratamiento de Luz Ultravioleta (T2) y Luz Blanca (T1), con un pico de captura en el mes de mayo.
8. El género *Compsus* spp. presenta una mayor incidencia de captura en los tratamientos de Luz Ultravioleta (T2) y Melaza (T0, con un pico en los meses de mayo a junio.
9. La familia *Passalidae*, con una incidencia de captura en los tratamientos de Luz Ultravioleta (T2) y Luz Blanca (T1), con un pico en los meses de mayo y junio.
11. La incidencia inicial en el primer muestreo en el mes de abril del 10.9% aumentando a un máximo del 36.2% en el último muestreo en el mes de junio, que se mantuvo desde el final del mes de mayo, demostrando que el aumento de la incidencia comienza desde abril hasta el pico en el mes de mayo.
12. La severidad de daño foliar causado por el ronrón, se determinó un nivel cuatro, según la escala de severidad, que representa a un daño no mayor al 50% del área foliar de la hoja en los tratamientos de luz ultravioleta (T2) y luz blanca (T1) y un nivel 6 seis de año comparado con la escala, que representa a un área foliar

de la hoja no mayor al 70% en los tratamientos de luz amarilla (T3) y ecoiapar con melaza (T0).

13. La interacción entre el número de captura de ronrón en función a las lluvias (precipitación pluvial). Se observa que, a mayor acumulación de lluvia, menos capturas de ronrón se presentaban.
14. El costo por trampa en cada tratamiento fue de: Tratamiento de Luz Blanca (T1) Q94.64 por trampa; Tratamiento de Luz Ultravioleta (T2) Q334.64 por trampa; Tratamiento de Luz Amarilla de Keroseno Q57.13 por trampa y por último el Tratamiento testigo trampa Ecoiapar con melaza (T0) Q34.51.

## X. RECOMENDACIONES

1. Se sugiere utilizar la trampa lumínica de Luz Ultravioleta, fue la presentó mayor captura de ronrones de *Anomala* spp. y *P. menetriesi*, otras especies y géneros con interacción directa con la planta de aguacate *P. americana*.
2. Como segunda opción se utiliza el Tratamiento de Ecoiapares de Melaza (T0) para la captura de ronrones del género *Compsus* spp., género con interacción directa con la planta de aguacate *P. americana*.
3. Combinar la eficiencia de las trampas más baratas con mayor captura de las tres especies de ronrones con interacción directa con la planta de aguacate.
4. Combinar el uso de trampas lumínicas con otros métodos de control, como cultivos trampa, aplicaciones de parasitoides y hongos entomopatógenos.
5. Investigar otros métodos más efectivos, baratos y específicos para el control de las especies de ronrones que más afectan a la plantación de aguacate; *Compsus* spp., *Anómala* spp., *P. menetriesi*.

## XI. REFERENCIAS

1. Agexport. (04 de mayo de 2021). *AgexportHoy*. Obtenido de Aguacate, exportación y producción en Guatemala: <https://agexporthoy.export.com.gt/sectores-de-exportacion/sector-agricola/aguacate-exportacion-y-produccion-en-guatemala/>
2. Agroproductividad. (marzo de 2019). Comportamiento productivo inicial del de mangostán (*G. mangostana*) en el soconusco, Chiapas, Mexico. Chiapas, Mexico.
3. Anacafé. (junio de 2004). Cultivo de Aguacate. Guatemala.
4. Aragón, A., Nochebuena, C., Morón, M., & López, J. (noviembre de 2007). Uso de trampas de luz fluorescente para el manejo de la gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) en maíz (*Zea mays* L.). Puebla, Mexico.
5. Arguello, H. (diciembre de 1997). Inventario agroecológico de de las especies de gallina ciega (*Phyllophaga* sp.) en la region I de Nicaragua y validación de trampas artesanales para el control de adultos en dos localidades en el municipio de Esteli, Nicaragua. Managua, Nicaragua.
6. Badilla, F. (1995). Manejo integrado de jobotos *Phyllophaga* spp., (Scarabaeidae) en el cultivo de la caña de azucar en Costa Rica. Costa Rica.
7. Barea, G. (junio de 2006). *Patometría*. Obtenido de slideshare: <https://es.slideshare.net/jesumamani961/patometria-incidencia-y-severidad>
8. Bran, E. J. (marzo de 2016). Evaluación de tres insecticidas biológicos y un insecticida químico, para el control de gallina ciega *phyllophaga* spp. en el cultivo de café *Coffea arabica*, diagnóstico y servicios realizados en la finca varales esquipulas, chiquimula, guatemala. Esquipulas, Chuquimula, Guatemala.
9. Camborda, F., Rodríguez, S., & Castillo, J. (octubre de 2015). Trampas de luz con panel pegante para la captura de adultos de prodiplosis longifila gagné, *Diptera: Cecidomyiidae* en el cultivo de espárrago. Lima, Peru.
10. Castresana, J., & Puhl, L. (2017). Estudio comparativo de diferentes trampas de luz (LEDs) con energía solar para la captura masiva de adultos polilla del tomate *Tuta absoluta* en invernaderos de tomate en la Provincia de Entre Ríos, Argentina. Argentina.
11. Castro, A., Cruz, J., Ramírez, C., Perales, H., & Gómez, J. (2000). Manejo de la "gallina ciega" (*Coleoptera: Melolonthidae*) con trampas de luz en chiapas, México. Chiapas, Mexico.
12. Castro, N. (2018). Diagnóstico del cultivo de Hule (*Hevea brasiliensis*) en etapa de producción y plantía en finca Agrícola Chitalón S.A. Mazatenango, Suchitepéquez, Guatemala.

13. Cengicaña. (2010). El cultivo de caña de azúcar en Guatemala. Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala.
14. Cifuentes, L. (febrero de 2021). Diagnóstico de la situación actual del cultivo de aguacate *P. americana* y mangostán *G. mangostana* finca Agrícola Chitalón S.A., Mazatenango, Suchitepéquez. Mazatenango, Suchitepéquez, Guatemala.
15. Colorado, C. A. (2018). Plan de manejo integrado de insectos, enfermedades y fisiopatías en aguacate hass.
16. Galicia, A. M. (abril de 2016). Proyecto de factibilidad para la siembra y producción de aguacate de la variedad hass en santa cruz balanyá. Guatemala, Guatemala.
17. Giraldo, G. (2003). Manejo integrado de plagas – MIP.
18. Ivancovich, A., & Lavilla, M. (noviembre de 2016). Patometría, estudios de escalas diagramáticas de severidad e incidencia.
19. Izás, M. A. (julio de 2009). Distribución de Phyllophaga (*Scarabaeidae: Melolonthinae*) En Guatemala. Guatemala.
20. Mungia, L. M. (julio de 2010). Diagnóstico, servicios e investigación los escarabajos de mayo *Coleoptera: Scarabaeidae* asociados al cultivo de café en la finca el recreo, santa rosa de lima, santa rosa, guatemala. Santa Rosa, Guatemala.
21. Ramírez, C., & Castro, A. (2000). El complejo "gallina ciega" *Coleoptera: Melolonthidae* en el cultivo de maíz, en El Madronal, municipio de Amatenango del Valle, Chiapas, México. Amatenango del Valle, Chiapas, México. Obtenido de El complejo "gallina ciega" *Coleoptera: Melolonthidae* en el cultivo de maíz, en El Madronal, municipio de Amatenango del Valle, Chiapas, México:  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0065-17372000000100003](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372000000100003)
22. Rodríguez, J. (2017). Evaluación de trampas y su influencia en las estimaciones de diversidad de flebotomos y especies vectores *Diptera: Psychodidae* de Leishmania en el sur de Quintana Roo, México. Quintana Roo, Mexico.
23. Santiago, T. P. (2020). Evaluación de trampas de LUZ-LED para captura del adulto barrenador *Neoleucinodes elegantalis* de la naranjilla *Solanum quitoense*. Quito, Ecuador .

Vo. Bo.

  
Lcda. Ana Teresa de González.  
Bibliotecaria CUNSUROC.



## XII. ANEXOS.



**Figura 33:** Trampa de Melaza (T0).

**Fuente:** Autor. (2021).



**Figura 34:** Trampa de Luz Blanca (T1).

**Fuente:** Autor. (2021).



**Figura 35:** Trampa de Luz Ultravioleta (T2).

**Fuente:** Autor. (2021).



**Figura 36:** Trampa de Luz Amarilla de keroseno (T3).

**Fuente:** Autor. (2021).

**Cuadro 35:** Resumen del acumulado anual de precipitación, estación meteorológica de ANACAFÉ en Finca Chitalón S.A. y Agrícola F.R. S.A.

Días	Precipitación mensual / mm											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	0	0	0	0	0	42	3	0	60	59.7	8.9	0
2	0	0	0	0	30	9.1	6.9	1.3	80	4.6	0	0
3	10	10	0	8	0	8.1	1	14.2	0	3.3	3.3	0
4	9	0	0	5.8	11	6.9	83.1	67.3	75	0.8	23.1	0
5	0	0	0	0	20	0.5	34.8	108	25	0	0.8	0
6	0	0	0	0	33	0.1	21.8	84.3	0	37.9	57.7	0
7	10	0	0	0	14.7	18	49.5	9.9	3.8	2	34.3	0
8	10	0	0	0	2	5.1	2	110	22.8	3.6	0.3	0
9	0	0	0	0.2	16.5	37	25.4	62.5	72.1	8.1	0	0
10	0	0	35	8	0.25	12.4	19.2	0	10.4	15	0	0
11	0	0	0	0	0	0.3	0.5	18.5	0.2	54.4	0	0
12	0	0	0	15	2.5	4.3	33.3	78.5	1.5	0	0	6.9
13	0	0	0	0.2	21.8	52.1	4.8	1.8	72.4	47.2	0	0.3
14	0	0	0	0	1.2	18.5	30	11.9	88.9	0.3	46.2	0
15	0	0	0	8	0	75.4	0	90.9	29.5	84.8	0	0
16	0	0	0	6.8	8.4	1.3	18.5	3.8	37.6	0.3	0	0
17	25	0	0	21	1.2	17.3	45	62	6.6	1.3	0	0
18	0	0	0	6	0.25	37.1	0.8	0.8	0	6.1	11.7	0
19	0	0	0	2.2	4.8	27.4	0	52.1	24.6	5.1	0.3	0.3
20	0	1	0	0.2	4.1	13.5	0	15.2	0	9.6	27.4	16
21	0	0	40	1	0	74.2	0.3	22.6	27.7	66.8	4.8	0
22	0	0	0	1.2	6.6	18.8	0.8	42.7	94	0.3	0.2	23
23	0	0	110	3	12.7	0	9.1	22.4	7.1	0.5	4.6	21.3
24	0	0	0	1.5	2.5	14	9.9	88.9	7.6	62.5	17.8	0
25	0	10	0	0	84.1	11.7	12.2	0.5	2.5	17.8	0.3	3.6
26	0	3	0	0.7	6.04	17.8	81.8	10.2	103	85.1	0	0
27	0	0	0	0	0.25	2	30	3.6	0	0	0	0
28	0	38	0	1	13	16.8	88.9	9.1	5	50.6	0.5	0
29	0	0	0	0	41.1	48	2	24.4	32	19.6	0	0
30	0	0	0	0	0	10.7	0	41.1	16	0	0	0
31	55	0	0	0	0	0	0	77.7	0	45.5	0	0
<b>Acumulado mensual</b>	119	62	185	89.8	338	600	615	1136	905	693	242	71.4

**Fuente:** Autor. (2021).

**Cuadro 36:** Cantidad de ronrones, del orden coleóptera, capturados en la evaluación de trampas lumínicas. (T1=Luz Blanca; T2=Luz Ultravioleta; T3=Luz Amarilla; T0=Ecoiapar de Melaza Testigo Relativo).

Fechas de captura	Trampas/Repeticiones																Total/Trat/Dia				Total/Dia
	I				II				II				IV				T1	T2	T3	T0	
	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0					
19/04/21	0	2	1	0	0	1	0	0	0	3	3	1	1	1	0	0	1	7	4	1	13
20/04/21	3	8	1	4	2	7	0	3	4	9	1	3	2	10	0	3	11	34	2	13	60
21/04/21	2	4	1	0	4	8	2	2	3	6	0	1	4	7	2	0	13	25	5	3	46
22/04/21	0	6	4	3	3	11	3	0	2	8	0	0	1	7	3	0	6	32	10	3	51
23/04/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26/04/21	4	10	2	1	4	14	0	3	3	9	2	4	5	12	2	2	16	45	6	10	77
27/04/21	2	12	4	2	6	9	2	2	5	11	4	0	0	6	1	4	13	38	11	8	70
28/04/21	0	8	1	0	0	9	0	0	2	7	2	3	3	9	0	0	5	33	3	3	44
29/04/21	4	4	2	0	2	7	4	0	5	17	4	4	3	4	4	3	14	32	14	7	67
30/04/21	8	6	0	0	1	4	0	2	0	6	0	2	6	9	1	0	15	25	1	4	45
03/05/21	2	9	0	1	3	10	3	4	3	11	2	1	0	10	0	1	8	40	5	7	60
04/05/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05/05/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06/05/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07/05/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10/05/21	2	16	4	2	7	14	2	0	4	9	2	2	6	16	0	4	19	55	8	8	90
11/05/21	3	12	2	2	6	10	3	2	0	12	4	0	3	9	4	1	12	43	13	5	73
12/05/21	0	9	0	1	3	4	2	3	6	7	0	4	4	11	0	0	13	31	2	8	54
13/05/21	0	2	4	0	0	0	1	0	4	3	2	0	0	4	4	0	4	9	11	0	24
14/05/21	3	12	0	2	6	5	0	4	1	13	0	0	3	6	2	1	13	36	2	7	58
17/05/21	1	9	3	4	3	4	0	4	2	9	0	0	0	4	0	1	6	26	3	9	44
18/05/21	4	12	4	0	4	4	6	0	3	8	3	1	2	12	2	3	13	36	15	4	68

19/05/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20/05/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21/05/21	7	18	2	6	10	12	4	4	2	11	6	2	8	15	4	6	27	56	16	18	117
24/05/21	4	8	2	3	2	9	2	0	0	4	1	1	3	11	0	0	9	32	5	4	50
25/05/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
26/05/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27/05/21	2	9	2	3	1	0	0	0	4	6	0	1	0	8	2	1	7	23	4	5	39
28/05/21	2	4	2	0	3	7	2	2	6	6	2	0	4	5	0	0	15	22	6	2	45
31/05/21	4	6	3	0	0	0	1	0	2	9	2	4	3	9	0	1	9	24	6	5	44
01/06/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
02/06/21	0	1	0	0	2	2	0	0	1	3	1	0	2	0	2	0	5	6	3	0	14
03/06/21	2	0	0	0	4	2	0	1	1	0	3	0	2	4	0	0	9	6	3	1	19
04/06/21	0	6	2	0	4	3	0	1	2	6	0	2	3	4	1	0	9	19	3	3	34
07/06/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/06/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09/06/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10/06/21	0	2	1	0	1	5	2	0	3	1	1	0	0	0	1	0	4	8	5	0	17
11/06/21	4	7	2	1	2	6	1	0	7	2	0	0	4	8	0	0	17	23	3	1	44
14/06/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15/06/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16/06/21	0	2	4	0	2	4	0	1	2	3	4	0	5	5	7	1	9	14	15	2	40
17/06/21	2	4	6	0	4	2	8	0	2	8	2	0	4	2	3	0	12	16	19	0	47
18/06/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21/06/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22/06/21	0	2	1	0	1	5	2	0	1	2	0	2	0	0	2	0	2	9	5	2	18
23/06/21	2	4	0	0	4	8	2	0	1	8	2	1	3	4	0	0	10	24	4	1	39
24/06/21	5	2	0	1	3	4	0	0	0	3	4	2	4	3	2	0	12	12	6	3	33
25/06/21	0	2	0	1	2	6	0	0	0	1	0	0	2	2	0	1	4	11	0	2	17

28/06/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29/06/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30/06/21	0	2	2	0	0	0	1	0	2	4	0	4	2	4	0	1	4	10	3	5	22
01/07/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
02/07/21	2	4	0	1	0	1	1	0	4	2	0	0	1	1	1	0	7	8	2	1	18
05/07/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
06/07/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
07/07/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08/07/21	3	8	2	0	4	2	0	0	2	6	0	1	0	4	0	0	9	20	2	1	32
09/07/21	2	4	1	1	6	3	4	0	0	4	2	1	3	8	1	0	11	19	8	2	40
12/07/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13/07/21	6	5	1	0	0	7	2	1	2	5	0	1	3	7	0	1	11	24	3	3	41
14/07/21	0	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	2	1	5	0	8
15/07/21	2	4	2	1	3	6	4	0	0	4	4	1	0	2	2	0	5	16	12	2	35
16/07/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19/07/21	4	8	0	0	1	8	3	0	2	3	0	1	4	5	2	4	11	24	5	5	45
20/07/21	3	5	4	0	3	4	0	2	7	0	2	0	6	8	2	0	19	17	8	2	46
21/07/21	3	8	0	1	3	5	9	0	3	7	2	0	0	0	2	0	9	20	13	1	43
22/07/21	2	0	0	0	1	2	3	0	2	0	2	1	2	4	0	0	7	6	5	1	19
23/07/21	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3	2	0	1	4	5	0	2	11
26/07/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27/07/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28/07/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29/07/21	2	2	0	0	0	2	0	1	0	3	0	1	0	3	0	1	2	10	0	3	15
30/07/21	0	0	1	0	1	3	0	1	4	2	0	1	2	3	0	1	7	8	1	3	19
<b>Total/ trampa</b>	102	271	75	41	121	239	81	43	109	262	69	54	118	268	60	42	450	1040	285	180	1955

Fuente: Autor. (2021).



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

**CUNSUROC/USAC-I-001-2024**

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,  
Mazatenango, Suchitepéquez, veintidós de enero de dos mil veinticuatro-----

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE  
AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO:  
“VALUACIÓN DE TRES TIPOS DE FUENTES LUMÍNICAS EN TRAMPAS PARA  
CAPTURA DE RONRÓN DEL ORDEN COLEÓPTERA EN EL CULTIVO DE  
AGUATE *Persea americana* Mil, Lauraceae, EN FINCA AGRÍCOLA CHITALÓN  
S.A. MAZATENANO, SUCHITEPÉQUEZ”, del estudiante: TPA. Luis Emilio  
Cifuentes Santis Carné: 201345736. CUI: 2697 77563 1001 de la carrera Ingeniería en  
Agronomía Tropical.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

M.A. Luis Carlos Muñoz López  
Director



/gris



Oficio CAT-TG-006-2022  
Mazatenango, 3 agosto de 2023.

Lic. Luis Carlos Muñoz López  
Director en Funciones  
Centro Universitario de Suroccidente  
Universidad de San Carlos de Guatemala

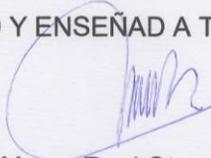
Respetable Sr. Director

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. **Luis Emilio Cifuentes Santiz, Carné: 201345736**, ha concluido su trabajo de graduación titulado: **Evaluación de tres tipos de fuentes lumínicas en trampas para la captura de ronrón del orden Coleoptera en el cultivo de Aguacate *Persea americana* Mill. Lauraceae, en finca agrícola Chitalón S. A. Mazatenango, Suchitepéquez**, el cual fue asesorado por el Ing. Agr. Reynaldo Humberto Alarcón Noguera, lo que se evidencia con la nota adjunta que he revisado previamente.

Como coordinador de la Carrera de Agronomía Tropical, hago constar que el estudiante T.P.A. Cifuentes Santiz, ha cumplido con lo normado, razón por la que someto a su consideración el documento adjunto, para que continúe con el trámite correspondiente para su graduación.

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

ID Y ENSEÑAD A TODOS"

  
Dr. Mynor Raul Otzoy Rosales  
Coordinador Carrera.

