

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**



**TRABAJO DE GRADO:
“IDENTIFICACIÓN DE INSECTOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE
Theobroma cacao EN TRES PARCELAS DE EVALUACIÓN DEL CENTRO
NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL (CENTA)”**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**PRESENTADO POR:
JESSICA ABIGAIL GARCÍA PAIZ
MARÍA LOURDES ZAVALA BÁRCENAS**

**DOCENTE ASESOR:
LICENCIADO CARLOS MAURICIO LINARES HERNÁNDEZ**

**ASESOR EXTERNO:
DOCTOR MARIO ERNESTO PARADA JACO**

**MARZO, 2019
SANTA ANA EL SALVADOR CENTROAMÉRICA**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**



**TRABAJO DE GRADO:
“IDENTIFICACIÓN DE INSECTOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE
Theobroma cacao EN TRES PARCELAS DE EVALUACIÓN DEL CENTRO
NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL (CENTA)”**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**PRESENTADO POR:
JESSICA ABIGAIL GARCÍA PAIZ
MARÍA LOURDES ZAVALA BÁRCENAS**

**DOCENTE ASESOR:
LICENCIADO CARLOS MAURICIO LINARES**

**ASESOR EXTERNO:
DOCTOR MARIO ERNESTO PARADA JACO**

**MARZO, 2019
SANTA ANA EL SALVADOR CENTROAMÉRICA**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**

**TRABAJO DE GRADO:
“IDENTIFICACIÓN DE INSECTOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE
Theobroma cacao EN TRES PARCELAS DE EVALUACIÓN DEL CENTRO
NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL (CENTA)”**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**PRESENTADO POR:
JESSICA ABIGAIL GARCÍA PAIZ
MARÍA LOURDES ZAVALA BÁRCENAS**

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADO:
MAESTRO RICARDO FIGUEROA CERNA. _____**

**DOCENTE ASESOR:
LICENCIADO CARLOS MAURICIO LINARES HERNÁNDEZ. _____**

**ASESOR EXTERNO:
DOCTOR MARIO ERNESTO PARADA JACO. _____**

MARZO 2019
SANTA ANA EL SALVADOR CENTROAMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES CENTRALES



MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

RECTOR

DOCTOR MANUEL DE JESÚS JOYA ÁBREGO

VICE-RECTOR ACADÉMICO

LICENCIADO CRISTOBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

SECRETARIO GENERAL

MAESTRA CLAUDIA MARÍA MELGAR DE ZAMBRANA
DEFENSORA DE LOS DRECHOS HUMANOS UNIVERSITARIOS

LICENCIADO RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARIN

FISCAL GENERAL

**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
AUTORIDADES**



**DOCTOR RAÚL ERNESTO AZCÚNAGA LÓPEZ
DECANO**

**MAESTRO ROBERTO CARLOS SIGÜENZA CAMPOS
VICE-DECANO**

**MAESTRO DAVID ALFONSO MATA ALDANA
SECRETARIO DE LA FACULTAD**

**LICENCIADO CARLOS MAURICIO LINARES HERNÁNDEZ
JEFE DE DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso por acompañarme siempre y ayudarme a lograr esta meta, a mis amados padres Ingeniero Raúl Antonio Zavaleta Alvarado y Leticia Bárcenas de Zavaleta que me han apoyado incondicionalmente en este recorrido. A mis hermanas María Isabel Zavaleta y María Leticia Zavaleta.

A Dios sea la gloria.

María Lourdes Zavaleta Bárcenas

Primeramente, a Dios, por su fidelidad en mi vida por acompañarme durante todos estos años de estudio, a mis padres, José Hermógenes García Bran y Silvia Maribel Paiz de García por todo el apoyo brindado durante mi carrea de estudio. Así mismo a mis hermanas Glenda Johanna García de Linares y Jacquelinne Lissette García Paiz.

Jessica Abigail García Paiz

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso por darnos la sabiduría y la fuerza para cumplir nuestras metas y acompañarnos siempre.

A nuestros padres y hermanos por apoyarnos en nuestra formación académica durante todos estos años.

A nuestros asesores el Licenciado Carlos Mauricio Linares Hernández y el Doctor Mario Ernesto Parada Jaco por su guía durante este proceso de trabajo de grado.

A todos los docentes del departamento de Biología y Química por su paciencia y conocimiento impartido durante estos años de estudio.

Así mismo gracias al Ingeniero Rafael Magaña, a Carlos Alberto Amaya Arriola, Débora Guadalupe Elías Díaz, José Alejandro Linares Guzmán y a nuestros compañeros de la cátedra de Manejo integrado de Plagas por su disposición y apoyo en los muestreos del trabajo de campo.

Al CENTA por su aprobación, apoyo técnico y de equipo para el desarrollo de este trabajo de grado, especiales agradecimientos a la Ingeniero Reina Flor Guzmán de Serrano, Ingeniero Carlos Borja, Ingeniero Javier Trujillo, Ingeniero Olga Sandoval, Licenciado Walter Madrid y Sra. Andrea Morán del Laboratorio de parasitología vegetal por su apoyo y conocimiento brindado, además al Ingeniero Oscar Mauricio Coto Amaya, Ingeniero Carlos Reyes, Ingeniera Sandra García, Ingeniero Riquelmi Sigüenza, Ingeniero Oscar Villalobos por su apoyo logístico en la fase de campo de esta tesis y al programa de Frutales y cacao su apoyo para poder realizar este trabajo de grado y a todos los compañeros y amigos de la carrera de biología por su apoyo.

ÍNDICE

	Págs.
LISTA DE CUADROS	10
LISTA DE FIGURAS	12
RESUMEN	14
1. INTRODUCCIÓN.....	15
2. REVISIÓN DE LITERATURA	16
2.1. Antecedentes	16
2.2. Características botánicas y agronómicas del cacao.....	17
2.3. Plagas del cacao	18
2.3.1. AFIDOS.....	19
2.3.2. ACAROS.....	20
2.3.3. CÁPSIDOS DE CACAO O MONALONION.....	20
2.3.4. SALIVAZO (<i>Clastoptera globosa</i>)	21
2.3.5. CHINCHES	21
2.3.6. BARRENADOR DEL TALLO (<i>Cerambycidae</i>).....	21
2.3.7. GUSANOS MEDIDORES O GUSANOS DEFOLIADORES.....	21
2.3.8. ZOMPOPOS Y HORMIGAS	22
2.3.9. TRIPS	22
2.3.10. BARRENADORES DEL FRUTO DEL GRUPO MARMARA	22
2.3.11. CRISOMÉLIDOS	22
2.3.12. ESCOLITIDOS	23
2.3.13. JOBOTO (<i>Phyllophaga</i> sp.).....	23
2.4. Insectos que atacan los frutos y los brotes jóvenes	23
2.5. Insectos que atacan las hojas y los brotes jóvenes.....	24
2.6. Insectos que atacan las hojas	25
2.7. Insectos que atacan los frutos.....	25
2.8. Insectos que atacan el tronco del árbol.....	26
2.9. Insectos que atacan ramas y troncos dañados	26
2.10. Insectos que atacan las raíces	27
2.11. Insectos vectores de virus del cacao.....	27
2.12. Índice de diversidad de Simpson.....	27

2.13. Índice de Jaccard	28
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	29
3.1. ENFOQUE, ALCANCE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	29
3.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	29
3.3. UNIVERSO, POBLACION Y MUESTRA.....	33
3.4. RECOLECCION DE DATOS.....	34
3.4.1. Métodos de captura y toma de datos.....	34
3.4.2. Captura de insectos utilizando red entomológica.....	34
3.4.3. Toma de muestra de hojarasca	35
3.4.4. Toma de muestra de suelo.	36
3.4.5. Procesamiento de insectos	37
3.4.6. Elaboración de formulario de ingreso de muestra.....	37
3.4.7. Montaje de insectos.....	39
3.4.8. Secado de insectos en estufa entomológica.....	40
3.4.9. Identificación de insectos.....	41
3.4.10.Toma de fotografías de los insectos.....	41
3.4.11.Elaboración de formulario de salida de muestra.....	41
3.4.12.Etiquetado de insectos.....	41
3.5. Procesamiento y tabulación de datos.....	42
3.6. Análisis de datos.....	42
3.6.1. Clasificación de las muestras de insectos.....	42
3.6.2. Índices utilizados para el análisis de diversidad.....	42
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1. Clasificación de las familias según la función que desempeñan.....	65
4.2. Índice de diversidad Simpson.....	68
4.3. Índice de similitud Jaccard	69
5. CONCLUSIONES.....	73
6. RECOMENDACIONES	74
7. LITERATURA CITADA.....	75
ANEXOS.....	78

LISTA DE CUADROS

	Págs.
Cuadro 1. Especies vegetales asociadas a un sistema agroforestal de <i>Theobroma cacao</i> en la parcela muestreada del departamento Ahuachapán.	33
Cuadro 2. Especies vegetales asociadas a un sistema agroforestal de <i>Theobroma cacao</i> en la parcela muestreada de La Libertad.	34
Cuadro 3. Especies vegetales asociadas a un sistema agroforestal de <i>Theobroma cacao</i> en la parcela muestreada del departamento de San Vicente.	35
Cuadro 4. Órdenes y número de familias encontradas en los Muestreos totales de las tres parcelas evaluadas durante los meses de mayo a julio del 2018.	47
Cuadro 5. Descripción de las familias encontradas en el cultivo de <i>Theobroma cacao</i> .	48
Cuadro 6. Órdenes y número de familias encontradas en el muestreo aéreo de <i>Theobroma cacao</i> .	60
Cuadro 7. Listado de familias encontradas en la parte aérea de la Planta para los tres departamentos muestreados	61
Cuadro 8. Órdenes y número de familias encontradas en el muestreo de suelo de <i>Theobroma cacao</i> .	64
Cuadro 9. Listado de familias encontradas en el suelo para los tres departamentos muestreados	65

Cuadro 10. Órdenes y familias encontradas en el muestreo de hojarasca de <i>Theobroma cacao</i> .	66
Cuadro 11. Listado de familias encontradas en la hojarasca para los tres departamentos muestreados	67
Cuadro 12. Número de familias encontradas en la parcela de Ahuachapán, San Andrés y San Vicente clasificadas por sus hábitos alimenticios	67
Cuadro 13. Función y número de familias totales encontradas en la fase de campo.	70
Cuadro 14. Familias que benefician o perjudican directamente el cultivo de <i>Theobroma cacao</i> .	72
Cuadro 15. Resultados. Índice de Simpson de las familias encontradas en los 3 muestreos (aéreos, hojarasca y suelo)	73
Cuadro 16. Análisis de coeficiente de similitud de Jaccard entre los estratos aéreos de las tres parcelas evaluadas.	73
Cuadro 17. Análisis de coeficiente de similitud de Jaccard entre los estratos de hojarasca de las tres parcelas evaluadas.	74
Cuadro 18. Análisis de coeficiente de similitud de Jaccard entre los estratos de suelo de las tres parcelas evaluadas.	75

LISTA DE FIGURAS

	Págs.
Figura 1. Ubicación geográfica de los 3 sitios de estudio; Mapa de El Salvador.	31
Figura 2. Ubicación geográfica del sitio de estudio 1	32
Figura 3. Ubicación geográfica del sitio de estudio 2	33
Figura 4. Ubicación geográfica del sitio de estudio 3	35
Figura 5. Posición de la red para evitar que los insectos se escapen de ella.	38
Figura 6. Esquema de un triángulo de papel para guardar mariposas.	39
Figura 7. Diseño de la parcela de <i>Theobroma cacao</i> .	39
Figura 8. Técnica de cavado realizado en cada planta.	40
Figura 9. Esquema de Embudo de Berlese.	42
Figura 10. Métodos de colocar los alfileres a través de los insectos.	43
Figura 11. Métodos de montar insectos en triángulos de papel.	43
Figura 12. La tabla de estirar demostrando sus medidas, detalles de su construcción (parte superior izquierda) y un espécimen estirado.	44
Figura 13. Ubicación de las viñetas con información del espécimen montado en el alfiler entomológico.	45

Figura 14. Clúster del análisis del coeficiente de similitud Jaccard para muestreo aéreo en las tres parcelas evaluadas.	74
Figura 15. Clúster del análisis del coeficiente de similitud Jaccard para muestreo de hojarasca en las tres parcelas evaluadas.	75
Figura 16. Clúster del análisis del coeficiente de similitud Jaccard para muestreo de suelo en las tres parcelas evaluadas	76

RESUMEN

Esta investigación se realizó en tres parcelas de evaluación de *Theobroma cacao* del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” durante la época lluviosa entre los meses de mayo a julio, en los departamentos de Ahuachapán, La Libertad y San Vicente, con el fin de identificar los insectos asociados a este cultivo.

Se realizaron siete muestreos en cada parcela, haciendo un total de 21 durante toda la investigación. Se aplicaron diferentes técnicas para la captura y extracción de insectos: red entomológica en el caso de los voladores y el embudo de Berlese para los del suelo.

Se capturaron un total de 1,263 individuos pertenecientes a 13 órdenes y 100 familias, de las cuales, 47 familias se identificaron como fitófagos, 22 como descomponedores, 23 como depredadores, 4 como parasitoides y 4 como polinizadores.

Además, se utilizaron dos índices ecológicos, uno de diversidad (Simpson) y otro de similitud (Jaccard) para comparar y valorar objetivamente, si los insectos encontrados, se pueden considerar asociados al cultivo de ***Theobroma cacao***. Siendo este trabajo, el primero en aplicar estos índices en parcelas de evaluación del CENTA.

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia de El Salvador, el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) ha tenido y vuelve a tener mucha importancia, dado que integra acciones que generan una importante contribución económica, social, ambiental y cultural, pero sobre todo representa una opción viable para impulsar la economía de los diferentes actores de la cadena (productores, obreros agrícolas, procesadores, vendedores, además de otros empleos indirectos que con todo el ciclo se crean).

Esto hace necesario, que la cosecha del cacao sea exitosa, de lo contrario todos los actores del ciclo del cultivo, terminarán con pérdidas económicas. Ya que del cacao, se puede obtener chocolate para preparar bebidas, tabletas comestibles o subproductos como la manteca de cacao, la cual tiene propiedades medicinales, entre otros.

Es por esto, que es imprescindible tener un control de todos aquellos factores que pueden llegar a echar a perder la cosecha o la calidad del cacao, entre otros: insectos perjudiciales. Aunque también hay los que pueden causar beneficio.

Es por eso, que en esta investigación, se pretende identificar los insectos que están asociados al cultivo de cacao en El Salvador, iniciando con el estudio de “tres parcelas de evaluación” del Centro de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), así también, clasificarlos como benéficos o perjudiciales. Dicha identificación se llevó a cabo durante la época lluviosa entre los meses de mayo a julio del 2018. Las parcelas se ubican respectivamente en la agencia de extensión de Ahuachapán y en las estaciones experimentales de La Libertad (San Andrés) y San Vicente (Santa Cruz Porrillo).

Como parte de los resultados del trabajo, se presenta un registro fotográfico de un individuo de cada familia identificada, además de cajas entomológicas con los especímenes encontrados, estas, se suman a la colección entomológica del laboratorio de parasitología vegetal del CENTA.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

García Paiz (2018), afirmó que dentro del cultivo de *Theobroma cacao* se encuentra una gran diversidad de insectos, podemos encontrar muchas familias de los cuales unos causan daño, y dentro de estas encontramos a las hormigas miembros de la familia Formicidae que causa daño en el follaje de la planta pues cortan las hojas; los gorgojos, miembros de la familia Curculionidae que causan daño en productos almacenados pero que en este caso los encontramos alimentándose de los frutos del cultivo; existen también los grillos o saltamontes de 2 familias: Acrididae y Tettigoniidae que dañan la planta, ya que se alimentan de las hojas; existe una familia que causa gran daño y es la familia Aphididae, mejor conocidos como pulgones que se encontraron dentro del cultivo y que causan daño ya que atacan los retoños, hojas tiernas y las flores; también frutos jóvenes, ocasionando enrollamiento de hojas, en ataques fuertes puede causar que la planta se seque por completo (García Paiz 2018, p. 18)

Así mismo Amaya Arriola (2018), afirmo que: se encontraron en el suelo órdenes poco comunes de insectos: Neurópteros, especialmente los Myrmeliontidae, u hormigas león; los Zygentoma o pececillos de plata (anteriormente Tyssanura); y uno menos conocido, pero por lo visto muy abundante: los Diplura, orden primitivo de insectos igual que los Zoraptera. En fin, esta es solo una parte de lo que se puede encontrar en el suelo, existe aún más y necesita de mucha investigación.

En general existe un nivel de equilibrio entre los organismos tanto dañinos como benéficos. Los dañinos se alimentan de la materia vegetal viva y dañan frutos, hojas, flores o raíces y afectando gravemente su rendimiento, en especial larvas de coleópteros, algunos Hymenopteras, especialmente hormigas y en menor medida, pero igual de dañinos: las termitas. Pero existe

una buena parte que controla a estos individuos dañinos: los benéficos, son en su mayoría insectos depredadores o parasitoides de los dañinos: como el caso de los Tachinidae que parasitan larvas de mariposas.

Los depredadores abarcan varios órdenes y familias: Heterópteras como las chinches asesinas, escarabajos depredadores como los Carabidae, Staphylinidae, depredadores más específicos como los Histeridae o neurópteros Myrmeliontidae; algunas especies de hormigas que son depredadoras de otros insectos más grandes; la función benéfica no solo radica en el control biológico; sino también en el balance natural del ecosistema: escarabajos Passalidos, pececillos de plata, los Diplura, cucarachas, algunas larvas de coleópteros, entre otras, ayudan a descomponer la materia vegetal y contribuyen al ciclo de nutrientes de los suelos, por lo que ayudan a crear el material orgánico del que obtienen sostén las plantas. Igual que las familias y órdenes, las funciones son diversas y amplias. (pp. 24-25)

Serrano Peraza (2018), en su informe presentado al CENTA sobre entomofauna presente en el cultivo de *Theobroma cacao* concluye que: se pueden encontrar al menos 24 familias dentro de 14 órdenes de artrópodos a nivel de sotobosque dentro del cultivo de *Theobroma cacao*. Los insectos perjudiciales están mayormente representados por formícidos, los cuales se les atribuye su abundancia por sus hábitos sociales y gregarios para desplazarse.

Existe una presencia bastante significativa de artrópodos benéficos mayormente depredadores, lo cual se estima puede contribuir al balance de los gremios benéfico-perjudicial dentro del cultivo de *Theobroma cacao*. (p.37)

2.2. Características botánicas y agronómicas del cacao

Taxonomía

Según lo que plantea Hardy (1960), citado por Avendaño, Villarreal, Campos, Gallardo, Mendoza, Aguirre, Sandoval, Espinosa (2011), "El cacao es una especie diploide ($2n=20$ cromosomas), de ciclo vegetativo perenne. Linneo

en 1753, primero ubicó el género *Theobroma* en la familia Tiliaceae. Después se considero que podría ser incluido en la familia Esterculiaceae, y actualmente es incluido en la familia Malvaceae. *Theobroma cacao* es una de las 22 especies del género *Theobroma*.

Así mismo Ogata (2007), citado por Avendaño et.al, (2011) afirma que esta planta es “originaria de Sudamérica y partes de Centroamérica” (p. 16). La clasificación taxonómica de *Theobroma cacao* L. es la siguiente:

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Malvales
Familia: Malvaceae
Género: Theobroma
Especies: 20-22

2.3. Plagas del cacao

Enríquez (1987) afirma que:

El cacao es una de las plantas económicas que, al mismo tiempo que pueden sufrir daños considerables a causa de los insectos, también necesita de algunos de ellos en ciertos procesos reproductivos, por ello, un abuso en el uso indiscriminado de insecticidas puede conducir a posteriores fracasos económicos.

Además de los insectos dañinos en los cacaotales, existen insectos beneficiosos como los polinizadores, predadores y parásitos de otros insectos nocivos. Los insectos dañinos son muchos, pero son controlados por sus predadores.

Existen también insectos que transmiten enfermedades, tal es el caso de los pequeños abejones (*Xyleborus*), que pueden transmitir o propagar la

enfermedad llamada “Mal de Machete”. En África, algunos de los chinches harinosos (*Pseudococcus*) o cochinillas transmiten algunos tipos de virus. (p.59)

Según el Instituto Nacional Tecnológico “INTEC” (2016), entre las plagas que afectan al *Theobroma cacao* se encuentran:

- Polillas del tronco (*Aegorhinus phaleratus*)
- Mosquilla del *Theobroma cacao* (*Acyrtosiphon pisum*)
- Trips (*Frankliniella occidentalis*)
- Afidos (*Aphidoidea Latreille*)
- Medidor de la hoja (*Liriomyza trifolii*)

Las plagas más importantes son:

- Áfidos
- Ácaros
- Cápsidos de cacao o Monalonion (*Monalonion braconoides*)
- Salivazo (*Clastoptera globosa*)
- Chinches
- Barrenador del tallo (*Cerambycidae*)
- Gusanos medidores o gusanos defoliadores
- Zompopos y hormigas
- Trips
- Barrenadores del fruto del grupo Marmara
- Crisomélidos
- Escolitidos
- Joboto (*Phyllophaga* sp.)

2.3.1. AFIDOS

Insectos pequeños de color oscuro, siempre agrupados en colonias; atacan los brotes, las hojas y las flores; también atacan los frutos jóvenes los cuales, cuando no tiene semillas pueden haberse desarrollado por estímulo del ataque de los insectos a la flor (partenocárpicos). Es muy común encontrarlos

en plantas jóvenes hasta los 6 y 7 años de edad. Estos insectos generalmente están atendidos por hormigas de los géneros *Crematogaster*, *Camponotus* y *Ectatoma*.

Hay varias especies que atacan al cacao; la más corriente y que ataca mas órganos es la especie *Toxoptera aurantii*. La especie que ataca principalmente los pedúnculos de las flores es el *Appys gossypu*, especie bastante cosmopolita, se pueden combatir con Malathion, Thiodan o Metasystox-R. La aplicación solo se debe repetir cuando sea necesario.

2.3.2. ACAROS

Arañas, habitualmente de color rojo o café, que se localizan en el envés de la hoja. Atacan los brotes jóvenes, especialmente en el vivero. Producen atrofia, malformación y defoliación de los brotes terminales, daños que se pueden combatir con Kelthane, Metasystox-R o con Tedion.

2.3.3. CÁPSIDOS DE CACAO O MONALONION (*Monalonion braconoides*)

Dañan las mazorcas y las yemas terminales; provocan deformaciones en las mazorcas, al atacarlas y poner sus huevos. Si el ataque es muy severo o en un extremo, y cuando el fruto es bastante joven, se puede perder la mazorca pero por lo general el daño no alcanza la parte interna del fruto; en consecuencia, las semillas no se dañan. El daño principal es la muerte regresiva de las ramitas.

Esta plaga está relacionada con la escasez de sombra. Los frutos pueden ser atacados por las ninfas y los adultos, causando un daño bastante característico que puede ser fácilmente reconocible. Es una plaga muy estacional y en ocasiones puede aparecer con caracteres alarmantes, para luego casi desaparecer, esto se debe a que aparentemente a que al multiplicarse abundantemente, sus enemigos naturales también aumentan en proporción. El combate debe hacerse en forma muy cuidadosa y oportuna. No

se conoce muy bien el combate biológico de estos insectos. Se puede combatir con malathion, Sevin, Lindano y Drazinon.

2.3.4. SALIVAZO (*Clastoptera globosa*)

“Es un insecto que ataca principalmente las flores y puede secarlas. Cuando hay un ataque fuerte puede haber mucha destrucción de flores y cojines florales; ataca también los brotes terminales.”

2.3.5. CHINCHES

“Hay varios tipos de chinches. Pueden transmitir enfermedades y en algunos lugares se les considera como transmisores de la Moniliasis. Viven en colonias, en el pedúnculo de la mazorca, provocando lesiones parecidas a chancros o llagas oscuras de poca profundidad”. (Enríquez 1987, pp. 61-62)

Para Ramírez y Rodríguez (1999) “la familia de insectos más perjudicial para el *Theobroma cacao* la constituyen los Míridos (Hemíptera), sus estragos varían según la zona geográfica, siendo mayores estos en África”. (p. 3)

2.3.6. BARRENADOR DEL TALLO (*Cerambycidae*)

Hay dos tipos. El ataque de la mayoría de estos insectos es un ataque secundario. Algunas especies pueden matar la plantita cuando están jóvenes (menores de 1 año de edad). La hembra raspa la corteza tierna en la parte terminal y pone sus huevos. Al desarrollarse la larva, penetran en el tallito y se alimentan internamente, formando pequeñas galerías. Alcanzan su estado de pupas después de varios meses, provocando la muerte de las plantitas o las ramas afectadas. (Enríquez 1987, p. 62)

2.3.7. GUSANOS MEDIDORES O GUSANOS DEFOLIADORES

Son larvas de Lepidóptero que atacan generalmente el follaje tierno y causan mucha destrucción en este, su daño es parecido al de la hormiga, pero se puede identificar por la forma del corte. El daño es más acentuado en la

parte intervenal de la hoja. También se pueden incluir aquí los gusanos esqueletizadores que perforan las áreas intervenales y solamente dejan secas las venas de las hojas. Pueden causar daños graves estacionalmente pero en general no constituyen un problema grave y pueden vivir en un área por mucho tiempo sin causar mucho daño.

2.3.8. ZOMPOPOS Y HORMIGAS

“Defolian las plantas cortando porciones semicirculares típicas, fácilmente identificables; una planta joven puede ser completamente defoliada en poco tiempo”.

2.3.9. TRIPS

Se les considera como insectos benéficos que ayudan a la polinización del cacao, aunque en forma poco eficiente. Cuando se localizan en las hojas y su ataque es fuerte, estas dan la apariencia de secas o quemadas y caen fácilmente. Cuando atacan los frutos, estos presentan un matiz herrumbroso, lo que impide la identificación de la madurez de la mazorca.

2.3.10. BARRENADORES DEL FRUTO DEL GRUPO MARMARA

“Las hembras ponen los huevos en los frutos inmaduros y las larvas hacen galerías dentro de ellos, provocando una coloración parda oscura o café oscuro que invade parcial o totalmente la mazorca”.

2.3.11. CRISOMÉLIDOS

Pequeños coleópteros de colores brillantes. Existen muchas especies que atacan al cacao. La mayoría son plagas nocturnas de las hojas tiernas a las que hacen unos pequeños huecos. También pueden causar daño en los frutos, formando lesiones superficiales, que pueden servir como puertas de entrada para algunas enfermedades, aunque por sí misma no causan pérdidas de mazorca.

2.3.12. ESCOLITIDOS

Hay muchas especies que ataca a los troncos de cacao haciendo túneles. Algunas especies han sido relacionadas con la enfermedad llamada “mal del machete”, la mayoría pertenece al género *Xyleborus*. Casi todos los insectos perforadores secundarios, que atacan troncos previamente afectados. Se puede notar acumulación de aserrín al pie de los arboles atacados por alguna especie de estos insectos.

2.3.13. JOBOTO (*Phyllophaga* sp.)

La larva de estos escarabajos puede presentar un problema, especialmente cuando se hace un vivero en el suelo y el lugar estuvo anteriormente cultivado con maíz u otras gramíneas. Provocan daños a las raíces. Se conocen pocos de estos insectos en las áreas tropicales. (Enríquez 1987, pp. 62-64)

Así mismo para Hardy (1961) los insectos cuyas larvas taladran las mazorcas del *Theobroma cacao* son importantes en algunos lugares del mundo, como por ejemplo África Occidental. Estos insectos, al igual que los que se encuentran en las bodegas en donde hay cacao almacenado, pertenecen en su mayoría al orden Lepidóptera.

“Hábitos: al considerar el daño que causan a los arboles de cacao, es quizá más conveniente agrupar los insectos según las partes de la planta las cuales atacan” (p.310)

2.4. Insectos que atacan los frutos y los brotes jóvenes

- Cápsidos: las principales especies de Cápsidos que se encuentran en Centro y Sur América pertenecen al género *Monalonion*. Tanto los insectos adultos como las ninfas, chupan la savia de los frutos y de los brotes jóvenes, en los frutos los tediós alrededor de la pinchadura se hunden y toman un color negro, cuando las pinchaduras son numerosas la concha de la mazorca se quiebra y las almendra se deterioran,

además, las pinchaduras sirven de puntos de invasión a las enfermedades fungosas, el ciclo de vida de los insectos *Monalonion* es de unos 35 días.

- Trips: el trip del cacao (*Selenosbrips rubrocinctus*) es un pequeño insecto negro cuyas ninfas tienen color amarillo con una banda roja muy conspicua en su abdomen. Las mazorcas atacadas toman un color bermejo que dificulta mucho saber cuándo están maduras. En las Antillas los Trips atacan mayormente los brotes, poniendo sus huevos en el reverso de las hojas. Al secarse, las excreciones dejan unas manchitas pardas que dan una apariencia de moteamiento, en Trinidad la población de trips aumenta considerablemente conforme avanza la estación lluviosa; el fenómeno se atribuye a que el jugo celular se vuelve más agradable a los insectos, debido a la síntesis retardada de las proteínas conforme empeoran las condiciones de crecimiento, y en ciertos casos parece estar asociado con una diferencia de potasio en las hojas.

2.5. Insectos que atacan las hojas y los brotes jóvenes

- Hormigas: las hormigas causan daño al cacao de dos maneras (i) directamente, cortando las hojas y (ii) indirectamente, cuidando y protegiendo a ciertos insectos contra el ataque a los predadores. A las primeras se les conoce con el nombre de zompopas o arrieras (Ej. *Atta cephalotes*). Estas constituyen grandes nidos en forma de montículos, desde los cuales hacen caminos que llegan hasta los árboles que estaña atacando, las segundas incluyen las hormigas “enxerto” de Brasil (*Azteca paraensis*), que hacen sus nidos en las epifitas y protegen a los chinches harinosos y a otras escamosas que causan el debilitamiento de los arboles mediante la succión de savia, estas hormigas se alimentan de las secreciones dulces de esos insectos, a las cuales protegen cubriéndolas con un material parecido al papel. La hormiga “enxerto” también causa daño a los brotes

jóvenes, haciéndoles incisiones que exudan una sustancia gomosa que ellas usan para hacer los cobertores. La herida da origen a un crecimiento en forma de escoba, y con el tiempo la parte afectada muere.

2.6. Insectos que atacan las hojas

- Abejones: los abejones adultos escarabeidos y crisomélidos causan considerable daño a las plantas jóvenes de *Theobroma cacao*, pues al alimentarse durante la noche perforan las hojas, como ejemplo puede citarse *Adoretus sp.* que en el Hemisferio Oriental es una peste seria del cacao.
- Mariposas: las larvas de un número grande de mariposas diurnas y nocturnas atacan las hojas del cacao, casi todas las orugas que se alimentan de hojas, comen solamente los brotes jóvenes. Tal como se ha demostrado, la cantidad y frecuencia de los nuevos brotes depende en gran parte de la temperatura, la cual es un factor ambiental, esto puede explicar fácilmente porque cuando el cacao esta cultivado bajo condiciones ecológicas satisfactorias generalmente las cantidades de orugas son bajas.
- Áfidos: Ciertos áfidos también atacan las hojas del cacao, como por ejemplo especies de *Toxoptera*. Cuando son abundantes producen deformación y marchitamiento de los brotes, los curculionidos y los saltamontes también comen los brotes de las hojas.

2.7. Insectos que atacan los frutos

- Mariposas nocturnas: las larvas de dos especies de mariposas, *Acrocercops cramerella* y *Characoma strictograpt* constituyen plagas del cacao en Indonesia y en África Occidental. Aun cuando no atacan las almendras causan un daño serio a las mazorcas, retardando su crecimiento y desarrollo, a la vez que proporcionan un medio de entrada a los hongos, las primeras ponen sus huevos en los surcos de las

mazorcas, y las segundas en el extremo del pedúnculo, algunos otros insectos también atacan las mazorcas del cacao, pero ninguno ocasiona mucho daño.

2.8. Insectos que atacan el tronco del árbol

- Abejones: En la mayoría de los países cacaoteros existen algunas especies de abejones que causan un daño considerable a los árboles, el principal es *Steirostima breve* (abejón del cacao) que es un insecto bastante grande, de color negro y de antenas largas, la hembra adulta hace huecos en la corteza, los cuales sella una vez que ha puesto en ellos sus huevos, las larvas se alimentan de la corteza y hacen túneles en la madera, anillando algunas veces las ramas o troncos de los árboles, especialmente cuando se trata de plantas jóvenes. Los abejones del cacao ponen sus huevos especialmente en la corteza cortada o agrietada y no en la que esta lisa y sana. Prefieren los arboles sin sombra, preferencia que podría explicarse por la mayor abundancia de carbohidratos solubles en los árboles que se encuentran expuestos a pleno sol, varias otras clases de abejones también causan daño a la corteza y a la madera de los árboles de cacao, como por ejemplo *Glenea novemguttata* y *G. aluensis*, y varias especies de *Monochamus*.

2.9. Insectos que atacan ramas y troncos dañados

- Abejones: Ente los abejones que atacan la madera del cacao están los taladradores *Xyleborus* y *Platypus*; los que están estrechamente y quizás causalmente asociados con la enfermedad fungosa *Ceratostemella*. Sin embargo, aún no se sabe si estos taladradores atacan tejidos sanos y de esa manera preparan el camino para el hongo, o si la madera debe primeramente ser suavizada por el hongo para que el abejón pueda taladrarla, no menos de siete especies de *Xyleborus* y tres de *Platypus* han sido encontradas en plantaciones de *Theobroma cacao*.

- Termitas (*Isoptera*): normalmente estos insectos atacan únicamente la madera del árbol de cacao, a la cual entran a través de heridas causadas por otros insectos. No permiten la formación de tejido calloso, impidiendo la cicatrización de las heridas, lo que puede algunas veces ocasionar la muerte del árbol.

2.10. Insectos que atacan las raíces

Las larvas de ciertos abejones, por ejemplo, algunas especies de *Phyllophaga*, *Lachnosterna*, *Adoretus* y *Anomala*, se comen las raíces jóvenes del cacao, y los adultos atacan las hojas, algunos curculionidos (especies de *Pachnaeus* y de *Prepodes*) son plagas del cacao en Jamaica, produciendo los daños mencionados anteriormente.

2.11. Insectos vectores de virus del cacao

Los vectores de virus de cacao pertenecen todas, hasta donde se sabe en la actualidad, a Coccidae y comprenden principalmente especies de *Pseudococcus* (chinchas harinosos) (...) hay por lo menos 108 especies diferentes de plantas que sirven de hospedantes a los chinchas harinoso y por lo tanto el virus presente en cualquiera de ellos puede ser transmitido fácilmente al cacao como hospedante alternativo (Hardy, 1961, pp. 310-314).

2.12. Índice de diversidad de Simpson

Para Hulbert, (1971) cit. por Juárez Peña y Guadrón Osorio (2018) este índice de dominancia permite medir la riqueza de los organismos, con su ayuda se puede cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa, este índice toma valores que van en escala de 0-1, entre más cercana a 1 es el valor del resultado, mayor dominancia de una o más especies, el valor estadístico $1/D$ indica que entre más grande es, más alta es la diversidad, el estadístico $1-D$ representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a diferentes especies (p.40)

2.13. Índice de Jaccard

Humboldt (2004) relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas (p. 192)

El coeficiente de similitud de Jaccard

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Dónde: a= número de especies en el sitio A

b= número de especies en el sitio B

c= número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir que están compartidas.

El rango de este índice va desde cero (0) cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies. Este índice mide diferencias en la presencia o ausencia de especies. (pp. 201-202)

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ENFOQUE, ALCANCE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Tomando como base a Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista (2014), esta investigación tiene un enfoque mixto, con un alcance exploratorio y un diseño no experimental (p. 534).

3.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

La investigación se realizó en tres parcelas de *Theobroma cacao* que están siendo evaluadas por el CENTA; dos de estas están dentro de estaciones experimentales y una dentro de una agencia de extensión (Figura 1).

Las tres parcelas poseían un mismo ecotipo de *Theobroma cacao*, siendo estas de tres variedades diferentes: Criollo, Forastero y Trinitario.

Ubicación de parcelas de evaluación del CENTA



Figura 1. Ubicación geográfica de los 3 sitios de estudio; Mapa de El Salvador.

Fuente: <https://goo.gl/8bLshH>

Cuadro 1. Especies vegetales asociadas al cultivo de *Teobroma cacao* en tres parcelas de evaluación del CENTA.

Agencia de extensión en el Departamento de Ahuachapán		Estación experimental San Andrés del Departamento de La Libertad		Estación experimental Santa Cruz Porrillo Departamento de San Vicente	
Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico
Plátano	<i>Musa paradisiaca</i>	Plátano	<i>Musa paradisiaca</i>	Plátano	<i>Musa paradisiaca</i>
Pepeto	<i>Inga sp.</i>	Paterna	<i>Inga sp.</i>	Pepeto	<i>Inga sp.</i>
Higuerillo	<i>Ricinus communis</i>	Higuerillo	<i>Ricinus communis</i>	Cerezo de Belice	<i>Eugenia myrtifolia</i>
Funera	<i>Dalbergia sp.</i>	Funera	<i>Dalbergia funera</i>	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>
Cerezo de Belice	<i>Eugenia myrtifolia</i>	Aguacate	<i>Persea americana</i>	Tihuilote	<i>Cordia dentata</i>
		Níspero	<i>Mespilus germanica</i>	Chilamate	<i>Ficus sp.</i>
		Zapote	<i>Pouteria sapota</i>	Madre cacao	<i>Gliricida sepium</i>
		Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>		
		Mamoncillo	<i>Melicoccus bijugatus</i>		
		Coco	<i>Cocos nucifera</i>		

Las parcelas de evaluación se encuentran ubicadas en:

- **Agencia de extensión de Ahuachapán.**

Se encuentra ubicada en el Cantón Llano de la Laguna, Municipio de Ahuachapán, Departamento de Ahuachapán (Figura 2). Ubicado geográficamente en los 13° 56' 539" Latitud Norte y 89° 51' 125" Longitud Oeste; con una altitud de 755 msnm. Cuenta con un tipo de suelo franco arcilloso Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 17 °C a 30 °C y rara vez baja a menos de 15 °C o sube a más de 32 °C.

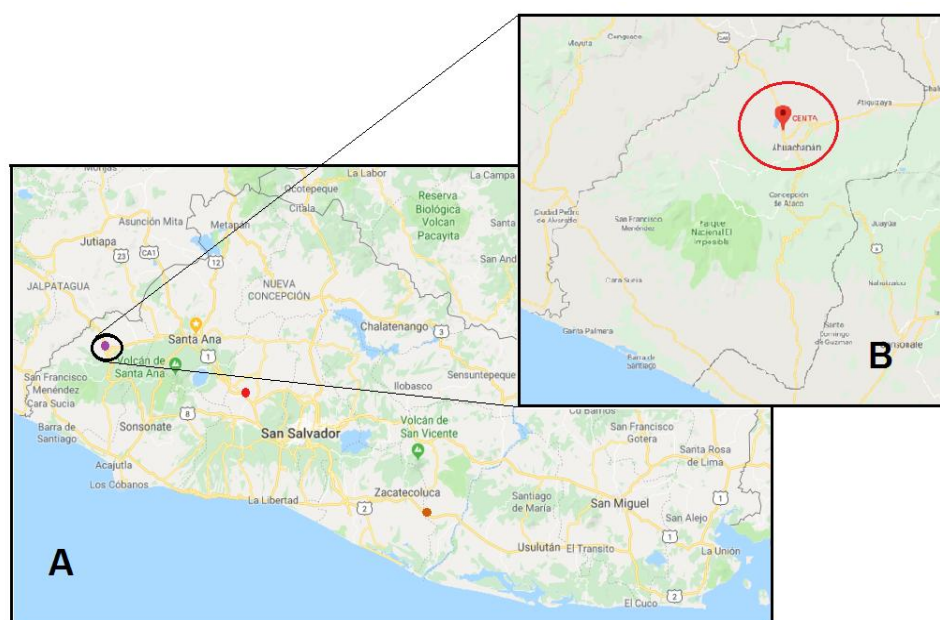


Figura 2. Ubicación geográfica del sitio de estudio 1; A: Mapa de El Salvador. B: Ubicación de CENTA, agencia de extensión Ahuachapán, departamento de Ahuachapán.

Fuente:

A: <https://goo.gl/skqriJ>

B: <https://goo.gl/AzuoMs>

Esta parcela no cuenta con una gran diversidad de fauna, como mamíferos, aves, reptiles, anfibios e insectos. Se encuentra en asocio con otras especies, propias de un sistema agroforestal de *Theobroma cacao* (Cuadro 1).

- **Estación Experimental de San Andrés.**

Se encuentra ubicada en el Cantón San Andrés, Municipio de Ciudad Arce, Departamento de La Libertad (Figura 3). Ubicado geográficamente en los 13° 25' 948'' Latitud Norte y 88° 48' 168'' W Longitud Oeste; con una Altitud de 457 msnm. Cuenta con un tipo de suelo franco arenoso. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 23 °C a 33 °C y rara vez baja a menos de 21 °C o sube a más de 34 °C.



Figura 3. Ubicación geográfica del sitio de estudio 2; A: Mapa de El Salvador. B: Ubicación de CENTA, Ciudad Arce, Departamento de la Libertad.

Fuente:

A: <https://goo.gl/Sugg8V>

B: <https://goo.gl/uP9ZsK>

Esta parcela cuenta con una gran diversidad de fauna, como mamíferos, aves, reptiles, anfibios e insectos. Se encuentra en asocio con otras especies, propias de un sistema agroforestal de *Theobroma cacao* (Cuadro 1).

- **Estación experimental de Santa Cruz Porrillo.**

Se encuentra ubicada en el Cantón Santa Cruz, en el Municipio de Tecoluca, Departamento de San Vicente (Figura 4). Ubicado geográficamente en los 13° 25' 972'' Latitud Norte y 88° 48' 166'' Longitud Oeste; con una Altitud de 30 msnm. Cuenta con un tipo de suelo franco. Durante el transcurso

del año, la temperatura generalmente varía de 19 °C a 32 °C y rara vez baja a menos de 17 °C o sube a más de 34 °C.

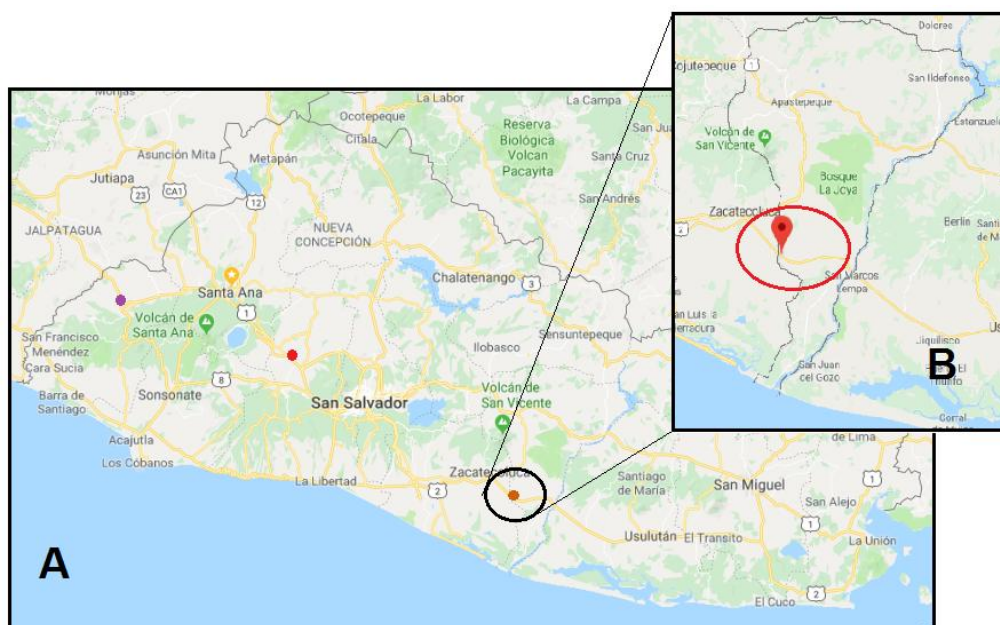


Figura 4. Ubicación geográfica del sitio de estudio 3; A: Mapa de El Salvador. B: Ubicación de CENTA, Tecoluca, Departamento. San Vicente.

Fuente:

A: <https://goo.gl/FE8pCT>

B: <https://goo.gl/x7A8CS>

Esta parcela cuenta con una gran diversidad de fauna, como mamíferos, aves, reptiles, anfibios e insectos. Se encuentra en asocio con otras especies, propias de un sistema agroforestal de *Theobroma cacao* (Cuadro 1).

3.3. UNIVERSO, POBLACION Y MUESTRA.

Universo: Insectos presentes en el cultivo de *Theobroma cacao* en El Salvador.

Población: Insectos presentes en cultivo de *Theobroma cacao* en los departamentos de Ahuachapán, La Libertad y San Vicente.

Muestra: Insectos presentes en el cultivo de *Theobroma cacao* en las parcelas de evaluación del CENTA.

3.4. RECOLECCION DE DATOS.

Este trabajo se llevó a cabo en dos fases: fase de campo y fase de laboratorio.

FASE DE CAMPO

Se llevó a cabo durante los meses de mayo a julio y se realizaron un total de 21 muestreos, siete en cada parcela y un esfuerzo de 42 horas (dos horas por muestreo de las 9:30-11:30 am), En cada uno se utilizaron técnicas directas o manuales para capturar los insectos diurnos que se encontraban en: la parte aérea de la planta (hojas, ramas y tallo), en la cobertura de hojarasca, en el suelo que rodea las plantas de *Theobroma cacao* (horizonte O) seleccionadas para la toma de muestras y los que se encontraban dentro de los primeros 10 cm de suelo.

3.4.1. Métodos de captura y toma de datos.

La captura de insectos con redes entomológicas se realizó en la parte aérea de la planta, ya que muchos de los insectos se encuentran posando sobre las hojas, ramas y tallo de las plantas; esta manera facilita que los insectos puedan ser capturados.

3.4.2. Captura de insectos utilizando red entomológica.

La colecta de insectos utilizando red entomológica se realizó en cada una de las plantas de *Theobroma cacao*, se hizo en la parte aérea de la planta en la cual se atraparon los insectos que estaban sujetos a las estas, se hicieron movimientos rápidos con la red abierta por encima de las plantas, se daba una vuelta a la red para evitar que se escaparan los insectos (Figura 5). Se caminaba por cada uno de los surcos dentro de las parcelas y posteriormente se revisaba la red. (Anexo 1)

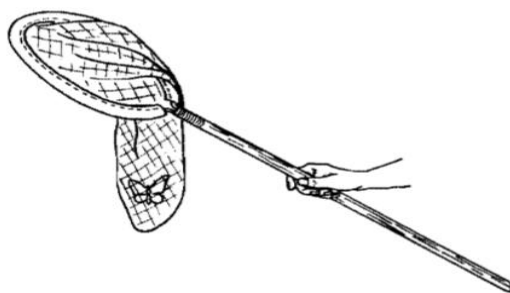


Figura 5. Posición de la red para evitar que los insectos se escapen de ella. Imagen tomada de Manual de Procedimientos para Colectar, Preservar y Montar Insectos y Otros Artrópodos de Silverio Medina, 1977.

Luego de esto se colectaban los insectos tomando la red un poco más arriba del fondo; de esta forma los insectos se veían a través de la malla. Se introducía un frasco abierto y se transferían los insectos a este. En el caso de las mariposas se utilizó el método descrito en el Manual de Procedimientos para Colectar, Preservar y Montar Insectos y Otros Artrópodos de Silverio Medina, 1977 (Figura 6).

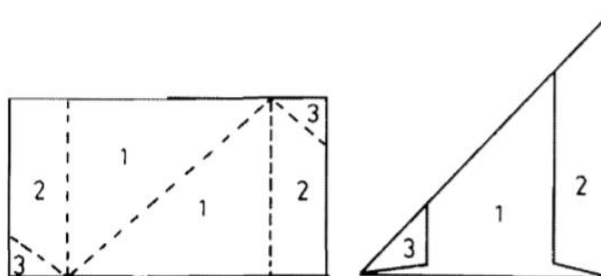


Figura 6. Esquema de un triángulo de papel para guardar mariposas. Imagen tomada de Manual de Procedimientos para Colectar, Preservar y Montar Insectos y Otros Artrópodos de Silverio Medina, 1977.

3.4.3. Toma de muestra de hojarasca

Se seleccionaron cinco plantas de *Theobroma cacao* en puntos específicos en toda la parcela (Figura 7). Tomando como referencia la planta se tomó una muestra de 1m² de la hojarasca presente alrededor de la misma y se

depositó dentro de bolsas plásticas transparentes de 25 lb cada una para el transporte de la muestra (Anexo 2).

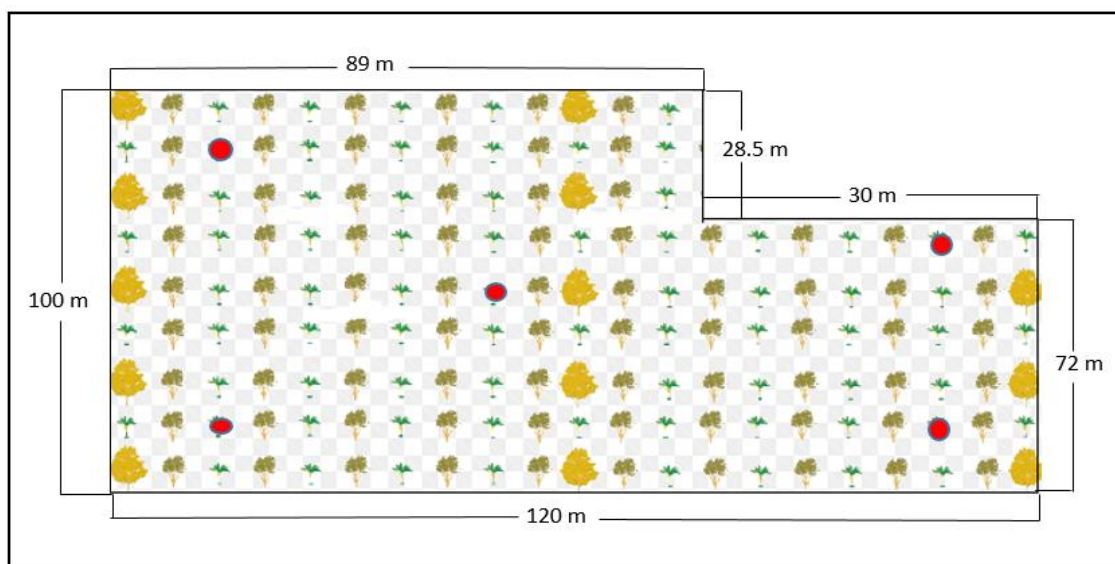


Figura 7. Diseño de la parcela de *Theobroma cacao*, mostrando con un círculo rojo los puntos de muestreos.

3.4.4. Toma de muestra de suelo.

Se seleccionaron de la misma manera como en la toma de muestra de hojarasca los 5 puntos dentro de la parcela de *Theobroma cacao* (Figura 7). Se tomó de manera directa muestras de tierra a una distancia de 30cm desde la base de cada planta para evitar dañar las raíces; se tomó las muestras utilizando una pala dúplex cavando a 10 cm de profundidad en un área de 30cm X 30cm (Figura 8) Colocando posteriormente cada muestra en 5 bolsas plásticas transparentes de 25 lb cada una para el transporte de la muestra. (Anexo 3)

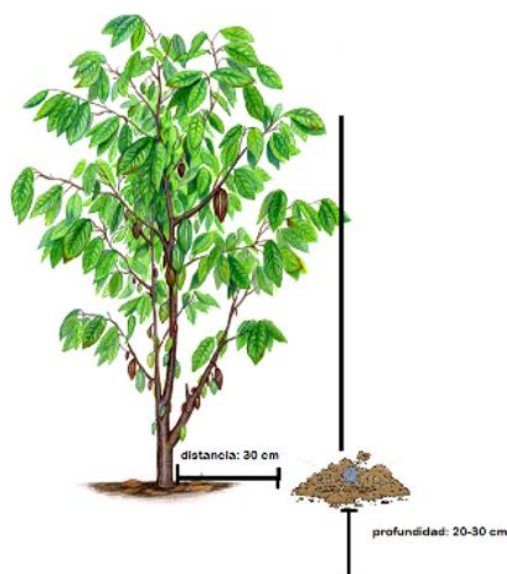


Figura 8. Técnica para muestreo de suelo realizado en cada planta seleccionada de *Theobroma cacao* para el estudio de insectos asociados al cultivo de *Theobroma cacao* en el CENTA. Fuente: Amaya 2018.

FASE DE LABORATORIO

3.4.5. Procesamiento de insectos

3.4.6. Elaboración de formulario de ingreso de muestra.

Se elaboró un formulario de ingreso de muestra para cada muestreo realizado, en él se registraron las familias encontradas y la cantidad de individuos, este se hizo para el registro de muestras de laboratorio de parasitología vegetal del CENTA. (Anexo 4)

Insectos aéreos.

Las muestras de insectos obtenidas fueron colocadas en el freezer dentro del laboratorio de parasitología vegetal del CENTA.

Insectos de hojarasca utilizando el embudo de Berlese.

Para poder obtener los insectos de la hojarasca obtenida en campo se hizo uso del embudo de Berlese, que consiste en un embudo grande de metal

en forma de cono con una tapa en la parte superior. La tapa tiene por debajo una luz que da calor. Cerca de la mitad del embudo contiene una malla que retiene la hojarasca y que a su vez permite que los insectos puedan atravesar con facilidad y caigan a la parte inferior del aparato.

El embudo tiene en el fondo un frasco grande de cristal donde los insectos puedan caer y luego retirarlos. Al encender la bombilla se genera calor, lo cual hace que la hojarasca se vaya secando lentamente, lo que obliga a los insectos a pasar a capas inferiores cerca de la malla de alambre donde finalmente resbalan y caen dentro del frasco de cristal (Figura 9).

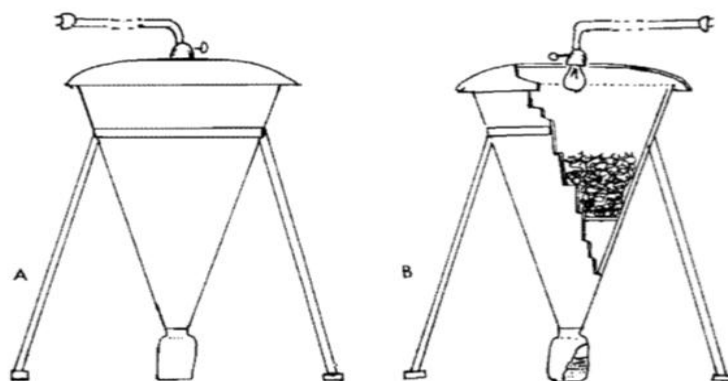


Figura 9. Esquema de embudo de Berlese. A) Vista total del embudo. B) Vista de corte lateral demostrando la posición de la bombilla que supe el calor. Imagen tomada de Manual de Procedimientos para Colectar, Preservar y Montar Insectos y Otros Artrópodos de Silverio Medina 1977.

Los insectos obtenidos por esta técnica se colocaron también en el freezer de la refrigeradora del laboratorio de parasitología vegetal.

Insectos de suelo.

Para obtener los insectos del suelo, luego de trasladar las muestras de las parcelas de *Theobroma cacao*, se revisó el contenido de cada una de las bolsas, usando tamices y espátulas para encontrarlos, estos insectos también

se colocaron en frascos de cristal que posteriormente fueron guardados en el freezer. (Anexo 5)

3.4.7. Montaje de insectos.

Al fenecer los insectos, se procedió al montaje de estos con ayuda de un equipo de alfileres y microalfileres entomológicos, pinzas entomológicas y agujas. (Anexo 6)

Dependiendo del tamaño de los insectos así se utilizaron alfileres adecuados para cada caso. (Figura 10).

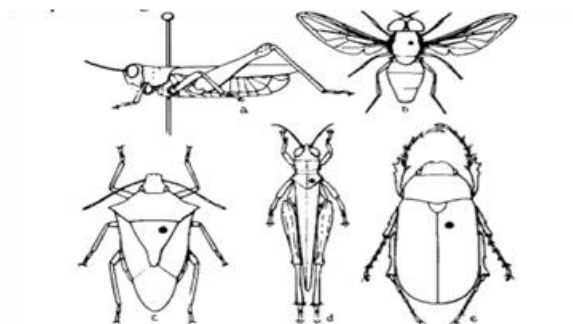


Figura 10. Métodos de pinchado de insectos, los puntos negros en las figuras indican el sitio por donde se debe clavar el alfiler. Imagen tomada de Manual de Procedimientos para Colectar, Preservar y Montar Insectos y Otros Artrópodos de Silverio Medina 1977.

Los insectos menores de 2 cm. de largo se colocaron en triángulos de papel manila y se utilizó esmalte de uñas para adherirlos, estos triángulos tienen una medida de 7mm X 12mm. (Figura 11).

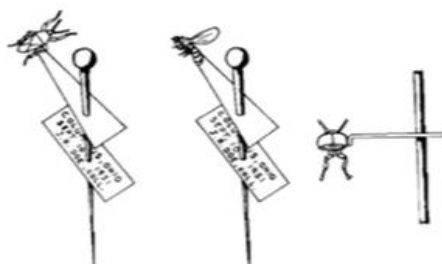


Figura 11. Métodos para montar insectos en triángulos de papel. Imagen tomada de Manual de Procedimientos para Colectar, Preservar y Montar Insectos y Otros Artrópodos de Silverio Medina 1977.

Las mariposas y palomillas (Lepidóptera) deben extenderse en tablas especiales, llamadas “tablas de estirados”. Para ello se montó la mariposa a la altura deseada en el alfiler, luego se colocó empujándolo hasta la base de las alas de la mariposa de manera que las alas quedaron justamente a nivel de ambos lados de las tablas. Las alas del espécimen pueden mantenerse en su sitio por un solo pedazo de papel encerado estrecho como se ve en el ala derecha o uno ancho como en la izquierda; el método del ala izquierda es el preferible. (Figura 12).

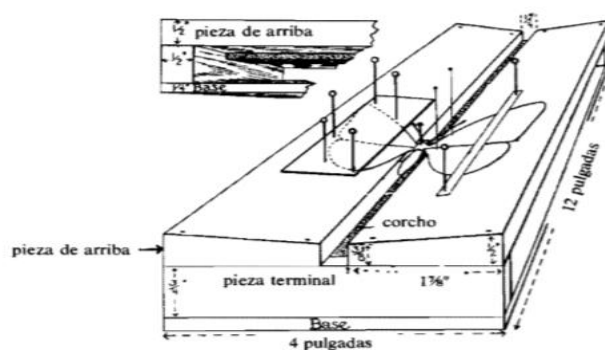


Figura 12. La tabla de estirar demostrando sus medidas, detalles de su construcción (parte superior izquierda) y un espécimen estirado. Imagen tomada de Manual de Procedimientos para Colectar, Preservar y Montar Insectos y Otros Artrópodos de Silverio Medina 1977.

3.4.8. Secado de insectos en estufa entomológica.

Luego del montaje de los insectos se colocaron en la estufa entomológica a 35°C los lepidópteros y a 45°C los demás insectos para que puedan estar libres de humedad y para mejor preservación de estos. (Anexo 7)

3.4.9. Identificación de insectos.

Los insectos fueron identificados hasta Orden y Familia. Para esto se hizo uso de libros de taxonomía de insectos y se tuvo el respaldo del técnico especialista en el área de entomología del laboratorio. (Anexo 8)

También se hizo uso de un estereomicroscopio para poder identificar los insectos que tenían un tamaño muy pequeño. (Anexo 9)

3.4.10. Toma de fotografías de los insectos

Se realizaron tomas de fotografías de cada insecto montado, este registro de fotografías se utilizó para elaborar el banner que contiene las familias de insectos asociadas al cultivo de *Theobroma cacao* para esta investigación.

3.4.11. Elaboración de formulario de salida de muestra.

Se elaboró un formulario de salida de muestra para cada muestreo realizado, en l se registró el Orden y familia encontrada por insecto y una fotografía adjunta del individuo, este registro se hizo para el registro de muestras de laboratorio de parasitología vegetal del CENTA. (Anexo 10)

3.4.12. Etiquetado de insectos.

Se añadieron dos viñetas de identificación a cada uno de los insectos, estas viñetas median 2.3cmX1.2cm y se colocaron a una altura de 19 mm (primera viñeta) y 16 mm (segunda viñeta).

Para la primera viñeta se colocó la siguiente información: Fecha, lugar y Hospedero

En la segunda viñeta se colocó la siguiente información: Nombre común, colector, montador y determinador (figura 13)

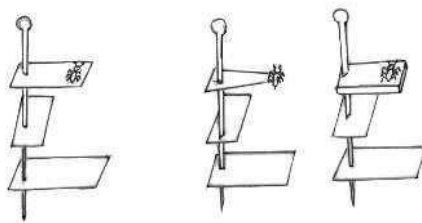


Figura 13. Ubicación de las viñetas con información del espécimen montado en el alfiler entomológico.

Fuente: <https://bit.ly/2SBBwAD>

3.5. Procesamiento y tabulación de datos.

Todos los datos tomados fueron tabulados y procesados en el programa de Microsoft Office Excel 2007. Además del uso del programa Past3 para aplicar los índices de diversidad y similitud.

3.6. Análisis de datos.

3.6.1. Clasificación de las muestras de insectos.

Para la clasificación de cada uno de los insectos encontrados en la investigación se hizo uso de los libros de taxonomía elaborados por Domínguez Rivero R. (1997).

3.6.2. Índices utilizados para el análisis de diversidad

Se aplicó el índice de diversidad de Simpson y el índice de similitud (Jaccard) utilizando el programa Past3.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta investigación se capturaron un total de 1,263 individuos en las tres parcelas muestreadas, y de estos se determinaron 100 Familias pertenecientes a 13 Ordenes. (Cuadro 2)








Cuadro 2. Órdenes y números de familias de insectos encontradas en las tres parcelas evaluadas.

Orden	Familias
Coleóptera	22
Hemíptera	20
Díptera	19
Lepidóptera	13
Hymenóptera	9
Odonata	4
Orthóptera	4
Blattaria	3
Neuróptera	2
Mantodea	1
Zygentoma	1
Diplura	1
Dermáptera	1
Total	100




En esta investigación en total se encontraron 13 ordenes (Cuadro 2) de los cuales se encontró en mayor número en el cultivo de *Theobroma cacao* el orden Coleóptera, otros órdenes que también se encontraron con alto número, pero no mayores que el anterior fueron los órdenes Hemíptera y Díptera.

Los insectos encontrados en el cultivo de *Theobroma cacao* se describen de acuerdo al cuadro 5 elaborado con base en Borrer y White (1970), Coto y Sauders (2004), Domínguez Rivero (1997), Eaton y Kaufman (2006). Henríquez Martínez (1998), King y Saunders (1984), Nájera Rincón y Souza (2010), Solís (2002), Henríquez M. y Serrano C. (1984) y Zumbado (2006).










Cuadro 3. Descripción de las familias encontradas en el cultivo de *Theobroma cacao*.

BLATTARIA	
Blaberidae 	<p>La mayoría vive en exteriores, en la hojarasca, debajo de troncos en descomposición u otros desechos orgánicos y debajo del suelo. El único miembro encontrado de esta familia es una cucaracha excavadora, que comúnmente se entierra en tierra suelta, humus, moho, abono y césped, o se esconde debajo de rocas, ramas podridas, basura y otros desechos.</p>
Blatellidae 	<p>Un cierto número de especies viven en el exterior, y habitan en la hojarasca y suelos de las áreas boscosas y en otros desechos y se alimentan de la materia en descomposición. A nivel de cultivos el daño se da cuando buscan aprovechar granos o frutos almacenados por mucho tiempo.</p>
Rhinotermitidae 	<p>Estas termitas subterráneas barrenan la raíz y el tallo en cualquier estadio del desarrollo, impidiendo el paso de nutrientes y el agua a la planta, y facilitan la entrada de patógenos, lo que provoca su muerte más rápido.</p>
COLEOPTERA	
Bruchidae 	<p>Algunos son plagas de granos; las larvas comen el interior de las semillas de muchas especies de plantas. Algunos adultos se alimentan de polen y néctar de flores. Se encuentran en flores y follaje.</p>
Cantharidae 	<p>Los adultos se alimentan de polen, néctar, y según la especie de otros insectos. Las larvas son depredadoras de arácnidos que se encuentran en el suelo; aunque algunas son fitófagas. Se encuentran en flores y follaje de las plantas.</p>
Carabidae 	<p>Larvas y adultos son depredadores de otros insectos. Se encuentran en la hojarasca, suelo, troncos y hojas.</p>
Cerambycidae 	<p>Las larvas se alimentan de madera de plantas muertas. Los adultos se alimentan de tejidos vivos de plantas, madera y savia, o de polen y néctar de flores. Se encuentran en troncos, follaje, tallo y flores de la planta.</p>

Cuadro 3. Descripción de las familias encontradas en el cultivo de *Theobroma cacao*.

<p>Chrysomelidae</p> 	<p>Larvas y adultos se alimentan de plantas vivas, principalmente del follaje. Algunas larvas se alimentan de raíces. Se encuentran en el follaje de las plantas.</p>
<p>Cicindelidae</p> 	<p>Las larvas elaboran galerías verticales en el suelo, aguardan en la parte superior del túnel el paso de los insectos que serán sus víctimas a las cuales manejan hasta dominarlas. La familia agrupa 4 géneros y alrededor de 130 especies, siendo Cicindela el género más numeroso.</p>
<p>Coccinellidae</p> 	<p>Tanto larvas como adultos son depredadoras de otros insectos como áfidos y escamas. Se encuentran en hojas y tallos.</p>
<p>Curculionidae</p> 	<p>Larvas y adultos se alimentan de diversas partes de las plantas, normalmente vivas. Existe gran diversidad con respecto a lo que comen: hojas, frutos, semillas, tallos, raíces, flores, madera, corteza, etc.</p>
<p>Curculionidae (Brentidae)</p> 	<p>Comen madera y materia orgánica en descomposición, Cavan dentro de madera viva, moribunda o semipodrida y se alimenta de ella, de la savia. Los adultos se alimentan de savia o de flores. Se encuentran en troncos podridos y tallos de plantas.</p>
<p>Dermestidae</p> 	<p>Descomponedores de materia orgánica. Son plagas muy importantes de productos almacenados pero son de gran valor por ayudar a remover la materia orgánica muerta.</p>
<p>Elateridae</p> 	<p>Las larvas comen raíces, incluso se consideran plagas de cultivos o son depredadoras, encontrándose en el suelo, troncos podridos u otros microhabitats. Otras se alimentan de madera en descomposición. Muchos adultos lo hacen de frutos maduros y algunos son depredadores. Se encuentran en troncos y hojas.</p>
<p>Endomychidae</p> 	<p>La mayoría de las especies viven bajo corteza, en madera podrida, en hongos o en frutos en descomposición y se alimentan de hongos y musgos.</p>
<p>Erotylidae</p> 	<p>Se localizan en hongos o materia podrida. Los adultos invernan bajo a corteza, las larvas viven en hongos carnosos o en materia en descomposición; algunos se alimentan de los hongos que manifiestan productos almacenados.</p>

Cuadro 3. Descripción de las familias asociadas al cultivo de *Theobroma cacao*.

<p style="text-align: center;">Histeridae</p> 	<p>Larvas y adultos son depredadores, principalmente de larvas de otros insectos que llegan o se desarrollan en materia orgánica en descomposición. Se encuentran en troncos, frutos y hojarasca.</p>
<p style="text-align: center;">Lampyridae</p> 	<p>Las larvas son depredadoras de moluscos terrestres, lombrices, larvas de insectos y otros vertebrados. Los adultos se cree que no se alimentan ya que no se ha observado hacerlo, de otras si se sabe que son depredadoras. Se encuentran en flores y follaje de las plantas.</p>
<p style="text-align: center;">Lycidae</p> 	<p>Los adultos se localizan en follaje o en troncos de árboles, usualmente en áreas boscosas; se alimentan de los jugos de las plantas en estado de descomposición y ocasionalmente en otros insectos. Las larvas son depredadoras y ocurren bajo la corteza. Resultan desagradables para los depredadores y sus coloraciones son imitadas por otros mayates.</p>
<p style="text-align: center;">Meloidae</p> 	<p>Los adultos se alimentan de hojas de vegetación baja o de flores. Algunos son plagas de plantas cultivadas y ciertas larvas son depredadoras. Se encuentran en follaje, suelo y flores de las plantas.</p>
<p style="text-align: center;">Passalidae</p> 	<p>Larvas y adultos se alimentan de madera de troncos podridos. En muchos casos, los adultos le proporcionan madera desmenuzada a las larvas, como forma de alimento.</p>
<p style="text-align: center;">Phengodidae</p> 	<p>Grupo de escarabajos raros, muchos crecen sobre follaje o por debajo de objetos y frecuentemente vuelan a la luz. Las larvas y hembras son luminescentes depredadoras y viven bajo la corteza o debajo de objetos sobre la tierra.</p>
<p style="text-align: center;">Scarabaeidae</p> 	<p>Las larvas se alimentan de raíces, los adultos se alimentan de excremento, caraña, materia vegetal en descomposición, frutos, hojas y tallos.</p>
<p style="text-align: center;">Staphyllinidae</p> 	<p>Larvas y adultos son depredadores de otros insectos y organismos pequeños. Algunos consumen materia orgánica en descomposición. Se encuentran en troncos, follaje, flores y suelo de las plantas.</p>
<p style="text-align: center;">Tenebrionidae</p> 	<p>Tanto larvas como adultos se alimentan de materia orgánica vegetal muerta y algunos otros de semillas o cereales. Ciertas especies se alimentan de raíces o flores de plantas vivas.</p>

Cuadro 3. Descripción de familias asociadas al cultivo de *Theobroma cacao*.

DERMAPTERA	
Forficulidae 	<p>Son depredadores. Ocasionalmente son considerados plagas domesticas al invadir habitaciones humanas y algunas pueden dañar a las plantas cultivadas.</p>
DIPLURA	
Campodeidae 	<p>Se localizan en lugares humedos en el suelo, bajo corteza, piedras, leños podridos, desechos y situaciones parecidas. Ayudan a la descomposicion de la materia organica y conservacion de suelos.</p>
DIPTERA	
Bombyliidae 	<p>Se trata de insectos muy comunes que usualmente se localizan en las flores o revoloteando reposando en el suelo o en areas con hiervas o soleadas, muchas especies son voladoras muy rapidas y cuando se les captura con red sumban como que fueran abejas, muchas tienen las alas moteadas o manchadas.</p>
Agromyzidae 	<p>Las larvas son minadoras y los adultos tienen una amplia distribución.</p>
Asilidae 	<p>Las larvas son depredadoras de larvas de otros insectos y se desarrollan en el suelo o en la madera en descomposicion. Los adultos son depredadores de moscas, abejas, avospas, abejones y arañas, entre otros. Perforan la piel de su presa con su probóside, inyectándole un veneno paralizante y otras sustancias que deshacen los tejidos internos, para luego succionarlos.</p>
Bibionidae 	<p>Son insectos comunes que se encuentran sobre las flores, las larvas comen raíces y vegetación en descomposicion. Las larvas se desarrollan alimentándose de materia orgánica en descomposicion, algunas en raíces.</p>
Calliphoridae 	<p>Las larvas se desarrollan en cadáveres, excremento, restos de alimentos y heridas de animales vertebrados. Algunas especies, como el gusano barrenador (<i>Cochliomyia hominivorax</i>), causan miasis (gusaneras) en el ganado y a veces también en humanos.</p>
Cecidomyiidae 	<p>Algunas larvas se alimentan de hongos y son comunes en madera y vegetación en descomposicion y también en el suelo. Muchas inducen a la formación de agallas, donde se alimentan, ya sea del tejido vegetal o de un hongo asociado. Muchas especies se consideran plaga, ya que se alimentan de las yemas del cultivo</p>






Cuadro 3. Descripción de familias asociadas al cultivo de *Theobroma cacao*.

<p>Chironomidae</p> 	<p>Las larvas son mayormente acuáticas, pero algunas viven en ambientes terrestres con abundante materia orgánica.</p>
<p>Culicidae</p> 	<p>Larvas y pupas acuáticas, se alimentan de algas y residuos orgánicos; pocas son depredadoras, las hembras se alimentan de sangre y transmiten enfermedades.</p>
<p>Dolichopodidae</p> 	<p>La mayoría son depredadoras, aunque en el género <i>Thrypticus</i> son fitófagas minadoras del tallo de varias plantas monocotiledóneas acuáticas o semiacuáticas. Los adultos son depredadoras de pequeños invertebrados de cuerpo suave que capturan con la almohadilla de su probóscide. Su importancia es que reducen poblaciones de insectos dañinos para la agricultura como los llamados "trips" de los cuales se alimenta.</p>
<p>Lauxaniidae</p> 	<p>Las larvas se desarrollan en la hojarasca, boñigas, árboles en descomposición, nidos de aves y otros lugares, donde presumiblemente se alimentan de microorganismos como las bacterias y hongos. Los adultos muy abundantes suelen mantenerse a la sombra, se desconoce de que se alimentan los adultos. Por sus hábitos puede contribuir a la descomposición de la materia orgánica.</p>
<p>Micropezidae</p> 	<p>Los adultos viven en lugares húmedos y las larvas viven dentro del excremento, estas moscas son relativamente no comunes.</p>
<p>Muscidae</p> 	<p>Las larvas de la mayoría de especies se alimentan de excremento o materia orgánica en descomposición, algunas son depredadoras de larvas de otros insectos.</p>
<p>Neriidae</p> 	<p>Las larvas se desarrollan en tejido vegetal en descomposición en plantas diversas, como cactus y papaya. Los adultos son comunes en estos sitios, así como sobre troncos.</p>
<p>Sarcophagidae</p> 	<p>Son descomponedores de materia orgánica. Unos pocos son parasitoides de orugas de mariposas diurnas y nocturnas. Las larvas son en su mayoría detritívoras de carnes. Los adultos son de amplia distribución y en su mayoría detritívoros.</p>









Cuadro 3. Descripción de las familias encontradas en el cultivo de *Theobroma cacao*.

<p>Stratiomyidae</p> 	<p>Las larvas se alimentan de desechos del banano y materia organica en descomposicion. La sustancia adhesiva que la hembra secreta para pegar los huevos a la fruta tiene un efecto abrasivo y de resquebrajamiento de la cáscara del fruto. En la cosecha, la fruta es rechazada por presentar quemaduras y grietas en la cascara .</p>
<p>Syrphidae</p> 	<p>Pueden ser filtradoras, depredadoras o hervivoras y se les encuentra en muy diversas situaciones. Son importantes como polinizadores, controladores de plagas y descomponedores de materia organica; ademas, como alimento para otros animales, incluyendo vertebrados.</p>
<p>Tachinidae</p> 	<p>Las larvas son parasitoides internos de las larvas de mariposas diurnas y nocturnas, escarabajos, chinches y otros insectos. Tiene un gran potencial como controladores de plagas en plantaciones forestales y cultivos agricolas. Las larvas son entomo-endo-parasitas. los adultos tienen amplia distribución.</p>
<p>Tipulidae</p> 	<p>Las larvas se desarrollan en ambientes acuaticos o terrestres. En general, se alimentan de materia vegetal en descomposicion.</p>
<p>Ulidiidae (Otitidae)</p> 	<p>Las larvas se desarrollan principalmente en materia organica en descomposicion, pero algunas especies se alimentan de frutos sanos o plantas vivas y por lo tanto se consideran plagas. Son frecuentes bajo la corteza de los arboles en descomposicion. Los adultos son comunes sobre las hojas y ramas, frutos caidos, en general en materia organica .</p>
HEMIPTERA	
<p>Acanaloniidae</p> 	<p>Son succionadores de savia y fitofagas.</p>
<p>Aphididae</p> 	<p>Todos los estadios chupan la savia de las partes tiernas de las plantas causando su distorsion, el encrespamiento, la resecacion y la caida de las hojas y las flores, el achaparramiento y el retardo del crecimiento.</p>
<p>Berytidae</p> 	<p>Son chinches fitófagas comunes y usualmente se localizan en la vegetación.</p>








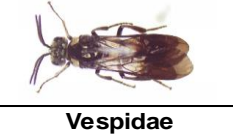

Cuadro 3. Descripción de las familias encontradas en el cultivo de *Theobroma cacao*.

<p>Cercopidae</p> 	<p>Las ninfas chupan savia de las raíces, los adultos de las hojas. Extraen savia de la planta, provocando una competencia por nutrientes; sin embargo causan mayor daño al introducir toxinas que bloquean los haces vasculares, causando una marchitez que al poco tiempo se convierte en necrosis total.</p>
<p>Cicadelidae</p> 	<p>Los adultos y las ninfas chupan savia de las hojas, las yemas y a veces la fruta. Se alimentan de huespedes de hoja ancha causando un punteo palido, amarillento y/o una distorsion en el crecimiento de las hojas juvenes.</p>
<p>Cicadidae</p> 	<p>Las ninfas se alimentan de las raíces de los árboles. Las hembras adultas ocasionan daño en las ramas debido a las perforaciones que hacen con el ovopositor para depositar los huevos. Es una plaga de menor a poco importante</p>
<p>Cixiidae</p> 	<p>Los adultos se alimentan de la savia del follaje de la planta.</p>
<p>Coreidae</p> 	<p>Adultos y ninfas pican los frutos en crecimiento provocando deformaciones y pudrición por la entrada de patógenos.</p>
<p>Corymelaenidae</p> 	<p>De colores negros forma de tortuga, textura aspera, 5 mm de largo. Ninfas se alimentan del grano en desarrollo y pueden causar decoloración y esterilidad.</p>
<p>Cvdnidae</p> 	<p>Los adultos y las ninfas chupan savia de los granos en desarrollo y las raíces. Estas chinches son comunes y usualmente se localizan bajo piedras, tablas o en las cercanias de manojos de pastos.</p>
<p>Dictiopharidae</p> 	<p>Son succionadores de savia de plantas silvestres.</p>
<p>Flatidae</p> 	<p>Generalmente son plagas de arboles de sombra de los cafetales.</p>

Cuadro 3. Descripción de las familias encontradas en el cultivo de *Theobroma cacao*.

<p>Membracidae</p> 	<p>Los adultos y ninfas chupan la savia de los brotes, causa senescencia prematura, reducen el vigor y pueden causar la muerte de las ramas. Las plantas jóvenes no sufren ataque.</p>
<p>Miridae</p> 	<p>Ninfas y adultos se alimentan de brotes, tallos tiernos y frutos, extrayendo la savia, causando un punteo blanco. Los órganos infestados muestran pústulas y manchas negras verrugosas, posteriormente se marchitan y mueren.</p>
<p>Pentatomidae</p> 	<p>Se alimentan del pedúnculo y de la base del fruto, lo que ocasiona pérdidas en la producción, aunque se encuentra también en cojines florales, hojas, tallos y ramas. Ninfas y adultos pueden diseminar enfermedades bacteriales.</p>
<p>Pyrrhocoridae</p> 	<p>Los adultos y las ninfas se alimentan de las yemas, las flores y las semillas en desarrollo y secas; puede causar una distorsión en la fruta.</p>
<p>Pseudococcidae</p> 	<p>Las hembras adultas y las ninfas chupan savia de los tallos por debajo del suelo y en las raíces, donde viven en colonias visitadas por hormigas. Causan amarillamiento y retardo en el crecimiento. Su presencia es a menudo indicativa de desbalance fisiológico en la planta.</p>
<p>Reduviidae</p> 	<p>Depredadores y vector de la enfermedad conocida como el mal de chagas al humano y hematofagos.</p>
<p>Scutelleridae</p> 	<p>Las ninfas y adultos se alimentan de la savia de los frutos jóvenes, ocasionando un manchado y necrosado de los frutos, lo que provoca el daño cosmético y la pérdida de calidad del fruto.</p>
<p>Tropiduchidae</p> 	<p>Estos insectos son succionadores de savia.</p>

Cuadro 3. Descripción de las familias encontradas en el cultivo de *Theobroma cacao*.

HYMENOPTEROS	
Apidae 	Ademas de dar miel, cera y otros productos, estas abejas polinizan la mayoría de plantas en el mundo.
Braconidae 	Utiles en el control biologico, sus larvas son parasitos externos o internos de larvas y adultos de otros insectos.
Chalcidae 	Larvas son parasitos de larvas de lepidoptera, de larvas y pupas de diptera y otros insectos.
Formicidae 	La mayoría son omnivoros, generalmente se encuentran en asocio con afidos, escamas y acacias; tambien esclavisan hormigas de otras especies; se dice que cuando pican inyectan acido formico que es calmante para la artritis, pero muchas picadas pueden ocasionar alergias; ademas de que son desfoliadores de cultivos agricolas y controladores biologios.
Ichneumoniidae 	Larvas son parasitos externos o internos de otras larvas y arañas (Lepidoptera, Symphita y coleoptera); son utiles en el control biologico.
Mutilidae 	Las larvas son parasitas de otras larvas del suelo, especeialmente de abejas y avispas y la mayoría de especies se encuentran en areas aridas y semiáridas.
Sphecidae 	Depredadores de arañas;gusanos de lepidopteros o de Orthoptera.
Tenthredinidae 	Las larvas se alimentan externamente o internamente de una amplia variedad de plantas; unas comen follaje; otras son minadoras y otras inducen a la formacion de agallas.
Vespidae 	viven en colonias por lo que se les reconoce como insectos sociales, hacen sus nidos de papel (saliva, madera y hojas) o en cavidades naturales y ahí a sus presas generalmente larvas de lepidopteros, por los que son depredadores.





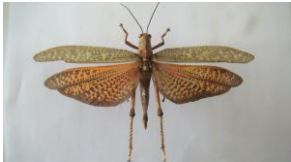


Cuadro 3. Descripción de las familias encontradas en el cultivo de *Theobroma cacao*

LEPIDOPTERA	
Arctiidae 	La mayoría de las larvas son peludas y son fitofagas y adultos son polinizadores. Las larvas se alimentan en arboles, arbustos e hierbas; causando algunas veces daños serios.
Gelachiidae 	Las larvas tienen hábitos variables; algunas son enrolladoras o torcedoras de hojas, otras formadoras de agallas, elaboran una agalla en forma de huso y de paredes delgadas en plantas, es una plaga importante de los granos almacenados, particularmente el maíz.
Hesperiidae 	Muchas especies se alimentan de monocotiledoneas, pocas son minadoras, se alimentan dentro de un refugio formado de una hoja doblada y la pupación se realiza adentro de un cocón formado por hojas y seda.
Lycaenidae 	Algunas larvas viven en nidos de hormigas, otras son fitofagas. Muchas especies secretan mielecilla que atrae a las hormigas y algunas especies viven en hormigueros.
Lymacodidae 	Las larvas se conocen comúnmente como orugas babosas debido a que son cortas, carnosas y superficialmente parecidas a las babosas.
Noctuidae 	La mayoría de las especies se alimentan en el follaje, pero algunas barrenan en los frutos. Un buen número de especies de estas familias son plagas agrícolas de mucha importancia. Las larvas se encuentran en todas partes de todo tipo de plantas, produciendo mucho daño en cultivos de campo.
Nymphalidae 	Larvas fitofagas; larvas de heliconiinae se alimentan de Passiflora (maracuyá). Sus larvas se alimentan en una notable diversidad de plantas.
Papilionidae 	Larvas fitofagas, los adultos cuando visitan flores agitan las alas mientras se alimentan.
Pieridae 	Depositán sus huevos aislados o en grupos, los adultos se alimentan de néctar de flores y las larvas de hojas de diferentes plantas como crucíferas.

Cuadro 3. Descripción de las familias encontradas en el cultivo de *Theobroma cacao*.

<p>Plutellidae</p> 	<p>Esta especie es una plaga de la col y plantas relacionadas, las larvas hacen hollos en las hojas y pupan dentro de los cocones sedosos adheridos a las hojas. Las larvas inician su desarrollo como minadores foliares, cambiando su conducta de alimentacion a consumidores superficiales de tejido foliar.</p>
<p>Psychidae</p> 	<p>Palomilla del gusano del cesto o bolsa; Psíquidos. Las larvas construyen refugios portatiles con pedicitos de hojas y ramitas, eventualmente se transforman en pupas dentro de ellas, las hembras apteras ponen huevos dentro del esuche y usualmente nunca abandonan.</p>
<p>Pyralidae</p> 	<p>La mayoría de las larvas son fitofagas y unas son depredadoras. Las larvas se encuentran en plantas, depositos de materia organica en agua dulce.</p>
<p>Saturniidae</p> 	<p>Larvas gruesas y provistas con espinas compuestas; las pupas se encuentran dentro de un capullo sedoso o colgando de ramas. Las larvas se alimentan de hojas de arboles.</p>
MANTODEA	
<p>Mantidae</p> 	<p>Son depredadores de plagas de cultivos y utiles en control natural.</p>
NEUROPTERA	
<p>Ascalaphidae</p> 	<p>Las larvas son similares a las de hormiga leon; pero no excavan, ellas emboscan a sus presas sobre la superficie de la tierra y atacan pequeños insectos.</p>
<p>Chrysopidae</p> 	<p>Las larvas son depredadoras, se alimentan de pulgones, trips, cochinillas, chicharritas, mosquitos, psilidos, huevos y larvas de lepidopteros, escarabajos, moscas y otros neuropteros, ademas de acaros y otros arthropodos de cuerpo suave y tamaño pequeño. La alimentacion de los adultos consiste de polen, nectar y mielecilla producida por algunas de sus presas; salvo algunas especies cuyo adulto tambien es depredador.</p>
ODONATA	
<p>Aeshnidae</p> 	<p>Las hembras ponen pocos huevos en hendeduras en la vegetacion viva o muerta. Se encuentran cerca de aguas estancadas y zonas pantanosas.</p>
<p>Coenagrionidae</p> 	<p>Es una de las familias mas numerosas, con gran variedad de habitats, cuando estan en reposo colocan el cuerpo horizontalmente sobre el huesped y sobre el abdomen sus alasunidas, son depredadores. Los machos son mas brillantes que las hembras y de diferentes colores; pero, cuando mueren palidecen sus colores.</p>

Cuadro 3. Descripción de las familias encontradas en el cultivo de *Theobroma cacao*.

<p>Libellulidae</p> 	<p>Estados inmaduros como adultos, son depredadores utiles en el control de natural de plagasde los cultivos. Los estados inmaduros viven en el agua.</p>
<p>Pseudostigmatidae</p> 	<p>Las hembras ponen sus huevos en aguas estancadas; en la base de las hojas de las bromelias, que crecen sobre las ramas de los arboles en los bosques. El abdomen largo es una adaptacion para poner huevos en las hojas de estas plantas.</p>
ORTHOPTERA	
<p>Acrididae</p> 	<p>Son polifagos, generalmente son plagas de poca importancia; pero cuando encuentran condiciones favorables sus altas poblaciones terminan por completo.</p>
<p>Gryllidae</p> 	<p>Los adultos y las ninfas grandes cortan los tallos, comen el follaje y las raices de plantas juvenes y plantulas. Es una plaga secundaria y esporadica de maiz, frijol, melon, sandia y muchas otras plantas con tallo suave, su sonido perturva y desespera.</p>
<p>Romaleidae</p> 	<p>Son robustos, usualmente largos (La medida está entre los 25-75 mm) algunas especies tienen alas cortas y no vuelan, y algunas tienen colores brillantes y grandes alas. Se encuentran sobre las ramas y se alimentan de las hojas de estas.</p>
<p>Tettigonidae</p> 	<p>Se alimentan de las hojas, en las que se observan huecos irregulares de varios tamaños, que disminuyen el área foliar de la planta. La mayoría de las especies insertan sus huevos en tejidos de la planta, la mayoría son fitofagos aunque hay algunos depredadores, algunos generos imitan ser hojas.</p>
ZIGENTOMA	
<p>Nicoletiidae</p> 	<p>Son de hábitos nocturnos y subterráneos, habitan bajo el suelo y debajo de troncos en descomposición, algunos viven en madrigueras de roedores, nidos de aves y avisperos. Algunos tienen importancia biológica y etológica, ya que forman asociación con hormigas y termitas y viven de forma permanente en sus nidos. Algunos nicoletiidae pueden causar daños a las partes subterráneas de las plantas en invernaderos o determinados cultivos donde estos abundan. Su papel ecológico, junto a otros miembros de los artrópodos, consiste en facilitar la descomposición de la celulosa de la madera de árboles muertos y son muy importantes para la red trófica de los ambientes donde habita.</p>

En el muestreo aéreo se identificaron un total 11 órdenes y 51 familias, 51 pertenecientes a la parcela de Ahuachapán, 68 para La Libertad y 60 en San Vicente (Cuadro 4).

Cuadro 4. Órdenes y número de familias registrados en las parcelas evaluadas en la parte aérea de planta.

Órdenes	Número de familias registradas para muestreo aéreo.		
	Ahuachapán	La Libertad	San Vicente
Coleóptera	10	13	16
Hymenóptera	7	7	6
Díptera	11	14	11
Hemíptera	12	14	8
Orthóptera	3	3	2
Lepidóptera	6	9	10
Odonata	2	3	1
Blattaria	0	3	3
Mantodea	0	1	1
Dermáptera	0	1	0
Neuróptera	0	0	2
Total	51	68	60

En el muestreo de insectos aéreos se encontraron un total de 51 familias de insectos en Ahuachapán (28.5%), 68 en La Libertad (38%) y 60 en San Vicente (33.5%).

La presencia de maleza dentro de los cacaotales contribuye a la presencia de insectos, pues sirven de albergue, estos se alejan de los árboles de *Theobroma cacao* cuando la temperatura ambiente se eleva y se refugian en la maleza. Esto se pudo comprobar en esta investigación en la parcela de La Libertad donde hubo más diversidad de insectos y puede verse relacionado porque fue el lugar donde se observó más maleza dentro del cultivo.

Otro de los factores que contribuyen a la abundancia de insectos, es la presencia de cultivos alrededor de este, la parcela de La Libertad y San Vicente están dentro de una estación experimental, lo que significa es que están rodeados de otros cultivos, como arroz, maíz, sorgo, bambú, aguacate, frijol, entre otros, esto contribuye a la mayor presencia de insectos, ya que muchos de estos pueden encontrar una amplia variedad de alimentos para ellos y pasar

de estos cultivos al cultivo de *Theobroma cacao* y permanecer ahí, mientras que la parcela de Ahuachapán está dentro de una zona urbana donde no se encuentran otros cultivos cercanos más allá de un cultivo de eucalipto que está contiguo al cultivo.

Cuadro 5. Lista de familias y número de individuos encontradas en la parte aérea de la planta en las parcelas evaluadas.

Familias (Aéreos)	Ahuachapán	La Libertad	San Vicente	Total
Acanolidae	0	1	0	1
Acrididae	5	20	3	28
Aphididae	0	1	1	2
Apidae	9	6	1	16
Argidae	1	0	0	1
Arctiidae	0	3	1	4
Ascalaphidae	0	0	6	6
Asilidae	3	11	2	26
Berytidae	1	3	0	4
Blaberidae	0	1	0	1
Blattellidae	0	1	2	3
Braconidae	1	8	2	11
Brentidae	0	1	15	16
Bruchidae	0	0	2	2
Caliphoridae	2	1	0	3
Cantharidae	3	1	7	11
Carabidae	0	1	7	8
Cecidomyiidae	0	1	1	2
Cerambycidae	0	1	0	1
Cercopidae	51	1	0	52
Chrysomelidae	25	32	9	66
Chrysomelidae	1	3	2	6
(Cassinidae)				
Cicadellidae	2	14	0	1
Cicadiidae	2	0	1	3

Familias (Aéreos)	Ahuachapán	La Libertad	San Vicente	Total
Cixiidae	0	4	0	4
Coccinelidae	4	5	6	15
Coenagrionidae	0	3	0	3
Coreidae	5	12	3	20
Ctenuchidae	0	4	1	5
Curculionidae	5	0	4	9
Culicidae	1	3	2	6
Dermeestidae	2	2	0	4
Dictyopharidae	0	0	1	1
Dolichopodiade	3	9	2	14
Elateridae	0	0	3	3
Endomychidae	0	1	1	2
Faltidae	0	4	2	6
Forficulidae	0	1	0	1
Formicidae	3	7	31	41
Gelachiidae	3	0	0	3
Gryllidae	3	2	2	7
Hesperidae	5	7	5	17
Heteroptera	9	1	0	10
(Pyrrochoridae)				
Histeridae	0	0	1	1
Ichneumonidae	0	2	1	3
Lampyridae	4	3	1	8
Lauxaniidae	0	2	5	7
Libellulidae	1	2	4	7
Lycaenidae	1	0	3	4
Lycidae	0	11	6	17
Mantidae	0	1	1	2
Membracidae	1	7	0	8
Meloidae	5	0	0	5
Micropezidae	1	6	2	9
Miridae	2	2	0	4
Muscidae	1	1	0	2

Familias (Aéreos)	Ahuachapán	La Libertad	San Vicente	Total
Mutillidae	0	1	0	1
Myrmeliontidae	0	0	1	1
Noctuidae	0	3	4	7
Nymphalidae	7	37	11	55
Papilionidae	0	7	1	8
Pentatomidae	0	14	3	17
Pieridae	10	4	4	18
Plutellidae	0	0	1	1
Pseudococcidae	0	1	0	1
Pseudostigmatidae	0	2	0	2
Pyralidae	4	7	5	16
Reduviidae	4	2	1	7
Romaleidae	0	6	3	9
Sarcophagidae	3	3	0	6
Scarabaeidae	2	1	3	6
Scutelleridae	2	0	44	46
Sphecidae	3	1	3	7
Staphilinidae	0	0	1	1
Stratiomyidae	2	0	3	5
Syrphidae	5	6	7	18
Tachinidae	2	5	2	9
Tenebrionidae	4	2	0	6
Termitidae	0	13	0	13
Tettigonidae	1	11	0	12
Tineidae	0	1	0	1
Tipulidae	1	4	1	6
Ulidiidae (Otitidae)	0	8	3	11
Vespidae	4	1	6	11
Zygoptera	1	0	1	2
Total	220	353	257	830

En el muestreo aéreo se registró con mayor abundancia la familia Chrysomelidae con 66 individuos, de estos 32 en la parcela de La Libertad, 25 en Ahuachapán y nueve en San Vicente (Cuadro 5). Según Hardy, F. (1961), esta familia se caracteriza por perforar las hojas de noche al alimentarse de ella (p. 312).

En segundo lugar, se encontró la familia Nymphalidae con 55 individuos, de estos 37 pertenecían a la parcela de La Libertad, 11 a San Vicente y siete a Ahuachapán (Cuadro 6). La presencia de esta familia estaría relacionada con el cultivo ya que, según Wagner, Atuahene y Cobbinah (1991), esta familia también es desfoliadora del *Theobroma cacao* (pp. 40).

Cabe destacar que para el muestreo aéreo se reportaron la mayor cantidad de individuos totales muestreados en la parcela de la Libertad (353 individuos totales) misma que poseía también la mayor diversidad de especies vegetales asociadas al cultivo (10 especies diferentes); estas proporcionan la sombra del cacao (Cuadro 1), en segundo lugar de abundancia se encuentra la parcela de San Vicente con 257 individuos, esta parcela poseía 7 especies diferentes de sombra del cacao. Y en último lugar encontramos la parcela de Ahuachapán con 220 individuos y 5 especies diferentes de sombra (Cuadro 1) por lo tanto se encuentra una relación directamente proporcional (a mayor diversidad de especies vegetales asociadas al cacao, mayor número de individuos muestreados)

Además de acuerdo con la bibliografía citada familias como Chrysomelidae, Formicidae, Vespidae, Scarabaeidae y familias del orden Lepidoptera, se encuentran asociados directamente con *Theobroma cacao* como insectos perjudiciales al mismo, estas familias también se pueden observar presentes en las tres parcelas (Cuadro 5).

En el muestreo de suelo se determinaron un total 7 órdenes y 39 familias, 12 pertenecientes a la parcela de Ahuachapán, 10 para La Libertad y 17 en San Vicente (Cuadro 6).

Cuadro 6. Órdenes y número de familias registrados en las parcelas evaluadas en el muestreo de suelo.

Órdenes	Número de familias registradas para muestreo de suelo.		
	Ahuachapán	La Libertad	San Vicente
Coleóptera	8	7	7
Hymenóptera	1	2	2
Díptera	0	0	1
Hemíptera	1	0	3
Blattaria	2	1	2
Neuróptera	0	0	1
Diplura	0	0	1
Total	12	10	17

En el muestreo del suelo se contaron 39 familias pertenecientes a 7 Órdenes (Cuadro 6)

Para el muestreo de insectos presentes en el suelo se encontraron un total de 12 familias de insectos en Ahuachapán (31%), diez en La Libertad (26%) y 17 en San Vicente (43%)

Se puede asociar la gran cantidad de individuos de la familia Formicidae encontrados en las tres parcelas a la época del año en la que se realizaron los muestreos ya que según Serrano, Menjivar y García (2003), La mayor cantidad de daños según se deduce, es en la época lluviosa, debido a la presencia de cultivos o vegetación, lo que se traduce en abundancia de sustrato para la producción de alimento de los zompopos por lo que la fase reproductiva se inicia o se incrementa, pues es muy peculiar observar a los mismos después de las primeras lluvias volando por todos lados (...) principalmente porque el vuelo nupcial de las reinas coincide con el inicio de la época lluviosa, lo cual propicia un incremento en las poblaciones de estos artrópodos” (p.14).

En el suelo se pueden encontrar desde larvas de coleópteros como la famosa gallina ciega, perteneciente a la familia Scarabaeidae, gusanos de alambre de la familia Elateridae y Tenebrionidae y hasta familias de escarabajos adultos como los pertenecientes a las familias Staphyllinidae.

Cuadro 7. Lista de familias encontradas en muestreo de suelo para las parcelas evaluadas.

Familias (Suelo)	Ahuachapán	La Libertad	San Vicente	Total
Ascalaphidae	0	0	1	1
Blaberidae	0	0	1	1
Blattellidae	1	2	4	7
Braconidae	0	2	0	2
Campodeidae	0	0	3	3
Carabidae	3	6	10	19
Chrysomelidae	4	1	2	7
Chrysomelidae (Casinidae)	0	0	2	2
Cicadelidae	0	0	1	1
Coreidae	0	0	1	1
Curculionidae	1	0	1	2
Cydnidae	1	1	0	2
Dermestidae	1	0	1	2
Elateridae	0	1	0	1
Formicidae	20	29	24	73
Heteroptera (Pyrrhocoridae)	3	0	0	3
Histeridae	0	1	0	1
Passalidae	0	0	1	1
Reduviidae	0	0	2	2
Scarabeidae	2	2	5	9
Staphylinidae	2	2	6	10
Stratiomidae	0	0	1	1
Tenebrionidae	1	5	15	21
Vespidae	0	0	1	1
Total	39	52	82	173

En el muestreo de suelo se encontró con mayor abundancia la familia Formicidae con 73 individuos, 29 de los cuales pertenecían a la parcela de La Libertad, 24 a San Vicente y 20 a Ahuachapán (Cuadro 7).

En el muestreo de la hojarasca se determinaron 9 órdenes y 44 familias, 11 pertenecientes a la parcela de Ahuachapán, 15 a La Libertad y 18 a San Vicente (Cuadro 8).

Cuadro 8. Órdenes y número de familias registrados en las parcelas evaluadas para el muestreo de la hojarasca.

Órdenes	Número de familias registradas para muestreo de hojarasca.		
	Ahuachapán	La Libertad	San Vicente
Coleóptera	3	7	7
Hymenóptera	3	2	2
Díptera	1	1	4
Hemíptera	2	2	1
Lepidóptera	0	0	1
Blattaria	1	1	0
Diplura	0	1	2
Isoptera	0	1	0
Zygentoma	0	0	1
Total	11	15	18

En el muestreo de hojarasca se contaron 44 familias pertenecientes a 10 Órdenes (Cuadro 8).

Para el muestreo de insectos presentes en la hojarasca se encontraron un total de 11 familias de insectos en Ahuachapán (25%), 15 en La Libertad (34%) y 18 en San Vicente (41%) utilizando el embudo de Berlese.

Ahuachapán presentó 11 familias en hojarasca, siendo este el número más bajo de las tres parcelas muestreadas, esto pudiera estar directamente relacionado con la cantidad de vegetación presente y la edad del cacaotal ya que al ser una parcela joven no posee aun sombra significativa más allá de Musas e Higuerillo.

Larrea L. (2008), plantea que el cultivo de *Theobroma cacao* requiere de suelos cubiertos por hojarasca y ricos en materia orgánica (...) así mismo destacó la importancia de la hojarasca para la existencia de organismos que descompongan la materia orgánica y que así incorporen nutrientes al suelo. (p. 33)

Cuadro 9. Lista de familias y número de individuos encontrados las parcelas de evaluación para el muestreo de la hojarasca

Familias (Hojarasca)	Ahuachapán	La Libertad	San Vicente	Total
Blattellidae	1	2	4	7
Braconidae	0	1	0	1
Carabidae	6	6	27	39
Chrysomelidae	0	0	1	1
Coccinellidae	0	0	2	2
Coreidae	0	2	0	2
Cucurculionidae	0	1	5	6
Dermeestidae	1	1	2	4
Elateridae	0	1	0	1
Flatidae	1	0	0	1
Formicidae	41	12	28	81
Heteroptera (Pyrrhocoridae)	1	0	4	5
Lauxaniidae	0	0	1	1
Muscidae	0	1	1	2
Mutillidae	0	0	1	1
Nicoletiidae	0	0	1	1
Phengodidae	1	0	0	1
Pyralidae	0	0	1	1
Reduviidae	0	1	0	1
Scarabeidae	2	3	1	6
Staphylinidae	2	4	4	10
Tenebrionidae	19	49	10	78
Vespidae	3	0	0	3
Total	82	84	94	260

Para el muestreo de hojarasca se registró con mayor abundancia nuevamente la familia Formicidae con 81 individuos de los cuales 41 son de la parcela en Ahuachapán, 28 de San Vicente y 12 en La Libertad (Cuadro 9) se le atribuye su abundancia a la época del año en la que fueron muestreadas las parcelas tal y como se explica para el muestreo de suelo en la que también fueron los más abundantes.

4.1. Clasificación de las familias según la función que desempeñan.

Los insectos se pudieron clasificar de acuerdo a su hábito alimenticio, ya que muchos de ellos se alimentan del tallo, hojas y raíces, y se clasifican como fitófagos; por otro lado, están los que alimentan de otros insectos y estos son los depredadores; así mismo están los parasitoides que se benefician de otros insectos al ovipositar sus huevos sobre estos para completar su ciclo de vida; encontramos a la vez unos que se encargan de descomponer materia orgánica que se encuentra en el suelo, y son los descomponedores, y por último, pero no menos importante, encontramos a los que se encargan de polinizar las plantas y son los polinizadores.

En esta investigación se encontró en abundancia las familias con una función fitófaga con 47 individuos (Cuadro 12), sin embargo, según Saunders, J.L. y Enríquez, G.A. (1980), muchos de los insectos fitófagos de *Theobroma cacao* en América Central aparentemente no constituyen un problema grave económico (...). En general, las plagas son más importantes cuando atacan las plantas en vivero o recién sembradas en el campo. Un descuido en su combate durante estos dos periodos críticos del establecimiento puede resultar desastroso (Saunders, J.L. y Enríquez, G.A. 1980, pp. 3-4).

El manejo de las plagas que atacan plantaciones en producción involucra consideraciones técnicas diferentes a las plagas que atacan durante el periodo de establecimiento de la plantación (...). Aunque la diversidad de plagas es impresionante, normalmente, el control natural mantiene bajas las poblaciones (Saunders, J.L. y Enríquez, G.A., 1980, p.4).

Cuadro 10. Clasificación de insectos por su hábito alimenticio y número de familias encontradas.

Hábitos alimenticios	N° de familias encontradas
Fitófagos	47
Depredadores	23
Descomponedores	22
Parasitoides	4
Polinizadores	4
Total	100

Existe una presencia bastante significativa de insectos perjudiciales al cultivo, mayormente fitófagos lo cual perjudica de gran manera a este ya que afecta al alimentarse de las hojas, tallos y ramas, como los pertenecientes a las familias Formicidae, Acrididae, Tettigonidae, Gryllidae, Aphididae, miembros del Orden Lepidóptera, entre otros.

Los insectos benéficos están representados mayormente por las familias Asilidae, Dolichopodidae, Reduviidae, Carabidae, Staphylinidae y Cantharidae que son depredadores y contribuyen al control de otros insectos que están perjudicando el cultivo.

Existe un equilibrio entre los insectos tanto dañinos como benéficos. Los dañinos se alimentan de materia viva y dañan los frutos, hojas, flores o raíces y afectan el rendimiento de la planta, en especial las larvas de coleópteros que se alimentan de las raíces, así como algunos Hymenóptero especialmente las hormigas, y en menor medida, pero no menos dañinos, las termitas.

Existe una gran parte de insectos que son de beneficio cultivo, que en su mayoría son depredadores o parasitoides de los dañinos como en el caso de los Tachinidae que parasitan larvas de mariposas, los depredadores abarcan varias familias y ordenes como las chinches asesinas pertenecientes al orden Heteróptera, escarabajos depredadores como los Carabidae, Staphylinidae, Histeridae y Neurópteros como la familia Ascalaphidae.

Cuadro 11. Número de familias encontradas en las parcelas de evaluación, clasificadas por sus hábitos alimenticios.

Hábitos alimenticios	Número de familias		
	Ahuachapán	La Libertad	San Vicente
Fitófagos	28	31	30
Depredadores	14	18	16
Descomponedores	13	17	15
Parasitoides	3	3	3
Polinizadores	2	2	3

En la parcela de Ahuachapán se encontró en mayor número de familias de insectos fitófagos, lo que significa que se encontró mayor cantidad de familias que causan daño al cultivo, ya que se alimentan del follaje de las plantas, otras se alimentan de la savia de otras plantas asociadas al cultivo, como las familias del orden Hemíptera, a la vez se encontró un buen número de insectos depredadores, los cuales ayudan a el control de otros insectos que pueden causar daño a el cultivo.

En la parcela de La Libertad se pudo observar un gran número de insectos fitófagos dentro de estos están los grillos que estaban causando daño al cultivo, hablamos de los miembros de la familia Romaleidae (Acriididae) estos se encontraron tanto en estado de ninfa como de adulto, pero su mayor daño lo estaban haciendo en estado de ninfa, encontrándose en una alta población. El número de insectos depredadores también fue alto, los cuales ayudan al control de otros que están causando daño al cultivo, así mismo los descomponedores de materia orgánica.

Como en las otras parcelas, en la parcela de San Vicente, el número de insectos fitófagos fue el mayor, encontrando una gran diversidad chinches, escarabajos y larvas de mariposas, también se encontró una familia de importancia por ser polinizadora de *Theobroma cacao*.

La importancia de la familia Cecidomyiidae, son considerados por Young (1985), cit. por Gonzales Pérez (2018), como polinizadores efectivos para el cultivo de *Theobroma cacao*, ya que su aparato bucal presenta partes

alargadas y funcionales para aspirar líquido como néctar floral, además de presentar sensilas abdominales y patas inusualmente largas que atrapan granos de polen de *Theobroma cacao* (p. 48).

A continuación, se presenta una tabla donde se presentan las familias que afectan o benefician propiamente al cultivo de *Theobroma cacao*.

Cuadro 12. Familias que benefician o perjudican directamente el cultivo de *Theobroma cacao*.

Hábito alimenticio	Familia
Fitófagos	Aphididae
	Cerambycidae
	Cercopidae
	Chrysomelidae
	Curculionidae
	Formicidae
	Lymacodidae
	Membracidae
	Miridae
	Noctuidae
	Pentatomidae
	Pseudococcidae
	Pyralidae
	Romaleidae
Scabaeidae	
Scarabaeidae	
Nymphalidae	
Polinizadores	Apidae
	Cecidomyidae

4.2. Índice de diversidad Simpson.

El índice de Simpson, demuestra que para el muestreo aéreo los sitios de muestreo con mayor diversidad fueron: la parcela de La Libertad (0.9602) seguido de la parcela de San Vicente (0.9406) mientras que la parcela de Ahuachapán presenta la menor con (0.9193) siendo esta última la más dominante. (Cuadro 15)

En San Vicente se encontró que la familia más dominante para la parte aérea fue Scutelleridae con 44 individuos alimentándose del envés de las hojas de *Theobroma cacao* en un estado de ninfa (Cuadro 6)

En Ahuachapán se encontró que la familia más dominante para la parte aérea fue la familia Cercopidae con 51 individuos (Cuadro 6).

Cuadro 13. Resultados. Índice de Simpson de las familias encontradas en los 3 muestreos (aéreos, hojarasca y suelo) en las tres parcelas evaluadas.

Parcelas muestreadas	Simpson_1-D (Aéreos)	Simpson_1-D (Hojarasca)	Simpson_1-D (Suelo)
Ahuachapán	0.9193	0.6871	0.7061
La Libertad	0.9602	0.6278	0.659
San Vicente	0.9406	0.8081	0.8501

La parcela con mayor diversidad fue la ubicada en San Vicente para el muestreo de hojarasca y suelo con valores de 0.8081 y 0.8501 respectivamente. (Cuadro 15).

La parcela con mayor dominancia para el suelo y hojarasca fue la ubicada en el departamento de La Libertad con la familia Tenebrionidae (49 individuos de esta familia) dominando en hojarasca y Formicidae dominando en el suelo con 29 individuos.

4.3. Índice de similitud Jaccard

Cuadro 14. Análisis de coeficiente de similitud de Jaccard para el muestreo de la parte aérea de la planta en las tres parcelas evaluadas.

Parcelas muestreadas	Índice de similitud	Porcentaje
La Libertad	0.5131	51.31 %
Ahuachapán	0.4520	45.20%
San Vicente	0.5432	54.32%

El clúster muestra la comparación entre las tres parcelas (muestreo aéreo) del presente trabajo de investigación (n=84)

La Libertad (51.31%) y San Vicente (54.32%) presentan una mayor similitud.

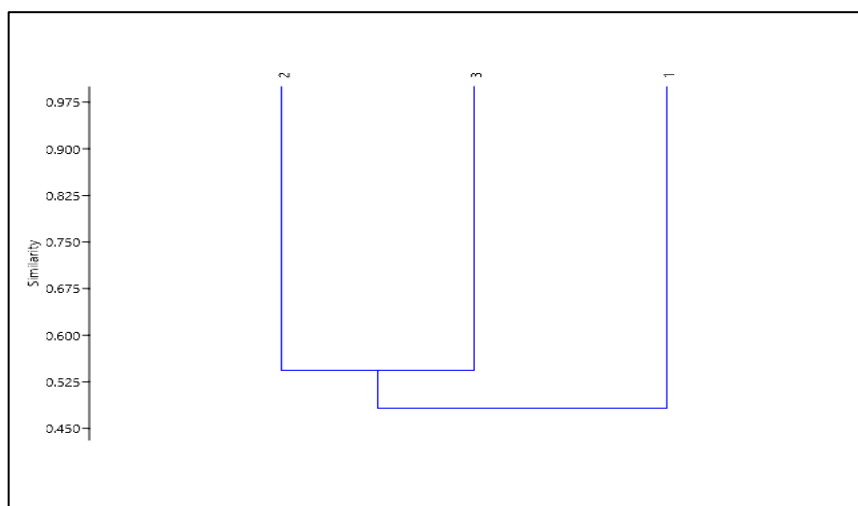


Figura 14. Clúster del análisis del coeficiente de similitud Jaccard para muestreo aéreo en las tres parcelas evaluadas. (1: Ahuachapán, 2: La Libertad, 3: San Vicente)

El coeficiente de similitud de Jaccard de las 84 familias registradas para el muestreo aéreo, muestra que las parcelas de de La Libertad y San Vicente son más homogéneas en comparación con la parcela de Ahuachapán, este valor depende del número de familias compartidas entre ellas. El número de familias compartidas es más similar entre las parcelas de La Libertad y San Vicente debido a que el número de familias no compartidas es menor en comparación a Ahuachapán (Figura 14)

Cuadro 15. Análisis de coeficiente de similitud de Jaccard para el muestreo de la hojarasca en las tres parcelas evaluadas.

Parcelas muestreadas	Índice de similitud	Porcentaje
La Libertad	0.35	35%
Ahuachapán	0.32	32%
San Vicente	0.3636	36.36%

El clúster muestra la comparación entre las tres parcelas (muestreo de hojarasca) del presente trabajo de investigación (n=29)

La Libertad (35%) y San Vicente (36.36%) presentan una mayor similitud.

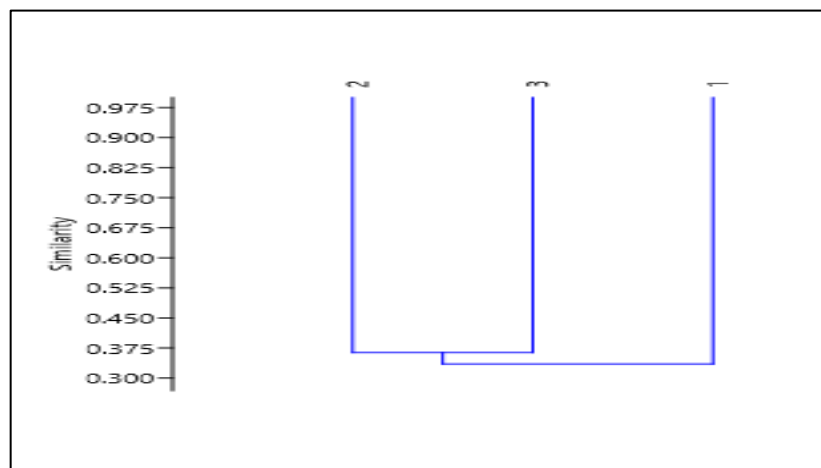


Figura 15. Clúster del análisis del coeficiente de similitud Jaccard para muestreo de hojarasca en las tres parcelas evaluadas. (1: Ahuachapán, 2: La Libertad, 3: San Vicente)

El coeficiente de similitud de Jaccard de las 29 familias registradas para el muestreo de hojarasca, muestra que las parcelas de La Libertad y San Vicente son más homogéneas en comparación con la parcela de Ahuachapán, este valor depende del número de familias compartidas entre ellas es decir que el número de familias compartidas es más similar entre las parcelas de La Libertad y San Vicente debido a que el número de familias no compartidas es menor en comparación a Ahuachapán (Figura 15)

Cuadro 16. Análisis de coeficiente de similitud de Jaccard para el muestreo de el suelo en las tres parcelas evaluadas.

Parcelas muestreadas	Índice de similitud	Porcentaje
La Libertad	0.5714	57.14%
Ahuachapán	0.4285	42.85%
San Vicente	0.3043	30.43%

El clúster muestra la comparación entre las tres parcelas (muestreo de suelo) del presente trabajo de investigación (n=24)

Ahuachapán (42.85%) y La Libertad (57.14%) presentan una mayor similitud.

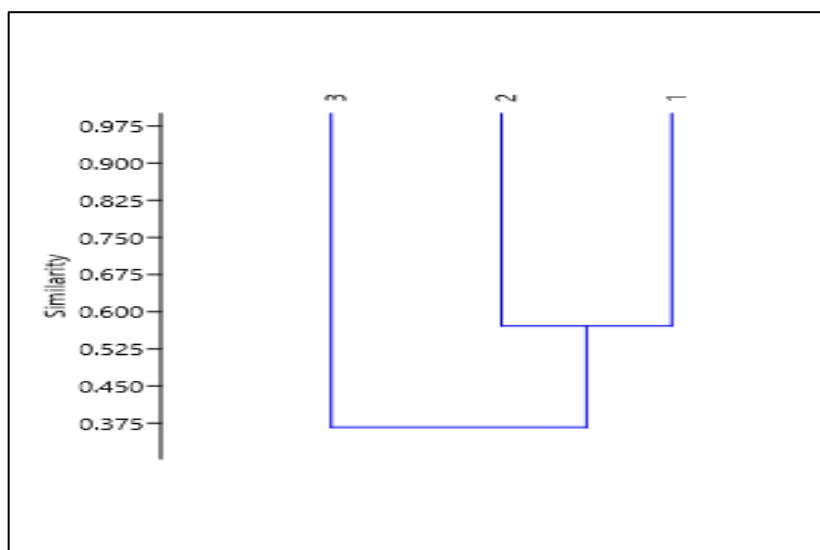


Figura 16. Clúster del análisis del coeficiente de similitud Jaccard para muestreo de suelo en las tres parcelas evaluadas. (1: Ahuachapán, 2: La Libertad, 3: San Vicente)

El coeficiente de similitud de Jaccard de las 24 familias registradas para el muestreo aéreo, muestra que las parcelas de La Libertad y Ahuachapán son más homogéneas en comparación con la parcela de San Vicente, este valor depende del número de familias compartidas entre ellas. El número de familias compartidas es más similar entre las parcelas de La Libertad y Ahuachapán debido a que el número de familias no compartidas es menor en comparación a San Vicente (Figura 16)

5. CONCLUSIONES

Con base a los resultados se concluye que:

Las familias que se presentaron en mayor abundancia para el muestreo de la parte aérea de la planta fueron la familia Chrysomelidae y Nymphalidae.

A mayor cantidad de vegetación mayor es el número de individuos encontrados en las parcelas muestreadas.

La familia Formicidae fue la familia que presentó mayor abundancia para el muestreo de suelo y hojarasca.

En esta investigación se reporta a la familia Scutelleridae, una nueva familia asociada al cultivo de *Theobroma cacao*, clasificada como fitófaga (anteriormente no reportada como perjudicial para el cultivo).

De la entomofauna descrita en la literatura como asociada al cultivo de *Theobroma cacao*, un 47% de los encontrados corresponde a insectos perjudiciales y un 53% a insectos benéficos.

Específicamente en esta investigación en el cultivo de *Theobroma cacao* un 88.2% corresponde a insectos perjudiciales y un 11.8% a insectos benéficos.

El índice de Simpson refleja que el sitio de muestreo con mayor diversidad es la parcela de La Libertad, seguido de la parcela de San Vicente y por último la parcela de Ahuachapán.

El índice de similitud de Jaccard refleja en cuanto a diversidad de insectos en la parte aérea de la planta y la hojarasca, las parcelas más similares son las de la Libertad y San Vicente; y en cuanto a diversidad de insectos en el suelo, las parcelas más similares son las de Ahuachapán y La Libertad.

6. RECOMENDACIONES

Realizar este tipo de investigación en otros departamentos de El Salvador para poder conocer más ampliamente la biodiversidad de los insectos asociados al cultivo de *Theobroma cacao*.

A futuros investigadores aplicar otras técnicas de muestreo para la colecta de insectos que implique el uso de sebos, trampas etc. para reforzar las investigaciones hechas hasta la fecha.

Realizar este tipo de investigaciones en diferente época del año para poder conocer más ampliamente la biodiversidad de insectos asociados al cultivo de *Theobroma cacao*.

A futuros investigadores enfocarse en familias de insectos específicas de importancia como parasitoides o enemigos naturales, polinizadores y fitófagos para futuras investigaciones.

A la Universidad de El Salvador hacer alianzas con otras entidades para proporcionar material para el desarrollo de futuras investigaciones en el área de entomología (alfileres entomológicos, guías para la identificación de insectos, redes para captura etc.)

Al departamento de biología impartir cursos o talleres en los que se expliquen detalladamente el uso de software para los índices biológicos además de la interpretación de los datos obtenidos.

A futuros investigadores aplicar diferentes índices biológicos a los datos obtenidos.

A los productores no utilizar insecticidas químicos ya que estos pueden acabar rápidamente con los insectos polinizadores del *Theobroma cacao* y de los cuales depende la planta para su reproducción. Además evitar sembrar diferentes especies de árboles de sombra para el cacao ya que estos pueden atraer mayor cantidad de insectos perjudiciales al cultivo.

7. LITERATURA CITADA

- Amaya Arriola, C. A. (2018). *IDENTIFICACION DE ENTOMOFAUNA SUBTERRANEA ASOCIADA AL CULTIVO DE CACAO (Theobroma cacao)*. La Libertad: Autor.
- Avendaño Arrazate, C. H., Villarreal Fuentes, J. M., Campos Rojas, E., Gallardo Méndez, R. A., Mendoza López, A., Aguirre Medina, J. F., y otros. (2011). *Diagnostico del cacao en Mexico*. Chapingo, México: Universidad Autonoma de Chapingo.
- Borror, D.J. & White, R. E. (1970). *A Field Guide to Insects America north of Mexico* [Guia de campo para los insectos de norte América]. (1st ed.). New York: Peterson Field Guides.
- Coto, D., & Saunders, J. L. (2004). *Insectos plagas de cultivos perennes con énfasis en frutales en América Central*. (1ra ed.) Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Cruz Solano (2005). *Entomología, morfología y fisiología de los insectos*. (1ra ed.) Colombia: Universidad nacional de Colombia.
- Domínguez Rivero R. (1997). *Taxonomía I: Protura a Homóptera. Claves y Diagnosis*. Chile: UACH Depto. de Parasitología Agrícola.
- Domínguez Rivero R. (1997). *Taxonomía 2: Neuróptera a Coleóptera. Claves y Diagnosis*. Chile: UACH Depto. de Parasitología Agrícola.
- Domínguez Rivero R. (1997). *Taxonomía 3: Strepsiptera a Himenóptera. Claves y Diagnosis*. Chile: UACH Depto. de Parasitología Agrícola.
- Earton, E. R. & Kaufman, K. (2006), *Field Guide to Insects of North America* [Guia de campo para los insectos de norte América] (1st ed.) New York: Houghton Mifflin.
- Enríquez, G. (1985). *Curso sobre el cultivo del cacao*. (1ra ed.) Costa Rica: Turrialba.
- Enríquez, G. (1987). *Manual del cacao para agricultores*. (1ra ed.) San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.
- Fedecacao. (2012). *Manejo Fitosanitario del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) medidas para la temporada invernal*. (1ra ed.) Bogotá: Produmedios.
- García Paiz, J. A. (2018). *IDENTIFICACIÓN DE ENTOMOFAUNA ASOCIADA*

AL CULTIVO DE CACAO (Theobroma cacao) EN ESTACIONES EXPERIMENTALES DE SAN ANDRES, SANTA CRUZ PORRILLO Y AGENCIA DE EXTENCION DE AHUCHAPAN. La Libertad: Autor.

González Pérez, A. M. (2008), *Identificación de Insectos polinizadores del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.), en la finca Concepcion, Municipio de Berlin, departamento de Usulután.* San Salvador: Autor.

Guadrón Osorio, R. A. & Juárez Peña, C. E. (2017). *Propuesta de un sistema monitoreo de especies indicadoras de herpetofauna, en la reserva de biosfera trasfronteriza triffinio-fraternidad, parque nacional Montecristo.* Santa Ana: Autor.

Henríquez Martínez, G. (1998). *Guía ilustrada de los principales órdenes y familias, La clase Insecta en El Salvador.* (1ra ed.) San Salvador, El Salvador: Editorial e Imprenta Universitaria UES.

Hardy, F. (1961). *Manual de cacao.* (1ra ed.), (F. Hardy, Ed.) Turrialba, Costa Rica: Antonio Lehmann.

Henríquez Martínez, G. (1998). *La Clase Insecta en El Salvador.* (1ra ed.) San Salvador, El Salvador: Editorial e Imprenta Universitaria UES.

Hernández-Sampieri, R. (2014). *Metodos Mixtos.* En R. Hernández-Sampieri, C. Fernández Collado, & P. Baptista Lucio, *Metodología de la investigación* (6ta ed., pp. 534-540). México: Mc Graw Hill.

Humbolt, I. d. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad.* (1ra ed.) Colombia: IAVH.

INTEC (2016). *Manejo Integrado de Plagas manual del Protagonista,* (1ra ed.) p. 12.

King, A. B. S. y Saunders, J. L. (1984). *Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central.* (1ra ed.) Londres: TDRI.

Larrea L., M. (2008). *Manual de Campo para la implementación de prácticas amigables con la Biodiversidad en cultivos de cacao Nacional.* En M. Larrea L., & A. C. Benites (Ed.), *El cultivo de Theobroma cacao nacional: un bosque generoso* (p. 33). Quito: CORPEI.

Lozano, J. D. (2005). *ENTOMOLOGÍA MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DE LOS INSECTOS.* (1ra ed.) Palmira, Colombia: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.

Metcalf, C. L. y Flint, W. P. (1966). *Insectos destructivos e insectos útiles.* (1ra

ed.) México, D.F.: Editorial Continental S.A.

- Nájera Rincón, M.B. y Souza, B. (2010) *Insectos benéficos: guía para su identificación*. (1ra ed.). Michoacán, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y Universidad Federal de Lavras (UFLA)
- Ramírez, A. y Rodríguez, L. (1999). PLAGAS Y ENFERMEDADES DE CACAO. En A. Ramirez, & L. Rodríguez, *PLAGAS DE CULTIVOS TROPICALES II* (Vol. 2, p. 3). Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana.
- Saunders, J.L. y Enriquez, G.A., (1980). *Plagas del cacao estado actual en América Central*. (1ra ed). Turrialba, Costa Rica: Antonio Lehmann.
- Sermeño, J.M. (2009). *Guía de plantas hospederas de mariposas en El Salvador*. (1ra ed.). San Salvador: Secretaria de cultura.
- Serrano Peraza, F. A. (2018). *ENTOMOFAUNA ASOCIADA A SOTOBOSQUE EN CULTIVO DE CACAO (Theobroma cacao)*. La Libertad: Autor.
- Serrano, L., Menjivar, R., & García, R. (2003). *Percepción del agricultor sobre los zompopos (Hymenoptera: Formicidae: Attini) y determinación de las especies presentes en los municipios de Ahuachapan, Sonsonate y Santa Ana. Universidad El Zamorano*. El Salvador: Autor.
- Solis, A. (2002). *Escarabajos de Costa Rica*. (2da ed). Costa Rica: INBio.
- Somarriva, E., & Harvey, C. A. (2002). *cacao, biodiversidad y pueblos indígenas: producción*. (1ra ed.) Talamanca: CATIE.
- Toro, C.G. y Tobar M. (2003). *Biología de insectos*. (1ra ed.). Chile: Universidad de Valparaíso pontifica.
- Wagner, M.R. Atuahene, S.K.N. y Cobbinah, J.R., (1991) *Forest entomology in west tropical Africa forest insects of Ghna*. [Entomología forestal en África occidental tropical insectos de Ghana] (1st ed.), Ghna: Kluwer Academic Publishers.
- Zumbado, M. A. (2006). *Dípteros de Costa Rica y la América Tropical*. (1ra ed.). Costa Rica: INBio.

ANEXOS

Anexo 1: Muestreo aéreo utilizando red entomológica.



Toma de muestra aérea utilizando red entomológica

Anexo 2: Toma de muestra de hojarasca.



Toma de muestra de hojarasca utilizando bolsas de 25 lb.

Anexo 3: Toma de muestra de suelo



Toma de muestra de suelo utilizando pala dúplex y bolsas de 25 lb.

Anexo 6: Montaje de Insectos.



Anexo 7: Colocación de insectos montados dentro de secadora.




Anexo 8: Clasificación de insectos con asesoría de técnico especialista CENTA



Anexo 9: Identificación utilizando estereomicroscopio.



Anexo10. Formulario de salida de muestras



"Enrique Álvarez Córdova"
LABORATORIO DE PARASITOLOGIA VEGETAL
 TEL: 23 02-02 00 EXT. 272

Ciudad Arce, Miércoles 6 de Junio de 2018 No. Registro 134-E.


IDENTIFICACIÓN:
 Nombre de la propiedad: - Caserío: - Cantón:
 Municipio: **Ahuachapán** Dpto.: **Ahuachapán** Área: **1 Mz**
 Cultivo: **Cacao** Variedad: Edad:
 Propietario: **CENTA**
 Solicitante: **Jessica Abigail García Paiz** Agencia: **Programa Frutales y Cacao**
 Fecha de consulta:
 Fecha de envío de recomendación:

TIPO DE ANALISIS: **ENTOMOLOGIA** FITOPATOLOGIA NEMATOLOGIA

DIAGNOSTICO:
 En las muestras presentadas al laboratorio se pudo diagnosticar lo siguiente:

INSECTOS AEREOS

Muestra 135-E, Himenoptero, miembro de la familia Vespidae



Muestra 135-E, Himenoptero, miembro de la familia Apidae



Muestra 135-E, Ortoptero, miembro de la familia Acrididae



Muestra 135-E, Coleoptero, miembro de la familia Curculionidae



Muestra 135-E, Coleoptero, miembro de la familia Chrysomelidae



Muestra 135-E, Himenoptero, miembro de la familia Apidae

