

**Universidad San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Suroccidente
Ingeniería en Agronomía Tropical**



Trabajo de Graduación

Caracterización del daño de plagas y enfermedades que afectan al fruto de *Theobroma cacao L, Malvaceae*, “cacao”, en Finca la Cruz, Cuyotenango, Suchitepéquez.

T.P.A. José Daniel Mazariegos Calderón

Carné: 201743048

Cui: 3291768541103

Correo electrónico: josemaza345@gmail.com

Mazatenango, Suchitepéquez, marzo 2024.

**Universidad San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Suroccidente
Ingeniería en Agronomía Tropical**



Trabajo de Graduación

Caracterización del daño de plagas y enfermedades que afectan al fruto de *Theobroma cacao L, Malvaceae*, “cacao”, en Finca la Cruz, Cuyotenango, Suchitepéquez.

T.P.A. José Daniel Mazariegos Calderón

Carné: 201743048

Ing. Agr. Edgar Guillermo Ruiz Recinos

Supervisor-Asesor

Mazatenango, Suchitepéquez, marzo 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. Vílser Josvin Ramírez Robles Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel Vocal

PEM y TAE. Rony Roderico Alonzo Solís Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar
Coordinador Académico

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

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

Dr. Nery Saquimux Canastuj
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales
Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

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

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

DEDICATORIA

A Dios:

Por brindarme salud hasta el momento y permitir culminar esta meta, dándome sabiduría y entendimiento para formarme profesionalmente.

A mi padre:

Jorge Raúl Mazariegos Juárez, por apoyarme en cada etapa de mi vida personal, profesional y por su buen ejemplo como persona.

A mi madre:

Lidia América Calderón Morales, por su apoyo y sacrificio incondicionalmente durante todas las etapas de mi vida personal y profesional.

A mis hermanos y cuñada:

Luis Ángel, Jorge Raúl y Neidy Tello, por su apoyo mostrado durante mi vida personal y profesional.

A mi novia:

Astrid Flores por estar en todos los momentos apoyándome incondicionalmente en esta etapa de mi vida.

A mi familia:

Por sus consejos durante mi vida estudiantil y personal.

A mis amigos:

Cesar Vázquez, Wilmer Quich y Adrián Xicay por compartir buenos momentos de mi etapa durante la carrera universitaria.

AGRADECIMIENTOS

A Centro Universitario de Suroccidente y a la carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical:

Por ser mi casa de estudio y brindarme los conocimientos necesarios durante mi formación profesional.

A señora María Elena de Schallenberg:

Por sus consejos y conocimientos hacia mi persona y sobre todo por permitir realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado de la carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical en Finca La Cruz.

A Ing. Agr. Edgar Guillermo Ruiz Recinos:

Por su orientación y brindar su tiempo en asesorar y supervisar las diferentes etapas de mi Ejercicio Profesional Supervisado.

A Ph. D. Reynaldo Humberto Alarcón Noguera:

Por el apoyo brindado durante mi Ejercicio Profesional Supervisado.

Índice General

Contenido	Página
Resumen	Viii
I. Introducción.....	1
II. Marco Teórico.....	3
1. Marco Conceptual	3
1.1. Origen del cultivo de <i>T. cacao</i> L cacao	3
1.2. Taxonomía del <i>T. cacao</i> L. Cacao	3
1.3. Enfermedades fitopatógenas en el cultivo de <i>T. cacao</i> L cacao	4
1.3.1. <i>Moniliophthora roreri</i> Moniliasis.....	4
1.3.2. <i>Phytophthora palmivora</i> Podredumbre negra de la mazorca	6
1.3.3. <i>Ceratocystis cacaofunesta</i> Mal del machete.....	8
1.3.4. <i>Moniliophthora perniciosa</i> Escoba de bruja.....	9
1.3.5. <i>Lasiodiplodia theobromae</i> Muerte regresiva.....	9
1.3.6. <i>Colletotrichum gloesporoides</i> Antracnosis.....	10
1.4. Plagas que afectan al cultivo de <i>T. cacao</i> L.....	11
1.5. Importancia de la incidencia y severidad de las plagas y enfermedades	16
1.5.2. Severidad	16
1.6. Manejo integrado de plagas y enfermedades	16
2. Marco referencial	18
2.1. Información general de finca La Cruz	18
2.1.1. Localización y ubicación grafica de la finca	18
2.2. Descripción ecológica.....	21
2.2.1. Zona de vida y clima.....	21
2.2.2. Temperatura	21
2.2.3. Humedad.....	21
2.3. Suelo.	21
2.3.1. Clase de suelos según su origen.....	21
2.3.2. Fisiología y drenaje.....	21
2.4. Hidrología.	22

2.5. Investigaciones relacionadas con la presente investigación sobre plagas y enfermedades del <i>T. cacao L.</i>	22
III. Objetivos.....	24
1. Objetivo General.....	24
2. Objetivos Específicos.....	24
IV. Materiales y métodos.....	25
1. Materiales.....	25
1.1. Recursos físicos	25
1.2. Recursos humanos	25
1.3. Recursos financieros	25
2. Metodología	26
2.1. Para determinar la presencia de los daños de las principales plagas y enfermedades que afectan al fruto del <i>T. cacao L</i> en finca la Cruz, en época de verano e invierno.....	26
2.2. Para medir la incidencia y severidad de las principales plagas y enfermedades que afectan al fruto del <i>T. cacao L.</i> en finca la Cruz	33
2.3. Para la elaboración de un plan de manejo integrado de plagas y enfermedades para el cultivo de <i>T. cacao L.</i> de finca la Cruz.	44
V. Presentación y discusión de resultados	45
1. Determinación de daños de las principales plagas y enfermedades que afectan al fruto del <i>T. cacao L.</i> en finca La Cruz, en época de verano e invierno.....	45
2. Medición de la incidencia y severidad de las principales plagas y enfermedades que afectan al fruto de <i>T. cacao L.</i> en finca la Cruz.	75
2.1. Incidencia de <i>Moniliphthora roreri</i> Monilia y <i>Phytophthora palmivora</i> Mazorca negra	76
2.2. Severidad de <i>Moniliphthora roreri</i> Monilia y <i>Phytophthora palmivora</i> Mazorca negra	80
2.3. Incidencia de daño por <i>S. deppei</i> ardilla y por <i>M. rubicapillus</i> pájaro carpintero o cheje.....	86
2.4. Severidad de daño por <i>S. deppei</i> ardilla y <i>M. rubicapillus</i> pájaro carpintero o cheje.....	90
2.5. Incidencia de daño por <i>S. rubrocinctus</i> Trips bandirroja, por <i>E. reyesi</i> ácaros (Agurruñadera) y por <i>M. annulipes</i> chinches.	94
2.6. Severidad de daño por <i>S. rubrocinctus</i> Trips bandirroja, por <i>E. reyesi</i> ácaros	

(Agurruñadera) y por <i>M. annulipes</i> chinches	96
3. Elaboración de un plan de manejo integrado de plagas y enfermedades para su control en <i>T. cacao L.</i> de finca la Cruz	100
3.1. Manejo integrado de enfermedades en <i>T. cacao L.</i>	101
3.2. Manejo integrado de plagas en <i>T. cacao L.</i>	105
VI. Conclusiones.....	108
VII. Recomendaciones	109
VIII. Referencias.....	110
IX. Anexos.....	115

Índice de cuadros

Cuadro	Página
1. Boleta para recopilación de datos de campo.....	34
2. Escala de síntomas externos de <i>M. roreri</i> moniliasis.....	35
3. Escala de severidad de <i>P. palmivora</i> mazorca negra.....	36
4. Escala descriptiva de los síntomas externos de las enfermedades de <i>M. roreri</i> y de <i>P. palmivora</i>	37
5. Escala de severidad de ataque de <i>S. deppei</i> ardilla en el fruto de <i>T. cacao L.</i>	38
6. Escala de severidad de <i>M. rubicapillus</i> pájaro carpintero.....	39
7. Escala de severidad de ataque de <i>S. rubrocinctus</i> Trips bandirroja en <i>T. cacao L.</i>	40
8. Escala de severidad de ataque de <i>E. reyesi</i> ácaros (Agurruñadera) en <i>T. cacao L.</i>	41
9. Escala de severidad de ataque de <i>M. annulipes</i> chinches en el fruto en <i>T. cacao L.</i>	42
10. Mazorcas enfermas por <i>M. roreri</i> Moniliasis, encontradas en finca La Cruz.	46
11. Frutos enfermos por <i>P. palmivora</i> mazorca negra encontradas en finca La Cruz.....	50
12. Mazorcas enfermas por <i>C. gloeosporioides</i> Antracnosis encontradas en finca La Cruz.	55
13. Datos meteorológicos de estación Tzulú ubicada en el municipio de Cuyotenango, Suchitepéquez.	75
14. Incidencia de las enfermedades <i>M. roreri</i> Monilia, <i>P. palmivora</i> Mazorca negra, relacionados con los datos meteorológicos de cada mes del año 2022.	76
15. Datos de frutos por escala, el porcentaje de severidad de <i>M. roreri</i> monilia, relacionados con los datos meteorológicos de cada mes del año 2022.	80
16. Datos de frutos por escala y el porcentaje de severidad de <i>P. palmivora</i> mazorca negra, relacionados con los datos meteorológicos de cada mes del año 2022.....	81
17. Datos de frutos enfermos por escala de <i>M. roreri</i> Monilia y de <i>P. palmivora</i> Mazorca negra en el año 2022.	82
18. Incidencias de daño por <i>S. deppei</i> ardilla, <i>M. rubicapillus</i> pájaro carpintero o cheje y datos de precipitación que se obtuvieron en cada uno de los meses del año 2022.	86
19. Datos de frutos por escala, el porcentaje de severidad de <i>S. deppei</i> ardilla en <i>T. cacao L.</i> , relacionados con los datos meteorológicos de cada mes del año 2022.	90
20. Datos de frutos por escala y el porcentaje de severidad de <i>M. rubicapillus</i> pájaro carpintero o cheje en <i>T. cacao L.</i> relacionados con los datos meteorológicos de cada mes del año 2022.	91
21. Datos de frutos dañados por escala de <i>S. deppei</i> ardilla y <i>M. rubicapillus</i> pájaro carpintero o cheje en <i>T. cacao L.</i>	92
22. incidencias de daño por <i>S. rubrocinctus</i> trips bandirroja, por <i>E. reyesi</i> ácaros (Agurruñadera) y por <i>M. annulipes</i> chinches.....	94

23. Datos de frutos por escala y el porcentaje de severidad de <i>S. rubrocinctus</i> trips bandirroja, en <i>T. cacao L.</i> de finca La Cruz. relacionados con los datos meteorológicos de cada mes del año 2022.	96
24. Datos de frutos por escala y el porcentaje de severidad de <i>E. reyesi</i> ácaros (Agurruñadera), en <i>T. cacao L.</i> de finca La Cruz. relacionados con los datos meteorológicos de cada mes del año 2022.	97
25. Datos de frutos por escala y el porcentaje de severidad de <i>M. annulipes</i> chinches, en <i>T. cacao L.</i> de finca La Cruz. relacionados con los datos meteorológicos de cada mes del año 2022.	98
26. Datos de frutos dañados por escala de <i>S. rubrocinctus</i> trips bandirroja, de <i>E. reyesi</i> ácaros (Agurruñadera) y de <i>M. annulipes</i> chinches. en <i>T. cacao L.</i> de finca La Cruz.....	99
27. Manejo integrado de <i>M. rorei</i> Monilia, <i>P. palmivora</i> Mazorca negra y <i>C. gloeosporioides</i> Antracnosis en <i>T. cacao L.</i> en finca La Cruz.....	103
28. Manejo integrado de plagas que afectan al fruto de <i>T. cacao L.</i> en finca La Cruz.	105
29. Boleta de identificación de muestras de plagas y enfermedades recolectados en finca La Cruz.....	115
30. Datos obtenidos en campo de la incidencia y la severidad de <i>M. roreri</i> Monilia mensuales en frutos de <i>T. cacao L.</i> en el año 2022 en finca La Cruz.	115
31. Datos obtenidos en campo de la incidencia y la severidad de <i>P. palmivora</i> Mazorca negra mensuales en frutos de <i>T. cacao L.</i> en el año 2022 en finca La Cruz.	116
32. Datos obtenidos en campo de la incidencia y la severidad de las <i>M. annulipes</i> Chinches mensuales en frutos de <i>T. cacao L.</i> en el año 2022 en finca La Cruz.....	117
33. Datos obtenidos en campo de la incidencia y la severidad de los <i>E. reyesi</i> Ácaros mensuales en frutos de <i>T. cacao L.</i> en el año 2022 en finca La Cruz.....	118
34. Datos obtenidos en campo de la incidencia y la severidad de los <i>S. rubrocinctus</i> Trips mensuales en frutos de <i>T. cacao L.</i> en el año 2022 en finca La Cruz.	119
35. Datos obtenidos en campo de la incidencia y la severidad de los <i>M. rubicapillus</i> Pájaros carpinteros o chejes mensuales en frutos de <i>T. cacao L.</i> en el año 2022 en finca La Cruz.....	120
36. Datos obtenidos en campo de la incidencia y la severidad de las <i>S. deppei</i> Ardillas mensuales en frutos de <i>T. cacao L.</i> en el año 2022 en finca La Cruz.....	121

Índice de figuras

Figura	Página
1. Ciclo de vida de <i>M. roreri</i> monilia. Alrededor de 85 días.....	5
2. Ciclo de vida de <i>Phytophthora palmivora</i> mazorca negra. Alrededor de 11 días.....	7
3. Distintos estadios de frutos dañados por <i>C. gloesporoides</i> antracnosis.....	11
4. Daños causados por <i>Monalonion annulipes</i> la mosquilla del cacao.....	12
5. <i>Selenothrips rubrocinctus</i> Trips bandirrojas del cacao a) Ninfas y adulto. B y c) Daño en frutos de <i>T. cacao L.</i>	15
6. Mapa de ubicación geográfica y vías de acceso de finca La Cruz, Cuyotenango, Suchitepéquez.....	19
7. Mapa topográfico de finca La Cruz	20
8. Identificación y traslado de cada una de las muestras de las enfermedades fitopatógenas.	27
9: Desinfección de las manzanas con alcohol al 70%.	27
10. Cortes de tres aberturas en forma triángulos a la manzana.....	28
11. Inoculación del hongo dentro de las aberturas y colocación de cada triángulo nuevamente sobre las aberturas de la manzana y finalmente se procede a sellar con papel parafilm alrededor de la manzana.....	28
12. Las manzanas se colocaron en una cajita transparente de plástico debidamente esterilizada y se deja alrededor de 12 días en aislamiento.	29
13. Estructura y colocación de las trampas nylon de colores (Azul, Blanco y amarillo) dentro de las plantación de <i>T. cacao L.</i> de la finca.....	30
14. Características microscópicas de <i>Moniliophthora roreri.</i> , determinadas en el laboratorio de protección vegetal del CUNSUROC.	48
15. Características microscópicas de <i>Phytophthora palmivora</i> , determinadas en el laboratorio de protección vegetal del CUNSUROC	52
16. Hojas dañadas por <i>C. gloesporoides</i> . Antracnosis.....	54
17. Hojas dañadas por <i>C. gloesporoides</i> Antracnosis en finca La Cruz.....	54
18. Características microscópicas de <i>C. gloesporioides</i> , determinadas en el laboratorio de protección vegetal del CUNSUROC	56
19. <i>S. deppei</i> Ardilla encontrada en las plantaciones comerciales de <i>T. cacao L.</i> en finca La Cruz.	57
20. Frutos de <i>T. cacao L.</i> dañados por <i>S. deppei</i> ardillas en finca La Cruz.....	58
21. <i>M. rubicapillus</i> Pájaro carpintero o cheje.	59
22. Frutos de <i>T. cacao L.</i> dañados por <i>M. rubicapillus</i> pájaros carpinteros en finca La Cruz.	60
23. Ninfas de <i>M. annulipes</i> chinches en los frutos del <i>T. cacao L.</i> en finca La Cruz.....	61
24. Fruto de <i>T. cacao L.</i> dañado por <i>M. annulipes</i> chinches en finca La Cruz.....	62
25. <i>S. rubrocinctus</i> Trips bandirroja en estado adulto encontrado en las plantaciones comerciales de <i>T. cacao L.</i> de finca La Cruz.	63

26. Frutos de <i>T. cacao</i> L. daños por <i>S. rubrocinctus</i> Trips bandirroja en finca La Cruz.	64
27. Frutos de <i>T. cacao</i> L. dañados por <i>E. reyesi</i> ácaros (Agurruñadera) finca La Cruz.	65
28. Frutos de <i>T. cacao</i> L. dañados por <i>E. reyesi</i> . ácaros (Agurruñadera)	66
29. <i>Atta</i> spp. Hormigas arrieras en frutos de <i>T. cacao</i> L. de finca La Cruz.....	67
30. <i>L. botrychophilus</i> Áptero encontrados dentro de las plantaciones comerciales de <i>T. cacao</i> L. de finca La Cruz.....	68
31. <i>C. sordidus</i> Picudo negro encontrado dentro de las plantaciones comerciales de <i>T. cacao</i> L. de finca La Cruz.....	69
32. <i>Forcipomyia</i> spp. encontrado dentro de las plantaciones comerciales de <i>T. cacao</i> L. de finca La Cruz.	70
33. <i>Xyleborus</i> spp. Escarabajo de madera o barrenador del tallo de cacao encontrado dentro de las plantaciones comerciales de <i>T. cacao</i> L. de finca La Cruz.	71
34. <i>T. aurantii</i> Áfidos o pulgones en estado ninfa encontrado dentro de las plantaciones comerciales de <i>T. cacao</i> L. de finca La Cruz.....	73
35. Grafica de correlación entre las incidencias de la enfermedad <i>M. roreri</i> Monilia y la precipitación de cada mes del año 2022 en <i>T. cacao</i> L. de Finca La Cruz.	77
36. Grafica de correlación entre las incidencias de la enfermedad <i>P. palmivora</i> mazorca negra y la precipitación de cada mes del año 2022 en <i>T. cacao</i> L. de Finca La Cruz.....	78
37. Frutos con esporas de <i>M. roreri</i> monilia, colocados en bolsas plásticas colectados en finca La Cruz.....	84
38. Frutos enfermos por <i>P. palmivora</i> mazorca negra colectados en Finca La Cruz.	84
39. Descomposición vegetal de frutos enfermos por <i>M. roreri</i> Monilia y <i>P. palmivora</i> mazorca negra en finca La Cruz.	85
40. Gráfica de incidencias de daño por <i>S. deppei</i> ardilla, <i>M. rubicapillus</i> pájaro carpintero o cheje, relacionados con los datos de precipitación que se obtuvo en cada uno de los meses del año 2022 en <i>T. cacao</i> L. de Finca La Cruz.....	87
41. Grafica de correlación entre las incidencias de <i>S. deppei</i> ardillas y la precipitación de cada mes del año 2022 en <i>T. cacao</i> L. de Finca La Cruz.	88
42. Grafica de correlación entre las incidencias de <i>M. rubicapillus</i> pájaro carpintero y la precipitación de cada mes del año 2022 en <i>T. cacao</i> L. de Finca La Cruz	88
43. Grafica de incidencias de daño por <i>S. rubrocinctus</i> trips bandirroja, por <i>E. reyesi</i> . ácaros (Agurruñadera) y por <i>M. annulipes</i> chinches en <i>T. cacao</i> L. en finca La Cruz.	95
44. Características microscópicas de la esporulación del hongo <i>M. roreri</i>	116
45. Clamidosporas de <i>Phytophthora</i> . Formas de germinación.	116
46. Estructura de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	117

Resumen

La presente investigación se desarrolló en finca La Cruz, la cual se localiza en el municipio de Cuyotenango, del departamento de Suchitepéquez. Con el objetivo de caracterizar los daños de plagas y enfermedades que afectan al fruto de *Theobroma cacao L*, *Malvaceae*, “cacao.

Se caracterizaron los daños de plagas y enfermedades que afectan al fruto de *T. cacao L*. cacao, por medio de muestreos sistematizados en todos los lotes mediante recorridos tomando muestras de los frutos que presentaban sintomatología de daños por plaga y las muestras de los frutos con sintomatología de alguna enfermedad, las cuales fueron colocadas en cámaras húmedas utilizando la metodología de la manzana verde (Erwin y Ribeiro, 1996), para determinar el agente fitopatógeno en el laboratorio de Centro Universitario de Suroccidente (CUNSUROC) de protección vegetal, la investigación inició desde febrero hasta diciembre del año 2022 en época seca y época lluviosa.

Para atrapar el agente causal de los daños por plagas se colocaron trampas de nylon de colores (azul, blanco y amarillo), con aceite vegetal, colocando trampas a cada 10 surcos y se colocó una trampa a cada 15 plantas en un mismo surco, las trampas se colocaron a una altura de 1.5 metros de la superficie del suelo. Luego se recolectaron las muestras de los diferentes insectos que encontraron en las trampas y se colocaron en frascos, para después ser evaluadas y determinadas en el laboratorio de CUNSUROC de protección vegetal.

Se midió la incidencia y severidad de las principales plagas y enfermedades que afectan al fruto de *T. cacao L*. cacao, las incidencias se determinaron por medio de la formula, numero de frutos afectados dividido total de frutos sanos más frutos afectados y la severidad se determinó por medio de escalas de severidad.

Se elaboró un plan de manejo integrado de plagas y enfermedades, en base a los recursos disponibles en la finca, a los resultados obtenidos en la investigación realizada y además tomando en cuenta algunas referencias bibliográficas se elaboró un plan de manejo integrado de plagas y enfermedades abarcando diferentes tipos de control: manual y mecánico, biológico, etológico, cultural y químico.

Al concluir se determinó que los principales daños por plagas que afectan al fruto dentro de las plantaciones comerciales de *T. cacao L.* en finca La Cruz fueron las siguientes: *S. deppei* Ardilla gris, *M. rubicapillus* Pájaro carpintero o cheje, *M. annulipes* Chinchas, *S. rubrocinctus* Trips bandirroja, *E. reyesi* Ácaros (Agurruñadera), *Atta* spp. Hormigas arrieras, *T. aurantii* Áfidos o pulgones.

Los principales daños por enfermedades que afectan al fruto dentro de las plantaciones comerciales de *T. cacao L.* fueron las siguientes: *M. roreri* Monilia, *P. palmivora* Mazorca negra y *C. gloesporoides* Antracnosis.

Se determinó la incidencia media anual de los principales daños por plagas que afectaban al fruto de *T. cacao L.* en finca La Cruz fueron las siguientes: Las *S. deppei* Ardillas gris se obtuvo un 10% de daño (2627 frutos dañados), los *M. rubicapillus* Pájaro carpintero o cheje de 11% de daño (2783 frutos dañados), las *M. annulipes* Chinchas de 9% de daño (641 frutos dañados), los *S. rubrocinctus* Trips bandirroja de 9% de daño (605 frutos dañados) y de los *E. reyesi* Ácaros (Agurruñadera) de 8% de daño (497 frutos dañados).

La incidencia media anual de las dos principales enfermedades que afectaban al fruto dentro de las plantaciones comerciales de *T. cacao L.* en finca La Cruz fueron las siguientes: *M. roreri* Monilia de 10% de daño (2241 de frutos enfermos) y *P. palmivora* Mazorca negra un 10% de daño (2417 frutos enfermos).

Summary

The present investigation was developed on the La Cruz farm, which is located in the municipality of Cuyotenango, in the department of Suchitepéquez. With the objective of characterizing the damage of pests and diseases that affect the fruit of *Theobroma cacao* L., Malvaceae, “cacao.

The damage from pests and diseases that affect the fruit of *T. cacao* L. cacao was characterized through systematized sampling in all the lots through routes taking samples of the fruits that showed symptoms of damage by pests and diseases, the fruits with symptoms of some disease were placed in humid chambers using the green apple methodology (Erwin and Ribeiro, 1996), to determine the phytopathogenic agent in the laboratory of the University Center of the South West (CUNSUROC) for plant protection, the research began from February to December of the year 2022 in the dry season and rainy season.

To catch the causal agent of pest damage, colored nylon traps (blue, white and yellow) were placed with vegetable oil, placing traps in every 10 rows and a trap was placed in every 15 plants in the same row. Traps were placed at a height of 1.5 meters from the soil surface. Then the samples of the different insects found in the traps were collected and placed in jars, to later be evaluated and determined in the CUNSUROC plant protection laboratory.

The incidence and severity of the main pests and diseases that affect the fruit of *T. cacao* L. cacao were measured, the incidences were determined by the formula, number of affected fruits divided total of healthy fruits plus affected fruits and the severity was determined through severity scales.

An integrated pest and disease management plan was developed, based on the resources available on the farm, the results obtained in the research carried out and also taking into account some bibliographic references, an integrated pest and disease management plan was

developed covering different types of control: manual and mechanical control, biological control, ethological control, cultural control and chemical control.

In conclusion, it was determined that the main damages caused by pests that affect the fruit within the commercial plantations of *T. cacao* L. on the La Cruz farm were the following: *S. deppei* Gray squirrel, *M. rubicapillus* Woodpecker or cheje, *M. annulipes* Bedbugs, *S. rubrocinctus* Bandirroja thrips, *E. reyesi* Mites (Agurruñadera), *Atta* spp. Leaflet ants, *T. aurantii* Aphids or aphids.

The main damage caused by diseases that affect the fruit within the commercial plantations of *T. cacao* L. were the following: *M. roreri* Monilia, *P. palmivora* Black pod and *C. gloesporoides* Anthracnose.

The average annual incidence of the main pest damage affecting the fruit of *T. cacao* L. on the La Cruz

The average annual incidence of the main pest damage that affected the fruit of *T. cacao* L. on the La Cruz farm was determined as follows: The *S. deppei* Gray squirrels had 10% damage (2627 damaged fruits), the *M. rubicapillus* Woodpecker or cheje 11% damage (2783 fruits damaged), *M. annulipes* Bedbugs 9% damage (641 fruits damaged), *S. rubrocinctus* Bandirroja thrips 9% damage (605 fruits damaged) and the *E. reyesi* Mites (Agurruñadera) of 8% damage (497 damaged fruits).

The average annual incidence of the two main diseases that affected the fruit within the commercial plantations of *T. cacao* L. on the La Cruz farm were the following: *M. roreri* Monilia with 10% damage (2241 of diseased fruits) and *P. palmivora* Black cob 10% damage (2417 diseased fruits).

I. Introducción

Finca La Cruz se localiza en el municipio de Cuyotenango, del departamento de Suchitepéquez, sobre la carretera CA-2 que conduce al departamento de Retalhuleu, a 169.2 kilómetros de la ciudad capital. Cuenta con 18.09 hectáreas de área de cacao *T. cacao* y se encuentra ubicada geográficamente en las coordenadas 14°32'35.46'' latitud norte y 91°34'39.67'' longitud oeste, a una altura de 350 metros sobre el nivel del mar.

En la presente investigación los objetivos fueron: realizar una caracterización de los daños por plagas y enfermedades que afectan al fruto del cacao *Theobroma cacao L, Malvaceae*, medir la incidencia y severidad de las principales plagas y enfermedades que afectan al fruto, así como elaborar un plan de manejo integrado de las mismas, llevando a cabo la investigación desde febrero hasta diciembre del año 2022 en época seca y época lluviosa.

Para lograr la identificación de los daños por enfermedades que afectaban al fruto del cultivo de *T. cacao L.* en finca La Cruz se realizaron muestreos sistematizados en todos los lotes mediante recorridos tomando muestras de los frutos que presentan síntomas de enfermedades fitopatógenas, luego se colocaron en cámaras húmedas, para después ser evaluadas y determinadas en el laboratorio del Centro Universitario de Suroccidente-CUNSUROC de protección vegetal, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Para lograr identificar y determinar cuáles fueron los daños por las plagas que afectan al fruto se recolectaron muestras de los frutos que presentaron signos de daños por cada una de las plagas, también en el muestreo sistematizado se tomaron muestras de las plagas colocando trampas de nylon de colores (azul, blanco y amarillo), con aceite vegetal, colocando trampas a cada 10 surcos y se colocó una trampa a cada 15 plantas en un mismo surco, las trampas se colocaron a una altura de 1.5 metros de la superficie del suelo. Luego se recolectaron las muestras de los diferentes insectos que encontraron en las trampas y se colocaron en frascos, para después ser evaluadas y determinadas en el laboratorio del CUNSUROC de protección vegetal.

Para medir la incidencia y severidad de las principales plagas y enfermedades que afectan al fruto de *T. cacao L. cacao*, las incidencias se determinaron por medio de una formula, numero de frutos afectados dividido total de frutos sanos más frutos afectados y la severidad se determinó por medio de escalas de severidad.

Como propuesta del plan de manejo integrado de plagas y enfermedades, se abarcaron diversos tipos de controles: manual y mecánico, biológico, etológico y químico

II. Marco Teórico

1. Marco Conceptual

1.1. Origen del cultivo de *T. cacao* L cacao.

El cultivo del *T. cacao* L. cacao tuvo su origen en América, pero no se puede indicar con precisión el lugar específico ni su distribución. Aún hoy día continúa siendo tema de discusión. Algunos autores indican que el cultivo del cacao se inició en la parte sur de México y América Central (Mesoamérica) y señalan al mismo tiempo que los españoles no lo vieron cultivado en América del Sur cuando arribaron a ese continente, aunque lo encontraron creciendo en forma natural en muchos bosques a lo largo de los ríos Amazonas y Orinoco y sus afluentes (cacaos forasteros), donde aún hoy existen tipos genéticos de mucho valor. La calidad del material originalmente encontrado por los españoles en sur México como parte de Mesoamérica y luego en Mesoamérica fue una de las razones por la que luego se popularizó tanto. En esta zona se encuentran los materiales criollos que más influencia tuvieron en el desarrollo del cultivo, pues ha sido en el pasado la principal fuente de material de mejoramiento genético para la mayoría de las áreas donde hoy día se produce cacao de calidad. (Browlin, C., 1988)

1.2. Taxonomía del *T. cacao* L. Cacao

El cacao ha sido clasificado por el botánico Carlos Linneo, con el sugestivo nombre de “manjar de los Dioses” o *Theobroma cacao* L. Pertenece a la familia Malvaceae. (Browlin, C., 1988)

- Reino: *Plantae*
- División: *Magnoliophyta*
- Clase: *Magnoliopsida*
- Orden: *Malvales*
- Familia: *Malvaceae*
- Género: *Theobroma*
- Especie: *T. cacao* L.
- Nombre común: Cacao, Cacau, Cocoa, Haa Xau, Cacaoerio

1.3. Enfermedades fitopatógenas en el cultivo de *T. cacao* L cacao

Se presenta una revisión de las enfermedades de cacao que han sido documentadas.

1.3.1. *Moniliophthora roreri* Moniliasis

También conocida como pudrición del fruto por *Moniliophthora*; pudrición acuosa del fruto, la enfermedad es producida por el patógeno *Moniliophthora roreri*, cuya ubicación taxonómica es la siguiente:

- Clase: *Hyfomicetes* (hongos que no forman cuerpos fructíferos)
- Orden: *Moniliales*
- Familia: *Moniliaceae*
- Género: *Moniliophthora*
- Especie: *roreri*
- Nombre técnico: *M. roreri* Evans (Marín, 2000)

Síntomas: El único órgano de la planta de cacao que es atacado por *M. roreri* es la mazorca. La susceptibilidad de las mazorcas al ataque, varía con la edad de la mazorca y el cultivar, siendo mayor durante los primeros 90 días de desarrollo de la mazorca. Los primeros síntomas aparecen como pequeños puntos de consistencia aceitosa, de color más oscuro que el resto de la fruta, los cuales coalescen para formar una mancha necrótica de color chocolate o café oscuro, de borde irregular, que crece rápidamente hasta cubrir totalmente la superficie del fruto. Poco tiempo después, las lesiones se cubren de una capa de micelio de color blanquecino, el estroma, sobre el cual ocurre una esporulación que usualmente es rápida, alrededor de 3 a 8 días después de que aparece la lesión. (Galindo, 1986).

Según Catie (1985). El ciclo de vida de *M. royeri* monilia. Alrededor de 85 días, es el siguiente:

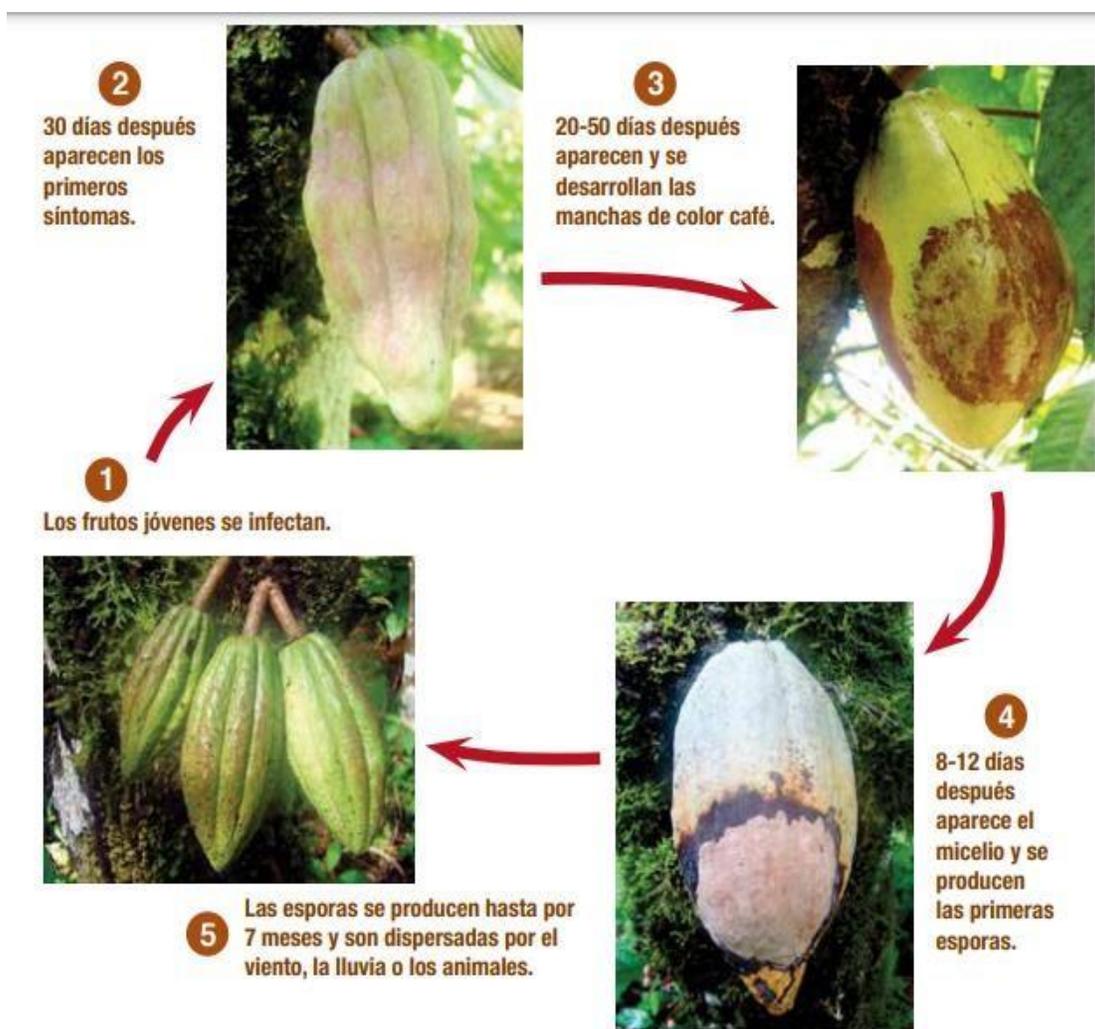


Figura 1: Ciclo de vida de *M. royeri* monilia. Alrededor de 85 días.

Fuente: Catie (1985).

Se puede observar el ciclo de vida de *M. royeri* monilia, el cual consiste en 85 días, el cual en los primeros 30 días aparecen los primeros síntomas de tumefacción, a los 20 y 50 días aparecen las manchas de color café y después a los 60 a 85 días aparece el micelio y se presentan las primeras esporas las cuales se proliferan con facilidad y contaminan los frutos sanos.

1.3.2. *Phytophthora palmivora* Podredumbre negra de la mazorca

También llamada mancha negra de la mazorca o simplemente, mazorca negra. Esta enfermedad es causada por el *Oomycete* del genero *Phytophthora*.

Ubicación taxonómica de *Phytophthora*

- Clase: *Oomycetes*
- Orden: *Peronosporales*
- Familia: *Pythiaceae*
- Género: *Phytophthora*
- Especie: *Palmivora*
- Nombre técnico: *P. palmivora* Butler (Galindo, 1986).

Síntomas: Sobre las mazorcas se inician en condiciones de alta humedad. Unas 30 horas después de ocurrida la infección se manifiestan manchas de apariencia acuosa, que luego se torna de color café, las cuales avanzan rápidamente hasta cubrir la totalidad de la mazorca. El borde de la lesión avanza unos 12 mm en 24 horas. La infección puede ocurrir en cualquier parte del fruto, pero por lo general empieza en los extremos de la mazorca, donde se acumula agua.

En mazorcas no maduras la lesión avanza en su interior a la misma velocidad que progresa la lesión externa y los frutos pueden verse afectados completamente en un periodo de dos semanas. Las mazorcas que se infectan cerca de la madurez es posible aprovecharlas siempre que se coseche una semana después de iniciada la infección, a medida que la lesión necrótica crece, se observa en el exterior del fruto el crecimiento del micelio del hongo de color blanco y sobre este micelio se desarrollan los esporangios, que empiezan a hacerse evidentes 4-5 días después de aparecer los primeros síntomas. Los esporangios pueden germinar de dos maneras. En presencia de agua libre, dando origen a las zoosporas, o en otras condiciones en cuyo caso forman un tubo germinativo que da origen a los conidios. Una vez ocurrida la infección en la mazorca, el hongo se desarrolla rápidamente y empieza a producir esporangios en pocos días. Las mazorcas enfermas continúan produciendo esporangios por varios años hasta que ocurra la destrucción del fruto.

Los esporangios, zoosporas y conidias se diseminan principalmente por el agua, pero también pueden hacerlo por medio del viento, los insectos y los animales, la infección también puede aparecer en el cojinete floral y el tronco donde se forman lesiones cancerosas que se constituyen en fuente de inóculo (Ardí, 1961, citado por Galindo, 1986).

Ciclo de vida del patógeno: Después de cuatro a seis días de aparecidos los primeros síntomas, en las mazorcas se forma una trama de micelio blanquecino y esporas del hongo. Estos constituyen la principal fuente de infección. Una mazorca continúa produciendo esporas durante unos diez años antes de que la destrucción total del fruto y el ataque de otros parásitos y predadores lo repriman. Los frutos momificados pueden permanecer en el árbol hasta que caen por causas externas. Las esporas se diseminan por el viento, la lluvia, insectos y otros animales, llevando la infección a otras partes. Las mazorcas enfermas pueden infectar el cojinete produciendo un cáncer, y constituyéndose en una amenaza para la siguiente cosecha. (CATIE, 1985).

Según Catie (1985), El ciclo de vida de *Phytophthora palmivora* mazorca negra Alrededor de 11 días, es el siguiente:



Figura 2: Ciclo de vida de *Phytophthora palmivora* mazorca negra. Alrededor de 11 días.
Fuente: Catie (1985).

Se presenta el ciclo de vida de *Phytophthora palmivora* mazorca negra el cual consiste en alrededor de 11 días a los cinco días estar el hongo en el fruto empieza a aparecer unas manchas cafés, luego a los ocho días la mancha cubre todo el fruto y empieza a producir esporas y a los 11 días todo el fruto se cubre con micelio.

1.3.3. *Ceratocystis cacaofunesta* Mal del machete

El Mal del Machete del cacao causado por el hongo *Ceratocystis fimbriata* Ell. y Hals. *Ceratomyxa fimbriata*, *Sphaeronema fimbriata*. (Braudeau, 1970).

El hongo *Ceratocystis funesta* cuya ubicación taxonómica es la siguiente.

- Clase: *Pyrenomycetes*
- Orden: *Microascales*
- Familia: *Ceratocystiaceae*
- Género: *Ceratocystis*
- Especie: *cacaofunesta*
- Nombre técnico: *C. cacaofunesta*

Es también en Ecuador donde es conocida desde hace mucho tiempo esta enfermedad. Ahí recibió el nombre de mal del machete, a causa de su asociación con las heridas hechas a los árboles de cacao. Sin embargo, no presentaba caracteres de gravedad hasta estos últimos años. Desde 1950 esta enfermedad se ha extendido por Venezuela, Colombia, Costa Rica, Méjico y a partir de 1958 a Trinidad. Sus daños son tanto más graves por cuanto viene acompañada por ataques de insectos del genero *Xyleborus*, pequeños escolitidos que perforan la madera y que juegan un papel importante en la propagación de la enfermedad. (Braudeau, 1970).

Síntomas: Los primeros síntomas visibles son marchites y amarillamiento de las hojas y en ese momento el árbol en realidad ya está muerto. En un plazo de dos a cuatro semanas la copa entera se seca, permaneciendo las hojas muertas adheridas al árbol por un tiempo. (Braudeau, 1970).

1.3.4. *Moniliophthora perniciosa* Escoba de bruja

Llamada también lagarto, causada por el hongo *Crinipellis perniciosa*, cuya ubicación taxonómica es la siguiente.

- Clase: *Basidiomycete*
- Orden: *Agaricales*
- Familia: *Tricholomataceae*
- Género: *Moniliophthora*
- Especie: *perniciosa*
- Nombre técnico: *M. perniciosa* Stahel (Marín, 2000)

Síntomas: Primario: hipertrofia en la base del hipocotilo. El desarrollo radicular de las plantas infectadas presenta un desarrollo muy escaso en relación con las plantas sanas. Secundarios. Tristeza, clorosis y secamiento foliar. Síntomas en yemas de plántulas consistentes en la hipertrofia del brote principal y el desarrollo de yemas axilares, también hipertrofiados, proliferación, agrandamiento y persistencia de las estipulas en el ápice de las yemas, base del pecíolo de las hojas hipertrofiado. Síntomas en las yemas terminales de los árboles, escoba látigo, necrosis de yema y ramas atrofiadas, escoba vegetativa de cojines florales y proliferación de flores y frutos chirimoyos, frutos zanahorias (Marín, 2000).

Ciclo de vida del patógeno: Hasta donde sabemos actualmente la enfermedad se produce a partir de basidiocarpos provenientes de material enfermo y muerto después de un período de latencia. A partir de la primera emisión de basidiocarpos, las escobas pueden continuar pudriéndose intermitentemente, bajo condiciones favorables. Los intentos realizados para infectar plántulas de cacao con micelio o artrosporas observadas y obtenidas in vitro han fallado completamente. (CATIE, 1985).

1.3.5. *Lasiodiplodia theobromae* Muerte regresiva

También conocida como muerte súbita o muerte repentina, es producida por *Lasiodiplodia theobromae*. cuya ubicación taxonómica es la siguiente.

- Phylum: *Ascomycota*
- Clase: *Ascomycetes*

- Orden: *Botryosphaeriales*
- Familia: *Botryosphaeriaceae*
- Género: *Lasiodiplodia*
- Especie: *theobromae*
- Nombre técnico: *L. theobromae Pat.*

Síntomas: De acuerdo con Rumbos, (2005), consiste en una quemazón de los brotes tiernos y necrosis de ramas en toda la planta; inicialmente se observa un amarillamiento en las hojas más jóvenes, luego una necrosis en los brotes que invade toda la hoja y adquiere una coloración marrón intensa, las hojas necrosadas se convierten en muy frágiles y caen, dando una apariencia de muerte descendente. En algunos casos afecta solo los brotes tiernos. Cáncer del tronco, está íntimamente relacionado con insectos perforadores del tronco. El síntoma se manifiesta inicialmente por una o varias manchas que se corresponden con una necrosis de color castaño rojizo, que con el tiempo se torna de un color gris oscuro; esta avanza más rápidamente en sentido horizontal que vertical y puede llegar a alcanzar la médula. Síntomas típicos de quemazón en las hojas y ramas, se hace evidente una flacidez y amarillamiento de las ramas afectadas, hasta que sobreviene la muerte de las mismas; posteriormente, la corteza se vuelve fibrosa y se separa con facilidad de la madera.

Ciclo de la enfermedad: Esta enfermedad se manifiesta en las ramas, tallos, raíces y frutos, limitando la capacidad fotosintética y productiva de la planta, causa la muerte de ramas o de toda la planta y en muchos casos es responsable de la muerte de los injertos. El proceso de infección de esta enfermedad está influenciado por la luz, temperatura, humedad, edad de la planta y la concentración de inóculo.

1.3.6. *Colletotrichum gloesporoides* Antracnosis

La antracnosis pertenece al género: *Colletotrichum*, clase: *Penz* y especie: *gloesporoides*. (Gonzalez, J. 2007).

Síntomas: *C. gloesporoides* es el causante de manchas pardas en las Mazorcas de cacao, preferentemente las jóvenes; en el centro de las manchas aparece un revestimiento de color rosa constituido por las fructificaciones del hongo, además ataca las hojas de los brotes tiernos llegando a causar la muerte de la rama. (Gonzalez, J. 2007).



Figura 3: Distintos estadios de frutos dañados por *C. gloesporoides* antracnosis

Fuente: Gonzalez, J. (2007)

Se puede observar los diferentes estadios de los frutos dañados por *C. gloesporoides* antracnosis, el cual los síntomas son pequeñas lesiones superficiales chancros hundidos y micelio dentro de los chancros.

1.4. Plagas que afectan al cultivo de *T. cacao* L

1.4.1. *Monalonion annulipes* Chinche mosquilla del cacao

Es una de las plagas de mayor importancia que ataca a los árboles de cacao, es del orden *Hemiptera*, familia *Maridae* (cápside), denominado comúnmente como chinche del cacao, grajo, chupador o *monalonion*, se alimenta directamente de la epidermis de la mazorca, amenazando la calidad del producto y es un vector importante en la transmisión de enfermedades como la monilia, mazorca negra entre otras (FEDECACAO-PRONATTA, 2004).

El daño es causado por la *Monalonion annulipes* chinche

Daños: Los daños se localizan a nivel de brotes y frutos. En los frutos se dan pústulas o heridas circulares en la mitad apical del fruto. Si el daño se da a nivel de frutos tiernos, estos pueden sufrir pudrición y caída prematura. Si el ataque se da en frutos en crecimiento puede haber deformación y en casos severos la picadura puede comprometer a las semillas de la

mazorca. A nivel de brotes, se da un quemado y marchitamiento. El ataque de esta plaga favorece la contaminación por *Monilia* y *Phytophthora*. Pues las heridas abiertas le sirven como puerta de entrada al hongo. (Colonia, L. 2012).



Figura 4: Daños causados por *Monalonion annulipes* la mosquilla del cacao

Fuente: Colonia, L. (2012).

Se puede observar los daños causados, el cual realiza heridas circulares inyectando saliva toxica esto provoca la formación de ampollas alrededor del punto de succión y provocando la formación de manchas necróticas.

1.4.2. *Sciurus deppei* Ardillas y aves

Las *Sciurus deppei* ardillas y las aves, quienes solamente remueven una mínima cantidad del fruto y secuencialmente es atacado por roedores más pequeños; y a su vez lo dejan expuesto al ataque de fitopatógenos, especialmente hongos. (Aguilar et al. 1977, Reyes y Capriles Reyes 2000; A. Beltrán)

Clasificación taxonómica

- Clase: Mammalia
- Orden: Rodentia

- Familia: Sciuridae
- Género: Sciurus
- Especie: *Deppei*
- Nombre científico: *S. deppei*
- Nombre común: Ardilla gris. (Aroche, K. 2020).

Las aves como el *Melanerpes Rubicapillus* pájaro carpintero solo hacen una pequeña y fina perforación para atraer mosquitos, cuyas larvas se desarrollan en el fruto fermentado y de las que posteriormente se alimenta, luego abandona el fruto y lo deja vulnerable a otros ataques. (Aguilar et al. 1977, Reyes y Capriles Reyes 2000; A. Beltrán).

Clasificación taxonómica

- Clase: Aves
- Orden: Piciformes
- Familia: Picidae
- Género: *Melanerpes*
- Especie: *Rubicapillus*
- Nombre científico: *M. rubicapillus*
- Nombre común: “cheje” / “pájaro carpintero” (Aroche, K. 2020).

1.4.3. *Xyleborus* Escarabajo escolitidos

Clasificación taxonómica

- Orden: Coleoptera
- Familia: Curculionidae: Scolytinae
- Nombre científico: *X. ferrugineus* (Bright, 1968).

Este escarabajo ataca el tronco del árbol perforándolo y actúa como vector de enfermedades como el hongo del *Ceratocystis cacaofunesta* mal de machete. Para el control de este escarabajo es necesario la eliminación de plantas afectadas con mal del machete y aplicación de insecticidas para controlar este insecto. (Navarijo, G. 2020).

1.4.4. *Atta. spp* Hormigas arrieras

(INIAP, 2012, citado por Palate, R, 2019). Estas hormigas son muy activas y pueden defoliar severamente a la planta en corto tiempo. Se caracterizan por hacer cortes semicirculares desde los bordes hacia la nervadura central de las hojas. Los fragmentos de hoja son transportados a sus nidos y una 10 vez acondicionados en las cámaras, se desarrolla el hongo, del cual se alimentan; el daño es más preocupante cuando cortan botones florales y flores. Existe otro grupo de hormigas que no se alimentan directamente de la planta, pero protegen y transportan a varios insectos chupadores que segregan sustancias azucaradas de las que se alimentan. Algunas especies hasta les construyen cubiertas protectoras, desde donde siguen dañando.

1.4.5. *Toxoptera aurantii* Áfidos o Pulgones

Clasificación taxonómica

- Orden: *Homoptera*
- Familia: *Aphididae*
- Nombre Científico: *T. aurantii* (INIAP, (2012), citado por Palate, R, 2019).

Son insectos pequeños, que oscilan entre 1,0 a 2,0 mm de longitud, de forma globosa y color gris oscuro. Las hembras producen de 6 a 8 ninfas vivas por día, llegando hasta veinte ninfas, sin requerir del macho para su reproducción. Se agrupan en colonias que se multiplican rápidamente conformadas por individuos de diferentes estados biológicos. Este insecto succiona la savia de las partes tiernas de la planta, de preferencia ataca cojinetes florales y el pedúnculo de los frutos, así como frutos pequeños. Su daño es casi imperceptible para los productores, pero pueden ocasionar cierta disminución en el rendimiento, al impedir la formación de frutos, o causar necrosis y muerte de las hojas y brotes afectados. El pulgón del cacao vive en simbiosis con las hormigas que se alimentan de las secreciones azucaradas que producen estos insectos. Las hormigas a su vez protegen a los pulgones de sus enemigos naturales y se ha determinado que la mayor población del pulgón coincide con las épocas de floración y abundancia de rebrotes. (INIAP, 2012, citado por Palate, R, 2019).

1.4.6. *Selenothrips rubrocinctus* Trips bandirrojas del cacao

Clasificación taxonómica

- Orden: *Thysanoptera*
- Familia: *Thripidae*
- Nombre Científico: *S. rubrocinctus* (Coto, Saunders 2004; Vélez-Ángel 1997).

Las ninfas y adultos del trips bandirrojas del cacaotero, se alimentan de frutos y hojas. Se encuentran en colonias en el envés de las hojas de las plantas de cacao, generalmente cerca a la nervadura principal y las secundarias, donde introduce su aparato bucal cortador-chupador, para alimentarse. Cuando los adultos y las ninfas atacan los frutos de cacao, la savia que aflora a través de los orificios de alimentación, se derrama sobre la cutícula y se oxida, tomando un color castaño y bronceado, con aspecto ferruginoso que dificulta la diferenciación entre frutos maduros y atacados por el insecto, lo que puede atrasar la cosecha y reduce la calidad del cacao, debido a la falta de fermentación, deteriorando el producto final, pues las semillas están sobremaduras en estado de germinación. Si el daño es en frutos jóvenes, se perjudica el desarrollo y en frutos más pequeños causa la sequedad y muerte (Coto, Saunders 2004; Vélez-Ángel 1997).

Según Sarmeño-Chicas, J. (2019), el daño causado por *Selenothrips rubrocinctus* Trips bandirrojas del cacao, es el siguiente:



Figura 5: *Selenothrips rubrocinctus* Trips bandirrojas del cacao a) Ninfas y adulto.
B y c) Daño en frutos de *T. cacao* L.

Fuente: Sarmeño-Chicas, J. (2019).

Se puede observar los daños que realizan los *Selenothrips rubrocinctus* Trips bandirrojas del cacao, el cual por medio de la savia que expulsa por sus orificios de alimentación, la derrama en la cutícula y se oxida tornando el fruto un color castaño y bronceado.

1.5. Importancia de la incidencia y severidad de las plagas y enfermedades

1.5.1. Incidencia

Es el porcentaje o proporción de individuos enfermos en relación al total. Los individuos pueden ser plantas, hojas, flores, folíolos, frutos, espigas, etc. Se evalúa en cada individuo, la presencia o ausencia de enfermedad o plaga. El uso de este parámetro en el cultivo es particularmente útil para estudiar la velocidad y patrón de avance de las plagas y enfermedades. (Ivancovich, et al., 1998). Se evalúa con la siguiente formula:

$$\text{Incidencia: } \frac{\text{No. de frutos afectados}}{\text{total de frutos sanos+enfermos}} * 100$$

1.5.2. Severidad

Es el porcentaje de la superficie del órgano enfermo o dañado, ya sea de hojas, tallos, raíces o frutos afectado por la plaga o enfermedad y varía entre 0 y 100. La severidad es un parámetro que refleja con precisión la relación de la enfermedad con el daño que le provoca al cultivo. (Ivancovich, et al., 1998).

1.6. Manejo integrado de plagas y enfermedades

El manejo integrado de plagas (MIPE) es una combinación de varias medidas de control de enfermedades y plagas. Antes de tomar medidas de control, es fundamental arreglar la situación de los cultivos para mantener la sanidad vegetal desde el punto de vista de la prevención de enfermedades y plagas. (Morishima, K, y Kita, H, 2010)

El manejo integrado de plagas es “Mantener el nivel del daño de enfermedades y plagas por debajo del límite económico aceptable, combinando varias formas de control”. Las formas de control, como se mencionó antes son: Control químico, control cultural, control biológico y control etológico. (Morishima, K, y Kita, H, 2010).

Control cultural: este tipo de control se basa en las labores agrícolas, de campo, que se hacen rutinariamente, pero que se orientan a prevenir y reducir la población de la plaga. Por ejemplo, la poda de ventilación para el control de la moniliasis. (Colonia, L. 2012).

Control biológico: este tipo de control se basa en la utilización de seres vivos, ya sean microorganismos o insectos “buenos” que combaten a los que son plaga. Por ejemplo, el hongo benéfico *Trichoderma* es un antagonista del hongo *Monilia* que es causante de la mancha chocolate de las mazorcas. El uso de este tipo de control es compatible con el control químico siempre y cuando se respete el periodo de carencia de los pesticidas. (Colonia, L. 2012).

Control mecánico: este tipo de control hace uso de labores físicas o manuales, en el campo para ayudar a controlar la plaga. Por ejemplo, recojo de frutos con síntomas de moniliasis. (Colonia, L. 2012).

Control etológico: este control hace usos de los conocimientos que se tienen del comportamiento de la plaga, para planificar su control. Por ejemplo, el uso, de bandas pegantes de color azul, para evitar el ingreso de trips. (Colonia, L. 2012).

Control químico: es el último recurso a usar, si los demás controles empleados no han sido suficientes, de preferencia se utiliza productos poco tóxicos y selectivos. Por ejemplo, la aplicación de oxiclورو de cobre para el control de escoba de bruja. (Colonia, L. 2012).

1.7. Coeficiente de correlación

El coeficiente de correlación (r) de Pearson expresa en qué grado los sujetos tienen el mismo orden en dos variables. Por ejemplo: Si los sujetos más altos pesan más y los más bajitos pesan menos, entre peso y altura tendremos una correlación positiva: a mayor altura, mayor peso. (Morales, P. 2011).

El valor del coeficiente de correlación oscila entre 0 y ± 1 ; una correlación igual a 0 significa ausencia de relación. Una vez que se determina que un coeficiente de correlación es estadísticamente significativo, como los valores mínimo y máximo son 0 y ± 1 se puede

valorar su magnitud: si se acerca al -1 no existe correlación alguna entre las variables, si se acerca al 0 será intuitivamente una relación baja y si se acerca a 1 indicará una relación que ya se puede considerar grande. Los coeficientes de correlación se calculan con toda facilidad en programas informáticos (como EXCEL y el SPSS). (Morales, P. 2011).

2. Marco referencial

2.1. Información general de finca La Cruz.

2.1.1. Localización y ubicación grafica de la finca.

La finca se localiza en el municipio de Cuyotenango, del departamento de Suchitepéquez, sobre la carretera CA-2 que conduce al departamento de Retalhuleu, a 169.2 kilómetros al oeste de la ciudad capital. Colinda al norte con los terrenos de don Saturnino Chun, Eduardo Ponciano López y Pascual Tumacaj, al este colinda con la carretera que conduce al municipio de San Andrés Villa Seca, al oeste con el Ingenio “El Pilar” y al sur con la Carretera CA-2 ruta internacional del Pacífico.

Finca La Cruz se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas: $14^{\circ}32'35.46''$ latitud norte y $91^{\circ}34'39.67''$ longitud oeste, se ubica a una altura de 350 metros sobre el nivel del mar. Ver la siguiente figura:

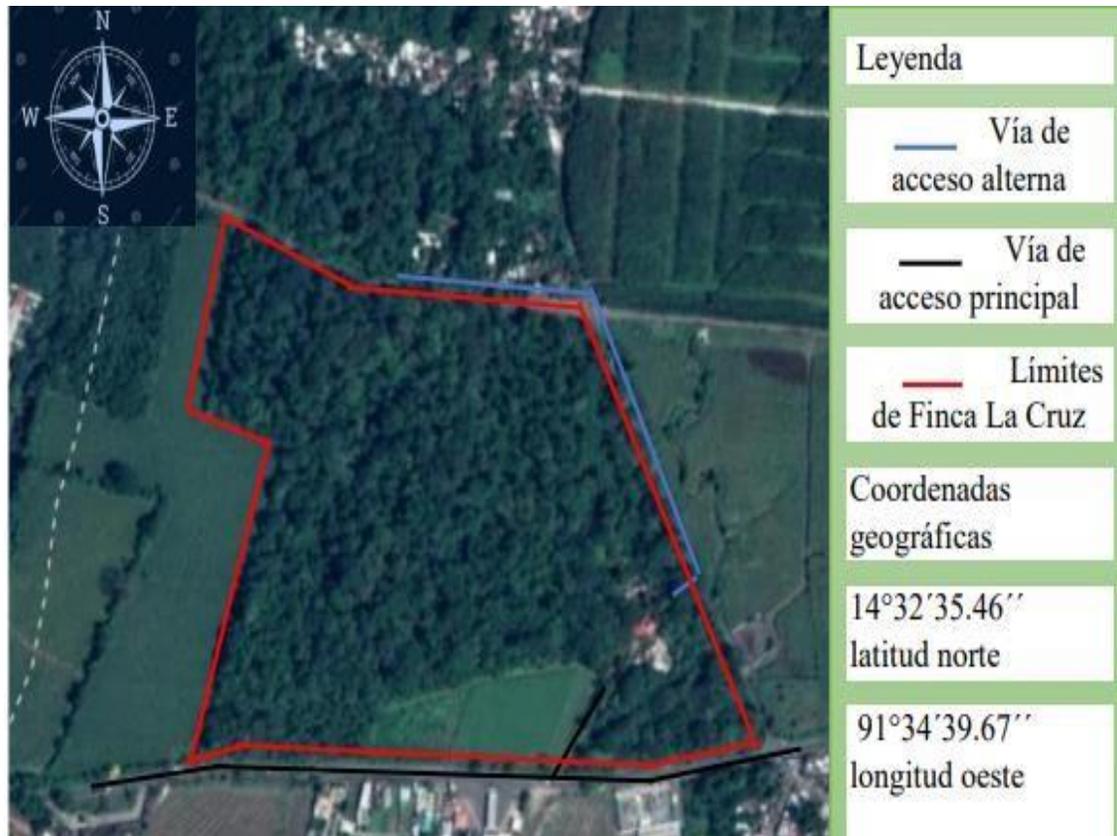


Figura 6: Mapa de ubicación geográfica y vías de acceso de finca La Cruz, Cuyotenango, Suchitepéquez

Fuente: Google Earth, (2022).

Se observa la delimitación de finca La Cruz en color rojo, la vía de acceso principal en color negro que es por la carretera CA-2 que conduce al departamento de Retalhuleu y la vía de acceso alterna de color azul la cual conduce del municipio de Cuyotenango hacia San Andrés Villa Seca.

2.1.2. Mapa topográfico de finca La Cruz.

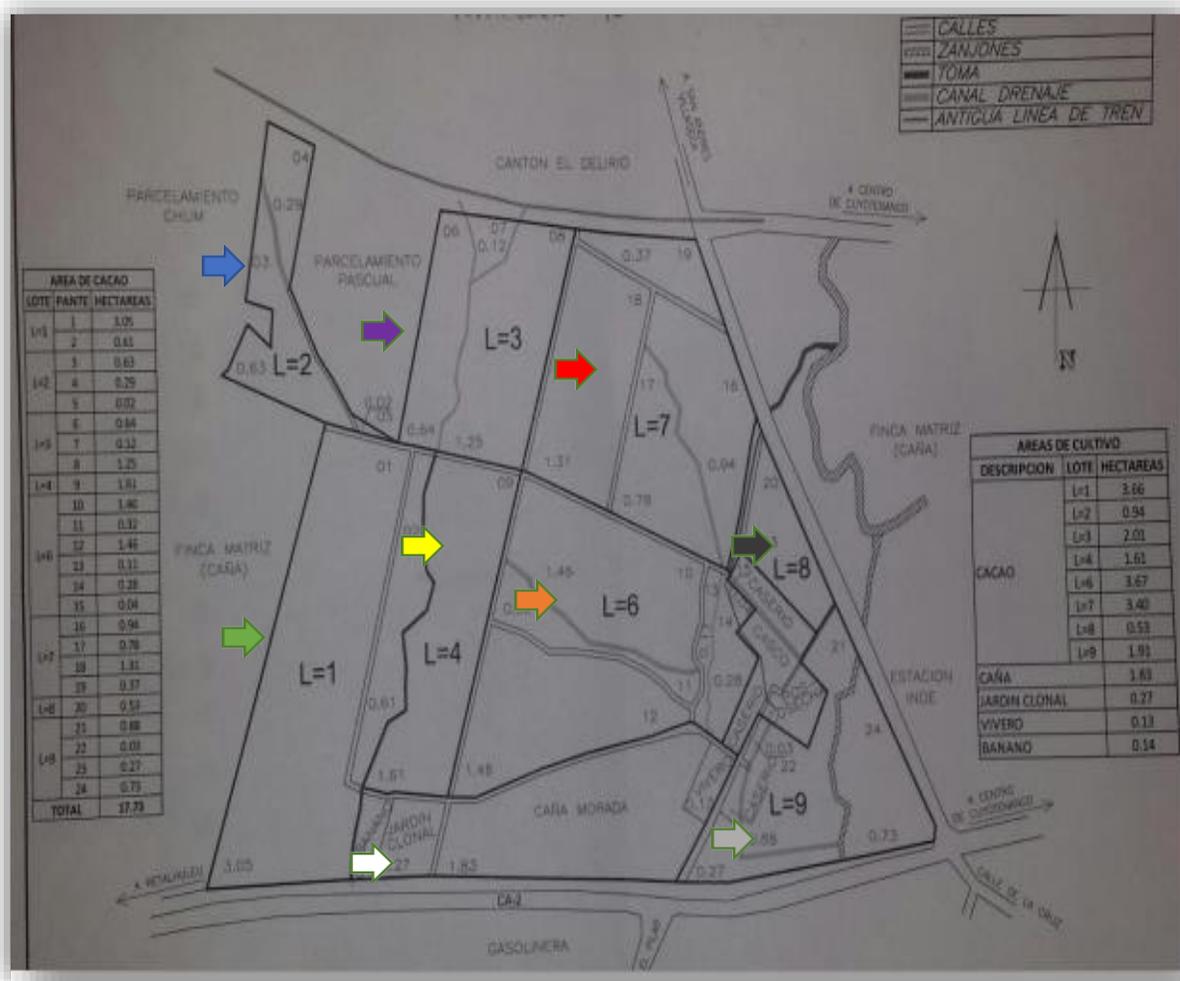


Figura 7: Mapa topográfico de finca La Cruz.

Fuente: Moreno, (2017).

Se puede observar los diferentes lotes que conforman a finca La Cruz, el cual cuenta con 9 lotes de cultivo de *T. cacao* L. cacao, lote uno identificado con la flecha color verde, lote dos con la flecha color azul, lote tres con la flecha color morado, lote cuatro con la flecha color amarilla, jardín clonal con la flecha color blanca, lote seis con la flecha color anaranjada, lote siete con la flecha color roja, lote ocho con la flecha color negra y lote nueve con la flecha color gris.

2.2. Descripción ecológica.

2.2.1. Zona de vida y clima.

Según el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (1982), citado por Navarajo. G. (2020). Finca La Cruz se encuentra en el bosque muy húmedo sub-tropical cálido (bh-S(c).)

2.2.2. Temperatura

Según el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (1982), citado por Navarajo. G. (2020). La temperatura promedio máxima de 33.3° C y mínima de 21.05° C, con una media anual de 27.17°C.

2.2.3. Humedad

Según Pinto (2002), citado por Navarajo. G. (2020). La humedad relativa varía entre los rangos del 75 al 85 %.

2.3. Suelo.

2.3.1. Clase de suelos según su origen

Según Simmons, Tárano y Pinto (1959), en la clasificación de los suelos USDA, citado por Navarajo. G. (2020). los suelos pertenecen a la serie Mazatenango de los cuales se encuentran desarrollados sobre cenizas volcánicas de color claro con una textura Franco-arcilloso-arenoso, con profundidades que van de 0 a 0.35 m. la textura franca limosa de 0.35 a 0.60 m de espesor y de 0.6 a 1 metro de textura arcillosa. Puede decirse que su territorio es generalmente plano, registrando pendiente que van desde uno a cuatro por ciento.

2.3.2. Fisiología y drenaje

Según Simmons, Tárano y Pinto (1959), citado por Navarajo. G. (2020). describe estos suelos como: de la llanura costera del pacífico, pertenece a la serie de los suelos de Mazatenango del grupo "B". son suelos profundos desarrollados sobre cenizas volcánicas de color claro son un relieve suavemente inclinados, siendo un suelo fértil.

2.4. Hidrología.

2.4.1. Precipitación pluvial

Según registros meteorológicos del instituto privado de investigación sobre el cambio climático-ICC (2020), la estación de Ingenio Tululá, ubicada en Cuyotenengo, Suchitepéquez, reportó que en el año 2020 la precipitación total fue de 3,130.3 mm.

2.4.2. Principales fuentes de agua

Según Navarrijo, G. (2020). Finca la Cruz cuenta con dos pozos artesanales que son utilizados en algunas ocasiones para el riego del cultivo de cacao *T. cacao*. Por la parte sur de la unidad productiva pasa el río Besa, este se mantiene con agua en época seca, aunque con un caudal bajo, también se cuenta con agua municipal con el servicio permanente las 24 horas del día.

2.5. Investigaciones relacionadas con la presente investigación sobre plagas y enfermedades del *T. cacao* L.

2.5.1. Enfermedades del cacao en Centroamérica, en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) por Wilberth Phillips y Mora Rolando Cerda en el año del 2011.

La *Moniliophthora roreri* moniliasis es la enfermedad más dañina en esta región. Puede causar pérdidas de hasta el 80% de los frutos de cacao, y ha sido la causa del abandono de muchos cacaotales en Centroamérica. Le sigue en importancia la mazorca negra, causada por organismos del género *Phytophthora*, anteriormente clasificados como hongos, pero actualmente agrupados dentro del reino protista. La *Phytophthora* puede atacar diferentes partes de la planta de cacao, pero al igual que la moniliasis, su mayor impacto se da en los frutos, que son el órgano de interés comercial por contener las semillas con que se hace el chocolate.

Finalmente, se da información sobre la escoba de bruja *Crinepellis pernicioso* que es una grave enfermedad presente en Suramérica, las Antillas y el sur del Canal de Panamá, la cual amenaza con expandirse a Centroamérica. De ahí la necesidad de que tanto técnicos como agricultores aprendan a reconocer los síntomas y signos que la caracterizan.

2.5.2. Identificación de enfermedades emergentes y presentes en el cultivo de banano, cacao, cítricos en tres municipios de los Yungas del departamento de la Paz, Bolivia. Por Ronald Marcos Quispe Chirinos en el año 2015.

Los resultados fueron identificados en las plantaciones de Cacao en el Municipio de Palos Blancos las enfermedades como: *Moniliophthora roreri* Evans. Monilla, *Phytophthora palmivora* Butler Mazorca negra, *Moniliophthora perniciosa* Stahel Escoba de Bruja, *Ceratocystis cacaofunesta* Mal de machete, *Lasiodiplodia theobromae* Pat, Muerte regresiva, *Colletotrichum gloesporoides* Antracnosis,

2.5.3. Insectos como plagas potenciales del *Theobroma cacao* L cacao en El Salvador, por Revista Minerva en 2019.

El trabajo de investigación fue desarrollado en cacaotales de El Salvador, identificando más de 250 especies de artrópodos, durante el estudio, de los cuales pocas especies de insectos se pueden convertir en plagas del *Theobroma cacao* L cacao., cuando se hace un uso inadecuado de agroquímicos sintéticos y mal manejo del cultivo, suelo y ambiente. En este artículo se describen y se proporcionan fotografías tomadas en campo y laboratorio, de los insectos que pueden convertirse en plagas (las *Monalonion cf. annulipes* Signoret Chinchas, los *Selenothrips rubrocinctus* Trips bandirroja, los *Eriophyes reyesi* Ácaros, las *Atta* spp Hormigas arrieras, los *Toxoptera aurantii* Áfidos o pulgones) del cultivo de *T. cacao* L. cacao. en El Salvador.

2.5.4. Identificación de hongos fitopatógenos que afectan el cultivo de cacao *Theobroma cacao* L. en la finca Bulbuxya, San Miguel Panan, Suchitepéquez. Por Gonzalez, J. en 2007.

En orden de importancia y de acuerdo a su incidencia las principales enfermedades encontradas en las plantaciones de cacao en San Miguel Panan son: *Phytophthora palmivora* Mazorca negra, *Lasiodiplodia theobromae* Muerte regresiva, *Colletotrichum gloesporoides* Antracnosis, *Fusarium* sp. Posiblemente anamórfico de *Calonectria rigidiscula* y *Verticillium* sp. siendo la de mayor importancia *Phytophthora palmivora* por el daño que ocasiona específicamente en el fruto.

III. Objetivos

1. Objetivo General

Caracterizar el daño de plagas y enfermedades que afectan al fruto del *Theobroma cacao* L, *Malvaceae*, “cacao”, en Finca la Cruz, Cuyotenango, Suchitepéquez.

2. Objetivos Específicos

2.1. Determinar los daños de las principales Plagas y enfermedades que afectan al fruto del *T. cacao* L, “cacao”, en época de verano e invierno.

2.2. Medir la incidencia y la severidad de las principales plagas y enfermedades que afectan al fruto.

2.3. Elaboración de un plan de manejo integrado de plagas y enfermedades para su cultivo.

IV. Materiales y métodos

1. Materiales

1.1. Recursos físicos

- 10 lotes del cultivo de *T. cacao L.*
- Computadora
- Lapicero
- Libreta de campo
- Celular
- Trampas etológicas (Madera, Nylon, pita, tachuelas)
- Tijera de mano
- Estereoscopio
- Pinzas
- Porta y cubre objetos
- Hojas de afeitar
- Lugol
- Lupa
- Frascos de vidrio
- Alcohol
- Muestras de frutos de *T. cacao L.* enfermos y dañados
- Laboratorio del CUNSUROC

1.2. Recursos humanos

- Estudiante de EPSAT
- Ingeniero adjunto en tema de Fitopatología y Entomología.
- Trabajadores de campo (Colaboradores)
- Supervisor-Asesor de E.P.S. A.T.

1.3. Recursos financieros

- Finca La Cruz.
- Estudiante de E.P.S.

2. Metodología

2.1. Para determinar los daños de las principales Plagas y enfermedades que afectan al fruto del *T. cacao L* en finca la Cruz, en época de verano e invierno, se procedió de la siguiente forma:

2.1.1. Descripción del trabajo

2.1.1.1. Reconocimiento preliminar del área de estudio

Para lograr alcanzar este objetivo, se realizó como primera actividad un recorrido de campo por todas las plantaciones comerciales de cacao *T. cacao L.* de finca La Cruz, con el objetivo de poder determinar los diferentes lotes en que se encuentra establecido el cultivo de *T. cacao L* en plantaciones comerciales en campo definitivo.

2.1.1.2. Muestreo y colecta

El muestreo que se aplicó fue el muestreo sistemático, con una distribución por surco, con el fin de cubrir en su totalidad los lotes, recolectando todos aquellos frutos que presentaban sintomatología de las principales enfermedades fitopatógenas y daños por plagas que atacan al cultivo enfocado principalmente a los daños que afectan a los frutos.

Luego de aplicar la metodología anteriormente descrita, para la obtención de una información técnica de campo de las muestras colectadas por enfermedades y daños por plagas se elaboró una boleta de identificación de muestras con los siguientes aspectos: fecha de recolección, parte de la planta afectada, nombre de la posible plaga o enfermedad, síntomas y posible agente causal. (Ver cuadro 29, en anexos).

Para el objetivo específico uno se dividió la metodología en dos fases descritas de la siguiente manera:

2.1.2. Descripción de primera fase

2.1.2.1. Determinación de los daños y agentes causales de enfermedades

Los frutos colectados que presentaron síntomas de las principales enfermedades y daños por plagas se colocaron en sobres manila tamaño carta identificados con la boleta antes descrita y se trasladaron a el laboratorio de protección vegetal del CUNSUROC de la Universidad de San Carlos de Guatemala. (ver figura ocho).



Figura 8: Identificación y traslado de cada una de las muestras de las enfermedades fitopatógenas.

Identificación de las muestras en el laboratorio de protección vegetal del CUNSUROC.

El método de aislamiento que se utilizó fue la técnica de la manzana verde según propuesta por Erwin y Ribeiro en (1996): lo cual se realizó de la siguiente manera: desinfección de manzanas con alcohol al 70 %, luego se realizaron cortes de tres aberturas en forma triángulos a la manzana, posteriormente se inoculación del hongo dentro de las aberturas y se colocó de cada triangulo nuevamente sobre las aberturas de la manzana y finalmente se procede a sellar con papel parafilm alrededor de la manzana, finalmente las manzanas se colocaron en una cajita transparente de plástico debidamente esterilizada y se deja alrededor de 12 días en aislamiento.

El proceso es descrito en las figuras nueve, diez, 11 y 12:



Figura 9: Desinfección de las manzanas con alcohol al 70%.



Figura 10: Cortes de tres aberturas en forma triángulos a la manzana.



Figura 11: Inoculación del hongo dentro de las aberturas y colocación de cada triángulo nuevamente sobre las aberturas de la manzana y finalmente se procede a sellar con papel parafilm alrededor de la manzana.



Figura 12: Las manzanas se colocaron en una cajita transparente de plástico debidamente esterilizada y se deja alrededor de 12 días en aislamiento.

Para los montajes se procedió a extraer parte del micelio que se desarrolló en la manzana verde, por medio de una aguja de disección esterilizada, se colocó en un vidrio de reloj y con un poco de agua destilada, luego se agregó en un porta objetos parte de micelio y así como también una gota de colorante (safranina y Lugol), luego se procedió a colocar el cubre objeto, seguidamente se colocaron en el microscopio para observar cada montaje y así poder determinar el agente causal de cada enfermedad presente en cada una de las muestras recolectadas.

2.1.3. Descripción de la segunda fase

2.1.3.1. Determinación de daños y recolección de agentes causales de plagas

Para la identificación de las plagas se colocaron trampas de nylon de colores (azul, blanco y amarillo), dentro del área de cultivo de *T. cacao L.* de la finca en cada uno de los lotes comerciales que la conforman. Las plagas son atraídas por colores específicos como el color azul que atrae a los trips, el color blanco que atrae a los ácaros y el color amarillo que atrae a las moscas y pulgones. Se realizó un tipo de muestreo sistemático, colocando trampas a cada 10 surcos y se colocaron una trampa a cada 15 plantas en un mismo surco, las trampas se colocaron a una altura de 1.5 metros de la superficie del suelo, colocando un total de 30 trampas en el lote 7.

2.1.3.2. Estructuras de trampas

Las trampas se elaboraron de nylon de colores (azul, blanco y amarillo), de 40 cm x 40 cm. Al tener establecidas las trampas en campo se tomaron lecturas de los insectos encontrados, las lecturas se realizaron a cada semana por un mes y dándole mantenimiento a las trampas, limpiándolas y cambiando el líquido del aceite vegetal de cocina utilizado (aceite Patrona). (ver figura 13)



Figura 13: Estructura y colocación de las trampas nylon de colores (Azul, Blanco y amarillo) dentro de las plantaciones de *T. cacao L.* de la finca.

2.1.3.3. Colecta de insectos de las trampas

Los insectos encontrados atrapados en las trampas fueron separados con unas pinzas para facilitar el desprendimiento de los mismos, Los insectos recolectados se colocaron en frascos de vidrio con alcohol al 70 %. A los frascos se les colocó una etiqueta de identificación de muestra. La colecta de los insectos se realizó una vez por semana durante un mes.

2.1.3.4. Traslado de las muestras

Luego se trasladaron los frascos con las muestras de los insectos recolectados para ser evaluados y determinados, en el laboratorio de protección vegetal del CUNSUROC de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

2.1.3.5. Identificación de muestras

Para los insectos de menor tamaño se realizaron los montajes en microscopio, por medio de una aguja de disección esterilizada, se colocó en un vidrio de reloj y con un poco de agua destilada, luego se colocó en un porta objetos la muestra del insecto, seguidamente se

procedió a colocar el cubre objeto, y se procedió a observarlo en el estereoscopio cada uno de los montajes. Los insectos de mayor tamaño se colocaron las muestras en el microscopio y/o estereoscopio para poder observarlos y así poder ser determinados e identificados.

Para la identificación de las plagas se utilizaron claves dicotómicas y mediante la comparación con otros insectos según consultas bibliográficas como: el texto de Entomología Sistemática (Sáenz y de la Llana, 1990), seguidamente se determinó la especie, orden, familia y género. Al igual se hará el uso de fotografías de los daños de campo de plagas ya reportadas comparándolas con las que se presentan en finca La Cruz. Al igual para lograr determinar cuáles son las plagas que afectan al fruto se recolectaron muestras de los frutos que presentaron signos de daños por cada una de las plagas.

2.1.2. Variables

2.1.2.1. Variables de la primera fase

Se presentan las siguientes:

- a. Daños por enfermedades en frutos de *T. cacao L.* colectados en finca La Cruz
- b. Agentes causales de los daños de frutos de *T. cacao L.* colectados en finca La Cruz

2.1.2.2. Variables de la segunda fase

Se presentan las siguientes:

- a. Daños por plagas en frutos de *T. cacao L.* colectados en finca La Cruz
- b. Agentes causales de los daños por plagas de frutos de *T. cacao L.* colectados en finca La Cruz

2.1.3. Análisis de las variables

2.1.3.1. Análisis de las variables de la primera fase

Se presenta el análisis para cada variable definida, anteriormente.

- a. Daños por enfermedades en frutos de *T. cacao L.* colectados en finca La Cruz: se realizó una comparación utilizando fotografías de los daños y sintomatología que presentaron los frutos enfermos en las plantaciones comerciales de *T. cacao L.* en finca

La Cruz, comparándolas con fotografías de daños y sintomatología de enfermedades ya reportadas.

- b. Agentes causales de los daños de frutos enfermos de *T. cacao L.* colectados en finca La Cruz: se realizó una comparación entre las estructuras microscópicas de hongos fitopatógenos de frutos enfermos colectados en finca La Cruz observados en el laboratorio de protección vegetal del Cunsuroc y estructuras microscópicas de hongos fitopatógenos ya reportadas en la bibliografía, para cada fruto de diferente sintomatología de enfermedad se inoculó por medio del método de la manzana verde propuesta por Erwin y Ribeiro en (1996), para luego ser observadas las estructuras microscópicas de cada agente causal de las enfermedades y compararlas con las estructuras de agentes causales de enfermedades ya reportadas.

2.1.3.2. Análisis de las variables de la segunda fase

Se presenta el análisis para cada variable definida, anteriormente.

- a. Daños por plagas en frutos de *T. cacao L.* colectados en finca La Cruz: se realizó una comparación utilizando fotografías de los daños y sintomatologías de los frutos dañados por plagas que se presentaron en las plantaciones comerciales de *T. cacao L.* en finca La Cruz comparándolas con los daños y sintomatología de plagas ya reportadas.
- b. Agentes causales de los daños por plagas de frutos de *T. cacao L.* colectados en finca La Cruz: se realizó un comparación entre las plagas colectadas en finca La Cruz y observados en el laboratorio de protección vegetal del Cunsuroc con las plagas ya reportadas en la bibliografía, Se colocaron trampas de nylon de colores (azul, blanco y amarillo), con el fin de atrapar algunos insectos para luego ser observados por medio de un estereoscopio o microscopio, luego mediante la comparación con otros insectos según consultas bibliográficas como: el texto de Entomología Sistemática (Sáenz y de la Llana, 1990), seguidamente se determinó la especie, orden, familia y género.

2.2. Para medir la incidencia y severidad de las principales plagas y enfermedades que afectan al fruto del *T. cacao L.* en finca la Cruz. Se hizo lo siguiente;

2.2.1. Descripción del trabajo

Se realizó la medición de la incidencia y severidad de las principales plagas y enfermedades que afectan al fruto de *T. cacao L.* en finca La Cruz, La incidencia de *M. roreri* Monilia, *P. palmivora* mazorca negra, *S. deppei* ardillas y *M. rubicapillus* pájaro carpintero se realizó una vez al mes en todos los lotes teniendo un total de 10,701 plantas. Las incidencias de *S. rubrocinctus* Trips, *M. annulipes* Chinchas y *E. reyesi* Ácaros se realizó una vez a cada dos meses en el lote siete con un total de 3454 plantas.

Los datos meteorológicos de humedad relativa, precipitación, temperatura y velocidad del viento, fueron obtenidos del Instituto de cambio climático ICC a través de la estación Tululá ubicada en el municipio de Cuyotenango, Suchitepéquez. Se obtuvo una media de cada una de las variables antes mencionadas para obtener los datos mensuales.

Estos datos climatológicos fueron correlacionados con las incidencias mediante la herramienta estadística de coeficiente de correlación (r) con el cual se determina si existe una relación entre variables, utilizando el programa informático Excel.

2.2.2. Variables

Se presentan las siguientes:

- a. Número de frutos enfermos por *M. roreri* Monilia, *P. palmivora* mazorca negra.
- b. Número de frutos dañados por *S. deppei* ardillas y *M. rubicapillus* pájaro carpintero *S. rubrocinctus* Trips, *M. annulipes* Chinchas y *E. reyesi* Ácaros.

2.2.3. Análisis de las variables

Se presenta el análisis para cada variable definida, anteriormente.

Para analizar los frutos dañados de cada plaga y enfermedad se realizó incidencia y severidad de cada una de las plagas y enfermedades, al igual se utilizó el coeficiente de correlación para determinar si existe correlación entre las principales plagas y enfermedades con la precipitación.

2.2.3.1. Incidencia

Para determinar la incidencia se realizó un muestreo sistematizado, con distribución surco por surco con el fin de cubrir en su totalidad los lotes de la finca, recolectando los frutos afectados con enfermedades y daños por plagas.

El muestreo se realizó en cada uno de los lotes de Finca La Cruz, en cada árbol se realizó el conteo de frutos sanos y frutos enfermos o dañados por plagas. La incidencia mensual se determinó con la siguiente fórmula:

$$\text{Incidencia: } \frac{\text{No. de frutos afectados}}{\text{total de frutos sanos+enfermos}} * 100$$

Las incidencias y severidades de las principales plagas y enfermedades se realizaron una vez mensual para poder ir observando la variación de la incidencia de los mismos en cada mes.

Para la recopilación de los datos de campo de incidencia y severidad de plagas y enfermedades se anotaron en una boleta, tal y como se presenta:

Cuadro 1: Boleta para recopilación de datos de campo.

No. Planta	Total Frutos/Planta	Frutos enfermos /dañados	Valor de Severidad					
			0	1	2	3	4	5
1								
2								
3								
4								
5								

Al obtener los datos de campo de cada mes, se realizó una sumatoria de los frutos sanos y los frutos enfermos o dañados para obtener una incidencia y severidad mensual.

Para determinar la incidencia media anual de cada una de las incidencias por plagas y enfermedades, se sumaron las incidencias mensuales de cada uno de las mismas dividido los meses de toma de lectura, con la severidad anual se sumaron la cantidad de frutos enfermos que existieron en cada una de las escalas.

2.2.3.2. Severidad

Con ayuda de referencias bibliográficas se buscaron escalas de severidad para las principales plagas y enfermedades encontradas en finca La Cruz, al no encontrar escalas de severidad de las *S. deppei* ardillas, del *M. Rubicapillus* pájaro carpintero, los *S. rubrocinctus* Trips bandirroja, los *E. reyesi* ácaros (Agurruñadera), las *M. annulipes* chinches. se elaboró una propia escala propuesta para lograr determinar la severidad de las mismas.

- Escala de severidad para *Moniliophthora roreri* Moniliasis

Cuadro 2: Escala de síntomas externos de *M. roreri* moniliasis

Daño interno (%)	Sintoma	Daño interno (%)	Sintoma
0		41 – 60	
1 - 20		61 - 81	
21 - 40		>80	

Fuente: Ayala, (2008).

- Escala de severidad para *Phytophthora palmivora* mazorca negra

Cuadro 3: Escala de severidad de *P. palmivora* mazorca negra.



Fuente: Murrieta, E. y Palma H. (2018)

Cuadro 4: Escala descriptiva de los síntomas externos de las enfermedades de *M. roleri* y de *P. palmivora*.

Valor	Interna (%) afectado)	Síntomas externos (<i>Moniliophthora roleri</i>)	Síntomas externos (<i>Phytophthora palmivora</i>)
0	0	Fruto Sano	Fruto Sano
1	1-20	Presencia de puntos aceitosos (Hidrólisis)	Presencia de mancha circular.
2	21-40	Presencia de tumefacción y/o madurez prematura	Presencia de tumefacción y/o madurez prematura
3	41-60	Presencia de mancha chocolate	Presencia de mancha café cubriendo una tercera parte de la mazorca. (ápice, base o centro del fruto)
4	61-80	Presencia de micelio que cubre hasta la cuarta parte de la mancha parda.	Presencia de mancha chocolate cubriendo la mitad de la mazorca. (Pedúnculo o ápice) y micelio ralo.
5	Mayor 81	Presencia de micelio que cubre más de cuarta parte de la mancha chocolate.	Presencia de micelio que cubre más de la mitad de la mancha café.

Fuente: CATIE (1985)

- **Escala de Severidad de daño por *S. deppei* ardilla.**

Se muestra la escala propuesta por autor 2022, para la evaluación de daño de *S. deppei* ardilla.

Cuadro 5: Escala de severidad de ataque de *S. deppei* ardilla en el fruto de *T. cacao* L.

Daño	Síntoma	Daño	Síntoma
0 (fruto sano)		3) 41-60% (Rasguños en el fruto con una pequeña abertura con semillas expuestas)	
1) 1-20% (Pequeños rasguños de ardilla sin abertura de la corteza del fruto)		4) 61-80 % (Rasguños en el fruto con abertura por la mitad del fruto)	
2) 21-40% (Rasguños casi en la mitad del fruto)		5) >81% (Rasguños en el fruto con abertura por más de la mitad del fruto)	

- **Escala de severidad de daño por *M. rubicapillus* pájaro carpintero o cheje**

Se muestra la escala propuesta por el autor 2022, para la evaluación de daño de *M. rubicapillus* pájaro carpintero

Cuadro 6: Escala de severidad de *M. rubicapillus* pájaro carpintero.

Daño	Síntoma	Daño	Síntoma
0 (Fruto sano)		3) 41-60% (abertura del fruto)	
1) 1-20% (pequeña abertura al centro del fruto)		4) 61-80 % (abertura completa, semillas expuestas y sin presencia de mosquitos)	
2) 21-40% (semi abertura de la corteza del fruto)		5) >81% (Abertura completa, semillas expuestas y fruto con mosquitos)	

- **Escala de severidad de daño por *S. rubrocinctus* Trips bandirroja**

Se muestra la escala de severidad propuesta por el autor 2022, para la evaluación de daño de *S. rubrocinctus* Trips bandirroja en el fruto de *T. cacao* L.

Cuadro 7: Escala de severidad de ataque de *S. rubrocinctus* Trips bandirroja en *T. cacao* L.

Daño	Síntoma	Daño	Síntoma
0) 0% (fruto sano)		3) 41-60% (Mancha color castaño y bronceado abarcando mitad del fruto)	
1) 1-20% (Pequeña mancha color castaño y bronceado)		4) 61-80 % (Mancha color castaño y bronceado por más la mitad del fruto)	
2) 21-40% (Mancha color castaño y bronceado menos de la mitad del fruto)		5) >81% (Mancha color castaño y bronceado abarcando todo el fruto)	

- **Escala de severidad de daño para *E. reyesi* ácaros (Agurruñadera)**

Se muestra la escala de severidad propuesta por el autor 2022, para la evaluación de daño de *E. reyesi* ácaros (Agurruñadera) en el fruto de *T. cacao L.*

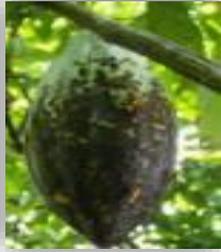
Cuadro 8: Escala de severidad de ataque de *E. reyesi* ácaros (Agurruñadera) en *T. cacao L.*

Daño	Síntoma	Daño	Síntoma
0) 0% (fruto sano)		3) 41-60% (Mancha bronceada con semicírculos abarcando mitad del fruto)	
1) 1-20% (Pequeña mancha bronceada con semicírculos)		4) 61-80 % (Mancha bronceada con semicírculos por más la mitad del fruto)	
2) 21-40% (Mancha bronceada con semicírculos menos de la mitad del fruto)		5) >81% (Mancha bronceada con semicírculos abarcando todo el fruto)	

- **Escala de severidad de daño para *M. annulipes* chinches**

Se muestra la escala de severidad propuesta por el autor 2022, para la evaluación de daño de *M. annulipes* chinches en el fruto de *T. cacao* L.

Cuadro 9: Escala de severidad de ataque de *M. annulipes* chinches en el fruto en *T. cacao* L.

Daño	Síntoma	Daño	Síntoma
0) 0% (fruto sano)		3) 41-60% (manchas necróticas abarcando más de la mitad del fruto)	
1) 1-20% (manchas necróticas abarcando menos de la mitad del fruto)		4) 61-80 % (manchas necróticas y quemaduras en el fruto)	
2) 21-40% (manchas necróticas abarcando menos de la mitad del fruto)			

2.2.3.3. Coeficiente de correlación

El valor del coeficiente de correlación oscila entre 0 y ± 1 ; una correlación igual a 0 significa ausencia de relación. Una vez que se determina que un coeficiente de correlación es estadísticamente significativo, como los valores mínimo y máximo son 0 y ± 1 se puede valorar su magnitud: si se acerca al -1 no existe correlación alguna entre las variables, si se acerca al 0 será intuitivamente una relación baja y si se acerca a 1 indicará una relación que ya se puede considerar grande. Los coeficientes de correlación se calculan con toda facilidad en programas informáticos como EXCEL y el SPSS. (P., Morales, 2011).

2.3. Para la elaboración de un plan de manejo integrado de plagas y enfermedades para el cultivo de *T. cacao L.* de finca la Cruz, se hizo lo siguiente:

2.3.1. Descripción del trabajo

Luego de obtener determinados los agentes causales de los principales daños por plagas y enfermedades que afectan al cultivo de *T. cacao L.* se procedió a elaborar un plan de manejo integrado de plagas y enfermedades para finca La Cruz.

Las plagas y las enfermedades se controlan de manera más eficiente haciendo uso de diversas formas de control que aplican a las plagas y las enfermedades de forma integrada. Dentro del manejo integrado de plagas y enfermedades, se buscaron y se tomaron en cuenta diferentes tipos de controles para este problema fitosanitario basado en la experiencia de lo que realiza la finca, de los resultados obtenidos en esta investigación y también se realizó investigación bibliográfica tomando en cuenta las referencias relacionadas a los diferentes tipos de control que se proponen para aplicarlos como un control integrado a las principales plagas y enfermedades que afectan al fruto de *T. cacao L.* establecido y manejado comercialmente en finca La Cruz. Los diferentes tipos de control contenidos en esta propuesta de plan de manejo son los siguientes: control manual y mecánico, control biológico, control etológico, control cultural y control químico.

2.3.2. Variable

- a. Determinar las principales plagas y enfermedades que afectan al fruto del *T. cacao L.* en finca la Cruz.

2.3.3. Análisis de variable

Se presenta el análisis para la variable definida, anteriormente.

- a. Determinar las principales plagas y enfermedades que afectan al fruto del *T. cacao L.* en finca la Cruz: se enlistaron las diferentes plagas y enfermedades que afectan al fruto de *T. cacao L.*

En base a la investigación teórica se caracterizó las principales plagas y enfermedades que afectan al fruto dentro de la plantación en producción comercial de finca La Cruz y a través de conocer los agentes causales y los daños que ocasiona cada una, al igual tomando en cuenta referencias bibliográficas, se propone un plan de manejo integrado de las mismas para contrarrestar el porcentaje de daño dentro de las plantaciones comerciales de finca La Cruz.

V. Presentación y discusión de resultados

1. Determinación de la presencia de daños de las principales plagas y enfermedades que afectan al fruto del *T. cacao L.* en finca La Cruz, en época de verano e invierno.

1.1. Daños y agentes causales de enfermedades que afectan al fruto de *T. cacao L.* en finca La Cruz.

1.1.1. Daño por *Moniliophthora roreri* Moniliasis

Esta enfermedad atacó directamente a la mazorca del *T. cacao L.*, los síntomas característicos son la maduración prematura, aparición de pequeños puntos aceitosos, de color más oscuros que el resto de la mazorca, las cuales al unirse forman una mancha necrótica de color café oscuro, al poco tiempo después esta mancha necrótica se cubre de una capa de micelio de color blanquecino. Con la aparición del micelio es la proliferación de este hongo fitopatógeno es más fácil por lo que se debe evitar la aparición de micelio. Esta sintomatología de *M. roreri* monilia se detectó en los frutos dañados por esta enfermedad en los lotes comerciales de finca La Cruz. (ver cuadro 10).

Las sintomatologías que presentaron los frutos de las plantaciones de finca La Cruz coinciden con lo reportado por González, A. y Roble, A., en 2014, lo cual indica algunos síntomas de *M. roreri* moniliasis, son maduración prematura, puntos aceitosos, marchitez y secamiento.

Los síntomas externos en mazorcas adultas se manifiestan como: a) tejidos centrales, pulpa, almendras y cáscara formando una sola masa producto de la pudrición; b) fruto mostrando una mancha café con borde irregular donde va avanzando la enfermedad; c) fruto donde se observa el micelio del hongo; d) mazorca con infecciones ocultas (internas), presentando hinchazones como pequeños abultamientos o gibas.

Cuadro 10: Mazorcas enfermas por *M. roleri* Moniliasis, encontradas en finca La Cruz.

Imagen de frutos enfermos (muestreo) encontrados en finca La Cruz.	Descripción
 <p>A</p>	<p>A) Presencia de puntos aceitosos (Hidrolisis) síntoma de <i>M. roleri</i> monilia.</p>
 <p>B</p>	<p>B) Mazorca con maduración prematura y mancha dispersa color chocolate síntoma de <i>M. roleri</i> monilia.</p>
 <p>C</p>	<p>C) Mancha color chocolate en el ápice de la mazorca.</p>

...Continuación del cuadro 10

Imagen de frutos enfermos (muestreo) encontrados en finca La Cruz.	Descripción
<p data-bbox="370 436 597 772"></p> <p data-bbox="370 793 597 1161"></p> <p data-bbox="370 1192 597 1539"></p>	<p data-bbox="829 489 1300 632">D) Mazorca cubierta de micelio color blanquecino, síntoma de <i>M. royeri</i> monilia.</p> <p data-bbox="829 873 1300 1016">E) Mazorca pequeña cubierta de micelio color blanquecino, síntoma de <i>M. royeri</i> monilia.</p> <p data-bbox="829 1203 1300 1346">F) Recolección de frutos con micelio color blanquecino <i>M. royeri</i>.</p>

1.1.1.1. Agente causal de *M. roreri* Moniliasis

Es causado por el hongo fitopatogeno llamado *Moniliophthora roreri*, se puede observar el montaje realizado.



Figura 14: Características microscópicas de *Moniliophthora roreri*., determinadas en el laboratorio de protección vegetal del CUNSUROC.

Se determinó que las características microscópicas que presentaba las conidias del fruto enfermo colectado en finca La Cruz, son similares a la característica reportada por González, A. y Roble, A. D. (2014) (ver figura 44, en anexos).

1.1.2. *Phytophthora palmivora* Pudrición negra de la mazorca

Esta enfermedad atacó directamente a la mazorca del cacao *T. cacao L.*, el síntoma característico es presencia de tumefacción y/o madurez prematura, presencia de mancha café cubriendo una tercera parte de la mazorca. (ápice, base o centro del fruto), presencia de mancha chocolate cubriendo la mitad de la mazorca. (Pedúnculo o ápice) micelio ralo, presencia de micelio que cubre toda la mazorca de la mancha café. Esta sintomatología de mazorca negra se detectó en los frutos dañados por esta enfermedad en los lotes comerciales de finca La Cruz. (ver cuadro 11).

Las sintomatologías que presentaron los frutos de las plantaciones de finca La Cruz coinciden con lo reportado por CATIE en 1985, lo cual indica que esta enfermedad ataca directamente las mazorcas o frutos de *T cacao L.* Estas pueden ser atacadas en cualquier etapa de desarrollo. La primera indicación de la infección es una mancha circular que progresa concéntricamente, hasta cubrir toda la mazorca. La decoloración progresa internamente a medida que el fruto se pudre. Un fruto así atacado, será completamente destruido en un máximo de dos semanas. Además de las pudriciones de la mazorca, el hongo causa lesiones cancerosas, principalmente en el tronco, hojas y las ramas.

Cuadro 11: Frutos enfermos por *P. palmivora* mazorca negra encontradas en finca La Cruz.

Imagen de frutos enfermos (muestreo) encontrados en finca La Cruz.	Descripción
 <p data-bbox="375 432 435 485">A</p> <p data-bbox="375 869 435 921">B</p> <p data-bbox="375 1314 435 1367">C</p>	<p data-bbox="886 447 1284 533">A) Presencia de tumefacción y/o madurez prematura.</p> <p data-bbox="886 831 1297 1031">B) Fruto con menos de tres meses de edad con mancha café, cubriendo al fruto (ápice y pedúnculo).</p> <p data-bbox="886 1268 1300 1409">C) Presencia de mancha café cubriendo más de la mitad de la mazorca.</p>

...Continuación del cuadro 11

Imagen de frutos enfermos (muestreo) encontrados en finca La Cruz.	Descripción
<p data-bbox="365 436 423 491">D</p>  <p data-bbox="365 898 423 953">E</p>  <p data-bbox="365 1346 423 1400">F</p> 	<p data-bbox="886 436 1300 680">D) Presencia de mancha chocolate cubriendo más de la mitad de la mazorca. (pedúnculo o ápice) y micelio ralo.</p> <p data-bbox="886 982 1300 1121">E) Presencia de micelio que cubre más de la mitad de la mancha café en el ápice.</p> <p data-bbox="886 1423 1300 1562">F) Mazorca con edad adulta y síntoma de pudrición en la parte del pedúnculo.</p>

1.1.2.1. Agente causal

Mazorca negra es causado por el hongo fitopatogeno llamado *Phytophthora palmivora*, se puede observar el montaje realizado.



Figura 15: Características microscópicas de *Phytophthora palmivora*, determinadas en el laboratorio de protección vegetal del CUNSUROC.

Se determinó que las características microscópicas de las clamidosporas que presentaba la muestra recolectada en finca La Cruz, son similares a la característica reportada por Figueroa J. (2008) de *Phytophthora palmivora*. (ver figura 45, en anexos)

1.1.3. *Colletotrichum gloeosporioides* Antracnosis

Esta enfermedad atacó directamente a la mazorca del *T. cacao L.* y otras partes de la planta, el síntoma característico en las mazorcas es la aparición de chancros hundidos alrededor de la mazorca, Esta sintomatología de antracnosis se detectó en los frutos dañados por esta enfermedad en los lotes comerciales de finca La Cruz. (ver cuadro 12).

Las sintomatologías que presentaron los frutos de las plantaciones de finca La Cruz coinciden con lo reportado por Gonzalez, J. en 2007, lo cual indica que en los chireles producen lesiones superficiales pequeñas, hundidas y oscuras, las cuales más tarde dañan los tejidos internos y las almendras. Los chireles enfermos se tornan blandos (flácidos) y se mantienen pegados a la planta. En las mazorcas medianas o totalmente desarrolladas provocan chancros hundidos y aislados que pueden llegar a juntarse, pero que no alcanzan a dañar las almendras. Los chancros no tienen mucha importancia económica, pero sirven como fuente de inóculo (cantidad de esporas presentes en el sitio) y sitio de entrada de otros patógenos importantes. Cuando la humedad ambiental es abundante, sobre las lesiones se forman masas de aspecto polvoriento que contienen las esporas del hongo, las cuales son diseminadas por el agua de lluvia, el viento y los insectos. El exceso de humedad, la falta de agua y la carencia de nutrimento favorecen la aparición y desarrollo de la antracnosis.

Colletotrichum gloesporoides es el causante de manchas pardas en las mazorcas de cacao, preferentemente las jóvenes; en el centro de las manchas aparece un revestimiento de color rosa constituido por los fructificaciones del hongo, además ataca las hojas de los brotes tiernos llegando a causar la muerte de la rama. (Ver figura 16 y 17). (González, J, 2007).

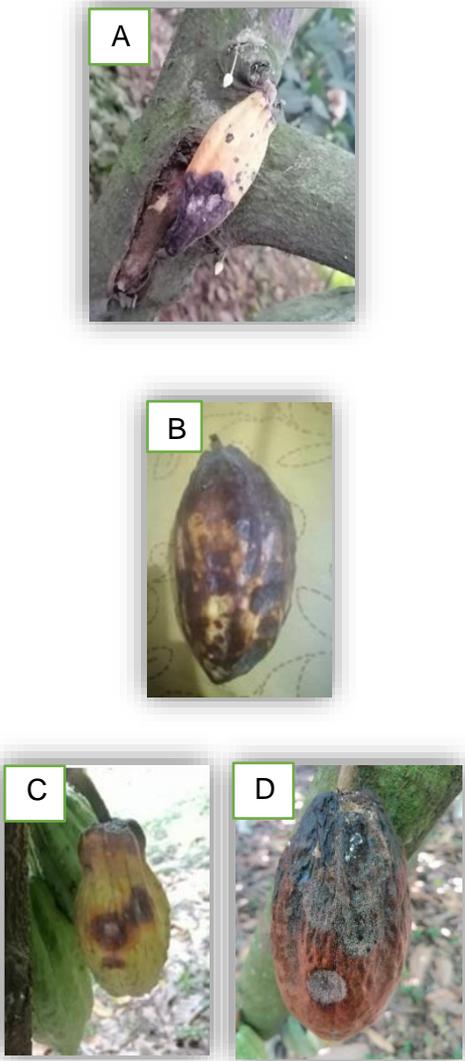


Figura 16: Hojas dañadas por *C. gloesporoides*. Antracnosis



Figura 17: Hojas dañadas por *C. gloesporoides* Antracnosis en finca La Cruz

Cuadro 12: Mazorcas enfermas por *C. gloeosporioides* Antracnosis encontradas en finca La Cruz.

Imagen de frutos enfermos (muestreo) encontrados en finca La Cruz.	Descripción
 <p>The figure consists of four photographs labeled A, B, C, and D, showing corn cobs affected by antracnosis. Image A shows a cob with small, dark, sunken lesions and some surface spotting. Image B shows a cob with several isolated, sunken, dark brown lesions. Images C and D show cobs with sunken, dark lesions that have a fuzzy, white, fuzzy growth (mycelium) on them.</p>	<p>A) Presencia de pequeñas lesiones superficiales, chancros hundidos y oscuros con micelio en frutos pequeños.</p> <p>B) Chancros hundidos y oscuros, aislados que pueden llegar a juntarse</p> <p>C y D) Chancros hundidos y oscuros con presencia de micelio ralo en los chancros.</p>

1.1.3.1. Agente causal:

Antracnosis es causado por el hongo fitopatogeno llamado *Colletotrichum gloeosporioides*. Se puede observar el montaje realizado.

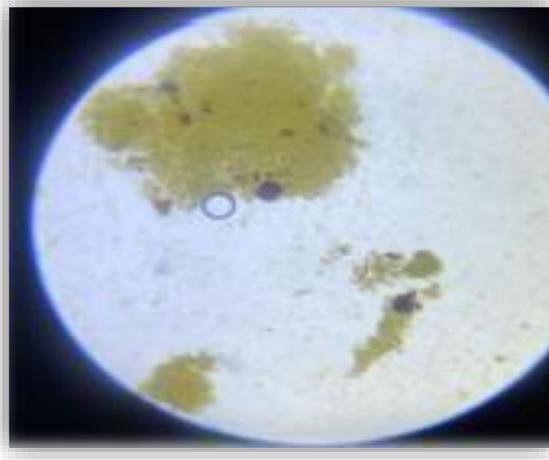


Figura 18: Características microscópicas de *C. gloeosporioides*, determinadas en el laboratorio de protección vegetal del CUNSUROC.

Se determinó que las características microscópicas que presentaba la muestra recolectada en finca La Cruz, son similares a la característica reportada por Cramer, J. (1974) de *C. gloeosporioides*. (ver figura 46, en anexos).

1.2. Daños y agentes causales de plagas que afectan al fruto de *T. cacao L.* en finca La Cruz.

1.2.1. *Sciurus deppei* Las ardillas (“ardilla gris”)

Se presentan unas fotografías de la presencia de *S. deppei* ardilla (“ardilla gris”), la cual se encontró en las plantaciones comerciales de *T. cacao L.* cacao en finca La Cruz.



Figura 19: *S. deppei* Ardilla encontrada en las plantaciones comerciales de *T. cacao L.* en finca La Cruz.

Según Aroche, K., (2021). Alcanzan un promedio de 20 centímetros de largo en su tamaño adulto sin contar la cola, tomando en cuenta la cola se agregan otros 10 centímetros, que se suma a un rango de 191 a 219 gramos de peso. Suele descender al suelo para alimentarse. La alimentación incluye semillas, frutas, hongos, brotes y hojas. Las ardillas pequeñas, con las partes superiores de color marrón o marrón rojizo, mientras que las partes inferiores son blancas. Las orejas son de tamaño mediano en proporción a su cuerpo, proyectándose por encima de la coronilla. La cola es bastante corta y estrecha, de color marrón oscuro con bordes ligeros de color blanco. Las patas delanteras suelen ser grises, especialmente los ejemplares provenientes de México, Belice y Guatemala.

1.2.1.1. Daños de *S. deppei* en frutos de *T. cacao L.*:

En el fruto de *T. cacao L.* estas *S. deppei* ardillas dejan mordidos los frutos en una forma ovalada y notoria dejando expuesta la pulpa y semillas, a través de este daño suele ocasionarse otros daños por enfermedades como *M. roleri* monilia y *P. palmivora* mazorca negra ya que el fruto se encuentra expuesto. Las ardillas suelen atacar frutos maduros (ver figura 20 C y D), ya que a los frutos verdes solo les deja unos rasguños como se puede observar en la figura 20 (A y B).

Las *S. deppei* ardillas mastican la mitad de la superficie de la fruta como se puede observar en la figura 20 (C) y (D):



Figura 20: Frutos de *T. cacao L.* dañados por *S. deppei* ardillas en finca La Cruz.

La figura A correspondió a la escala de severidad 2 de 21-40% con rasguños por la mitad del fruto, la figura B correspondió a la escala de severidad 3 de 41-60% con rasguños en el fruto y una pequeña abertura con semillas expuestas, la figura C correspondió a la escala de severidad 4 de 61-80% con rasguños en el fruto con abertura por la mitad del fruto, la figura D correspondió a la escala de severidad 5 de >81 con rasguños en el fruto con abertura por más de la mitad del fruto.

1.2.2. El *Melanerpes rubicapillus* pájaro carpintero o cheje



Figura 21: *M. rubicapillus* Pájaro carpintero o cheje.

Según Aroche, K., (2021). Los adultos se caracterizan por el color rojo intenso por la cabeza, acompañado de una cresta tupida, el plumaje es blanco a los costados del cuello, llegando a los hombros hasta la espalda. Además, el resto de las partes del cuerpo convergen entre colores blancos y negros. Luego, su pico es parecido a un blanco opaco hasta plateado. Por lo general, mide un rango de 35 a 40 centímetros, tomando en cuenta la cola, llegando a pesar hasta 295 gramos. suele escarbar en lo profundo de los troncos viejos o en descomposición. Es común verlo arrancar ciertas partes de la corteza. Su principal alimento es la fruta y las larvas de los mosquitos que se desarrollan dentro de la fruta, como variedad de tipos de insectos.

1.2.2.1. Daños de *M. rubicapillus* en frutos de *T. cacao L.*:

Las aves como el *M. rubicapillus* pájaro carpintero o cheje solo hacen una pequeña y fina perforación para atraer mosquitos, cuyas larvas se desarrollan en el fruto fermentado y de las que posteriormente se alimenta, luego abandona el fruto y lo deja vulnerable a otros ataques. (Aguilar et al. 1977, Reyes y Capriles Reyes 2000; A. Beltrán).

El *M. rubicapillus* pájaro carpintero a diferencia de las ardillas solo hace una abertura circular en la superficie, dejando susceptible al fruto de enfermedades como *M. rozeri* monilia y *P. palmivora* mazorca negra, tal y como se presenta en la figura 22 (A):



Figura 22: Frutos de *T. cacao L.* dañados por *M. rubicapillus* pájaros carpinteros en finca La Cruz.

La figura A correspondió a la escala de severidad 1 de 1-20% con una pequeña abertura del fruto, la figura B y C correspondió a la escala de severidad 3 de 41-60% abertura del fruto, la figura D correspondió a la escala de severidad 4 de 61-80% abertura completa, semillas expuestas y sin presencia de mosquitos.

1.2.3. Las *Monalonion annulipes* chinches

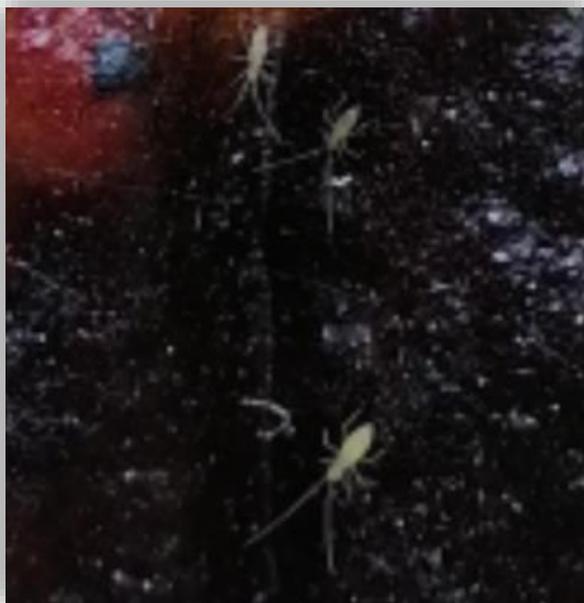


Figura 23: Ninfas de *M. annulipes* chinches en los frutos del *T. cacao L.* en finca La Cruz.

Esta plaga se considera una potencial plaga de mayor importancia, porque las ninfas y adultos se alimentan directamente de brotes, tallos tiernos y frutos de cacao, extrayendo la savia, por lo cual es vector importante en la transmisión de los patógenos que causan la Monilia, mazorca negra, entre otras (FEDECACAO-PRONATTA, 2004, citado por Huaycho-Callisaya, et. al. 2017).

Para Centroamérica, es una plaga muy estacional, ocasionalmente importante y aparece especialmente bajo condiciones de temperaturas y humedad alta y poca sombra del cacaotal, por tanto, una práctica agrícola muy importante es mantener las plantaciones de cacao con sombra regular, eliminar plantas hospederas alternas. Aparentemente, las poblaciones de este insecto, en Centroamérica, se mantienen bajas debido a sus enemigos naturales (Coto y Saunders 2004).

Entre los enemigos naturales se encuentran, parasitoides de huevos: *Prophanurus (Telenomus)*, *badkini (Hymenoptera: Scelionidae)*, *Pediobus sp. (Hymenoptera: Eulophidae)*; Depredadores: *Podisus sp. (Hemiptera: Pentatomidae)*, *Heza sp. (Hemiptera: Reduviidae)*, *Dolichoderus sp.*, *Oecophylla sp. (Hymenoptera: Formicidae)*; Entomopatógenos: *Beauveria bassiana*. (Entwistle 1972; Vélez-Ángel 1997).

1.2.3.1. Daños de *M. annulipes* chinches en frutos de *T. cacao L.*:

Esta plaga afecta los frutos tiernos, esta se caracteriza porque al alimentarse del fruto inyecta saliva tóxica lo cual causa la formación de ampollas alrededor del punto de succión, provocando manchas necróticas tal y como se presentan en la figura 24.

Estos daños encontrados en finca La Cruz coinciden con los reportado por Colonia, L. en 2012, lo cual indica que los daños se localizan a nivel de brotes y frutos. En los frutos se dan pústulas o heridas circulares en la mitad apical del fruto. Si el daño se da a nivel de frutos tiernos, estos pueden sufrir pudrición y caída prematura. Si el ataque se da en frutos en crecimiento puede haber deformación. Y en casos severos la picadura puede comprometer los granos de la mazorca. A nivel de brotes, se da quemado y marchitamiento. El ataque de esta plaga favorece la contaminación por *M. roleri* Monilia y *P. palmivora* mazorca negra, pues las heridas abiertas le sirven como puerta de entrada al hongo.



Figura 24: Fruto de *T. cacao L.* dañado por *M. annulipes* chinches en finca La Cruz.

La figura A correspondió a la escala de severidad 2 de 21-40% manchas necróticas abarcando menos de la mitad del fruto, la figura B y C correspondió a la escala de severidad 3 de 41-60% manchas necróticas abarcando más de la mitad del fruto.

1.2.4. *Selenothrips rubrocinctus* Trips bandirroja



Figura 25: *S. rubrocinctus* Trips bandirroja en estado adulto encontrado en las plantaciones comerciales de *T. cacao* L. de finca La Cruz.

Los huevos de esta plaga son de forma arrionada, son depositados individualmente por las hembras debajo de la epidermis del fruto, envés o las venas de la hoja (Coto y Saunders 2004; Vélez-Ángel 1997). Sus ninfas gregarias, del segundo al cuarto estadio, son de color pálido amarillento, con una banda dorsal roja brillante en el tercer segmento abdominal (Coto y Saunders 2004). Dependiendo de las condiciones ambientales, el estado ninfal de 6 a 13 días: Prepupa (2 a 5 días) y pupa (3 a 7 días), siendo estados relativamente inmóviles (Vélez-Ángel 1997). El adulto, marrón oscuro a negro, presenta una banda roja menos conspicua a través de la base del abdomen, y su cuerpo tiene de 1 a 1.54 milímetros de longitud y su longevidad aproximadamente es de 35 días; la hembra es capaz de ovipositar entre 50 a 87 huevos y su reproducción es partenogénica (Coto y Saunders 2004; Vélez-Ángel 1997).

Entre los enemigos naturales se encuentran, parasitoides: *Goetheana* (=Dasyscaphus) *parvipennis* Gahan (Hymenoptera: Eulophidae), *Megaphragma caribea* Delvare, *M. mymaripenne* Timberlake (Hymenoptera: Trichogrammatidae), depredadores: *Orius thripoborus* (Hemiptera: Anthocoridae), *Franklinothrips tenuicornis* Hodd, *F. vespiformis* Crwf. (Thysanoptera: Aelothripidae), *Paracarnus* sp., *Teratophylidea maculosa* Usinger, *T. pilosa* Reut, *Triphlep* sp. (Hemiptera: Anthocoridae) y *Cephalosporium* sp. (Entomopatógenos) (Entwistle 1972; Martínez-González et al. 2006; Vélez-Ángel 1997).

1.2.4.1. Daños de *S. rubrocinctus* en frutos de *T. cacao* L.:

Cuando los adultos y las ninfas atacan los frutos de cacao, la savia que aflora a través de los orificios de alimentación, se derrama sobre la cutícula y se oxida, tomando un color castaño y bronceado, con aspecto ferruginoso que dificulta la diferenciación entre frutos maduros y atacados por el insecto, lo que puede atrasar la cosecha y reduce la calidad del cacao, debido a la falta de fermentación, deteriorando el producto final, pues las semillas están sobre maduras en estado de germinación. Si el daño es en frutos jóvenes, se perjudica el desarrollo y en frutos más pequeños causa la sequedad y muerte (Coto y Saunders 2004; Vélez-Ángel 1997). Lo cual se puede ver a continuación:



Figura 26: Frutos de *T. cacao* L. daños por *S. rubrocinctus* Trips bandirroja en finca La Cruz.

La figura A correspondió a la escala de severidad 1 de 1-20% con pequeña mancha color castaño y bronceado, la figura B correspondió a la escala de severidad 3 de 41- 60% mancha color castaño y bronceado abarcando la mitad del fruto, la figura C correspondió a la escala de severidad 5 > 81% mancha color castaño y bronceado abarcando todo el fruto.

1.2.5. *Eriophyes reyesi* Ácaros (Agurruñadera)

1.2.5.1. Taxonomía:

Orden: *Acariforme*

Familia: *Tetranychidae*

Género: *Eriophyes*

Especie: *reyesi*

Nombre Científico: *E. reyesi*

Nombre común: Ácaros agurruñadera

1.2.5.2. Daños de *E. reyesi* en frutos de *T. cacao* L.:

Al igual que el daño de los *S. rubrocinctus* Trips bandirrojas del cacao los *E. reyesi* ácaros (Agurruñadera) los frutos se tornan de un color bronceado, con la acepción que los ácaros realizan semicírculos en los frutos.



Figura 27: Frutos de *T. cacao* L. dañados por *E. reyesi* ácaros (Agurruñadera) finca La Cruz.

La figura A correspondió a la escala de severidad 1 de 1-20% con pequeña mancha bronceada con semicírculos, la figura B correspondió a la escala de severidad 3 de 41-60% mancha bronceada con semicírculos abarcando la mitad del fruto, la figura C correspondió a la escala de severidad 4 de 61-80% mancha bronceada con semicírculos por más de la mitad del fruto.

Se pueden observar los frutos dañados en finca La Cruz y que al compararlos con los daños ya reportados sobre los *Eriophyes reyesi* Ácaros (Agurruñadera), donde se puede observar la misma sintomatología en cuanto a los daños del fruto.



Figura 28: Frutos de *T. cacao* L. dañados por *E. reyesi*. ácaros (Agurruñadera)

Fuente: Moya, A., Gómez, A., Ramos, G. (s.f.).

1.3. Otros insectos

1.3.1. *Atta* spp Hormigas arrieras o zompopos

1.3.1.1. Daños de *Atta* spp Hormigas arrieras o zompopos:

Las hormigas defolian severamente a la planta en corto tiempo. Se caracterizan por hacer cortes semicirculares desde los bordes hacia la nervadura central de las hojas. Los fragmentos de hoja son transportados a sus nidos y una vez acondicionados en las cámaras, se desarrolla el hongo, del cual se alimentan. El daño es más preocupante cuando cortan botones florales y flores. Existe otro grupo de hormigas que no se alimentan directamente de las plantas, pero protegen y transportan a varios insectos chupadores que segregan sustancias azucaradas de las que se alimentan. Algunas especies hasta les construyen cubiertas protectoras, desde donde siguen dañando. (Valarezo, O. Cañarte, E. Navarrete, B. 2012).

Se presentan fotografías de presencia de *Atta* spp. Hormigas arrieras o zompopos encontrados dentro de las plantaciones comerciales de *T. cacao* L. De finca La Cruz.



Figura 29: *Atta* spp. Hormigas arrieras en frutos de *T. cacao* L. de finca La Cruz.

Se puede observar que las *Atta* spp. *Hormigas arrieras* atacan al fruto de *T. cacao* L, dejando galerías por todo el fruto.

1.3.2. *Liposcelis botrychophilus* Áptero

1.3.2.1. Taxonomía:

Orden: *Psocoptera*

Familia: *Liposcelididae*

Género: *Liposcelis*

Especie: *botrychophilus*

Nombre científico: *L. botrychophilus*



Figura 30: *L. botrychophilus* Áptero encontrados dentro de las plantaciones comerciales de *T. cacao* L. de finca La Cruz.

Es plaga de granos secos y productos harinosos almacenados a nivel mundial. Algunos *Psocopteros* se alimentan y destruyen hongos, plantas e insectos preservados en colecciones biológicas, se alimentan de hongos, cereales, polen y materia orgánica, son muy comunes en el envés de las hojas de ciertos frutales.

1.3.3. *Cosmopolites sordidus* Picudo negro

1.3.3.1. Taxonomía:

Orden: *Coleoptero*

Familia: *Curculionidae*

Género: *Cosmopolites*

Especie: *sordidus*

Nombre científico: *C. sordidus*

Nombre común: Picudo del banano



Figura 31: *C. sordidus* Picudo negro encontrado dentro de las plantaciones comerciales de *T. cacao* L. de finca La Cruz.

1.3.3.2. Descripción de *C. sordidus*

Es una plaga importante del banano, plátano, aunque es más común encontrarlo entre las vainas foliares, en el suelo en la base de la mata o asociado con los residuos del cultivo. El picudo es activo de noche y muy susceptible a la desecación. Los adultos pueden permanecer en la misma mata por largos períodos de tiempo, y sólo una pequeña parte de ellos podrá moverse a una distancia mayor de 25 m durante un período de 6 meses. Los picudos vuelan raramente. La diseminación ocurre principalmente a través del material de plantación infestado. Tanto como las larvas y los adultos son fitófagos (se alimentan de materiales vegetales), atacan frutos, tallos, ramas y raíces. Esta especie de picudo es común encontrarlo en el cultivo de cacao debido a que existe asocio en el banano y plátano.

1.3.4. *Forcipomyia spp.*

1.3.4.1. Taxonomía

Orden: *Diptera*

Familia: *Ceratopogonidae*

Género: *Forcipomyia*

Nombre científico: *Forcipomyia spp.*



Figura 32: *Forcipomyia spp.* encontrado dentro de las plantaciones comerciales de *T. cacao L.* de finca La Cruz.

1.3.4.2. Descripción de *Forcipomyia spp.*

Esta mosquita es la encargada de la polinización directa en el cultivo de cacao. larvas se alimentan principalmente de bacterias, viven de la biomasa de los microorganismos relacionados con la descomposición del material, y no de la biomasa de las mazorcas en descomposición, en este grupo podemos incorporar varias especies de insectos, especialmente *forcipomyia spp.* (Diptera: Ceratopogonidae), asociados a las pequeñas flores del cacao, esta familia es considerada como la responsable del mayor porcentaje de polinización natural del cacao. Sus diminutas “mosquillas” cumplen su importante labor, difícil por otros medios, introduciéndose al interior de las flores, para luego por medio del vuelo trasladar el polen a grandes distancias. (Valarezo, O. Cañarte, E. Navarrete, B. 2012).

1.3.5. *Xyleborus spp.* Escarabajo barrenador del tallo de cacao

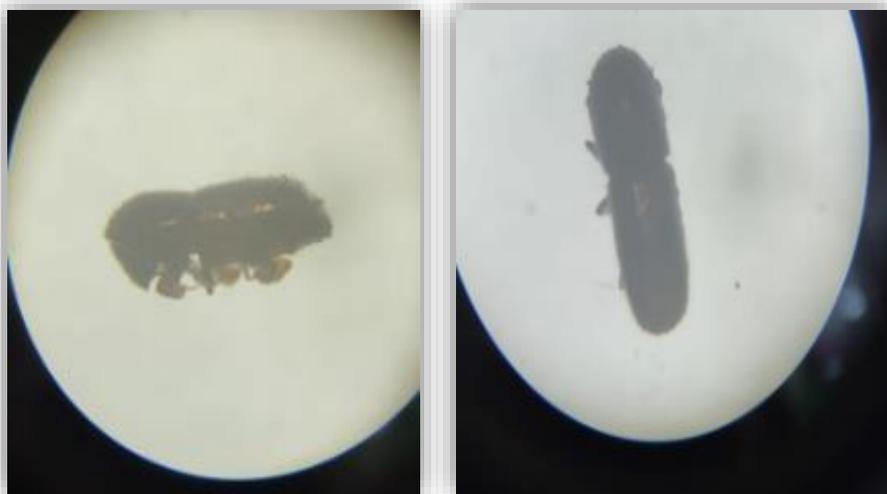


Figura 33: *Xyleborus spp.* Escarabajo de madera o barrenador del tallo de cacao encontrado dentro de las plantaciones comerciales de *T. cacao L.* de finca La Cruz.

1.3.5.1. Descripción de *Xyleborus spp*

El *Xyleborus spp* barrenador o broca del cacao en estado adulto es café oscuro a rojo parduzco, mide alrededor de 2 a 3mm de longitud. Las larvas blanco cremoso, crecen alimentándose del micelio de hongos que se desarrolla en el interior de las galerías de cría, donde permanecen hasta completar el ciclo biológico en aproximadamente un mes. Se reproducen por partenogénesis y viven en grupos numerosos de individuos. Solo las hembras son capaces de volar, ya que los machos no pueden desplegar sus alas. Penetran la madera de los árboles por medio de perforaciones cilíndricas de 1mm de diámetro, presentándose varias generaciones por año con estados superpuestos. Estos individuos se caracterizan porque tiene la cabeza prolongada anteriormente en forma de un pico angosto por medio del cual exudan una secreción pegajosa con la que se defienden de intrusos. (Valarezo, O. Cañarte, E. Navarrete, B. 2012).

El daño es causado por los adultos, los cuales ocasionan gran cantidad de galerías independientes una de otras, aunque en algunos casos se pueden entrecruzar, presentándose en forma de serpentina. Su ataque se concentra principalmente en la parte basal del tallo, alcanzando en algunas oportunidades la zona radicular más cercana a la superficie. Sobre la corteza y al pie de las plantas atacadas se presentan montículos de aserrín muy fino, característico de estos escolítidos. El mayor peligro radica en que su daño está asociado al hongo *Ceratocystis cacaofunesta*, que es el agente causal de la enfermedad conocida como “mal del machete” cuya asociación causa marchitamiento vascular y muerte de los árboles afectados. Finalmente, se ha determinado que si *Xyleborus spp.* Ataca árboles enfermos con el “mal del machete”, se contaminan con las esporas del hongo y pueden transmitir la enfermedad a árboles sanos. (Valarezo, O. Cañarte, E. Navarrete, B. 2012).

Este escarabajo ataca el tronco del árbol perforándolo y actúa como vector de enfermedades como el hongo del mal de machete *Ceratocystis cacaofunesta*. Para el control de este escarabajo es necesario la eliminación de plantas afectadas con mal del machete y aplicación de insecticidas.

1.3.6. *Toxoptera aurantii* Áfidos o pulgones

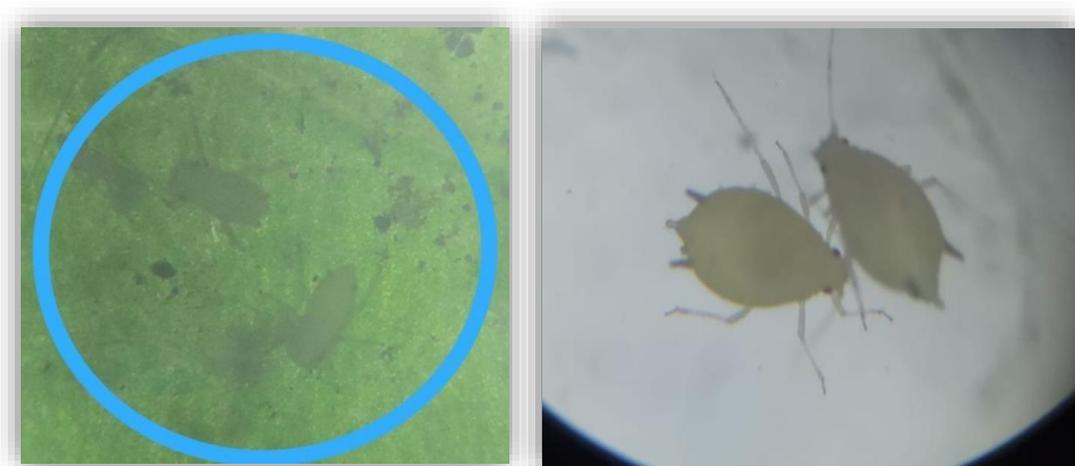


Figura 34: *T. aurantii* Áfidos o pulgones en estado ninfa encontrado dentro de las plantaciones comerciales de *T. cacao* L. de finca La Cruz.

1.3.6.1. Descripción de *T. aurantii* Áfidos o pulgones

El *T. aurantii* pulgón afecta al cacao tanto en vivero como en la plantación definitiva. Son insectos pequeños, de aproximadamente 1,0 a 2,0mm de longitud, de forma globosa y color gris oscuro. Las hembras producen de 6 a 8 ninfas vivas por día, llegando hasta veinte ninfas cada hembra, sin requerir del macho para su reproducción. Se agrupan en colonias que se multiplican rápidamente y están formadas por numerosos individuos en diferentes estados de desarrollo. (Valarezo, O. Cañarte, E. Navarrete, B. (2012).

Este insecto succiona en el envés de las hojas, en los cojinetes florales o en los pedúnculos de los frutos y en frutos pequeños. Su daño es casi imperceptible para los productores, pero pueden ocasionar cierta disminución en el rendimiento, al impedir la formación de frutos, o causar necrosis y muerte de los brotes afectados, además de ser vectores de enfermedades virales. El pulgón del cacao vive en asocio con hormigas que se alimentan de las secreciones

azucaradas que producen éstos. Las hormigas a su vez protegen a los pulgones de sus enemigos naturales. Las mayores poblaciones del pulgón coinciden con las épocas de floración y abundancia de rebrotes (Valarezo, O. Cañarte, E. Navarrete, B. 2012).

Entre los enemigos naturales se encuentran, parasitoides: *Lysiphebus testaceipes* (Cresson), *L. fabarum* (Marshall), *L. ambiguus*, *Lysaphidius platensis* (Brethes), *Aphidius colemani* Vier., *A. matricariae* Hal., *A. porteri* Brethes, *A. picipes* (Nees), *Lipolexis gracilis* Forster, *Ephedrus persicae* Froggatt, *Trioxys angelicae* (Haliday), *Diaeretella rapae* (McIntosh) (Hymenoptera: Braconidae=Aphidiidae); Depredadores: *Cycloneda sanguinea* (L.), *Hippodamia convergens* Guéron, *Adalia bipunctata* (L.), *A. deficiens* Muls., *Eriopis connexa* (Germ.), *Scymnus roseicollis* (Coleoptera: Coccinellidae), *Ocyptamnus* sp., *Baccha clavata*, *Allograpta hortensis* (Phil.), *A. pulchra* Shannon, *Syrphus octomaculatus* Walker (Diptera: Syrphidae), *Aphidoletes cucumeris* (Lint.) (Diptera: Cecidomyiidae), *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae); Hongos entopatógenos: *Acrostalagnus albus* y *Entomophthora* sp. (Artiga 1994; Coto y Saunders 2004).

2. Medir la incidencia y severidad de las principales plagas y enfermedades que afectan al fruto de *T. cacao L.* en finca la Cruz.

2.1. Numero de frutos dañados y enfermos

Las variables fueron el número de frutos dañados por *S. deppei* ardillas y *M. rubicapillus* pájaro carpintero *S. rubrocinctus* Trips, *M. annulipes* Chinchas, *E. reyesi* Ácaros y número de frutos enfermos por *M. roleri* Monilia y *P. palmivora* mazorca negra (ver en anexos, cuadros 30, 31, 32, 33, 34, 35 y 36), para ello se analizaron los datos obteniendo la incidencia y severidad de cada plaga y enfermedad, al igual se utilizó el coeficiente de correlación para determinar si existía correlación entre incidencias y precipitación.

Cuadro 13: Datos meteorológicos de estación Tululá ubicada en el municipio de Cuyotenango, Suchitepéquez.

Estación	Mes	Temperatura media	Precipitación (mm)	Humedad relativa media	Velocidad media del viento
Tululá	Enero	25.57	33.4	84.5	5.28
Tululá	Febrero	25.73	38.4	82.48	5.89
Tululá	Marzo	26.22	181.6	86.09	5.99
Tululá	Abril	26.96	100.6	87.73	4.74
Tululá	Mayo	26.41	527	92.58	4.52
Tululá	Junio	25.38	464.6	95.18	4.53
Tululá	Julio	26.1	344.6	92.73	4.31
Tululá	Agosto	25.92	410	92.04	4.25
Tululá	Septiembre	25.46	646	94.68	4.41
Tululá	Octubre	25.74	405	93.51	4.36
Tululá	Noviembre	25.78	315.2	92.05	4.28
Tululá	Diciembre	25.63	29.4	88.06	4.26

Fuente: ICC, estación Tululá, (2022)

2.2. Incidencias y severidades de las principales plagas y enfermedades que afectan al fruto de *T. cacao L.* en finca la Cruz.

2.2.1. Incidencia de *Moniliphtora roreri* Monilia y *Phytophthora palmivora*

Mazorca negra

Cuadro 14: Incidencia de las enfermedades *M. roreri* Monilia, *P. palmivora* Mazorca negra, relacionados con los datos meteorológicos de cada mes del año 2022.

Mes	Mazorca negra	Monilia	Precipitación (mm)	Humedad relativa media %	velocidad del viento media	Temperatura media
Enero	-	-	33.4	84.5	5.28	25.57
Febrero	8%	8%	38.4	82.48	5.89	25.73
Marzo	9%	10%	181.6	86.09	5.99	26.22
Abril	9%	9%	100.6	87.73	4.74	26.96
Mayo	12%	12%	527	92.58	4.52	26.41
Junio	11%	10%	464.6	95.18	4.53	25.38
Julio	10%	10%	344.6	92.73	4.31	26.1
Agosto	10%	11%	410	92.04	4.25	25.92
Septiembre	12%	14%	646	94.68	4.41	25.46
Octubre	10%	12%	405	93.51	4.36	25.74
Noviembre	9%	11%	315.2	92.05	4.28	25.78
Diciembre	8%	9%	29.4	88.06	4.26	25.63

Se puede observar que las enfermedades *M. roreri* Monilia y *P. palmivora* Mazorca negra los mayores daños los ocasiona cuando la precipitación pluvial sobrepasa los 300 mm mensuales y una humedad relativa más del 90% existe un aumento de daños en los frutos enfermos, por lo cual se confirma lo reportado por Dubón, A y Sánchez, J. (2016) Las enfermedades *M. roreri* Monilia y *P. palmivora* Mazorca negra son más severas y agresivas en periodos húmedos cuando se presentan precipitaciones mal distribuidas mayores a 300 mm mensuales, alta humedad relativa (más del 90%).

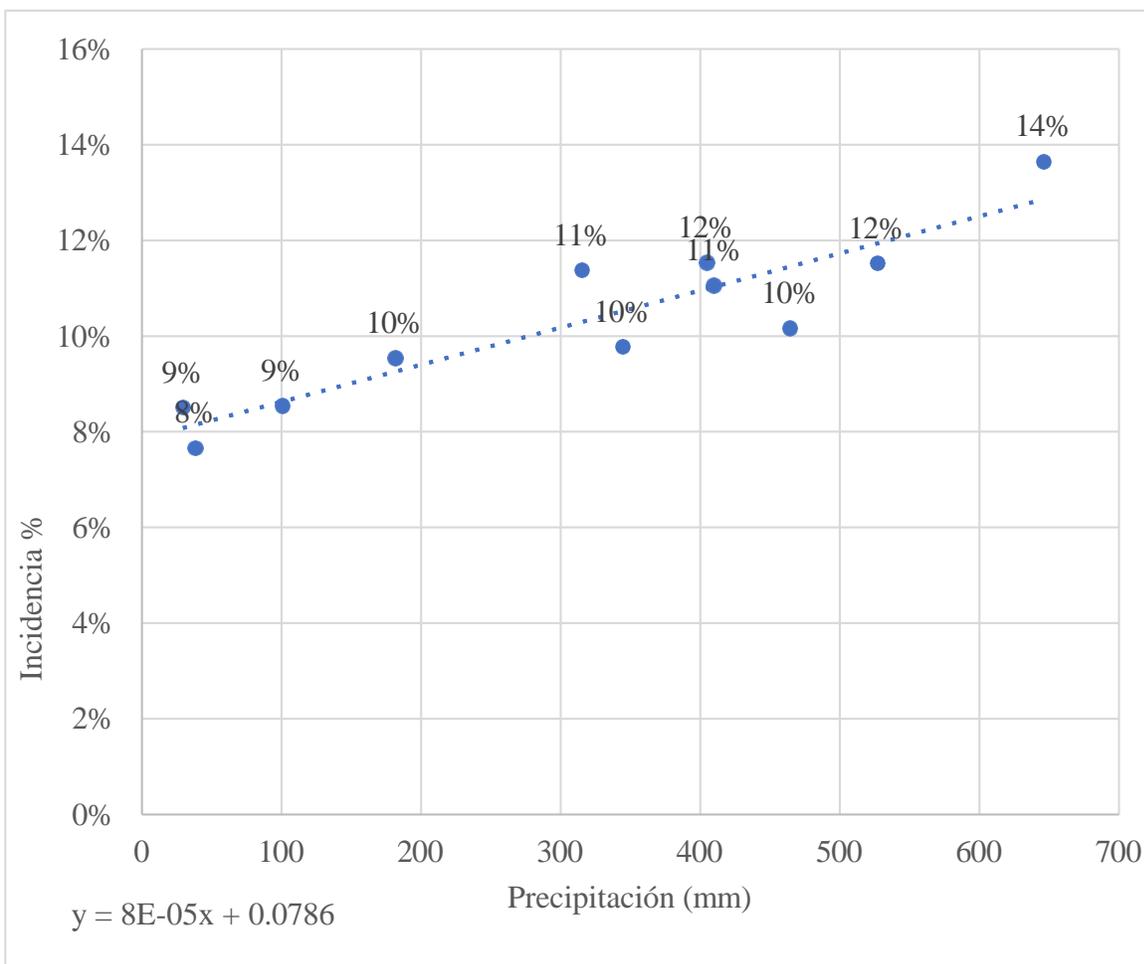


Figura 35: Grafica de correlación entre las incidencias de la enfermedad *M. roseri* Monilia y la precipitación de cada mes del año 2022 en *T. cacao L.* de Finca La Cruz.

En la figura 35, con un coeficiente de correlación (r) del 0.9131, se puede observar que existió una correlación entre los valores de precipitación y la incidencia de *M. roseri* Monilia en finca La Cruz, con lo cual se puede concluir estadísticamente que a mayor precipitación habrá mayor incidencia de frutos enfermos por *M. roseri* Monilia.

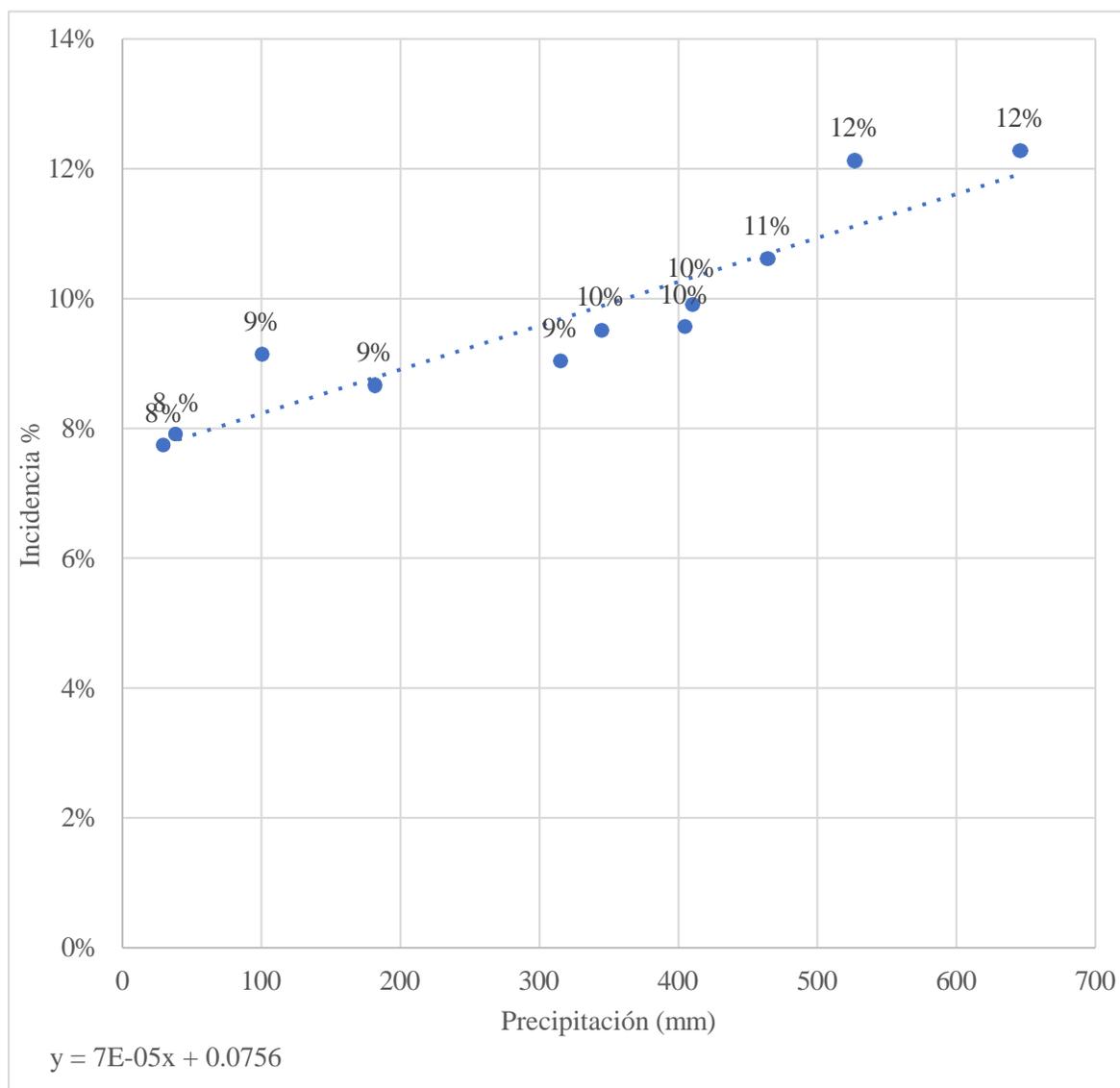


Figura 36: Grafica de correlación entre las incidencias de la enfermedad *P. palmivora* mazorca negra y la precipitación de cada mes del año 2022 en *T. cacao L.* de Finca La Cruz.

En la figura 36, con un coeficiente de correlación (r) del 0.9240, se puede observar que existió una correlación entre los valores de precipitación y la incidencia de *P. palmivora* Mazorca negra, con lo cual se puede concluir estadísticamente que a mayor precipitación habrá mayor incidencia de frutos enfermos por *P. palmivora* Mazorca negra. Pero la precipitación no es la única que influye con la incidencia de estas enfermedades ya que como se puede observar en el cuadro 14, conforme al incremento de la precipitación y la humedad relativa, la incidencia de esta enfermedad aumenta. Esto debido a que los valores altos de estas condiciones climáticas generan un microclima favorable al desarrollo de estas enfermedades. Con estos datos obtenidos se confirma lo ya reportado por la FHIA (2017) que el desarrollo de las enfermedades fungosas como *M. rozeri* monilia y *P. palmivora* Mazorca negra depende de la edad del fruto, susceptibilidad del árbol y principalmente de las condiciones climáticas tales como: la precipitación, velocidad del viento, temperatura y humedad relativa.

En finca La Cruz se obtuvieron datos con incidencias de enfermedades fungosas relativamente bajas durante los meses del año 2022 esto debido a que en la finca se realizan colectas y eliminación de frutos enfermos con intervalos cortos y medianos, los intervalos pueden ir dependiendo de las épocas, en época lluviosa se realiza con un intervalo de 8 a 10 días y en época seca un intervalo de 10 a 15 días, esto debido a que estas enfermedades tienden a proliferarse fácilmente cuando existe mayor precipitación, humedad relativa, temperatura y la velocidad del viento.

Según la FHIA, (2017). La remoción de frutos enfermos: esta práctica debe hacerse una vez por semana en los meses de lluvia y cada 7 a 15 días en la época seca o cuando ha bajado la frecuencia de lluvias y volumen de cosecha. Esta labor tiene como finalidad evitar que el hongo tenga tiempo de formar las estructuras reproductivas (conidios), que afectarán otros frutos sanos del mismo árbol o de árboles vecinos.

Según Murrieta, E., y Palma, H. (2018). Se ha determinado que el umbral de daño económico para la *P. palmivora* mazorca negra y *M. rozeri* monilia es de 1% de incidencia en los frutos, con grado uno de severidad (ver cuadro dos y tres), por lo que ante la mínima presencia de esta enfermedad se recomienda tomar medidas de control. Con el párrafo anterior y los

resultados presentados en el cuadro 14 se puede determinar que en cada uno de los meses se sobrepasa el umbral de daño económico del 1%.

2.2.2. Severidad de *Moniliphthora roreri* Monilia y *Phytophthora palmivora* Mazorca negra

En el cuadro 15 se presenta el porcentaje de severidad por escala de *M. roreri* monilia, aplicando la escala de severidad presentada en el cuadro dos.

Cuadro 15: Datos de frutos por escala, el porcentaje de severidad de *M. roreri* monilia, relacionados con los datos meteorológicos de cada mes del año 2022.

Muestras mensuales	Valor de severidad						Precipitación (mm)	Humedad relativa	Velocidad del viento
	0	1	2	3	4	5			
Febrero	3221	89	74	54	24	26	38.4	82.48	5.89
Marzo	3353	68	98	55	39	32	181.6	86.09	5.99
Abril	1864	40	45	47	19	23	100.6	87.73	4.74
Mayo	2198	51	72	66	22	16	527	92.58	4.52
Junio	1309	35	48	38	13	14	464.6	95.18	4.53
Julio	1359	35	35	22	13	16	344.6	92.73	4.31
Agosto	1497	29	53	50	35	19	410	92.04	4.25
Septiembre	2024	49	67	64	49	14	646	94.68	4.41
Octubre	1612	42	55	61	38	14	405	93.51	4.36
Noviembre	2330	38	73	61	37	29	315.2	92.05	4.28
Diciembre	1452	26	46	24	22	17	29.4	88.06	4.26

Se puede observar que en el mes de febrero predominó la escala de severidad 1 con frutos enfermos que presentaron puntos aceitosos (Hidrólisis), esto debido a que es el mes en el que existe menor precipitación y menor humedad relativa, en los meses de marzo, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, noviembre, diciembre predominó la escala de severidad 2, frutos enfermos que presentaron tumefacción y/o madurez prematura, en los meses de abril, y octubre predominó la escala de severidad 3, frutos enfermos en los que se pudo observar que presentaban una mancha color chocolate.

En estos meses existe un incremento de la precipitación y la humedad relativa, sin embargo, debido a las colectas de frutos enfermos que se realiza en la finca no se obtuvieron grados de severidad altos.

En el cuadro 16 se presenta el porcentaje de severidad por escala de *P. palmivora* mazorca negra, aplicando la escala de severidad presentada en el cuadro tres.

Cuadro 16: Datos de frutos por escala y el porcentaje de severidad de *P. palmivora* mazorca negra, relacionados con los datos meteorológicos de cada mes del año 2022

Muestreos mensuales	Valor de severidad						Precipitación (mm)	Humedad relativa	Velocidad del viento
	0	1	2	3	4	5			
Febrero	2210	30	50	48	35	27	38.4	82.48	5.89
Marzo	2108	23	46	63	45	31	181.6	86.09	5.99
Abril	1817	25	33	54	45	26	100.6	87.73	4.74
Mayo	2171	52	49	76	69	45	527	92.58	4.52
Junio	1877	40	43	55	50	35	464.6	95.18	4.53
Julio	2155	35	40	43	41	36	344.6	92.73	4.31
Agosto	2027	43	41	53	46	40	410	92.04	4.25
Septiembre	2975	55	62	70	82	38	646	94.68	4.41
Octubre	2015	35	66	50	41	33	405	93.51	4.36
Noviembre	2751	35	63	58	32	29	315.2	92.05	4.28
Diciembre	1845	30	40	36	28	21	29.4	88.06	4.26

Se puede observar que en los meses de febrero, octubre, noviembre y diciembre predominó la escala de severidad 2, frutos enfermos que presentaron tumefacción y/o madurez prematura, en los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre predominó la escala de severidad 3 con frutos enfermos que presentaron mancha color café cubriendo la tercera parte de la mazorca (ápice, base o centro del fruto). En estos meses existe un incremento de la precipitación y la humedad relativa, sin embargo, debido a las colectas de frutos enfermos que se realiza en la finca no se obtuvieron grados de severidad altos.

Cuadro 17: Datos de frutos enfermos por escala de *M. rozeri* Monilia y de *P. palmivora* Mazorca negra en el año 2022.

Enfermedades	Valor de Severidad					
	0	1	2	3	4	5
	0%	1-20%	21-40%	41-60%	61-80%	>81%
<i>M. rozeri</i> Monilia	22119	502	666	542	311	220
<i>P. palmivora</i> Mazorca negra	23951	403	533	606	514	361

Se puede observar que se obtuvo un total de frutos enfermos muestreados de 2241 por *M. rozeri* monilia, de 22119 frutos sanos y de 1050 plantas muestreadas, los cuales los frutos enfermos se clasificaron según la escala de severidad, de mayor a menor, en la escala dos existieron 666 frutos enfermos que presentaron tumefacción y/o madurez prematura, en la escala tres existieron 542 frutos enfermos en los que se pudo observar que presentaban una mancha color chocolate, en la escala uno 502 frutos enfermos que presentaron puntos aceitosos (Hidrólisis), en la escala cuatro 311 frutos enfermos con presencia de micelio que cubre la cuarta parte de la mancha parda y en la escala cinco 220 frutos enfermos con presencia de micelio que cubre más de la cuarta parte de la mancha color chocolate. (ver anexo, cuadro 30).

También se obtuvo un total de frutos enfermos muestreados de 2419 por *P. palmivora* mazorca negra, un total de 23951 de frutos sanos y de 1055 plantas muestreadas, los cuales se clasificaron según la escala de severidad, de mayor a menor, en la escala tres existieron 606 frutos enfermos que presentaron mancha color café cubriendo la tercera parte de la mazorca (ápice, base o centro del fruto), en la escala dos existieron 533 frutos enfermos que presentaron tumefacción y/o madurez prematura, en la escala cuatro existieron 514 frutos enfermos que presentaron una mancha color chocolate cubriendo la mitad de la mazorca (pedúnculo o ápice) y micelio ralo, en la escala uno 403 frutos enfermos que presentaron una mancha circular y en la escala cinco existieron 361 frutos enfermos que presentaron micelio que cubre más de la mitad de la mancha café. (ver anexo, cuadro 31).

Se realizó un análisis de los frutos dañados de estas dos enfermedades *M. roreri* monilia y *P. palmivora* mazorca negra se obtuvo un total de 4660 frutos enfermos, estos frutos en finca La Cruz son descartados y de baja calidad. En finca La Cruz se obtiene un rango aproximado de 10 a 15 frutos para obtener una libra de semillas secas de *T. cacao* L. cacao por lo que al realizar una regla de tres se obtiene que: 466.0 libras de semilla de cacao de buena calidad fueron perdidas por estas enfermedades, lo cual económicamente representa una pérdida de Q4,660 al año.

Además se puede observar que en la enfermedad de *M. roreri* monilia existieron más daños con sintomatologías en las escalas uno, dos y tres, en *P. palmivora* mazorca negra existieron más daños en las escalas uno, dos, tres y cuatro, lo que significa que los daños encontrados por parte de estas enfermedades no se encuentran en la gran mayoría de forma muy avanzada, esto se debe a que en finca La Cruz se realizan colectas de frutos enfermos y que se realizan con intervalos de 8 a 10 días en época de lluviosa y de 10 a 15 días en época seca y se realizan con el fin de que estas enfermedades no lleguen hasta la última etapa de su ciclo de vida que es la reproducción de micelio (esporas) ya que es en esta etapa en donde logran proliferarse de manera más rápida y fácil estas enfermedades.

Las colecta y limpieza consiste en coleccionar los frutos enfermos realizando un recorrido surco por surco, al observar los frutos enfermos se procede a cortar el fruto para ser colocado en un costal y los frutos que presenten la enfermedad muy avanzada con esporas se colocaron en una bolsa de plástico y se desinfectaron las herramientas. (ver figura 37 y 38).



Figura 37: Frutos con esporas de *M. roseri* monilia, colocados en bolsas plásticas colectados en finca La Cruz.



Figura 38: Frutos enfermos por *P. palmivora* mazorca negra colectados en Finca La Cruz.

Los frutos enfermos son enterrados lejos de las plantaciones de cacao, abriendo un agujero donde se puedan colocar todos los frutos encontrados, luego se procede a aplicar cal, posteriormente se colocaron los frutos enfermos en el agujero, dejando encima los frutos con bolsas plásticas, luego se aplica gasolina con el fin de quemar las bolsas plásticas y dejar libre los frutos con micelio, luego se rellena el agujero con el mismo suelo y por último se aplica cal alrededor del agujero, tal y como seguidamente se presentan:



Figura 39: Descomposición vegetal de frutos enfermos por *M. roleri* Monilia y *P. palmivora* mazorca negra en finca La Cruz.

2.2.3. Incidencia de daño por *S. deppei* ardilla y por *M. rubicapillus* pájaro carpintero o cheje

Cuadro 18: Incidencias de daño por *S. deppei* ardilla, *M. rubicapillus* pájaro carpintero o cheje y datos de precipitación que se obtuvieron en cada uno de los meses del año 2022.

Mes	Daño de <i>M. rubicapillus</i> Pájaro carpintero	Daño de <i>S. deppei</i> ardilla	Precipitación (mm)
Enero	0%	0%	33.4
Febrero	12%	11%	38.4
Marzo	11%	11%	181.6
Abril	12%	10%	100.6
Mayo	11%	10%	527
Junio	11%	9%	464.6
Julio	10%	9%	344.6
Agosto	10%	10%	410
Septiembre	11%	11%	646
Octubre	12%	12%	405
Noviembre	13%	12%	315.2
Diciembre	13%	13%	29.4

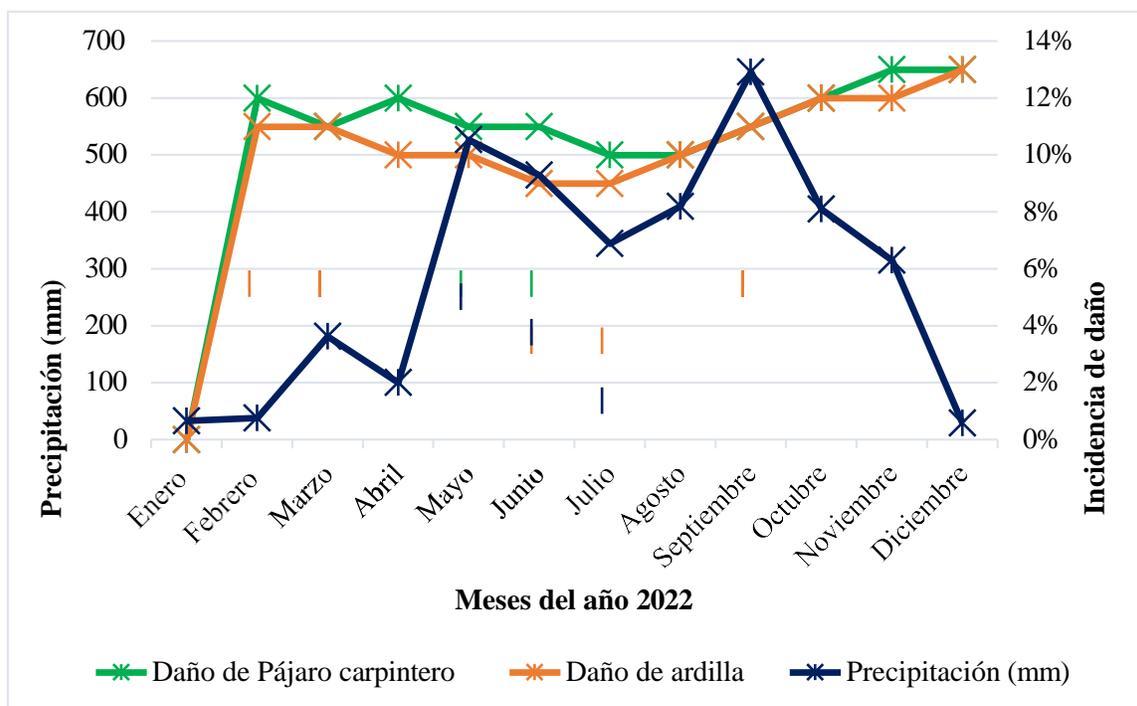


Figura 40: Gráfica de incidencias de daño por *S. deppei* ardilla, *M. rubicapillus* pájaro carpintero o cheje, relacionados con los datos de precipitación que se obtuvo en cada uno de los meses del año 2022 en *T. cacao L.* de Finca La Cruz.

Se puede observar que existen más daños de *S. deppei* ardilla y *M. rubicapillus* pájaro carpintero en la época seca en los meses de febrero, marzo, abril, noviembre y diciembre, con respecto a la época lluviosa de mayo a octubre, esto debido a que en los meses de junio, julio y agosto son los meses donde la producción del fruto de *T. cacao L.* cacao baja y en los meses de época seca la producción se mantiene estable, esto indica que existe mayor incidencia de daños de las plagas cuando es época de cosecha del cultivo, es por ello que la cantidad de daños de estos dos animales va a depender directamente de la época de cosecha del cultivo de *T. cacao L.*

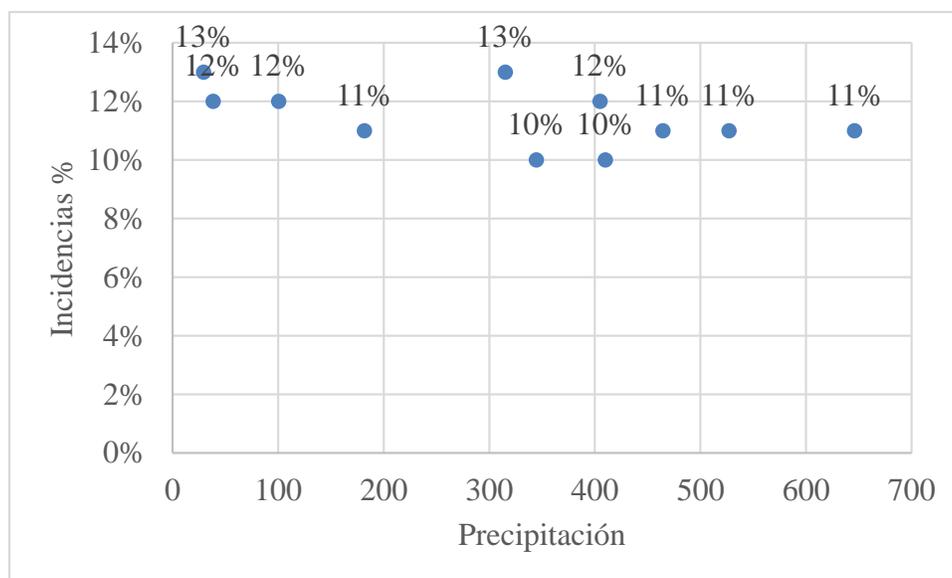


Figura 41: Grafica de correlación entre las incidencias de *S. deppei* ardillas y la precipitación de cada mes del año 2022 en *T. cacao L.* de Finca La Cruz.

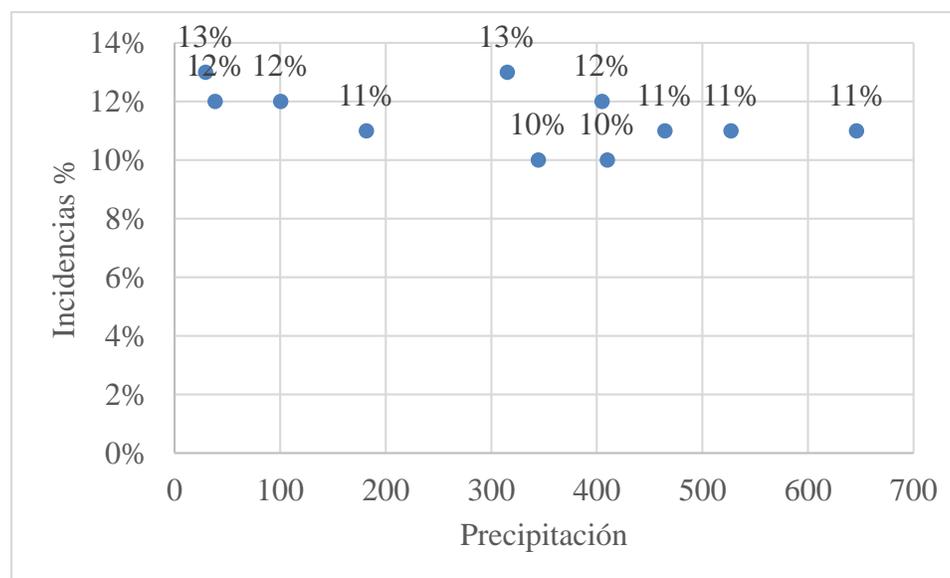


Figura 42: Grafica de correlación entre las incidencias de *M. rubicapillus* pájaro carpintero y la precipitación de cada mes del año 2022 en *T. cacao L.* de Finca La Cruz

Según los resultados de incidencias presentados en el cuadro 18, la figura 40 y 41, con un coeficiente de correlación de -0.3981 , se puede observar que no existió una correlación entre los valores de precipitación y la incidencia de *S. deppei* ardilla, por lo cual se puede concluir estadísticamente que la incidencia de las *S. deppei* ardillas no están correlacionadas con la precipitación.

También según los resultados de incidencias presentados en el cuadro 18, figura 40 y figura 42, con un coeficiente de correlación de -0.5579 , se puede observar que no existió una correlación entre los valores de precipitación y las incidencias de *M. rubicapillus* pájaro carpintero, por lo que se puede concluir estadísticamente que las incidencias de *M. rubicapillus* pájaro carpintero no están correlacionadas con la precipitación.

Según Aroche, K., (2021). La reproducción de las *S. deppei* ardillas y *M. rubicapillus* pájaro carpintero o cheje al ser animales con una fácil y rápida reproducción, su población a nivel mundial se encuentra estable. Las crías de las ardillas suelen nacer a inicios y final de las estaciones secas, las crías de pájaro carpintero o cheje se estima que su reproducción ocurre entre agosto y diciembre, colocando 2 huevos por hembra.

Las *S. deppei* ardillas y el *M. rubicapillus* pájaro carpintero o cheje, son de las plagas que más afectan en finca La Cruz debido a que son animales de fácil reproducción y por tal razón la dinámica poblacional aumenta y eso se ve reflejado en las incidencias ya que en todo el año son daños constantes y en la finca solo se implementa un tipo de control para estos animales, el cual son establecer árboles trampa con frutales (*C. limón* Limón, *C. reticulata* mandarina, *P. zapota* zapote, *C. sinensis* naranja y *Guajaba sativa* guayaba). Lo cual hace que las incidencias no sean tan altas ya que estos animales suelen alimentarse de diferentes cultivos frutales.

2.2.4. Severidad de daño por *S. deppei* ardilla y *M. rubicapillus* pájaro carpintero o cheje

En el cuadro 19 se presenta el porcentaje de severidad por escala de *S. deppei* ardilla, aplicando la escala de severidad elaborada (ver cuadro 5).

Cuadro 19: Datos de frutos por escala, el porcentaje de severidad de *S. deppei* ardilla en *T. cacao* L, relacionados con los datos meteorológicos de cada mes del año 2022.

Muestras mensuales	Valor de severidad						Precipitación (mm)	Humedad relativa	Velocidad del viento
	0	1	2	3	4	5			
Febrero	1689	11	15	27	78	68	38.4	82.48	5.89
Marzo	2552	7	14	34	102	87	181.6	86.09	5.99
Abril	1804	7	12	28	93	71	100.6	87.73	4.74
Mayo	2126	3	9	24	85	70	527	92.58	4.52
Junio	1591	4	8	29	73	51	464.6	95.18	4.53
Julio	2050	3	6	24	60	68	344.6	92.73	4.31
Agosto	1858	6	8	22	87	73	410	92.04	4.25
Septiembre	2448	3	8	26	110	87	646	94.68	4.41
Octubre	2148	3	12	32	125	109	405	93.51	4.36
Noviembre	3364	7	10	54	146	132	315.2	92.05	4.28
Diciembre	2781	8	20	62	158	150	29.4	88.06	4.26

Se puede observar que, en los meses de febrero, julio predominó la escala de severidad 5 con frutos dañados que presentaron rasguños en el fruto con abertura por más de la mitad del fruto, en los meses marzo, abril, mayo, junio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre predominó la escala de severidad 4 con frutos dañados que presentaron rasguños en el fruto con abertura por la mitad del fruto. Los daños por *S. deppei* ardillas no dependen de los datos climáticos si no que depende directamente de la época de cosecha.

En el cuadro 20 se presenta el porcentaje de severidad por escala de *M. rubicapillus* pájaro carpintero o cheje, aplicando la escala de severidad elaborada (ver cuadro 6).

Cuadro 20: Datos de frutos por escala y el porcentaje de severidad de *M. rubicapillus* pájaro carpintero o cheje en *T. cacao L.* relacionados con los datos meteorológicos de cada mes del año 2022.

Muestras mensuales	Valor de severidad						Precipitación (mm)	Humedad relativa	Velocidad del viento
	0	1	2	3	4	5			
Febrero	1900	6	10	17	93	123	38.4	82.48	5.89
Marzo	3297	15	23	137	130	35	181.6	86.09	5.99
Abril	1799	6	10	25	100	93	100.6	87.73	4.74
Mayo	2330	7	11	29	90	86	527	92.58	4.52
Junio	1839	4	11	23	86	94	464.6	95.18	4.53
Julio	2266	7	10	23	75	83	344.6	92.73	4.31
Agosto	1844	4	13	28	83	66	410	92.04	4.25
Septiembre	2216	7	7	32	78	89	646	94.68	4.41
Octubre	2225	9	19	35	120	109	405	93.51	4.36
Noviembre	2687	10	15	41	121	114	315.2	92.05	4.28
Diciembre	2231	7	23	49	117	125	29.4	88.06	4.26

Se puede observar que, en los meses de febrero, junio, julio, septiembre, diciembre predominó la escala de severidad 5 con frutos dañados que presentaron abertura completa con semillas expuestas y presencia de mosquitos, en los meses marzo, abril, mayo, agosto, octubre, noviembre predominó la escala de severidad 4 con frutos dañados que presentaron una abertura completa con semillas expuestas (sin presencia de mosquitos). Los daños por *M. rubicapillus* pájaro carpintero o cheje no dependen de los datos climáticos si no que depende directamente de la época de cosecha.

Cuadro 21: Datos de frutos dañados por escala de *S. deppei* ardilla y *M. rubicapillus* pájaro carpintero o cheje en *T. cacao* L año 2022.

Enfermedades	Valor de Severidad					
	0	1	2	3	4	5
	0%	1-20%	21-40%	41-60%	61-80%	>81%
Ardilla <i>S. deppei</i>	24411	62	122	362	1117	967
Pájaro carpintero o cheje <i>M. rubicapillus</i>	24634	82	152	439	1093	1017

Se puede observar que se obtuvo un total de frutos dañados muestreados de 2629 por *S. deppei* ardilla, un total de 24411 frutos sanos y un total de 969 plantas muestreadas, los cuales se clasificaron según la escala de severidad, a continuación, se enlistará de mayor a menor, en la escala cuatro existieron 1117 frutos dañados que presentaron rasguños en el fruto con abertura por la mitad del fruto, en la escala cinco existieron 967 frutos dañados que presentaron rasguños en el fruto con abertura por más de la mitad del fruto, en la escala tres existieron 362 frutos dañados que presentaron rasguños en el fruto con una pequeña abertura con semillas expuestas, en la escala dos 122 frutos dañados que presentaron rasguños casi en la mitad del fruto y en la escala uno 62 frutos dañados Pequeños rasguños de ardilla sin abertura de la corteza del fruto. (ver anexo, cuadro 36).

Las *S. deppei* ardillas según las escalas existen más sintomatologías de daño en las escalas cuatro y cinco, esto debido a que suelen rasguñar la mitad de la corteza del fruto hasta dejar expuestas las semillas y luego alimentarse de ellas.

También se obtuvo un total de frutos dañados muestreados de 2783 por *M. rubicapillus* pájaro carpintero o cheje, un total de 24634 frutos sanos y un total de 985 plantas muestreadas, los cuales se clasificaron según la escala de severidad, a continuación, se enlistará de mayor a menor, en la escala cuatro existieron 1093 frutos dañados que presentaron una abertura completa con semillas expuestas (sin presencia de mosquitos), en la escala cinco existieron

1017 frutos dañados que presentaron abertura completa con semillas expuestas y presencia de mosquitos, en la escala tres existieron 439 frutos dañados que presentaron una abertura del fruto, en la escala dos 152 frutos dañados que presentaron semi abertura de la corteza del fruto y en la escala uno 82 frutos dañados con una pequeña abertura de corteza. (ver anexo, cuadro 35).

El *M. rubicapillus* pájaro carpintero o cheje, según las escalas existen más sintomatologías de daño en las escalas cuatro y cinco, esto debido a que suelen hacer perforaciones finas para atraer los mosquitos, posteriormente se fermenta el fruto para luego alimentarse de las larvas o mosquitas y del mucilago de las semillas.

El daño de las *S. deppei* ardillas y el *M. rubicapillus* pájaro carpintero o cheje se presentan constantemente, pero puede reducirse sembrando en la plantación árboles frutales que les prevean nutrición y sean más atractivos que el *T. cacao L.* los cuales podrían ser: *C. limón* Limon, *C. reticulata* mandarina, *P. zapota* zapote, *C. sinensis* naranja y *Guajaba sativa* guayaba.

Según los datos anteriores en el cuadro 21 en total por *S. deppei* ardillas en las escalas tres, cuatro y cinco existen 2446 frutos severamente dañados, estos frutos son descartados y de baja calidad. Obteniendo el rango de 10 a 15 frutos para obtener una libra de semillas de *T. cacao L.* cacao se realizó una regla de tres obteniendo: 244.6 libras de semillas de cacao de buena calidad fueron perdidas por las *S. deppei* ardillas, lo cual económicamente representa una pérdida de Q 2,446 en el año y el *M. rubicapillus* pájaro carpintero en la escala uno, dos, tres, cuatro y 5 existen 2783 frutos dañados, por lo que al realizar una regla de tres se obtiene: 278.3 libras de semilla de cacao de buena calidad fueron perdidas por estas enfermedades, lo cual económicamente representa una pérdida de Q2,783 al año.

2.2.5. Incidencia de daño por *S. rubrocinctus* Trips bandirroja, por *E. reyesi* ácaros (Agurruñadera) y por *M. annulipes* chinches.

Estas incidencias se realizaron en el lote 7 debido que era el lote que a simple vista presentaba mayores daños por *S. rubrocinctus* trips, *E. reyesi* ácaros, y por *M. annulipes* chinches. realizando la toma de datos una vez cada dos meses en total se realizaron seis mediciones de incidencias al año, una en febrero, abril, junio, agosto, octubre y diciembre, esto debido a que los daños por estas tres plagas en ocasiones suelen realizarse desde los primeros meses del fruto y dejando daños irreversibles que perduran hasta que el fruto madure y sea cosechado, por tal motivo y para no volver a tomar los mismos datos se realizaron a cada dos meses las incidencias.

Cuadro 22: incidencias de daño por *S. rubrocinctus* trips bandirroja, por *E. reyesi* ácaros (Agurruñadera) y por *M. annulipes* chinches.

Muestreos mensuales	<i>S. rubrocinctus</i> Trips	<i>M.</i> <i>annulipes</i> chinches	<i>E. reyesi</i> ácaros
Febrero	8%	8%	7%
Abril	9%	7%	8%
Junio	9%	8%	8%
Agosto	10%	9%	7%
Octubre	9%	10%	8%
Diciembre	10%	10%	9%

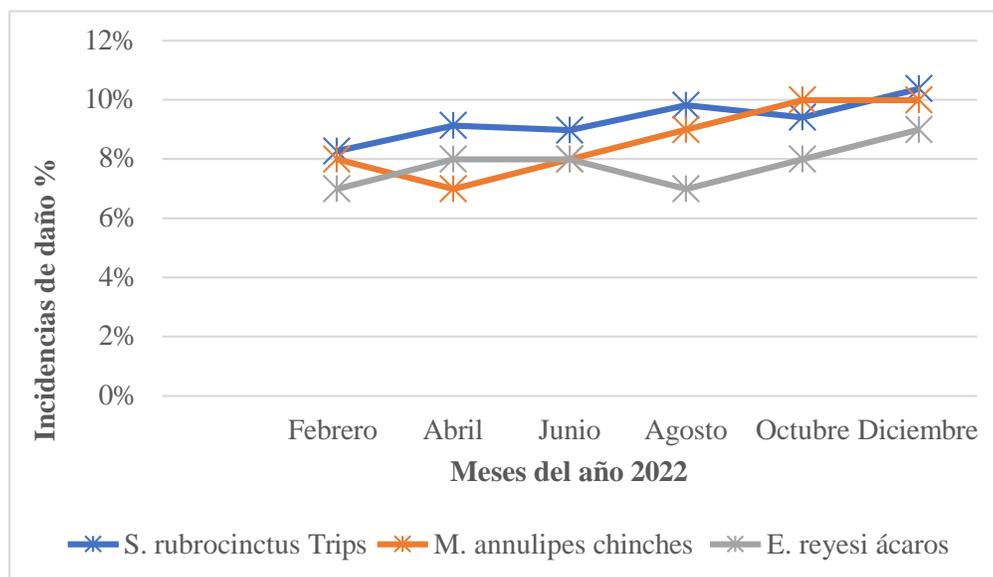


Figura 43: Grafica de incidencias de daño por *S. rubrocinctus* trips bandirroja, por *E. reyesi*. ácaros (Agurruñadera) y por *M. annulipes* chinchas en *T. cacao* L. en finca La Cruz.

En los meses de octubre a diciembre se puede observar que existe incremento de incidencias de las tres plagas esto debido a que en estos meses se empieza a dar la mayor época de floración, cuaje de frutos y los frutos se encuentran pequeños, lo cual favorece a el ataque de los *S. rubrocinctus* trips, *E. reyesi*. ácaros y las *M. annulipes* chinchas ya que estas plagas suelen atacar a los frutos más tiernos dejándolos dañados desde pequeños hasta ser cosechados y estos daños afectan directamente a la cantidad de semillas, calidad de la semilla y las cualidades del fruto.

Según Gil, J, (2015) Los factores favorables para la reproducción de las *M. annulipes* chinchas son las siguientes: climas cálidos, zonas boscosas, exceso de sombra, exceso de malezas.

Por la ubicación en la que se encuentra finca La Cruz cumple con estos factores debido a que Cuyotenango es una zona bosque muy húmedo sub-tropical cálido, que por lo regular es un clima cálido el cual favorece al desarrollo de estas plagas. Además, el lote 7 cuenta con

distanciamiento de siembra de 3 x 3 metros lo que favorece a la humedad y al exceso de sombra dentro de las plantaciones generando un microclima favorable al desarrollo de las plagas por ello se puede observar daños constantes de estas tres plagas durante todo el año.

2.2.6. Severidad de daño por *S. rubrocinctus* Trips bandirroja, por *E. reyesi* ácaros (Agurruñadera) y por *M. annulipes* chinches.

Se presenta el porcentaje de severidad por escala de *S. rubrocinctus* trips bandirroja, aplicando la escala de severidad elaborada (ver cuadro 6).

Cuadro 23: Datos de frutos por escala y el porcentaje de severidad de *S. rubrocinctus* trips bandirroja, en *T. cacao* L. de finca La Cruz. relacionados con los datos meteorológicos de cada mes del año 2022.

Muestras mensuales	Valor de severidad						Precipitación (mm)	Humedad relativa	Velocidad del viento
	0	1	2	3	4	5			
Febrero	1064	13	25	30	17	11	38.4	82.48	5.89
Abril	1173	15	23	31	34	15	100.6	87.73	4.74
Junio	831	11	23	21	18	9	464.6	95.18	4.53
Agosto	1193	15	38	35	25	16	410	92.04	4.25
Octubre	837	12	23	20	19	14	405	93.51	4.36
Diciembre	794	12	28	25	17	10	29.4	88.06	4.26

En los meses de febrero y abril predominó la escala de severidad 3 con frutos dañados que presentaron una mancha color castaño y bronceado abarcando la mitad del fruto, en los meses junio, agosto, octubre y diciembre predominó la escala de severidad 2 con frutos dañados que presentaron una mancha color castaño y bronceado menos de la mitad del fruto.

Se presenta el porcentaje de severidad por escala de ácaros (*Agurruñadera*) *E. reyesi*, aplicando la escala de severidad elaborada (ver cuadro 7).

Cuadro 24: Datos de frutos por escala y el porcentaje de severidad de *E. reyesi* ácaros (*Agurruñadera*), en *T. cacao L.* de finca La Cruz. relacionados con los datos meteorológicos de cada mes del año 2022.

Muestras mensuales	Valor de severidad						Precipitación(mm)	Humedad relativa	Velocidad del viento
	0	1	2	3	4	5			
Febrero	937	9	12	27	20	7	38.4	82.48	5.89
Abril	862	12	23	21	16	8	100.6	87.73	4.74
Junio	969	12	35	22	13	8	464.6	95.18	4.53
Agosto	845	10	22	19	10	7	410	92.04	4.25
Octubre	936	13	32	19	13	9	405	93.51	4.36
Diciembre	935	14	32	20	20	12	29.4	88.06	4.26

Se puede observar que en el mes de febrero predominó la escala de severidad 3 con frutos dañados que presentaron una mancha bronceada con semicírculos abarcando mitad del fruto, en los meses abril, junio, agosto, octubre y diciembre predominó la escala de severidad 2 con frutos dañados que presentaron una mancha bronceada con semicírculos menos de la mitad del fruto.

Se presenta el porcentaje de severidad por escala de las chinches *Monalonion cf. annulipes Signoret.*, aplicando la escala de severidad elaborada (ver cuadro 8).

Cuadro 25: Datos de frutos por escala y el porcentaje de severidad de *M. annulipes* chinches, en *T. cacao L.* de finca La Cruz, relacionados con los datos meteorológicos de cada mes del año 2022.

Muestras mensuales	Valor de severidad					Precipitación(mm)	Humedad relativa	Velocidad del viento
	0	1	2	3	4			
Febrero	1045	22	27	31	15	38.4	82.48	5.89
Abril	1119	28	24	25	12	100.6	87.73	4.74
Junio	1117	31	28	26	16	464.6	95.18	4.53
Agosto	1100	42	31	24	16	410	92.04	4.25
Octubre	1141	42	34	26	21	405	93.51	4.36
Diciembre	1123	40	37	26	17	29.4	88.06	4.26

Se puede observar que en el mes de febrero predominó la escala de severidad 3 con frutos dañados que presentaron Manchas necróticas abarcando más de la mitad del fruto, en los meses abril, junio, agosto, octubre y diciembre predominó la escala de severidad 1 con frutos dañados que presentaron pequeñas manchas necróticas en el fruto.

Cuadro 26: Datos de frutos dañados por escala de *S. rubrocinctus* trips bandirroja, de *E. reyesi* ácaros (Agurruñadera) y de *M. annulipes* chinches. en *T. cacao* L. de finca La Cruz.

Enfermedades	Valor de Severidad					
	0	1	2	3	4	5
	0%	1-20%	21-40%	41-60%	61-80%	>81%
<i>S. rubrocinctus</i> .Trips bandirroja	5892	78	160	162	130	75
<i>E. reyesi</i> Ácaros (Agurruñadera)	5484	70	156	128	92	51
<i>M. annulipes</i> Chinches	6645	205	181	158	97	-

Se puede observar que se obtuvo un total de frutos dañados muestreados de 605 por *S. rubrocinctus* trips bandirroja, un total de 5892 frutos sanos y un total de 291 plantas muestreadas, los cuales se clasificaron según la escala de severidad, a continuación, se enlistará de mayor a menor, en la escala tres existieron 162 frutos dañados que presentaron una mancha color castaño y bronceado abarcando la mitad del fruto, en la escala dos existieron 160 frutos dañados que presentaron una mancha color castaño y bronceado menos de la mitad del fruto, en la escala cuatro 130 frutos dañados que presentaron una ancha color castaño y bronceado por más la mitad del fruto, en la escala uno existieron 78 frutos dañados que presentaron pequeña mancha color castaño y bronceado, y en la escala cinco existieron 75 frutos dañados que presentaron una ancha color castaño y bronceado abarcando todo el fruto. (ver anexo, cuadro 34).

También se obtuvo un total de frutos dañados muestreado de 497 por *E. reyesi* ácaros, un total de 5484 frutos sanos y un total de 240 plantas muestreadas, en la escala dos existieron 156 frutos dañados que presentaron una mancha bronceada con semicírculos menos de la mitad del fruto, en la escala tres existieron 128 frutos dañados que presentaron una mancha bronceada con semicírculos abarcando mitad del fruto, en la escala cuatro existieron 92 frutos dañados que presentaron un mancha bronceada con semicírculos por más la mitad del fruto, en la escala uno existieron 70 de frutos dañados que presentaron una pequeña mancha bronceada con semicírculos y en la escala cinco existieron 51 frutos dañados que presentaron una mancha bronceada con semicírculos abarcando todo el fruto. (ver anexo, cuadro 33).

También se obtuvo un total de frutos dañados muestreados de 641 por *M. annulipes* chinches, un total de 6645 frutos sanos y un total de 300 plantas muestreadas, en la escala uno, existieron 205 de frutos dañados que presentaron pequeñas manchas necróticas en el fruto, en la escala dos, existieron 181 de frutos dañados que presentaron manchas necróticas abarcando menos de la mitad del fruto, en la escala tres, existieron 158 frutos dañados que presentaron manchas necróticas abarcando más de la mitad del fruto y en la escala cuatro, existieron 97 de frutos dañados que presentaron manchas necróticas y quemados en la corteza del fruto. (ver anexo, cuadro 32).

Según los datos anteriores, en total por daños de estas tres plagas en la escala cuatro y cinco se obtuvo un total de 445 frutos dañados, estos frutos en finca La Cruz son descartados y de baja calidad. En finca La Cruz se obtiene un rango aproximado de 10 a 15 frutos para obtener una libra de semillas secas de *T. cacao L. cacao* por lo que al realizar una regla de tres se obtienen: 44.5 libras de semilla de cacao de buena calidad fueron perdidas por estas enfermedades, lo cual económicamente representa una pérdida de Q445 al año.

3. Elaboración de un plan de manejo integrado de plagas y enfermedades para su control en *T. cacao L.* de finca la Cruz.

3.1. Determinación de las principales plagas y enfermedades que afectan al fruto del *T. cacao L.* en finca la Cruz.

- ***S. deppei* Ardilla gris:** Esta plaga hace daño masticando y rasguñando el fruto y dejando expuesta la pulpa y las semillas, dejando al fruto propenso a que pueda ocasionarse otro daño por enfermedades.
- ***M. rubicapillus* Pájaro carpintero o cheje:** Hace una pequeña abertura y fina perforación para atraer mosquitos y alimentarse de ellos, dejando al fruto propenso a que pueda ocasionarse otro daño por enfermedades.

- ***M. annulipes* Chinchés:** Realiza heridas circulares inyectando saliva toxica esto provoca la formación de ampollas alrededor del punto de succión y provocando la formación de manchas necróticas.
- ***S. rubrocinctus* Trips bandirroja:** Ataca por medio de la savia que expulsa por sus orificios de alimentación, la derrama en la cutícula y se oxida tornando el fruto un color castaño y bronceado
- ***E. reyesi* Ácaros (Agurruñadera):** Los frutos dañados por esta plaga se tornan de un color bronceado, realizando semicírculos en los frutos.
- ***T. aurantii* Áfidos o pulgones:** Afecta succionando el envés de las hojas, en los cojinetes florales o en los pedúnculos de los frutos y en frutos pequeños.

Los principales daños por enfermedades que afectan al fruto dentro de las plantaciones comerciales de *T. cacao L.* fueron las siguientes:

- ***M. roreri* Monilia:** Esta enfermedad afecta al fruto presentando síntomas de puntos aceitosos maduración prematura, manchas de color chocolate y micelio blanquecino.
- ***P. palmivora* Mazorca negra:** Afecta al fruto presentando síntomas de tumefacción, madurez prematura, mancha café cubriendo el ápice y el pedúnculo, presencia de mancha chocolate en todo el fruto y presencia de micelio.
- ***C. gloesporoides* Antracnosis:** Afecta al fruto presentando síntomas presencia de lesiones superficiales, chancros hundidos y con micelio.

3.2. Manejo integrado de enfermedades en *T. cacao L*

Las plagas y las enfermedades se controlan de manera más eficiente haciendo uso de diversas formas de control que enfrentan a la plaga y enfermedades de forma integrada. Dentro del manejo integrado de plagas y enfermedades, se buscaron controles de los mismos por medio de la experiencia dentro de la finca y así mismo con revisión bibliográfica, abarcando diferentes tipos de control siendo los siguientes: manual y mecánico, biológico, etológico, cultural y químico.

Murrieta, E., y Palma, H. (2018). No se recomienda el uso de fungicidas químicos debido a que se pueden generar trazas de residuos tóxicos en los granos de cacao cosechados. Se podría afectar la población de los controladores biológicos y la mosquita polinizadora (*Forcipomyia spp.*).

El control químico se consideró para el manejo integrado de las enfermedades, solamente utilizarlo como la última alternativa en caso de daños muy severos.

Según Colonia L. (2012), las aplicaciones de productos químicos deben de realizarse en el mes de enero debido a que de la floración más abundante en el cacao se da los meses de octubre noviembre y diciembre, en este periodo se debe procurar hacer el menor número de aplicaciones de insecticidas pues pueden eliminar a la mosquita *Forcipomyia*, que es la que actúa como polinizador. A partir del mes de enero ya puede iniciarse un plan de aplicaciones, a razón de 1 al mes, hasta mayo. A partir de junio, cuando los frutos están ya próximos a la cosecha el daño de insectos es mínimo y si se presenta es difícil que comprometan los granos, por lo que las aplicaciones a este nivel son innecesarias.

Se presenta los tipos de control, las actividades y descripción que se pueden realizar para minimizar las enfermedades en *T. cacao L.* en finca La Cruz.

Cuadro 27: Manejo integrado de *M. rorei* Monilia, *P. palmivora* Mazorca negra y *C. gloeosporioides* Antracnosis en *T. cacao* L. en finca La Cruz.

Enfermedades	Tipo de control	Actividades	Cuando aplicarlo	Descripción
<i>M. rorei</i> , <i>P. palmivora</i> y <i>C. gloeosporioides</i>	Cultural, manual y mecánico	1. Realizar monitoreos.	Una vez por semana.	Con el fin de ir observando la presencia de sintomatología de las Enfermedades.
		2. Colecta y limpieza de frutos enfermos y dañados por plagas.	En época seca de 10 a 15 días y en época lluviosa de 8 a 10 días.	Evitando que los frutos enfermos logren producir esporas.
		3. Podas de mantenimiento y sanidad.	Realizarse a cada seis meses, a finales de la época de cosecha y en época lluviosa.	Permitiendo una mejor circulación de aire y una mejor entrada de luz.
		4. Cosechas Oportunas.	En época de cosecha, realizarla semanalmente.	Recolectando frutos maduros y frutos que presenten síntomas de alguna enfermedad.
		5. Control de malezas.	A inicio, mediados y finales del año.	Se debe de realizar por lo menos tres veces al Año.
		6. Manejo de sombra.	Realizar por lo menos una vez al año, en época lluviosa.	Con el objetivo de dejar en el campo un 40% de Sombra.
		7. Desinfección de las herramientas.	Cada vez que se utilicen las Herramientas.	Las desinfecciones de las herramientas deben hacerse cada vez que se utilicen en la cosecha, poda, colecta y limpieza de frutos enfermos.
		8. Colectar los frutos enfermos y enterrarlos fuera de las plantaciones Comerciales.	En época seca de 10 a 15 días y en época lluviosa de 8 a 10 días.	Los frutos enfermos colectados se deben de enterrar en lugares lejanos de las plantaciones.
		9. Evitar Encharcamiento.	En época seca.	Limpiando los canales de drenaje dentro de las plantaciones.

...Continuación del cuadro 27

Enfermedades	Tipo de control	Actividades	Cuando aplicarlo	Descripción
<i>M. roreri</i> , <i>P. palmivora</i> y <i>C. gloesporioides</i>	Biológico.	1. Aplicación del hongo: <i>Trichoderma</i>	A inicios de la época de cosecha, estos productos biológicos deben de aplicarse en las horas frescas del día.	Dosis: 500 gramos de formula en 200 litros de agua.
		2. Aplicación de la barteria: <i>Bacillus subtilis</i> .		Dosis: 1.5 litros de formula en 200 litros de agua, usando equipo de aplicación adecuado y evitando equipos donde hayan aplicado pesticidas químicos sobre todo fungicidas.
<i>P. palmivora</i>	Químico	1. Aplicación de fungicida Ridomil.	Enero o febrero, después de la floración del <i>T. cacao L.</i> Aplicaciones preventivas y Curativas.	Fungicida sistémico, dosis de 3 a 4 copas por bomba de 16 litros.
<i>M. roreri</i>		2. Aplicación de fungicida Puccin 77 Wp.	Enero o febrero, después de la floración del <i>T. cacao L.</i> Aplicaciones Curativas.	Fungicida de contacto, dosis 3.5gr/litro.
<i>C. gloesporioides</i>		3. Aplicación de fungicida Manzate 80 Wp.	Enero o febrero, después de la floración del <i>T. cacao L.</i> Aplicaciones Curativas.	Fungicida de contacto, dosis de 150 gramos/10 litro de agua.
<i>M. roreri</i> , <i>P. palmivora</i> y <i>C. gloesporioides</i>		4. Aplicación de fungicida tebumax	Enero o febrero, después de la floración del <i>T. cacao L.</i> Aplicaciones preventivas y Curativas.	Fungicida sistémico, dosis de 250 cc por 200 litros de agua.
		5. Aplicación de fungicida Cobrethane.	Enero o febrero, después de la floración del <i>T. cacao L.</i> Aplicaciones Preventivas.	Fungicida sistémico, dosis 100 gramos por 10 litros de agua.
		6. Aplicación de fungicida Halt 10 SL.	Enero o febrero, después de la floración del <i>T. cacao L.</i> Aplicaciones preventivas y Curativas.	Dosis 500 cc por 200 litros de agua.

3.3. Manejo integrado de plagas en *T. cacao L.*

Se presentan los tipos de control, las actividades y descripción que se pueden realizar para minimizar las plagas que afectan al fruto de *T. cacao L.*

Cuadro 28: Manejo integrado de plagas que afectan al fruto de *T. cacao L.* en finca La Cruz.

Plagas	Tipo de control	Actividades	Cuando aplicarlo	Descripción
Todas las Plagas	Cultural, etológico, manual y mecánico	1. Realizar monitoreos	Una vez por semana.	Con el fin de ir observando la presencia de daños por plagas.
Ardilla <i>S. deppei</i> , Pajaro carpintero <i>M. rubicarpus</i>		2. Siembra de árboles frutales.	Inicio de siembra e ir renovando especies frutales.	Frutales como: Aguacate <i>P. americana</i> , Zapote <i>P. zapota</i> , Guayaba <i>G. sativa</i> , Mango <i>M. indica</i> , Mandarina <i>C. reticulata</i> .
		3. Cosechas oportunas.	En época de cosecha, realizarla semanalmente.	Con el fin de ir recolectando la mayor cantidad de frutos maduros en buen estado.
Trips <i>S. rubrocinctus</i> , Ácaros <i>E. reyesi</i> , Áfidos <i>T. aurantii</i> , Chinchas <i>M. annulipes</i>		4. Poda de sombra.	A inicios o finales del año.	Por lo menos una vez al año.
		5. Trampas atrayentes.	Después de la época de floración.	Colocando trampas atrayentes de nylon color (azul, amarilla y blanco) con aceite vegetal.
		6. Contar con densidades de siembra adecuadas.	Inicios de siembra o para futuras plantaciones.	Una densidad adecuada para evitar el exceso de humedad en el cacaotal sería de 4x4 metros.
		7. Poda de mantenimiento y de sanidad.	Realizarse a cada seis meses, después de la época de cosecha, en los meses de junio a septiembre.	Permitiendo una mejor circulación de aire, una mejor entrada de luz y eliminación de partes enfermas de la planta.
		8. Control de maleza.	A inicios, mediados y finales del año.	Se debe de realizar por lo menos tres veces al año.

...Continuación del cuadro 28

Plagas	Tipo de control	Actividades	Cuando aplicarlo	Descripción
<p>Trips <i>S. rubrocinctus</i> , Ácaros <i>E. reyesi</i>, Áfidos <i>T. aurantii</i> , Chinches <i>M. annulipes</i></p>	<p>Biológico</p>	1. Aplicación de <i>Beauveria bassiana</i> .	<p>A finales de la época de cosecha, en los meses de junio a agosto, es recomendable estas aplicaciones en horas de la mañana antes de las 10:00 am o en la tarde después de las 16 horas.</p>	Dosis 500 ml del producto en 9 litros de agua; o bien 1 litro de suspensión de producto por cada 19 litros de Agua.
		2. Aplicación de <i>Metarhizium anisopliae</i> .		Dosis 40 gramos en 20 litros de agua; 2 gr/ 1 litro de agua.
		3. Insecticidas orgánicos.		Aplicación de jengibre y cebolla dosis 750 cc/20 litros de agua.
				Aplicación de hojas y tallos de tabaco, verter 7 litros de agua caliente sobre 500 gr de tallos y hojas, adicionar 50 gr de jabón de coco.
				Aplicación de ajo, 500 gr de ajo macerados mezclados en un litro de agua, se deja reposar por 24 hr y se agrega 9 litros de agua jabonosa.
				Aplicación de cebolla, macerar 500 gr de bulbos de cebolla hasta obtener su jugo, adicionar 50 litros de agua y adicionar 50 gr de jabón de Coco.

...Continuación del cuadro 28

Plagas	Tipo de control	Actividades	Cuando aplicarlo	Descripción
<i>M. annulipes</i> Chinches	Insecticidas orgánicos	1. Aplicación de Rotenona.	Enero o febrero después de la floración Aplicaciones curativas y preventivas.	Dosis: 300 gramos por cilindro de 200 litros de agua.
		2. Aplicación de Sulfato de Nicotina.		Dosis: 100 gramos por cilindro de 200 litros de agua.
<i>M. annulipes</i> Chinches, <i>E. reyesi</i> Ácaros, <i>T. aurantii</i> Áfidos, <i>S. rubrocinctus</i> Trips.	Químico	1. Aplicación de Cipermetrina.	Enero o febrero después de la floración Aplicaciones curativas y preventivas.	Dosis: 100 ml en 100 litros de agua.
		2. Aplicación de Abamectina.		Dosis: 15 cc por 16 litros de agua.
		3. Aplicación de Winner.		Dosis: 0.05-0.07 L/mz o 0.075-0.1 L/ha.
		4. Aplicación de Malathion 57 EC		Dosis: 0.7-1.75 L/mz o 1.0-1.75 L/ha

VI. Conclusiones

1. Las principales plagas que afectan al fruto dentro de las plantaciones comerciales de *T. cacao L.* en finca La Cruz fueron: *S. deppei* Ardilla gris, *M. rubicapillus* Pájaro carpintero o cheje, las *M. annulipes* Chinchas, los *S. rubrocinctus* Trips bandirroja, los *E. reyesi* Ácaros.
2. Las principales enfermedades que afectan al fruto dentro de las plantaciones comerciales de *T. cacao L.* fueron: *M. roreri* Monilia, *P. palmivora* Mazorca negra y *C. gloesporioides* Antracnosis.
3. Las incidencias obtenidas por plagas fueron las siguientes: Las *S. deppei* Ardilla gris con una incidencia media anual de 10% de daño, (2627 frutos dañados), los *M. rubicapillus* Pájaro carpintero o cheje de 11% de daño, (2783 frutos dañados), las *M. annulipes* Chinchas de 9% de daño, (641 frutos dañados), los *S. rubrocinctus* Trips bandirroja de 9% de daño, (605 frutos dañados) y de los *E. reyesi* Ácaros (Agurruñadera) 8% de daño, (497 frutos dañados).
4. Las incidencias obtenidas por enfermedades fueron las siguientes: *M. roreri* Monilia con una incidencia media anual de 10% de daño, (2241 de frutos enfermos) y *P. palmivora* Mazorca negra un 10% de daño, (2419 frutos enfermos), estos valores sobrepasan el umbral de daño económico.
5. En base a los recursos disponibles en la finca, tomando en cuenta los resultados obtenidos en la investigación realizada y referencias bibliográficas se logró elaborar y presentar a finca La Cruz un plan de manejo integrado de plagas y enfermedades aplicando diferentes tipos de control: manual y mecánico, biológico, etológico, cultural y químico.

VII. Recomendaciones

1. Implementar cada una de las actividades propuestas en el plan de manejo integrado de plagas y enfermedades con el fin de minimizar la incidencia y severidad de las mismas.
2. Es importante que al implementar el control químico del plan de manejo integrado de plagas se realice después de la época de floración del *T. cacao L.* para no afectar la población del insecto polinizador del genero *Forcipomyia*.
3. Se deben de programar podas de mantenimiento, sanidad y podas de sombra a cada seis meses para tener una mejor entrada de luz y aireación dentro de las plantaciones comerciales de finca La Cruz, como un manejo agronómico de control preventivo de las plagas y enfermedades en el cultivo de *T. cacao L.* cacao en la finca.

VIII. Referencias

- Aguilar, P., Beingolea, O., Brack., A. y Ceballos, I. (1977). *Vertebrados importantes en la agricultura peruana*. La Primera Conferencia Afroasiática sobre vertebrados como plaga, Nov. El Cairo. <https://www.revperuentomol.com.pe/index.php/rev-peruentomol/article/view/650/624>
- Aroche, K. (2021). *Ardilla tropical en Guatemala*. <https://aprende.guatemala.com/cultura-guatemalteca/flora-fauna/ardilla-tropical-en-guatemala/>
- Aroche, K. (2021). *Pájaro picamaderos de Guatemala*. <https://aprende.guatemala.com/cultura-guatemalteca/flora-fauna/el-pajaro-picamaderos-de-guatemala/>
- Amaya, C. (2020). *Vertebrados plaga: identificación y cuantificación de sus daños en tres fincas de cacao (Theobroma cacao) de El Salvador*. [Tesis Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad de El Salvador]. https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/21380/1/Vertebrados%20plaga_%20identificaci%C3%B3n%20y%20cuantificaci%C3%B3n%20de%20sus%20da%C3%B1os%20en%20tres%20fincas%20de%20cacao%20%28Theobroma%20cacao%29%20de%20El.pdf
- Ayala, M. (2008). *Manejo Integrado de Moniliasis (Moniliophthora roreri) en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) mediante el uso de fungicidas, combinado con labores culturales*. [Tesis Ingeniería Agropecuaria, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D_Tesis_PDF/D
- Braudeau, J. (1970). *El cacao técnicas agrícolas y producciones tropicales*. Edit. Blume.
- Bright, D. y Skidmore, E. (1997). *Catálogo de Scolytidae y Platypodidae (Coleoptera), Suplemento I*. <https://sicacao.info/wp-content/uploads/2019/08/Manual-del-manejo-del-barrenador-final.pdf>

- Browlin, C. (1988). *Manual de productos básicos: cacao, guía del comerciante*. Centro de Comercio Internacional.
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/2327/1/PerezSiquinajayJulioCesar.pdf>
- CATIE. (1985). *Curso sobre el cultivo de cacao*.
https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=eZgOAQAIAAJ&oi=fnd&pg=PA5&dq=CULTIVO+DE+CACAO&ots=IqwK26Vh8I&sig=Osx_fRYXYaNZAzFG1CY-HIS3e_Y#v=onepage&q&f=false
- Colonia, L. (2012). *Manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de cacao*.
<http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/010-e-cacao.pdf>
- Coto, S., y Vélez, A. (1997). *Insectos de plagas perennes con énfasis en frutales en América Central*. Manual Técnico 52, CATIE.
<https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/2549>
- Dubón, A., y Sánchez, J. (2016). *Manual de producción de cacao*. Manual técnico, FHIA.
http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/Guia_Tecnica_cacao_en_SAF.pdf
- Edwin, D., y Rivero, O. (1996). *Enfermedades por Phytophthora en todo el mundo*. Estados Unidos, Sociedad Fitopatológica.
<https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1365-3059.1998.0179a.x>
- FEDECACAO-PRONATTA. (2004). *Guía técnica para el cultivo del Cacao. El nuevo enfoque tecnológico para la modernización del cacao cultura*.
http://www.contratos.gov.co/archivospuc12008DA2810000010811148423DA_PROCESO_08-11-148423_281000001_877098.pdf

- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. (FHIA). (2017). *Reconociendo los síntomas y signos de mazorca negra*.
http://www.fhia.org.hn/descargas/proyecto_procacao/infocacao/InfoCacao_No13_Jul_2017.pdf
- Galindo, J. (1986). *Efecto de poda sanitaria y prácticas culturales sobre el combate de mazorca negra y moniliasis del cacao*. [Seminario taller de fitopatología (1986, Panamá). Memorias del taller de fitopatología].
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_1820.pdf
- Gil, J. (2015). *Plagas del cultivo de cacao*. <https://es.slideshare.net/shamikito/plagas-de-cacao-i-2010>
- Gonzalez, J. (2007). *Identificación de hongos Fitopatógenos que afectan al cultivo de cacao T. cacao. en finca bulbuxya, San Miguel Panan, Suchitepéquez*. [Tesis Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, CUNSUROC, Mazatenango, Suchitepéquez, GT].
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_1820.pdf
- González, A., y Orellana, A. (2014). *Aislamiento y Caracterización del Hongo Moniliophthora rorei (Monilia) en frutos de Theobroma cacao L. (Cacao) del cultivar San José del Real de la Carrera, Usulután. El Salvador*. [Tesis Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador].
<https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5698/1/16103425.pdf>
- Holdridge, L. R. (1982). *Clasificación de zonas de Vida de Guatemala a nivel de Reconocimiento*. Instituto Nacional Forestal.
- Huaycho, H., Maldonado, C. y Manzaneda, F. (2017). *Control del chinche del cacao (Monaloniondis simulatum Dist.) con aplicación de bioinsecticidas en la región de Los Yungas de Bolivia*. http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v4n1/v4n1_a05.pdf.

- Ivancovich, A. (1998). *IV Curso de diagnóstico y manejo de enfermedades de soja*.
<http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/fitopatologia/wp-content/uploads/sites/30/2018/03/Enfermedades-de-soja.-Diagnostico-y-manejo..pdf>
- Marín, J. (2000). *Programa de control de la moniliasis del cacao*.
http://www.senasa.gob.pe/sanidad_vegetal/programasfitosanitarios/ci_moniliasis_caco/index.Htm
- Morales, P. (2011). *El coeficiente de correlación*.
https://ice.unizar.es/sites/ice.unizar.es/files/users/leteo/materiales/01_documento_1_correlaciones.pdf
- Moreno, J. (2016). *Manejo de cultivo de Cacao*. Administrador de la finca "La Cruz". Cuyotenango, Suchitepéquez.
- Morishima, K, y Kita, H. (2010). *Guía de manejo integrado de plagas MIP, para técnicos y productores*.
https://www.jica.go.jp/project/spanish/panama/2515031E0/data/pdf/1-57_01.pdf
- Murrieta, E. y Palma, H. (2018). *Manejo Integrado de la "Mazorca negra" en el Cultivo de cacao*. <https://es.scribd.com/document/659256174/Manejo-Integrado-de-Plagas-en-El-Cultivo-Del-Cacao-Mazorca-Negra>
- Palate, R. (2019). *Reconocimiento de las plagas y enfermedades en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en la parroquia Ricaurte, cantón San Lorenzo, Provincia de Esmeraldas, Ecuador*. [Tesis Facultad de Agronomía, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6449/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000194.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Quispe, R. (2015). *Identificación de enfermedades emergentes y presentes en el cultivo de banano, cacao, cítricos en tres municipios de los Yungas del departamento de la Paz, Bolivia*. [Tesis Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés].
file:///C:/Users/DELL/Downloads/T-2169.pdf
- Rumbos, R., Ramos, G. y Gómez, A. (2005). *La muerte regresiva en plantas de cacao*.
http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/inia_divulga/numero%206/rumbos_r.pdf
- Sáenz, M. y de la Llana, A. (1990). *Entomología Sistemática*.
<https://cenida.una.edu.ni/textos/NH10S127.pdf>
- Sarmeño-Chicas, J. (2019). Insectos como plagas potenciales del cacao (*Theobroma cacao* L.) en El Salvador. *Revista minerva*, 2 (2), 135-152.
<https://revistas.ues.edu.sv/index.php/minerva/article/view/2423>
- Simmons, C. S., Tárano T., J.M. y Pinto Z., J.H. (1959). *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala*. Trad. Pedro Tirado-Sulsona. Edit. José de Pineda Ibarra.
- Valarezo, O., Cañarte, E. y Navarrete, B. (2012). *Artrópodos asociados al cultivo de cacao en Manabí*.
file:///C:/Users/DELL/Downloads/Dialnet-ArtropodosAsociadosAlCultivoDeCacaoEnManabi-6087699%20(2).pdf

IX. Anexos**Cuadro 29:** Boleta de identificación de muestras de plagas y enfermedades recolectados en finca La Cruz.

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE CARRERA DE AGRONOMÍA TROPICAL
Boleta de identificación de muestras	
Fecha de recolección: _____	
Nombre de plaga o enfermedad: _____	
Posible agente causal: _____	
Síntomas: _____	
Parte de la planta afectada: _____	

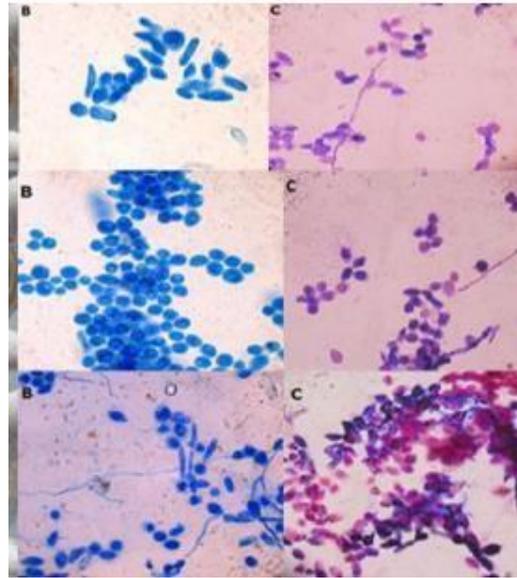
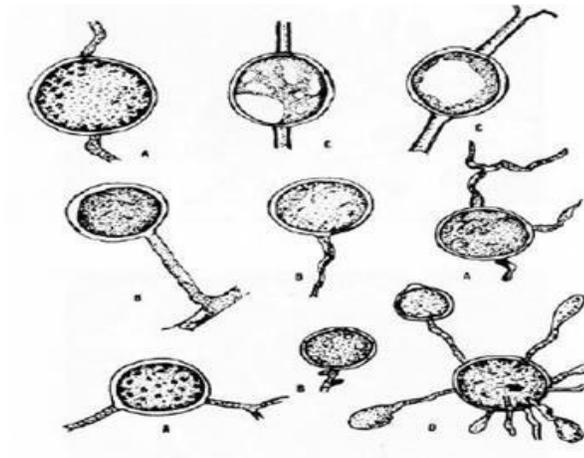


Figura 44: Características microscópicas de la esporulación del hongo *Moniliophthora roreri*.

Fuente: González, A. y Roble, A. (2014).



A. Clamidosporas intercalares
 B. Clamidosporas terminales
 C. Clamidosporas envejecidas con vacuolas
 D. Clamidosporas en proceso de germinación

Figura 45: Clamidosporas de *Phytophthora*. Formas de germinación.

Fuente: Figueroa J. (2008)

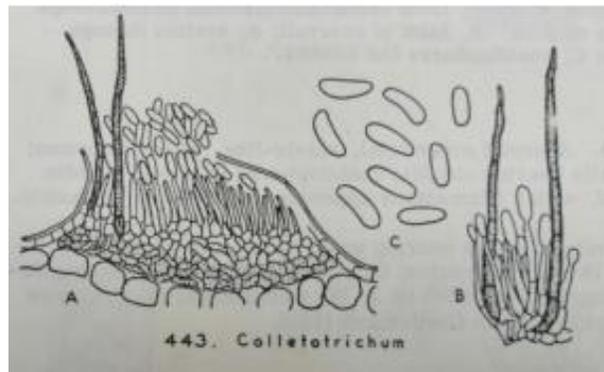


Figura 46: Estructura de *Colletotrichum gloeosporioides*.
Fuente: Cramer, J. (1974).

Cuadro 30: Datos obtenidos en campo de la incidencia y la severidad de *M. rozeri* Monilia mensuales en frutos de *T. cacao L.* en el año 2022 en finca La Cruz.

Muestreos mensuales	No. Planta	Total Frutos/planta	Frutos enfermos	Valor de severidad						Incidencia	Precipitación
				0	1	2	3	4	5		
Febrero	120	3388	267	3121	89	74	54	24	26	8%	38.4
Marzo	100	3061	292	3353	68	98	55	39	32	10%	181.6
Abril	90	2038	174	1864	40	45	47	19	23	9%	100.6
Mayo	100	1971	227	2198	51	72	66	22	16	12%	527
Junio	80	1457	148	1309	35	48	38	13	14	10%	464.6
Julio	78	1238	121	1359	35	35	22	13	16	10%	344.6
Agosto	90	1683	186	1497	29	53	50	35	19	11%	410
Septiembre	85	1781	243	2024	49	67	64	49	14	14%	646
Octubre	97	1822	210	1612	42	55	61	38	14	12%	405
Noviembre	100	2092	238	2330	38	73	61	37	29	11%	315.2
Diciembre	110	1589	137	1452	26	46	24	22	17	9%	29.4

Cuadro 31: Datos obtenidos en campo de la incidencia y la severidad de *P. palmivora* Mazorca negra mensuales en frutos de *T. cacao L.* en el año 2022 en finca La Cruz.

Muestreos mensuales	No. Planta	Total Frutos/planta	Frutos enfermos	Valor de severidad						Incidencia	Precipitación
				0	1	2	3	4	5		
Febrero	120	2400	190	2210	30	50	48	35	27	8%	38.4
Marzo	120	2316	208	2108	23	46	63	45	31	9%	181.6
Abril	80	2000	183	1817	25	33	54	45	26	9%	100.6
Mayo	80	2462	291	2171	52	49	76	69	45	12%	527
Junio	75	2100	223	1877	40	43	55	50	35	11%	464.6
Julio	70	1960	195	2155	35	40	43	41	36	10%	344.6
Agosto	100	2250	223	2027	43	41	53	46	40	10%	410
Septiembre	120	2668	307	2975	55	62	70	82	38	12%	646
Octubre	100	2242	227	2015	35	66	50	41	33	10%	405
Noviembre	100	2534	217	2751	35	63	58	32	29	9%	315.2
Diciembre	90	2000	155	1845	30	40	36	28	21	8%	29.4

Cuadro 32: Datos obtenidos en campo de la incidencia y la severidad de las *M. annulipes* Chinchas mensuales en frutos de *T. cacao L.* en el año 2022 en finca La Cruz.

Muestreos mensuales	No. Planta	Total frutos/planta	Frutos enfermos	Valor de severidad					Incidencia
				0	1	2	3	4	
Febrero	50	1140	95	1045	22	27	31	15	7%
Abril	50	1208	89	1119	28	24	25	12	8%
Junio	50	1218	101	1117	31	28	26	16	8%
Agosto	50	1213	113	1100	42	31	24	16	7%
Octubre	50	1264	123	1141	42	34	26	21	8%
Diciembre	50	1243	120	1123	40	37	26	17	9%

Cuadro 33: Datos obtenidos en campo de la incidencia y la severidad de los *E. reyesi* Ácaros mensuales en frutos de *T. cacao* L. en el año 2022 en finca La Cruz.

Muestreos mensuales	No. Planta	Total Frutos/planta	Frutos enfermos	Valorde severidad						Incidencia
				0	1	2	3	4	5	
Febrero	40	1012	75	937	9	12	27	20	7	7%
Abril	40	942	80	862	12	23	21	16	8	8%
Junio	40	1059	90	969	12	35	22	13	8	8%
Agosto	40	913	68	845	10	22	19	10	7	7%
Octubre	40	1022	86	936	13	32	19	13	9	8%
Diciembre	40	1033	98	935	14	32	20	20	12	9%

Cuadro 34: Datos obtenidos en campo de la incidencia y la severidad de los *S. rubrocinctus* Trips mensuales en frutos de *T. cacao* L. en el año 2022 en finca La Cruz.

Muestreos mensuales	No. Planta	Total frutos/planta	Frutos enfermos	Valor de severidad						Incidencia
				0	1	2	3	4	5	
Febrero	51	1160	96	1064	13	25	30	17	11	8%
Abril	60	1291	118	1173	15	23	31	34	15	9%
Junio	40	913	82	831	11	23	21	18	9	9%
Agosto	60	1323	130	1193	15	38	35	25	16	10%
Octubre	40	924	87	837	12	23	20	19	14	9%
Diciembre	40	886	92	794	12	28	25	17	10	10%

Cuadro 35: Datos obtenidos en campo de la incidencia y la severidad de los *M. rubicapillus* Pájaros carpinteros o chejes mensuales en frutos de *T. cacao L.* en el año 2022 en finca La Cruz.

Muestras mensuales	No. Planta	Total frutos/planta	Frutos enfermos	Valor de severidad						Incidencia
				0	1	2	3	4	5	
Febrero	90	2149	249	1900	6	10	17	93	123	12%
Marzo	120	2957	340	3297	15	23	137	130	35	11%
Abril	80	2033	234	1799	6	10	25	100	93	12%
Mayo	80	2107	223	2330	7	11	29	90	86	11%
Junio	80	2057	218	1839	4	11	23	86	94	11%
Julio	80	2068	198	2266	7	10	23	75	83	10%
Agosto	80	2038	194	1844	4	13	28	83	66	10%
Septiembre	80	2003	213	2216	7	7	32	78	89	11%
Octubre	100	2517	292	2225	9	19	35	120	109	12%
Noviembre	95	2386	301	2687	10	15	41	121	114	13%
Diciembre	100	2552	321	2231	7	23	49	117	125	13%

Cuadro 36: Datos obtenidos en campo de la incidencia y la severidad de las *S. deppei* Ardillas mensuales en frutos de *T. cacao* L. en el año 2022 en finca La Cruz.

Muestreos mensuales	No. Planta	Total frutos/planta	Frutos enfermos	Valor de severidad						Incidencia
				0	1	2	3	4	5	
Febrero	75	1888	199	1689	11	15	27	78	68	11%
Marzo	100	2308	244	2552	7	14	34	102	87	11%
Abril	80	2015	211	1804	7	12	28	93	71	10%
Mayo	80	1935	191	2126	3	9	24	85	70	10%
Junio	65	1756	165	1591	4	8	29	73	51	9%
Julio	70	1889	161	2050	3	6	24	60	68	9%
Agosto	80	2054	196	1858	6	8	22	87	73	10%
Septiembre	80	2214	234	2448	3	8	26	110	87	11%
Octubre	100	2429	281	2148	3	12	32	125	109	12%
Noviembre	119	3015	349	3364	7	10	54	146	132	12%
Diciembre	120	3179	398	2781	8	20	62	158	150	13%



Mazatenango, Suchitepéquez octubre de 2023

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

Respetable Doctor Otzoy:

Por este medio me dirijo a usted, deseando que se encuentre gozando de buena salud.

El motivo de la presente es para informar que luego de haber asesorado y revisado el trabajo de Graduación titulado **"Caracterización del daño de plagas y enfermedades que afectan al fruto de *Theobroma cacao* L, *Malvaceae*, "cacao", en Finca la Cruz, Cuyotenango, Suchitepéquez"**. Presentado por el estudiante José Daniel Mazariegos Calderón quien se identifica con el número de carné 201743048 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.

Atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Edgar Guillermo Ruiz Recinos
Profesor asesor y supervisor



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
AGRONOMÍA TROPICAL
Mazatenango, Suchitepéquez, gt.

Mazatenango, octubre de 2023

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

Respetable Sr. director

Con fundamento en el normativo del Trabajo de Graduación de la Carrera de Agronomía Tropical, me permito hacer de su conocimiento que el estudiante T.P.A. **José Daniel Mazariegos Calderón**, quien se identifica con número de carné: **201743048** de la carrera de Agronomía Tropical, ha concluido su trabajo de graduación titulado: **“Caracterización del daño de plagas y enfermedades que afectan al fruto de *Theobroma cacao* L, *Malvaceae*, “cacao”, en Finca la Cruz, Cuyotenango, Suchitepéquez.”**, el cual fue asesorado y revisado con dictamen favorable del Ingeniero Agrónomo Edgar Guillermo Ruiz Recinos .

Como coordinador de la carrera de Agronomía Tropical, hago constar que el estudiante T.P.A. José Mazariegos, ha cumplido con el normativo de Trabajo de Graduación, razón por la cual someto a su consideración el documento presentado por el estudiante, para que continúe con el trámite correspondiente.

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 Raúl Otzoy Rosales
Coordinador carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical



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

CUNSUROC/USAC-I-011-2024

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, veintisiete de febrero de dos mil veinticuatro

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "CARACTERIZACIÓN DEL DAÑO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES QUE AFECTAN AL FRUTO DE *Theobroma cacao* L., Malvaceae, "cacao", EN FINCA LA CRUZ, CUYOTENANGO, SUCHITEPÉQUEZ", del estudiante: TPA. José Daniel Mazariegos Calderón. Carné: 201743048. CUI: 3291 76854 1103 de la carrera Ingeniería en Agronomía Tropical.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

M.A. Luis Carlos Muñoz López
Director



/gris