

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICAS
ESCUELA DE BIOLOGIA



**“VERTEBRADOS PLAGA: IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUS
DAÑOS EN TRES FINCAS DE CACAO (*Theobroma cacao*) DE EL
SALVADOR”**

Trabajo de graduación presentado por:

Carlos Alberto Amaya Arriola

Para optar al grado de:

Licenciado en Biología

Ciudad Universitaria, enero de 2020

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICAS
ESCUELA DE BIOLOGIA



**“VERTEBRADOS PLAGA: IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUS
DAÑOS EN TRES FINCAS DE CACAO (*Theobroma cacao*) DE EL
SALVADOR”**

Trabajo de graduación presentado por:

Carlos Alberto Amaya Arriola

Para optar al grado de:

Licenciado en Biología

Docente asesor:

Licda. Dora Alicia Armero Durán

Ciudad Universitaria, enero de 2020

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICAS
ESCUELA DE BIOLOGIA



**“VERTEBRADOS PLAGA: IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUS
DAÑOS EN TRES FINCAS DE CACAO (*Theobroma cacao*) DE EL
SALVADOR”**

Trabajo de graduación presentado por:

Carlos Alberto Amaya Arriola

Para optar al grado de:

Licenciado en Biología

Tribunal calificador:

Licda. Dora Alicia Armero Durán

Licda. Milagro Elizabeth Salinas

Ph.D. Mario Ernesto Parada Jaco

Ciudad Universitaria, enero de 2020

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS:

RECTOR

MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS

VICERRECTOR ACADÉMICO

DR. RAÚL ERNESTO AZCÚNAGA LÓPEZ

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

ING. JUAN ROSA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL

ING. FRANCISCO ALARCÓN

FISCAL

LIC. RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARÍN

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

DECANO

M.Sc. MAURICIO HERNÁN LOVO CÓRDOVA

VICEDECANA

M.Sc. ZOILA VIRGINIA GUERRERO MENDOZA

DIRECTORA ESCUELA DE BIOLOGÍA

M. Sc. ANA MARTHA ZETINO CALDERÓN

DEDICATORIA

A mis padres, Carlos Alberto Amaya y Andrea Arriola de Amaya, por haber hecho de mí la persona que soy ahora; por toda su lucha y entrega para que yo pudiera salir adelante con mi carrera y así culminar con este trabajo de investigación.

A mis hermanas, Andrea Abigail Amaya Arriola, Karla Ivette Amaya y Morena Mercedes Amaya, por apoyarme incondicionalmente en cada proceso de mi carrera, por tener fe en mí, y en la vocación que escogí llevar.

A mis abuelos, Andrés Méndez (Q.E.P.D.), Rogelia Arriola (Q.E.P.D.) y Miguel Flores (Q.E.P.D.), que por sus enseñanzas también aprendí a respetar la vida y todas sus formas y a valorar el trabajo realizado.

A mis amigos, que de muchas formas me han ayudado a crecer académica y emocionalmente, por haberme acompañado a lo largo de estos cinco años de carrera y estar ahí cuando necesitaba palabras para levantarme y seguir adelante.

Al Ing. Agr. Oscar Mauricio Coto Amaya (Q.E.P.D.), quien inculcó en mí la curiosidad por este tema, dije que lo terminaría y aquí se lo presento.

AGRADECIMIENTOS

A Dios Todopoderoso, que me acompañó y me dio fortaleza a lo largo de mi carrera, siempre estuvo ahí cuando más lo necesitaba, no me dejó caer cuando me sentía débil, y me protegió del mal durante todo mi camino; es cierto lo que mi mamá dice: “cuando empieces algo, siempre en nombre de Dios”, veo que realmente es así, gracias mi Dios.

A mis padres y a mis hermanas, que apoyaron tanto en lo material como en lo espiritual, nunca me alcanzarán las palabras para agradecerles por todo lo que hicieron en mi carrera profesional y en la carrera de la vida.

A mis asesores, Ing. Agr. Oscar Mauricio Coto Amaya (Q.E.P.D), quien a pesar de no haber visto el culmen de mi trabajo, le estoy muy agradecido por haber sembrado en mí la curiosidad por este tema de investigación; a Licda. Dora Alicia Armero Durán, por su paciencia, apoyo y guía en mi trabajo de investigación así como también durante mi formación como biólogo.

A mis jurados, Licda. Milagro Elizabeth Salinas y Dr. Mario Ernesto Parada, por tomarse su tiempo en observar mi trabajo, así como por sus valiosos aportes para mi documento final y por aportar a mi crecimiento como profesional.

A mis buenos amigos, que de una u otra forma me apoyaron en todo este proceso, especialmente a Jessica Abigail García Paiz, María Lourdes Zavaleta Bárcenas y Mélida Elizabeth Rivera, por haberme acompañado durante la fase de campo y por haberme hecho compañía durante esos días. A mis amigos del Laboratorio de Entomología de Vectores (LEV), por sus palabras de aliento y su apoyo en la preparación de mi defensa. Y a todos mis amigos que a la distancia estuvieron conmigo y cuyas palabras me daban fuerza para seguir adelante. A Reina Flores, Claudia Regina Guirola y Katerine Serrano, por haber sido mis compañeras y amigas durante toda la carrera.

Al CENTA por su aprobación, apoyo técnico y de equipo para el desarrollo de este trabajo de investigación, especiales agradecimientos a la Ing. Eufemia Segura,

Ing. Adamid Beltrán, Ing. Mario Samayoa e Ing. Edith de Romero por su apoyo y conocimiento brindado

Además a la Ing. Reina Flor Guzmán de Serrano, Ing. Carlos Borja, Ing. Javier Trujillo, Ing. Olga Sandoval, Lic. Walter Madrid y Sra. Andrea Morán del departamento de Parasitología Vegetal, por brindarme un espacio donde crecer en conocimientos y actitudes. E igualmente al Ing. Carlos Reyes, Ing. Eduardo Vides Ing. Carlos Soto e Ing. Miguel Prieto, por su apoyo logístico en la fase de campo de esta investigación.

A la Sra. Lilian Cerritos y al Sr. Carlos Sánchez de la finca La Remembranza, al Sr. Carlos Artiga de la Finca Tonina por haberme abierto las puertas de sus fincas para desarrollar esta investigación y de igual manera al Ing. Domingo Rivas y al personal de la Estación Experimental de Santa Cruz Porrillo.

A todos mis amigos y compañeros de la carrera de biología, aquellos que ya han culminado y aquellos que recién comienzan, muchas gracias y les deseo muchos éxitos.

“Los viajes permiten descubrir que hay en el mundo muchas personas de corazón excelente, dispuestas siempre a servirnos aun cuando no se les haya visto jamás, ni vayan a volverse a encontrar nunca”

- **Charles Darwin**

CONTENIDO

I. RESUMEN.....	1
II. INTRODUCCIÓN.....	2
III. OBJETIVOS	4
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
V. JUSTIFICACIÓN	6
VI. MARCO TEÓRICO	7
6.1. El cacao	7
6.1.1. Biología	7
6.1.2. Cosecha de los frutos	8
6.1.3. Plagas del Cacao.....	8
6.2. Conflictos entre el hombre y la fauna silvestre	9
6.3. “Plaga”	10
6.3.1. Clasificación de las plagas	12
6.4. “Especies vertebradas plaga”	13
6.5. Manejo y control de plagas	14
6.6. Evaluación de los daños	17
VII. METODOLOGIA	19
7.1. Descripción de las áreas de estudio.....	19
7.1.1. Finca La Remembranza	19
7.1.2. Finca Tonina.....	20
7.1.3. Estación Experimental Santa Cruz Porrillo.....	21
7.2. Fase de pre-muestreo	22
7.2.1. Reconocimiento de los sitios de investigación.....	23
7.2.2. Pre - cuantificación de plantas dañadas	24
7.3. Fase de muestreo	26
7.3.1. Cuantificación de plantas dañadas.....	26
7.3.2. Identificación de “vertebrados plaga”	26
VIII. RESULTADOS.....	29

8.1.	Registro de daños provocados por “vertebrados plaga”	29
8.1.1.	<i>Sciurus variegatoides</i> (“ardilla gris”)	31
8.1.2.	Familia Muridae (“ratas” y/o “ratones”).....	32
8.1.3.	<i>Bassariscus sumichrasti</i> (“muyo o gato muyo”).....	32
8.1.4.	<i>Melanerpes aurifrons</i> (“pájaro carpintero” o “cheje”)	33
8.1.5.	<i>Odocoileus virginianus</i> (“venado cola blanca”).....	34
8.1.6.	<i>Orthogeomys grandis</i> (“taltuza”).....	35
8.2.	Cuantificación daños provocados por “vertebrados plaga”	36
8.2.1.	Cuantificación de plantas dañadas.....	37
8.2.2.	Cuantificación de frutos dañados.....	37
8.3.	Características de las parcelas afectadas	38
8.3.1.	Distancia cultivo-asentamiento humano	38
8.3.2.	Fuentes de agua.....	39
8.3.3.	Otros cultivos.....	39
8.4.	Métodos y técnicas de control de “vertebrados plaga”	39
	IX. DISCUSION	42
9.1.	“Vertebrados plaga”	42
9.1.1.	<i>Sciurus variegatoides</i> (“ardilla gris”)	42
9.1.2.	Familia Muridae (“ratas y/o ratones”)	43
9.1.3.	<i>Bassariscus sumichrasti</i> (“muyo” o “gato muyo”).....	44
9.1.4.	<i>Melanerpes aurifrons</i> (“pájaro carpintero” o “cheje”)	46
9.1.5.	<i>Odocoileus virginianus</i> (“venado cola blanca”).....	47
9.1.6.	<i>Orthogeomys grandis</i> (“taltuza”).....	49
9.2.	Cuantificación de daños provocados por “vertebrados plaga”	50
9.3.	Características de las parcelas afectadas	52
9.3.1.	Distancia cultivo-asentamiento humano	52
9.3.2.	Fuentes de agua.....	53
9.3.3.	Otros cultivos.....	53
9.4.	Métodos y técnicas de control de “vertebrados plaga”	54
9.4.1.	La Remembranza	55
9.4.2.	Santa Cruz Porrillo	58
9.4.3.	Finca Tonina.....	60
	X. CONCLUSIONES	62

XI. RECOMENDACIONES	63
11.1. Recomendaciones para “vertebrados plaga”	63
11.2. Recomendaciones generales	64
XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
XIII. ANEXOS	76

INDICE DE TABLAS

1. Métodos y técnicas para el control de vertebrados plaga y algunas aplicadas en México (Del Villar González 2000)	17
2. Especies de vertebrados en condición de plaga en tres localidades de cacao de El Salvador	29
3. Registro de los daños en cacao y otras especies vegetales por “vertebrados plaga” en tres cultivos de cacao	30
4. Cuantificación general de los daños ocasionados por “vertebrados plaga”.36	
5. Cuantificación de los daños en plantas de cacao para cada localidad.....	37
6. Cuantificación de los daños en frutos de cacao para cada localidad.....	38
7. Métodos y técnicas de control en contra de “vertebrados plaga” de tres cultivos de cacao.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Taxonomía, morfología externa y aplicaciones de *T. cacao*. Extraído de Micheli et al. 2010 y USDA s.f.....7
2. Algunas especies de mamíferos que pueden ser consideradas “plagas”: a: Individuo adulto de *Bassariscus sumichrasti*. b: Individuo adulto macho de *Odocoileus virginianus*. [Fuente: CONABIO s.f.]. c: miembro adulto de la familia Muridae [Fotografía: Amaya, C. 2018, Parque Nacional El Imposible]. d: Individuo adulto muerto de *Orthogeomys grandis* [Fuente: Coto y Rivera 2005].....13
3. Finca La Remembranza. A: Árbol de cacao en fructificación. B: Riego por tableros, durante la época lluviosa se llenan y el terreno se riega por infiltración subterránea. C: Frutos de cacao seco o hulones atacados posiblemente por aves D: Frutos cosechados en un día de trabajo en la finca.....19
4. Finca Tonina: A: Fruto de cacao (*T. cacao*) totalmente maduro B: Cultivo de cacao-café (*Coffea arabica*). C: Labores de poda realizadas por el administrador de la finca. D: Frutos de cacao en plena madurez.....20
5. Santa Cruz Porrillo: A: Árbol de cacao con frutos sanos y dañados. B: Rio San Pedro fluye a un costado de la parcela de cacao. C: Frutos de cacao en plena madurez. D: Panorama general de la parcela: árboles de cacao jóvenes, huerta de *Musa* sp. y árboles de sombra.22
6. Ubicación geográfica de los sitios de estudio, señalados de color rojo de izquierda a derecha: Finca Tonina, Tepecoyo, La Libertad; Finca La Remembranza, Guadalupe, San Vicente y Estación Experimental Santa Cruz Porrillo, Tecoluca, San Vicente..... 23
7. Estandarización a una manzana (7000 m²) y selección de veinte plantas de cacao al azar 24
8. Formato de hoja de colecta de datos, para el registro de los datos obtenidos al final de cada muestreo y pre-muestreo realizado en las tres áreas..... 28
9. a: Fruto inmaduro de cacao con daño reciente y sin semillas. b: dos individuos adultos de *S. variegatoides* en una palmera de “coco” (*Cocos nucifera* a pocos metros de la parcela de cacao. c: fruto maduro de cacao recién cosechado con mordidas de “ardilla gris”. d: semillas de cacao desperdigadas producto del ataque de ardilla gris. e: nido de ardilla gris en un árbol de “eucalipto” (*Eucalyptus* sp.). f: detalle de la mordida de la ardilla gris..... 31

- 10.** a: Fruto maduro recién cosechado con mordidas de Múridos en la base del pedúnculo. b: Detalle de la mordida de los Múridos en el fruto de cacao. c:Fruto maduro, contaminado con hongos a raíz de un ataque de Múridos. d:frutos de cacao inmaduros atacados por ratas y/o ratones..... 32
- 11.** A: mordida de *B.sumichrasti* en fruto inmaduro de cacao. B: deposición de heces de muyo en el piso de la parcela. C: fruto de cacao casi devorado en su totalidad producto del ataque del “muyo”, según los trabajadores de la finca. D: detalle de la mordida del “muyo”. 33
- 12.** a: frutos secos con marcas de picotazos de *M.aurifrons*. b: detalle de la marca del picotazo en un fruto cosechado. c: individuo adulto de “cheje” [Fuente: López W. 2019]. d: dos frutos maduros recién cosechados con marcas de picotazos. 34
- 13.** a: escodado fresco provocado por “venado cola blanca”. b: escodado cicatrizado provocado por *O.virginianus*..... .34
- 14.** a: raíz de cacao atacada por *O.grandis*. b: detalle del ataque a la raíz. c: trabajador de la finca sosteniendo una planta de cacao desecada producto del ataque de “taltuza”. d: montículos de tierra, producto de la excavación de *O.grandis*. e: planta de cacao inclinada por falta de sistema radical..... 35
- 15.** Gráfico de cuantificación general de los daños ocasionados por “vertebrados plaga”..... 36

I. RESUMEN

Esta investigación se llevó a cabo en tres cultivos de cacao del país, durante un periodo de tres meses, tomando en cuenta el primer periodo de cosecha de este fruto (Octubre-Diciembre). Este se realizó en dos fases: una fase de pre-muestreo, en la que se realizaron recorridos y entrevistas a los trabajadores con el fin de describir las características ambientales de los sitios y conocer la problemática de los “vertebrados plaga” de cada finca. Y una fase de muestreo que tuvo como fin identificar las especies de vertebrados silvestres causantes de daño, por medio de recorridos diurnos y rastreo; y contabilizar dicho daño en las plantas de cacao en un área muestral de una manzana.

Se identificaron cuatro especies y una familia de mamíferos: “ardilla gris” (*Sciurus variegatoides*), “muyo” (*Bassariscus sumichrasti*), “taltuza” (*Orthogeomys grandis*), “venado cola blanca” (*Odocoileus virginianus*) “ratas” y/o “ratones” (familia Muridae); y una especie de ave: “pájaro carpintero” (*Melanerpes aurifrons*)

Usando la fórmula de conteo de daños en cacao de Polanco y Amaro (1970). De manera general los vertebrados silvestres, afectan el 67% de las plantas de cacao y se alimentan del 46.7 % de los frutos; y la especie que causó mayor porcentaje de daño fue la “ardilla gris” (*S. variegatoides*) que afectó el 40% de las plantas de cacao y dañó el 27% de los frutos. El “muyo” (*B. sumichrasti*), es una nueva especie reportada como “plaga” del cacao. En las localidades muestreadas se mencionan y se aplican en mayor medida métodos de control biológico y físicos para el control de “vertebrados plaga” sobre el cacao y otros cultivos.

II. INTRODUCCIÓN

El ser humano siempre ha estado en contacto con el medio natural que le rodea, cohabitando con la fauna silvestre, que en un agro ecosistema puede generar problemas por consumo y destrucción de cultivos y alimentos almacenados; estos son los organismos que por años el hombre ha llamado “plagas”. Según Monge (2007) “plaga” alude a una condición adquirida de los organismos refiriéndose a aquellos que afectan directa o indirectamente a la especie humana, porque provocan daños en las áreas de producción, consumen o contaminan alimentos almacenados, causan daños en la infraestructura, transmiten enfermedades o provocan la muerte a personas o animales domésticos; en base a este concepto se aclara que se usará el término “vertebrado plaga” solamente por conveniencia.

Los propósitos de este trabajo de investigación fueron identificar las especies de vertebrados causantes de daños en tres localidades de El Salvador, contabilizar los daños hechos a frutos y otros órganos de la planta, así como exponer las técnicas de control que se están aplicando para minimizar o evitar los daños.

Este trabajo se realizó en dos fases: una fase de pre-muestreo, en la que se realizaron recorridos y entrevistas a los trabajadores con el fin de reconocer los sitios de investigación y conocer la problemática de los “vertebrados plaga” en cada finca. Y una fase de muestreo que tuvo como fin identificar a las especies de vertebrados silvestres causantes de daño, por medio de recorridos diurnos y rastreo; y se cuantifico contando el número de plantas y frutos afectados.

Se obtuvieron los porcentajes de daño usando la fórmula de conteo de daños en cacao de Polanco y Amaro (1970). De manera general los vertebrados afectan el 67% de las plantas de cacao y se alimentan del 46.7 % de los frutos. La finca que registra mayor porcentaje de daños en frutos es Santa Cruz Porrillo con un 87% de frutos dañados y la finca que tiene mayor porcentaje de árboles afectados por vertebrados es la finca la Remembranza, donde el 100% de los arboles resulto afectado por alguno de los vertebrados registrados.

Se identificaron cuatro especies y una familia de mamíferos: “ardilla gris” (*Sciurus variegatoides*), “muyo” (*Bassariscus sumichrasti*), “taltuza” (*Orthogeomys grandis*), “venado cola blanca” (*Odocoileus virginianus*) “ratas” y/o “ratones” (familia Muridae); y una especie de ave: “pájaro carpintero” (*Melanerpes aurifrons*). De manera general, la especie que causó mayor porcentaje de daño fue la “ardilla gris” que afectó el 40% de las plantas de cacao y el 27% de los frutos. El “muyo” es una nueva especie reportada como “plaga” del cacao. En las localidades muestreadas se registra en mayor medida métodos de control biológico y físicos para el control de estos y otros “vertebrados plaga”.

III. OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar los daños ocasionados por “vertebrados plaga” en tres fincas de cacao (*Theobroma cacao*) de El Salvador.

Objetivos específicos

- Identificar a “vertebrados plaga” en tres fincas de cacao (*T. cacao*) ubicadas en los municipios de Tepecoyo, La Libertad; Guadalupe y Tecoluca, San Vicente.
- Cuantificar el daño que causan los “vertebrados plaga” en tres fincas de cacao (*T. cacao*) ubicadas en los municipios de Tepecoyo, La Libertad; Guadalupe y Tecoluca, San Vicente.
- Exponer las técnicas de manejo que actualmente aplican los productores de cacao (*T. cacao*) en contra de “vertebrados plaga”.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Siempre ha existido conflicto entre el hombre y la vida silvestre, especialmente en la agricultura, problema sumamente antiguo, nacido prácticamente desde que el hombre inició sus actividades en la agricultura y la producción. La fauna silvestre, que cohabita con ese agroecosistema, puede generar problemas con productores por consumo y destrucción de cultivos y alimentos almacenados; por depredación de ganado y de otros animales domésticos; transmisión de enfermedades a humanos u otros animales, estos son los organismos que por años el hombre ha llamado “plagas”. (Muñoz 2004)

La ONU calcula que cada año se pierde entre el 20% y el 40% de los rendimientos de los cultivos mundiales debido a los daños causados por “plagas” de la plantas. Especialistas de la Comisión de Medidas Fitosanitarias, afirman que las “plagas” pueden provocar gran cantidad de daños, afectando directa e indirectamente a la agricultura (Sallam y Bothe 1999). En regiones de África y Europa reportan pérdidas de 70 a 90% de las cosechas agrícolas, causadas principalmente por grandes mamíferos; en Latinoamérica, existen pocos estudios cuantitativos sobre esta problemática, que solamente reportan pérdidas entre 4 y 77% de cultivos en general. (Pérez y Pacheco 2014). A nivel nacional no se posee un dato estimado oficial de cuanto es la pérdida que los animales silvestres provocan en las parcelas productoras de cacao o en otros cultivos, a pesar de que hay presencia del daño.

El cacao es una planta de la familia Sterculiaceae, muy susceptible a “plagas” desde el momento de su siembra hasta su fructificación; desde microorganismos hasta diferentes especies de vertebrados, en especial mamíferos y aves. En América Latina el cacao es una de las especies de monocultivo donde está más concentrado el daño por roedores, generando daños de hasta el 10%, junto a otros cultivos como el arroz y la caña de azúcar. Entre los factores que facilitan la presencia de “plagas” en el cultivo de cacao son: falta de manejo fitosanitario, falta de poda adecuada tanto al cacao como a plantas de sombra (los doseles altos favorecen el ataque de ciertas plagas), presencia de otras especies vegetales que

sirven como hospederos, la matanza de depredadores que sirven como agentes de control biológico, etc. (Mollineau *et al.* 2008; Rodríguez Muñoz 1993; Echeverri 2013; Dubón y Sánchez 2016).

V. JUSTIFICACIÓN

En El Salvador, el cacao es uno de los cultivos más emblemáticos de nuestra cultura. Antes de la conquista, ya tenía un alto valor, por lo que su producción y mercado se vio impulsado en toda la región; Pero fue durante el siglo XVI que se popularizó entre los españoles, por lo que se cultivó en extensas superficies del país. A finales del siglo XVIII empezó a decaer como cultivo, debido a problemas de índole sociopolítico. Durante los últimos dos siglos se comenzó a revalorizar el origen del cacao que se consumía y renació una nueva cultura del chocolate y se comenzó de nuevo a reimpulsar su cultivo, por medio del desarrollo de nuevas tecnologías para su mejor producción (Browning 1998; Segura 2014).

Biológicamente, el cacao es un árbol de uso múltiple, ya que sirve no sólo para producir semilla, sino también para reforestar y enriquecer los bosques, refugios de avifauna, enriquece el suelo, y además al producirlo con las técnicas adecuadas se incrementa la economía de los productores que lo cultivan; y por igual, las especies que crecen en asocio con el cacao, proveen también de servicios ambientales. (Echeverri 2013; Dubón y Sánchez 2016; Rizo *et al.* 2014; Somarriba y Harvey 2002).

Estimar las pérdidas es de suma importancia, debido a que ofrece una perspectiva de la problemática, se puede conocer cuál es la magnitud de los daños; los datos adquiridos del nivel de daño pueden dar información básica para el manejo integrado de plagas (Hruska y Rosset 1987) .Hay una realidad bastante evidente, existen datos escasos acerca de pérdidas de este tipo para la región Centroamericana. Se necesita de más investigación para determinar los daños causados por dichos “vertebrados plaga”, no solamente en cultivos de granos, sino también en cultivos de árboles frutales como el cacao. (Aguilar *et al.* 1977; Brooks y Fiedler 1999).

VI. MARCO TEÓRICO

6.1. El cacao

6.1.1. Biología

Es una planta leñosa, fuerte y recta que se puede desarrollar en formas muy variadas, de porte relativamente bajo, pudiendo alcanzar alturas de 20 m cuando crece libremente bajo sombra intensa, originaria del bosque. (Echeverri 2013; Dubón y Sánchez 2016).

El fruto del cacao es una baya cauliflora, es decir, que se desarrolla en el tronco del árbol y es sostenida por un pedúnculo fuerte que evita que se desprenda del tallo aun estando maduro. Esa incapacidad de desprenderse que presentan los frutos aumenta el riesgo de convertirlos en focos de infección o de liberación de esporas de hongos como la moniliasis y la mazorca negra. (Dubón y Sánchez 2016). Las semillas están cubiertas por una pulpa blanca mucilaginosa de sabores variables según la procedencia, generalmente más azucarados en los tipos criollos y más ácidos en los forasteros. (Fig. 1).



Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Dilleniidae
Orden:	Malvales
Familia:	Sterculiaceae
Género:	<i>Theobroma</i>
Especie:	<i>T. cacao</i> (Linneaus, 1753)

Figura 1: Taxonomía, morfología externa y aplicaciones de *T. cacao*. Extraído de Micheli *et al.* 2010.

6.1.2. Cosecha de los frutos

Entre la floración y la cosecha del fruto existe un periodo de espera de 5.5 meses a 6 meses. Los periodos de cosecha del cacao varían de acuerdo a cada región y variedad del mismo, los productores conocen muy bien sus cultivos y saben cuándo es un buen periodo para cortar los frutos. En El Salvador existen dos periodos de cosecha: el primero que se da entre los meses de octubre, noviembre a diciembre, donde se recogen los frutos de las primeras floraciones; y el segundo es en los meses de marzo y abril, los frutos de la segunda floración de la planta. (Echeverri 2013; Dubón y Sánchez 2016).

6.1.3. Plagas del Cacao

Como cualquier cultivo es atacado por “plagas” las cuales lo afectan desde la etapa de vivero hasta la producción. (Rizo *et al.* 2014). Es una planta cuyo manejo y preservación es muy delicado y es objeto de muchas investigaciones y desarrollo de tecnologías para mejorar su rendimiento y producción, especialmente en lo referido a “plagas”.

Se ve afectada por una amplia variedad de macro y microorganismos, incluidos hongos microscópicos como la *Monilia* sp., bacterias, nematodos y virus; y a nivel macroscópico por diferentes especies de insectos que atacan hojas, raíces, flores y frutos y por vertebrados especialmente mamíferos frecuentemente roedores y en menor medida por aves. (Echeverri 2013; Dubón y Sánchez 2016; Zavaleta Bárcenas y García Paiz 2019).

Los vertebrados se aprovechan principalmente de los frutos por el sabor azucarado de mucilago y las semillas en su interior; no es frecuente que ataquen otras partes de la planta pero si pueden afectarla al generar daños mecánicos, como quebraduras de las ramas, pérdida de hojas y flores, aplastamiento de plántulas, etc; animales subterráneos como la “taltuza” (*Orthogeomys grandis*) (Fig. 1d), se alimentan de las raíces. Las aves suelen atacar frutos que están fisiológicamente maduros; y los mamíferos se aprovechan tanto de frutos

inmaduros como maduros, este hábito de comer los frutos es lo que les acarrea más problemas a los productores. (Monge 1999a; O. Coto, comunicación personal con el autor, noviembre de 2017; Villalobos s.f.).

Los rastros que dejan roedores y aves en cacao: roídas y picotazos en frutos en cualquier estado de madurez, remueven la cascara dura, dejan semillas desperdigadas en el suelo, consumen el mucílago y el resto se pierde a causa de la pudrición; técnicos en esta área especulan que los primeros en llegar son las ardillas y las aves, quienes solamente remueven una mínima cantidad del fruto y secuencialmente es atacado por roedores más pequeños; y a su vez lo dejan expuesto al ataque de fitopatógenos, especialmente hongos (Anexo 1). Las aves como el pájaro carpintero solo hacen una pequeña y fina perforación para atraer mosquitos, cuyas larvas se desarrollan en el fruto fermentado y de las que posteriormente se alimenta, luego abandona el fruto y lo deja vulnerable a otros ataques. (Aguilar *et al.* 1977, Reyes y Capriles Reyes 2000; A. Beltrán, comunicación personal con el autor, marzo de 2018)

6.2. Conflictos entre el hombre y la fauna silvestre

El conflicto es un problema mundial creciente que no es característico de una región geográfica determinada, sino que es común en zonas donde seres humanos y vida silvestre coexisten y que, como en cualquier otro ecosistema, deben compartir los recursos existentes (Le Bel *et al.* 2010), aunque en realidad, se trata de una competencia entre dos especies que tratan de sobrevivir, y como en cualquier otra, alguna de las dos resulta más beneficiada o perjudicada que la otra.

Debido a la expansión de las poblaciones humanas, los conflictos entre el hombre y la vida silvestre son un fenómeno recurrente y uno de los problemas más grandes que existen en la conservación biológica. Cuanto mayor sea el número de personas, mayor es el espacio requerido para sus actividades. En cualquier ecosistema donde el hombre cohabite con especies de la fauna silvestre, puede generar problemas debido al consumo y destrucción de los cultivos, en alimentos

almacenados, depredación de su ganado o de animales domésticos, transmisión de enfermedades zoonóticas, por mencionar algunas. (Muñoz 2004; Le Bel *et al.* 2010).

Un conflicto es cualquier situación en la que la fauna silvestre usa de manera no deseada o daña la propiedad de las personas y/o en situaciones en las que es percibida como una amenaza directa a la propiedad, los bienes, o la vida de las personas. En la actualidad gran parte de los ecosistemas terrestres son destinados a las actividades agrícolas, silvícolas o pecuarias, generándose una dificultad con la fauna que antes habitaba allí y a veces entre diferentes actores sociales con distintos intereses. (Muñoz 2004; Pérez y Pacheco, Montoya 2014).

6.3. “Plaga”

Históricamente al hablar de “plagas”, la primera percepción que se tiene es en insectos. En la actualidad, bajo esa denominación se incluye cualquier organismo que en un momento dado pueda causar daño, desde los más inferiores como los hongos, bacterias y nematodos, hasta los más evolucionados: los mamíferos. (Monge 2007; Recalde 2008).

El término “plaga” es un concepto antrópico, que evolucionó desde un juicio ético-religioso, que los percibe como entes destructores y perjudiciales para el hombre, hasta la concepción económica actual. Inclusive en la Biblia, hace referencia a las “plagas” como un castigo divino enviado a los hombres, que destruían sus cultivos y ganados y que además causaban la muerte, la preocupación por las “plagas” ha sido una constante en la historia de la humanidad (Consuegra 2004).

El concepto “plaga”, se puede abordar desde dos puntos de vista:

En términos **agronómicos**, un organismo cualquiera es considerado “plaga” cuando causa daño al hombre, a sus cultivos, animales o a la propiedad. Se clasifica como “plaga” cuando el daño que causa es suficiente para reducir el rendimiento y/o calidad del producto cosechado, en una cantidad tal que es económicamente inaceptable para el productor. (Recalde 2008). De manera más específica, “plaga” es una población de animales fitófagos, que, por su presencia

hábitos alimenticios o comportamiento, reduce el rendimiento, cuantitativo o cualitativo, de una producción forestal o agrícola disminuye la producción del cultivo, reduce el valor de la cosecha o incrementa sus costos de producción. Se trata de un criterio esencialmente económico, que se traduce en quintales, kilogramos o libras perdidas, o un determinado coste de producción. (Van Lerbergue 2014).

En términos **biológicos**, “plaga” es una condición que alcanza una determinada población de organismos, en respuesta a las condiciones ambientales del lugar donde cohabita con el hombre; cuando esta población alcanzan niveles desequilibrados o anormales, debido a diversos factores, el ecosistema mismo se encarga de volverlo a equilibrar y es así como de manera directa o indirecta tiene una repercusión sobre otros organismos incluido el ser humano (Consuegra 2004; Monge 2007,2018).

En este sentido un organismo adquiere la condición de plaga, bajo las siguientes circunstancias (Monge 2007):

- a) Una especie de origen extranjero o exótico puede ingresar accidental o deliberadamente en una región o país, en donde si el ambiente es propicio, puede alcanzar la condición de plaga.
- b) Una especie nativa inofensiva para los cultivos o la fauna local, puede alcanzar la condición de plaga cuando cambia su preferencia hacia un cultivo o animal exótico.
- c) El establecimiento de monocultivos agrícolas, plantaciones forestales con una única especie, fincas ganaderas con un propósito único, granjas avícolas y estanques para acuicultura ofrecen condiciones propicias para que algunas especies alcancen la condición de plaga.
- d) La conversión de áreas silvestres en predios agrícolas, forestales y pecuarios uniformes y simplificados han acarreado la disminución de las poblaciones de depredadores de las especies de fauna, las cuales eventualmente alcanzan la condición de plaga.

6.3.1. Clasificación de las plagas

Existen muchas clasificaciones para categorizar a los organismos “plagas”, basados en diferentes criterios y puntos de vista, en esta ocasión se tomará en cuenta la clasificación hecha de acuerdo al comportamiento de la plaga y la importancia que esta tiene para el productor, basado en ello, podemos clasificar a las plagas en tres categorías (Hydro Enviroment 2018; Jiménez Martínez 2009):

- **Plagas claves:** Son especies que en forma persistente, año tras año, se presentan en poblaciones altas ocasionando daños económicos a los cultivos; suele tratarse de muy pocas especies. Por lo general se trata de organismos introducidos a lugares donde el clima resulta favorable y donde no se presentan sus enemigos naturales eficientes o tratarse también de especies nativas que se han adaptado favorablemente a cultivos introducidos o nuevas variedades de plantas que resultan así particularmente susceptibles. Son las de mayor importancia para el agricultor, ya que siempre se presentan y causan pérdidas considerables tanto en la producción como en costos de su manejo.
- **Plagas ocasionales** Son organismos que son perjudiciales solamente en ciertas épocas, y que suelen estar asociadas con factores climáticos, variaciones en las prácticas culturales, deficiencia temporal en la represión por enemigos naturales y otros factores. Pueden causar pérdidas importantes, pero solo de manera ocasional.
- **Plagas secundarias** Son aquellas poblaciones de organismos que bajo las condiciones existentes en el campo no afectan la cantidad ni la calidad de las cosechas; éstas suelen constituir la mayoría de las especies en un cultivo agrícola y se presentan en poblaciones bajas o muy bajas, pasando desapercibidas con frecuencia. Su baja población puede deberse a la presencia de enemigos naturales, variedades resistentes, labores culturales adecuadas o factores climáticos desfavorables para su desarrollo. Las cuales aunque pueden estar presentes siempre, las pérdidas que ocasionan no son muy significativas.

6.4. “Especies vertebradas plaga”

Una “plaga” no es un grupo específico de organismos, es una condición que estos adquieren dependiendo de las condiciones ambientales que los rodean, y donde usualmente participan dos especies, una que perjudica a la otra. (Elías y Valencia 1984; Hilje y Monge 1988; Del Villar-González 2000; Contreras *et al.* 2003; Monge 2007, 2018).

Una definición útil para entender qué es una “plaga vertebrada”, es la siguiente: *“Especie de mamífero, ave, reptil, anfibio o pez que afecta directa o indirectamente a la especie humana, ya sea porque provoque daños en las áreas de producción, consuma o contamine alimentos almacenados, cause daños en la infraestructura, transmita enfermedades o provoque la muerte a personas o animales domésticos”*. (Monge 2007; Hilje y Monge 1984) (Fig.2)

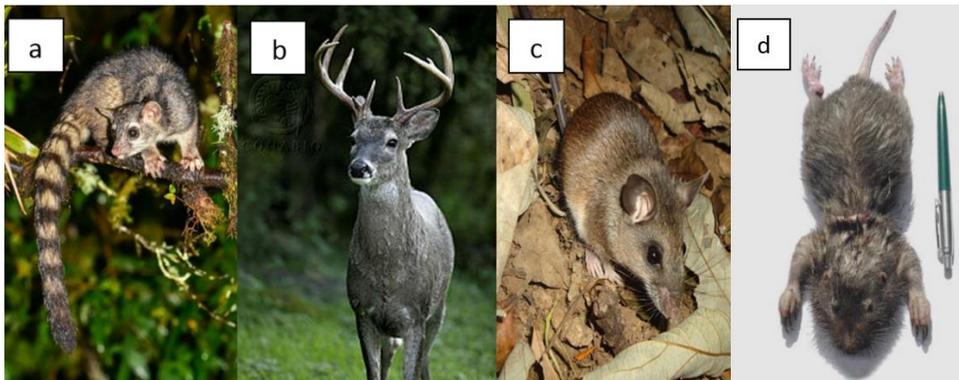


Figura 2: Algunas especies de mamíferos que pueden ser consideradas “plagas”: **a:** Individuo adulto de *Bassariscus sumichrasti*. **b:** Individuo adulto macho de *Odocoileus virginianus*. [Fuente: CONABIO s.f.]. **c:** miembro adulto de la familia Muridae [Fotografía: Amaya, C. 2018, Parque Nacional El Imposible]. **d:** Individuo adulto muerto de *Orthogeomys grandis* [Fuente: Coto y Rivera 2005]

En efecto, este grupo solamente abarca aquellos animales que conocemos como vertebrados; que en este caso podrían denominarse como “plagas mayores” de los cultivos. Este grupo de animales considerados “plagas”, llega aún más allá del daño a los cultivos agrícolas, llegando a ser perjudiciales también para la

ganadería, la acuicultura y pesca, la salud y bienestar del ser humano, la inocuidad de los alimentos, el bienestar de las infraestructuras y maquinaria, etc. (Hilje y Monge 1984; Contreras *et al.* 2003; Muñoz 2004; Monge 2007; Le Bel *et al.* 2010; Pérez y Pacheco 2014).

A la problemática de los “vertebrados plaga” no se le pone especial atención porque no son considerados de alta gravedad económica para los cultivos y se debe al hecho mismo, de que carece de investigaciones profundas y evaluaciones de daños pero a pesar de ello el daño está ahí presente; e igualmente el manejo de estos organismos en el campo siempre ha sido más difícil, debido a las pocas alternativas de control con que se cuenta o la poca difusión que se tiene de ellas. (J. Monge, mensaje de correo electrónico, marzo de 2018).

6.5. Manejo y control de plagas

Manejo y control de una “plaga”, son dos conceptos diferentes, **el manejo** o también llamadas prácticas de gestión tienen como objetivo mantener una baja población de las “plagas” existentes, **el control** es una acción a corto plazo que tiene como objetivo matar y destruir las plagas que afectan al cultivo; estas acciones varían de acuerdo a la región y los tipos de cultivos; dependen del alcance económico del productor que las aplica; ambos conceptos aluden a un conjunto de prácticas y técnicas que pueden ser previamente comprobadas o pueden ser prácticas culturales que no tienen una previa comprobación, por lo tanto no tienen una base técnica ni científica: **los métodos tradicionales**. (Rodríguez Muñoz 1993; Gómez y Thivant 2015)

Como ya se mencionó anteriormente el manejo y control de “plagas vertebradas” ha recibido menos atención que el manejo y control de otros tipos de “plaga”, pero aun así, las técnicas de combate utilizadas son muy variadas, y abarcan métodos físicos, químicos, etológicos, biológicos y culturales.

- **Métodos Físicos:** consisten en la utilización de algún elemento abiótico en intensidades que resultan letales para los organismos dañinos. El uso de estos procedimientos está fundamentado en el hecho de que las “plagas”

sólo pueden sobrevivir y desarrollarse dentro de ciertos límites de intensidad de los factores ambientales. Estos métodos incluyen una serie de diversos procedimientos para matar directamente a los organismos “plaga” o cambiar el ambiente de tal manera que se vuelva no aceptable para la sobrevivencia o desarrollo de ellas. (Jiménez Martínez 2009) (Tabla 1)

- **Métodos Químicos:** consiste en el uso de sustancias químicas inorgánicas, para el combate de los organismos “plaga”, estas sustancias ocasionan trastornos no solo en las poblaciones de organismos sobre las cuales son aplicadas, sino también sobre el entorno biótico y abiótico tanto dentro del agroecosistema como en el ambiente en general e incluso los seres humanos. De acuerdo a su forma de actuar los plaguicidas son de: contacto, sistémicos, fumigante y por ingestión estomacal. (Tabla 1).

Contacto: Matan al organismo cuando entran en contacto con él. Actúan penetrando las paredes del cuerpo. Otros actúan promoviendo la pérdida de fluidos o líquidos produciendo así, la deshidratación del individuo. Los plaguicidas por contacto son aplicados por aspersión, humo o aerosoles en el follaje o el suelo pero sin penetrar a la planta; basta que la sustancia toque el cuerpo del organismo para desencadenar su muerte. (Jiménez Martínez 2009; Anasac 2013)

Sistémicos: Se aplican al follaje o al suelo y este es absorbido por la planta, e irrigado a todos sus órganos (hojas, tallo, raíces, flores e incluso el polen y néctar). Las “plagas” mueren al alimentarse de cualquier parte de la planta tratada con esta sustancia. (Jiménez Martínez 2009)

Fumigante: Al aplicarse se transforman en gases y se utilizan para el tratamiento de suelo para semillero y vivero. Estos son productos gaseosos cuyos vapores son los que entran al organismo. Existen algunos plaguicidas que sin ser fumigantes, son capaces de liberar vapores y eliminar a la plaga cuando están en ambientes totalmente cerrados. (Jiménez Martínez 2009; Anasac 2013)

Por ingestión y estomacal: para que estos productos actúen, deben ser ingeridos por el organismo y por tanto requieren la aprobación y degustación del producto. De esta forma, este tipo de plaguicidas deben ser sustancias atractivas que faciliten su consumo. Estos se presentan como cebos, polvos y líquidos. Cuando el organismo ingiere la sustancia disminuye el consumo del cultivo por el mal sabor de la sustancia o le provoca la muerte. (Jiménez Martínez 2009; Anasac 2013)

- **Métodos Biológicos:** La Organización Internacional de Lucha Biológica (OILB) define el control biológico como “la utilización de organismos vivos, o de sus productos, para evitar o reducir las pérdidas o daños causados por organismos nocivos”. Desde este punto de vista, se incluye no sólo el uso de parasitoides, depredadores y patógenos, sino también el uso técnicas autocidas (liberación de organismos estériles) y manipulaciones genéticas. Se incluyen todos los grupos de organismos con capacidad para el mantenimiento y regulación de la densidad poblacional de organismos “plaga” a un nivel más bajo del que existiría en su ausencia. Las plantas de igual manera facilitan la atracción y repelencia de ciertos organismos, reduciendo la incidencia de estos en el cultivo. Todos estos organismos son considerados como agentes de control biológico. (Pérez Consuegra 2014) (Tabla. 1).
- **Métodos Culturales:** En el control cultural se hace uso de prácticas agronómicas rutinarias para crear un agroecosistema menos favorable al desarrollo y sobrevivencia de las “plagas” o para hacer al cultivo menos susceptible a su ataque. Generalmente, el control cultural es de naturaleza preventiva antes que curativa, tiene un efecto extendido en el tiempo, implica muy poco o ningún aumento en los costos normales de producción, siendo en muchos casos una táctica de propósitos múltiples. (Jiménez Martínez 2009) (Tabla. 1).

Tabla 1: Métodos y técnicas para el control de vertebrados plaga y algunas aplicadas en México (Del Villar González 2000)

Físicas	Químicas	Biológicas	Culturales
Barreras pasivas	Cebos tóxicos	Parásitos	Destrucción/madrigueras
Barreras eléctricas	Pegamentos	Enfermedades	Destrucción/ hábitats
Trampas	Polvos de rastreo	Enemigos naturales	Pajareros (muchachos)
Inundación/ galerías	Aerosoles tóxicos	Genes letales	Remoción de refugios
Caza directa	Repelentes naturales	Labores fitosanitarias	Modificación de hábitat
Espantapájaros	Repelentes sintéticos	Cultivos o variedades resistentes	Rotación de cultivos
Lanzallamas	Atrayentes		Policultivos
Mallas/ Redes	Aceites o espumas		Cultivos trampa
Banderas	Toxinas		
Pólvora	Inhibidores/ reproducción		
Quemas	Fumigación		
Cañón de gas	Drogas psicotrópicas		
Globos anti pájaros			
Aves rapaces (modelos)			
Tirantes anti reflejantes			
Luces destellantes			
Látigo			
Ultrasonido			
Biosonidos			
Radiación electromagnética			

6.6. Evaluación de los daños

Daño se define como: cualquier acción producida por un determinado organismo, ya sea vertebrado o invertebrado que, por su presencia, su consumo o su comportamiento, reduce el rendimiento, cuantitativo o cualitativo, de una producción forestal o agrícola. (Van Lerberghe 2014)

La evaluación de los daños es la fase inicial necesaria para la definición de problemas antes de que se puedan aplicar apropiadamente las estrategias de manejo. Los resultados de las evaluaciones brindan también los elementos para evaluar el éxito de las mismas operaciones de manejo. Además se pueden identificar problemas de otros animales que no han sido reconocidos como “plaga”, y de otros animales que son víctimas de técnicas de control y que no se son causantes de daños económicos. Finalmente, los datos adquiridos permiten estimar el nivel de daño económico, obteniendo así información básica del manejo

integrado de plagas. La estimación de las pérdidas en cultivos es primordial. (Hruska y Rosset 1987; Rodríguez y Zaccagnini 1990).

Para cada tipo de cultivo existen formas diferentes de evaluar el daño hecho por plagas. El método para evaluar daños en cacao está basado en el trabajo de Polanco y Amaro (1987), citado por Rodríguez Muñoz (1993), que ha sido utilizado para evaluar el daño hecho por roedores y ha sido modificado para vertebrados en general.

1. Se selecciona un área representativa
2. Dentro de esta área se elige una cantidad de plantas (aproximadamente 25 plantas). Cada planta debe ser marcada y numerada. Luego se despoja de todas los frutos dañadas.
3. Se realiza el muestreo cada semana dependiendo de las fechas señaladas por los agricultores para la realización de la corta de cacao.

El muestreo consiste en el corte y conteo de los frutos dañados y los frutos sanos. El porcentaje de daños se estima:

$$\% \text{ FD} = \frac{\text{N}^\circ \text{ FD}}{\text{N}^\circ \text{ FT}} \times 100 \%$$

Donde:

% FD: Porcentaje de Frutos Dañados

N° FD: Numero Frutos Dañados

N° TM: Número Total de Frutos

Para contrastar el nivel de daño provocado, también es importante conocer los métodos utilizados para mermarlo, para tal tarea, se hace uso de herramientas de recolección de datos como la entrevista, la encuesta entre otras que se pueden realizar, estas brindaran información valiosa acerca de los métodos utilizados, las formas de control y que tan efectivas son contra las “plagas vertebradas” y a su vez contribuye a generar recomendaciones para el mejor manejo y control, no solamente de estas y otros tipos de “plagas”.

VII. METODOLOGIA

7.1. Descripción de las áreas de estudio

La investigación se realizó en tres localidades de El Salvador, seleccionadas previamente de un listado general de localidades cacaoteras registradas por el programa de Frutales y Cacao del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova" (CENTA) (Fig. 6). A continuación, se describen datos geográficos y ambientales las tres localidades:

7.1.1. Finca La Remembranza

Ubicada en el cantón Los Ranchos, en el municipio de Guadalupe, departamento de San Vicente. Tiene una extensión de 10,575 m² (1.5 Mz), sus coordenadas geográficas son 13°37'00"N 88°52'00"O, y se encuentra a una altura de 735 msnm. La temperatura oscila los 26°C, durante el periodo de transición seco-lluvioso. El cultivo tiene una edad de aproximadamente 40 años, y se encuentra en



Figura 3: Finca La Remembranza: A: *Árbol de cacao en fructificación. B:* *Riego por tableros, durante la época lluviosa se llenan y el terreno se riega por infiltración subterránea. C:* *Frutos de cacao seco o hulones atacados posiblemente por aves D:* *Frutos cosechados en un día de trabajo en la finca.*

periodo de fructificación casi durante todo el año, con mayor auge durante el periodo lluvioso, el ecotipo de cacao que predomina es Trinitario acriollado. El cultivo de cacao se encuentra en asocio con otras especies como: “mango” (*Mangifera indica*), cítricos (Rutaceae), “pepeto” (*Inga* sp.) “café” (*Coffea arabica*), “mamón” (*Melicoccus bijugatus*), “marañón” (*Anacardium occidentale*), “coco” (*Cocos nucifera*), “guineo” (*Musa* sp.), “zapote” (*Pouteria sapota*), “marañón japonés” (*Syzygium malaccense*), “carambola” (*Averrhoa carambola*), también existen otros que no son frutales como “eucalipto” (*Eucalyptus* sp.), “cortés” (*Tabebuia* sp.), “bambú” (*Bambusa* sp.) que también acompañan al cacao y también cuenta con fuentes de agua para riego. (C. Sánchez y L. Cerritos, comunicación personal con los autores, abril y agosto de 2018). (Fig. 3).

7.1.2. Finca Tonina

Ubicada en el cantón San Antonio, en el municipio de Tepecoyo departamento de La Libertad. Tiene una extensión de 420,000 m² (60 Mz) de cultivo de café, de las cuales solamente 49,350 m² (7.0 Mz) el café está asociado con cacao, sus



Figura 4: Finca Tonina: A: Fruto de cacao (*T. cacao*) totalmente maduro B: Cultivo de cacao-café (*Coffea arabica*). C: Labores de poda realizadas por el administrador de la finca. D: Frutos de cacao en plena madurez.

coordenadas geográficas son 13°42' 31" N 89° 28' 27" O, y se encuentra a una altura de 830 msnm. Su temperatura oscila los 27°C, durante el periodo de transición seco-lluvioso. El cultivo de cacao, en su mayoría de tipo Forastero, tiene una edad de aproximadamente 5 años y ya está en fructificación. El "café" (*Coffea arabica*), es el cultivo principal (con 14000 árboles); en asocio con este sistema de cacao-café, se encuentran otras plantas, catalogadas como arboles de sombra para el café: "pepeto" (*Inga* sp.), "madre cacao" (*Gliricida sepium*), "caulote" (*Guazuma ulmifolia*), "cincho" (*Lonchocarpus* sp.) y "laurel" (*Cordia alliodora*). Existen otros cultivos alrededor del sistema café-cacao, que consisten en variedad de frutales y granos básicos como "maíz" y "frijol". (C. Artiga, mensaje de correo electrónico, agosto de 2018). (Fig. 4)

7.1.3. Estación Experimental Santa Cruz Porrillo

Ubicada en el cantón del mismo nombre, en el municipio de Tecoluca, departamento de San Vicente. Esta finca, es propiedad de CENTA, y tiene una extensión de 10,575 m² (1.5 Mz) que solo pertenecen al cultivo de cacao, sus coordenadas geográficas son 13° 26' 19" N 88° 48' 08" O y se encuentra a una altura de 30 msnm. Su temperatura oscila los 26.4°C, durante el periodo de transición seco-lluvioso. El cultivo de cacao tiene una edad de 28 años, con presencia de plantas adultas que en su mayoría pertenecen al ecotipo Trinitario, y se encuentra en periodo de fructificación casi todo el año, también hay plantas jóvenes de aproximadamente unos tres años de edad; se encuentra en asocio con otras especies, propias de un sistema agroforestal de cacao (SAF), como el "plátano" (*Musa paradisiaca*), "pepeto" (*Inga* sp.), "Madre cacao" (*Gliricida sepium*) y otras especies que no son propias, "cerezo de Belice" (*Eugenia myrtifolia*), "guarumo" (*Cecropia* sp.), "tihuilote" (*Cordia alba*), "chilamate" (*Ficus* sp.) (Fig. 3D). (O. Coto, mensaje de correo electrónico agosto de 2018) (Fig. 4). Y cuenta con fuentes de agua para riego. A diferencia de las primeras dos localidades, la estación experimental si cuenta con manejo de la parcela de cacao: se le da poda durante un periodo de 6 a 8 días/hombre, se fertiliza con urea durante un día/hombre; se fertiliza con urea durante un periodo de hasta tres días / hombre y

además se le aplican pesticidas foliares cuando lo requiera. El riego que recibe es por gravedad a partir de un canal de riego corre a través de la parcela y secundariamente del Rio San Pedro (O. Coto y E. Romero agosto de 2018).



Figura 5: Santa Cruz Porillo: A: *Árbol de cacao con frutos sanos y dañados. B:* *Rio San Pedro fluye a un costado de la parcela de cacao. C:* *Frutos de cacao en plena madurez. D:* *Panorama general de la parcela: arboles de cacao jóvenes, huerta de Musa sp. y árboles de sombra.*

Esta investigación se llevó a cabo en dos fases: la fase de pre-muestreo y la fase de muestreo, realizada en un periodo de tres meses.

7.2. Fase de pre-muestreo

La fase de pre-muestreo tuvo una duración de un mes, durante el cual se llevó a cabo: el reconocimiento de los tres sitios de investigación (Fig. 5), la pre-cuantificación frutos, colecta de mazorcas dañadas para identificación de rastros de las especies animales y las entrevistas a los trabajadores de las parcelas de

cacao, sobre aspectos de conocimientos generales del área, condiciones del cultivo y de los “vertebrados plaga” presentes.

7.2.1. Reconocimiento de los sitios de investigación

Este proveyó de datos para la descripción de los sitios, ayudo a sondear la existencia de daños por medio del reconocimiento inicial de rastros de vertebrados; con una duración de una semana, junto a los productores y trabajadores de cada finca se recorrió el cultivo, los datos obtenidos en esta fase fueron: las condiciones ambientales del lugar así como del cultivo mismo, tomando en cuenta aspectos tales como, presencia de otros cultivos, vegetación aledaña, vegetación que este al interior del cultivo, vegetación propia de un sistema agroforestal, si lo hubiera, presencia de asentamientos humanos cercanos, existencia de cuerpos de agua, etc.; y en cuanto al cultivo se tomaron en cuenta



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y Centro Nacional de Registros (CNR) (2005)

Elaborado por: Carlos Alberto Amaya (2019)

Figura 6: Ubicación geográfica de los sitios de estudio, señalados de color rojo de izquierda a derecha: Finca Tonina, Tepecoyo, La Libertad; Finca La Remembranza, Guadalupe, San Vicente y Estación Experimental Santa Cruz Porrillo, Tecoluca, San Vicente.

algunos aspectos básicos de su manejo, la poda, el riego, la cosecha de frutos, etc, así como presencia y rastros de los “vertebrados plaga” y aspectos de su manejo, estos datos fueron registrados en una lista de cotejo previamente elaborada. (Anexo A).

7.2.2. Pre - cuantificación de plantas dañadas

Esta actividad tuvo como finalidad definir el tamaño y delimitar el área de muestreo a considerar para la cuantificación de frutos y árboles, quedando establecido que fuera de una manzana (7000 m²). Se trabajó una localidad a la semana. Se seleccionaron 20 plantas al azar por área de muestreo (Fig. 7).

Se registraron mediante una hoja de colecta de datos aspectos acerca del número de plantas y frutos, plaga que los afecta, estado de desarrollo del fruto, etc. (Fig. 7).

El método utilizado para evaluar daños en cacao está basado en el trabajo de Polanco y Amaro (1987), citado por Rodríguez Muñoz (1993), que ha sido utilizado para evaluar el daño hecho por roedores y ha sido modificado para vertebrados en general.

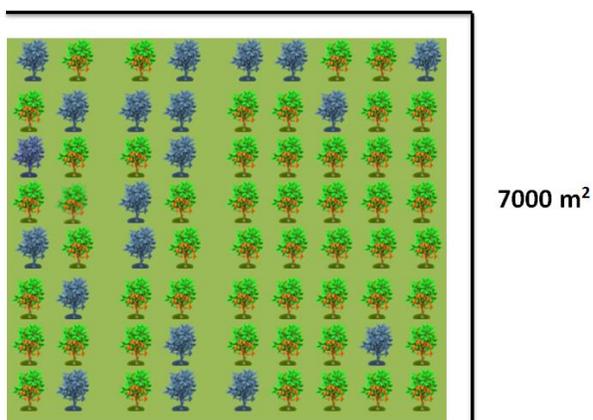


Figura 7: Estandarización a una manzana (7000 m²) y selección de veinte plantas de cacao al azar.

1. Se selecciona un área representativa
2. Dentro de esta área se elige una cantidad de plantas (aproximadamente 25 plantas). Cada planta debe ser marcada y numerada. Luego se despoja de todas los frutos dañadas.
3. Se realiza el muestreo cada semana dependiendo de las fechas señaladas por los agricultores para la realización de la corta de cacao.

El muestreo consiste en el corte y conteo de los frutos dañados y los frutos sanos. El porcentaje de daños se estima:

$$\% \text{ FD} = \frac{\text{N}^\circ \text{ FD}}{\text{N}^\circ \text{ FT}} \times 100 \%$$

Donde:

% FD: Porcentaje de Frutos Dañados

N° FD: Numero Frutos Dañados

N° TM: Número Total de Frutos

El autor no hace referencia al conteo de plantas completas, pero se ha tomado a bien usar el mismo método y por ende la misma fórmula.

Para conteo de plantas completas con daños de “plagas vertebradas”, se sigue la misma fórmula, esta vez tomando en cuenta, número de plantas dañadas y número de plantas inicialmente establecidas, siempre multiplicando este dato por el 100%, que daría de la siguiente forma:

$$\% \text{ PD} = \frac{\text{N}^\circ \text{ PD}}{\text{N}^\circ \text{ PT}} \times 100 \%$$

Donde:

% PD: Porcentaje de Plantas Dañadas

N° PD: Numero de Plantas Dañadas

N° PT: Numero de Plantas Totales

Se realizaron entrevistas estructuradas a los trabajadores de las localidades, que sirvieron para conocer aspectos importantes de los “vertebrados plaga” y las condiciones ambientales de cada finca (Anexo A). Posteriormente se realizó el pre-muestreo en cada finca.

7.3. Fase de muestreo

Esta fase constó de dos actividades: la cuantificación de plantas dañadas y la identificación de los vertebrados plaga, y tuvo una duración total de dos meses: una semana por finca.

7.3.1. Cuantificación de plantas dañadas

Dentro la unidad muestral (una manzana) se contabilizaron todas las plantas de cacao (sanos y atacados) y posteriormente en los árboles fructificados: se contabilizaron los frutos de cacaos dañados y sanos, haciendo uso de un contómetro (Anexo 2).

Al final del conteo se obtuvo el porcentaje final por medio del método de evaluación elaborado por Polanco y Amaro (1987) citado por Rodríguez Muñoz (1993), el porcentaje de Frutos Dañados (%FD) para evaluar el daño al cacao. Y también se ha obtenido el porcentaje de Plantas Dañadas (%PD) es decir, el porcentaje de plantas dañadas, para evaluar daños a plantas completas.

7.3.2. Identificación de “vertebrados plaga”

En las tres semanas de muestreo, se visitaron las tres localidades, donde se realizó un registro de las evidencias de los vertebrados responsables de los daños hechos a las plantas de cacao. Para registrar e identificar a los vertebrados se utilizaron las siguientes metodologías:

a) Avistamiento para registro de vertebrados

Se realizaron recorridos desde las 7:00 am – 10:30 am, haciendo uso de guías de identificación y binoculares, en un punto de observación al exterior de la parcela y manteniendo una distancia prudente; y finalizado el periodo de observación se examinaron las plantas que presentaban daños en frutos u otros órganos de la misma y se observaron las características de los daños, que fueron registradas en

la hoja de colecta de datos. (Rodríguez y Zaccagnini 1998; Romero *et al.* 2006; MINAM 2015) (Fig. 8 y Anexo 3).

b) Registro de rastros de vertebrados

Dentro de la actividad de rastreo se consideraron huellas, heces, refugios, huesos, pelos, madrigueras con el fin de registrar a los vertebrados. Debe anotarse: especie avistada, fecha y hora del avistamiento, localización más precisa del lugar del avistamiento, y cualquier otra información posible que brinde datos sobre la especie. Posteriormente fueron registradas en la hoja de colecta de datos. (Perovic *et al.* 2008; MINAM 2015) (Fig. 8).

Como parte de los rastros también se consideran, las mordidas, rasguños y picotazos hechos en la superficie de los frutos; basados en la forma de las marcas; la posición de dichas marcas en el fruto, que es un indicador del punto de acceso al fruto; la dispersión de las semillas y trozos de cáscara que dejan desperdigados en el suelo, al comer.

Se registraron marcas hechas en otras partes de la planta: en el tallo se buscaron escodados, raspaduras de miembros de la familia Cervidae, para su determinación se tomó en cuenta la altura a la que se encuentra la raspadura, el diámetro que tiene y el deshilado que deja posteriormente. Y en la raíz marcas de roídas, que son más específicos para roedores de hábito subterráneo como los Geomidae, posteriormente fueron registradas en la hoja de colecta de datos. (Bath *et al.* 1981; Kamarudin y Lee 1981; Noor 1993; Van Lerbergue 2014; Villalobos s.f.).



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICAS
ESCUELA DE BIOLOGIA



Hoja de colecta de datos de la investigación:
"Vertebrados plaga: identificación y cuantificación de sus daños en tres fincas de cacao de El Salvador."

Plaga identificada	Identificado por	N° Plantas dañadas	N° Plantas sanas	N° Frutos dañados	N° Frutos sanos

Finca: _____ Cantón: _____ Municipio: _____
 Departamento: _____ Arbol: _____

O: Observación directa
 R: Rastros (1: marcas en la planta; 2: heces; 3: huellas; 4: madriguera)
 V: Vocalizaciones

Colector: _____ Fecha: _____
 Observaciones: _____

Figura 8: Formato de hoja de colecta de datos, para el registro de los datos obtenidos al final de cada muestreo y pre-muestreo realizado en las tres áreas

VIII. RESULTADOS

8.1. Registro de daños provocados por “vertebrados plaga”

Del estudio realizado en las tres localidades, se registraron daños de por lo menos seis especies de vertebrados, de estas cuatro especies y una familia pertenece a la clase de los mamíferos y una especie a la clase de las aves. En la tabla 2, se muestran las especies de vertebrados y los daños registrados.

Tabla 2: Especies de vertebrados en condición de plaga en tres localidades de cacao de El Salvador.

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de plaga (Jiménez Martínez 2009)
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	“cheje”/ “pájaro carpintero”	Plaga secundaria
Mammalia	Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus variegatoides</i>	“ardilla gris”	Plaga clave
	Rodentia	Muridae	Spp	“ratas” y/o “ratones”	Plaga clave
	Rodentia	Geomidae	<i>Orthogeomys grandis</i>	“taltuza”	Plaga ocasional
	Carnivora	Procyonidae	<i>Bassariscus sumichrasti</i>	“muyo”/ “gato muyo”	Plaga ocasional
	Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	“venado cola blanca”	Plaga ocasional

El registro de los animales fue tanto por observación directa como por rastros, y se realizó en un período de tiempo de tres meses. El mayor daño a los cultivos de cacao es por consumo de frutos (maduros e inmaduros) y raíces y por escodados en el tallo. A la vez se observó el daño de otros cultivos y especies vegetales asociadas al cultivo de cacao.

Se clasificaron a las especies encontradas en tipos de “plagas”, basados en la clasificación de Jiménez Martínez (2009) y en base al porcentaje de daño al cacao y la frecuencia con la que los trabajadores los reportan en las parcelas, obteniendo dos plagas clave, tres plagas ocasionales y una plaga secundaria (Tabla 2).

En base a las respuestas obtenidas durante las entrevistas y las observaciones realizadas en campo, se registraron 12 especies vegetales afectadas, principalmente frutales y granos básicos. (Anexo 8).

Tabla 3: Registro de los daños en cacao y otras especies vegetales por “vertebrados plaga” en tres cultivos de cacao

Nombre científico	Nombre común	Parte dañada de la planta de cacao	Otras plantas dañadas	Tipo de registro
<i>Melanerpes aurifrons</i>	“cheje”/ “pájaro carpintero”	Frutos maduros e inmaduros	<ul style="list-style-type: none"> • Cítricos (Rutaceae) (°) • “Coco” (<i>Cocos nucifera</i>) (°) 	O; R1,R4; V
<i>Sciurus variegatoides</i>	“ardilla gris”	Frutos maduros e inmaduros	<ul style="list-style-type: none"> • “Coco” (<i>Cocos nucifera</i>) (°) • “Mango” (<i>Mangifera indica</i>) (°) • “Aguacate” (<i>Persea americana</i>) (°) • “Zapote” (<i>Pouteria sapota</i>) (*) • “Guineo” (<i>Musa paradisiaca</i>) (**) • “Níspero” (<i>Eriobotrya japonica</i>) (°) • “Mamey” (<i>Mammea americana</i>) (**) • “Anona” (<i>Annona</i> sp) (**) • “Nance” (<i>Byrsonima crassifolia</i>) (**) • “Pitahaya” (<i>Hylocereus undatus</i>) (**) • “Marañón” (<i>Anacardium occidentale</i>) (°) • “Maíz” (<i>Zea mays</i>) (**) 	O; R1,R3,R4; V
Familia Muridae	“ratas” y/o R “ratones”	Frutos maduros e inmaduros	-----	R1
<i>Orthogeomys grandis</i>	“taltuza”	Raíz	<ul style="list-style-type: none"> • “Guineo” (<i>Musa paradisiaca</i>) (**) • “Café” (<i>Coffea arabica</i>) (°) 	R1, R4
<i>Bassariscus sumichrasti</i>	“muyo”/ “gato muyo”	Frutos maduros e inmaduros	<ul style="list-style-type: none"> • “Mango” (<i>Mangifera indica</i>) (**) • “Zapote” (<i>Pouteria sapota</i>) (**) • “Níspero” (<i>Eriobotrya japonica</i>) (**) 	R1; R2
<i>Odocoileus virginianus</i>	“venado cola blanca”	Tallo	<ul style="list-style-type: none"> • “Frijol” (<i>Phaseolus vulgaris</i>) (**) 	R1

Dónde: **O**: Observación directa; **R**: Rastros (**1**: marcas en la planta; **2**: heces; **3**: huellas; **4**: madriguera); **V**: Vocalizaciones; **(*)** Observado en campo y **(**)** Respuesta a entrevistas; **(°)** Observado en campo y por respuesta a entrevistas.

A continuación, se describe el daño de los “vertebrados plaga” reportados para las tres áreas de muestreo:

8.1.1. *Sciurus variegatoides* (“ardilla gris”)

En el fruto de cacao deja una mordida en forma ovalada que se extiende a lo largo de la mazorca, roen el fruto dejando una notoria marca de sus dientes incisivos, la vena principal del fruto queda intacta, las semillas completas fueron retiradas y desperdigadas en el suelo junto con restos mordidos de la cascara. La ardilla gris escoge los frutos de los que se alimenta (reportando que tiende a una preferencia por el fruto maduro) por lo que algunos presentan pequeñas secciones de la cáscara levantada pero sin abrir el fruto. También se encontraron nidos de ardilla gris en arboles cercanos tanto dentro como fuera de las parcelas (Fig. 9).

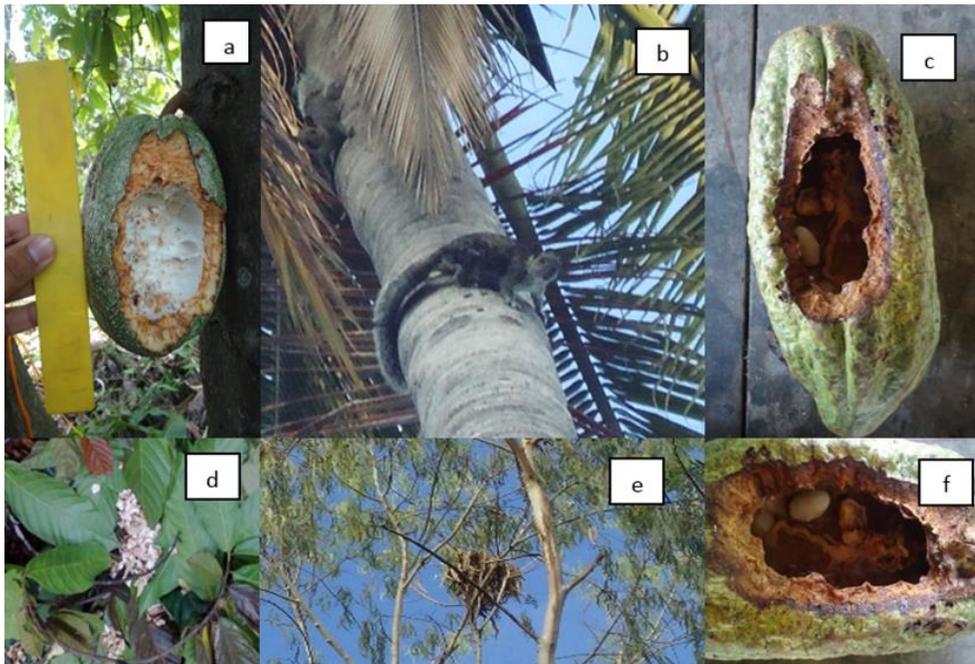


Figura 9: **a:** Fruto inmaduro de cacao dañado. **b:** dos individuos adultos de *S. variegatoides* en “coco” (*Cocos nucifera* a pocos metros de la parcela.. **c:** fruto recién cosechado con mordidas de “ardilla gris”. **d:** semillas de cacao desperdigadas. **e:** nido de ardilla gris en “eucalipto” (*Eucalyptus* sp.). **f:** detalle de la mordida de la ardilla gris.

8.1.2. Familia Muridae (“ratas” y/o “ratones”)

Este grupo de mamíferos ha sido clasificado hasta el nivel de familia, debido a que requiere de una metodología de captura e identificación, que no fue contemplada en esta investigación. La metodología de muestreo solo se basó en la identificación por medio de los rastros en frutos de diferentes estados de madurez, cuya única marca es parecida a la de la ardilla gris, pero se limita a la parte superior del fruto y es de forma redonda, en el contorno de la marca puede notarse a simple vista la forma de las roídas pero de menor tamaño. La vena principal también está intacta, algunas semillas se encontraron en el suelo y otras permanecen en el fruto pero están mordidas. (Fig. 10 y Fig. 1c)



Figura 10: *a: Fruto maduro recién cosechado con mordidas de Múridos en la base del pedúnculo. b: Detalle de la mordida de los Múridos en el fruto de cacao. c: Fruto maduro, contaminado con hongos a raíz de un ataque de Múridos. d: frutos de cacao inmaduros atacados por ratas y/o ratones.*

8.1.3. *Bassariscus sumichrasti* (“muyo o gato muyo”)

En el fruto de cacao se encontró una sola mordida en posición lateral y de gran tamaño, no hay definidas marcas de incisivos, como la ardilla gris y los múridos. La vena principal ha sido arrancada y quedan pocos rastros de las semillas dentro del fruto, salvo pocas semillas abandonadas en el suelo. Se encontraron frutos en diferentes estados de madurez y con diferentes marcas de mordida hasta encontrar únicamente un trozo de cáscara aún unido al árbol. No se tiene mayor

registro de estos animales, debido a motivos de seguridad, solamente se registraron los rastros en recorridos diurnos: tres deposiciones de heces (Fig. 11 y Fig. 1a). Sus rastros en el fruto de cacao se identificaron por medio de la comparación con las marcas de un pariente cercano del viejo mundo, la familia Viverridae, comúnmente conocidos como civetas (Bath y Kamarudin y Lee 1981).

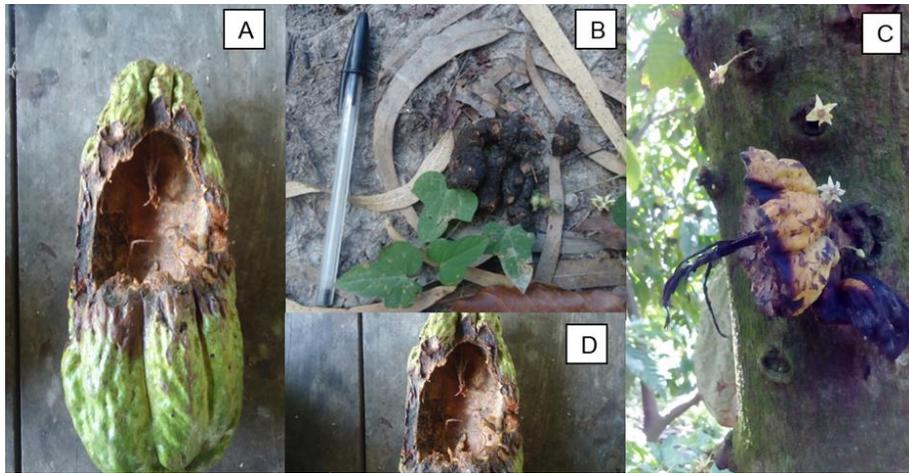


Figura 11: **A:** mordida de *B.sumichrasti* en fruto inmaduro de cacao. **B:** deposición de heces de muyo en el piso de la parcela. **C:** fruto de cacao casi devorado en su totalidad producto del ataque del “muyo”, según los trabajadores de la finca. **D:** detalle de la mordida del “muyo”.

8.1.4. *Melanerpes aurifrons* (“pájaro carpintero” o “cheje”)

Se registró su actividad por la mañana, anida en las áreas muestreadas y el daño en el fruto del cacao se observa un único agujero redondo y profundo en la parte superior o en el medio de la mazorca. Algunas trabajadores afirman que el carpintero picotea los frutos de cacao, como parte de una estrategia de sobrevivencia: apertura el cacao y lo deja así para que la descomposición atraiga a los insectos de los que se alimenta. (Fig. 12).



Figura 12: **a:** frutos secos con marcas de picotazos de *M. aurifrons*. **b:** detalle de la marca del picotazo en un fruto cosechado. **c:** individuo adulto de “cheje” [Fuente: López W. 2019]. **d:** dos frutos maduros recién cosechados con marcas de picotazos.

8.1.5. *Odocoileus virginianus* (“venado cola blanca”)

Los plantas dañadas tienen escodado a lo largo de la superficie del tallo, llegando casi a la base del árbol; es una marca alargada que presenta pequeños pedazos de la corteza levantada; las marcas frescas presentan un color café oscuro, mientras que las marcas más viejos son de color blanco y los contornos de la



Figura 13: **a:** escodado fresco provocado por “venado cola blanca”. **b:** escodado cicatrizado provocado por *O. virginianus*.

herida ya están cicatrizados. Los trabajadores confirman que los machos de esta especie, son los que frota sus astas en el tallo (Fig. 13 y Fig. 1b).

8.1.6. *Orthogeomys grandis* (“taltuza”)

El rastro observado fueron montículos de tierra cerca de las plantas de cacao y otras cerca de plantas de café, algunos recién excavados, donde se encontraron los montículos, el suelo estaba socavado. Se encontró un agujero a la orilla de una vereda, con un pequeño montículo de tierra frente a él, posible entrada a la madriguera de la taltuza. Cuando se extrajo la planta del suelo, no tenía raíces secundarias y la raíz principal se encontró incompleta y con marcas de mordidas propias de los incisivos de la taltuza. A causa del consumo de raíces, todos los arboles atacados se podían desprender por falta de sostén, algunos mostraban ya

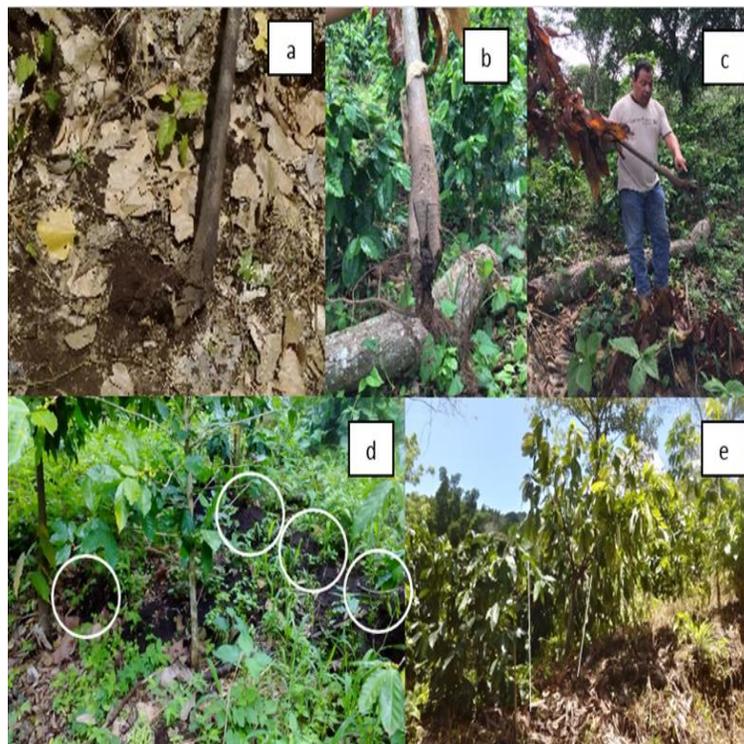


Figura 14: *a:* raíz de cacao atacada por *O. grandis*. *b:* detalle del ataque a la raíz. *c:* trabajador de la finca sosteniendo una planta de cacao desecada producto del ataque de “taltuza”. *d:* montículos de tierra, producto de la excavación de *O. grandis*. *e:* planta de cacao inclinada por falta de sistema radical.

signos de debilidad: hojas levemente marchitas. Durante la fase exploratoria fue posible encontrar plantas completamente secas debido a la falta de raíces (Fig. 14 y Fig. 1d).

Se tiene registro de otras especies de vertebrados, que no están asociados al daño del cacao, avistamientos de reptiles y huellas de otros mamíferos (“tacuazín”, “mapache”, “coyote” y “zorra gris”); cantos de varias especies de aves y anfibios, que usan el cacaotal como hábitat, o solamente son transeúntes (Anexo D).

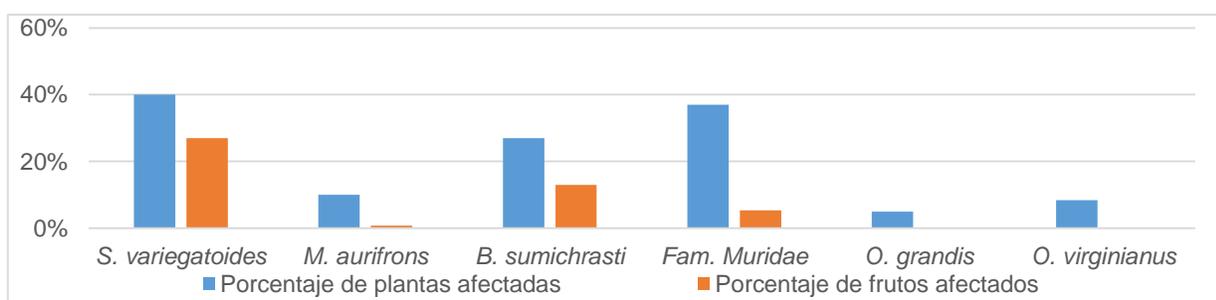
8.2. Cuantificación daños provocados por “vertebrados plaga”

De acuerdo a las marcas encontradas en frutos y plantas de cacao de las tres localidades se obtuvieron porcentajes de los daños por vertebrados, estos datos se presentan en la tabla 4 y la gráfica 1:

Tabla 4: cuantificación general de los daños ocasionados por “vertebrados plaga”

Nombre científico	Nombre común	% Total de plantas afectadas	% Total de frutos afectados
<i>Sciurus variegatoides</i>	“ardilla gris”	40%	27%
<i>Melanerpes aurifrons</i>	“cheje”/ “pájaro carpintero”	10%	0.77%
<i>Bassariscus sumichrasti</i>	“muyo”	27%	13%
Familia <i>Muridae</i>	“ratas” y/o “ratones”	37%	5.4%
<i>Orthogeomys grandis</i>	“taltuza”	5%	0%
<i>Odocoileus virginianus</i>	“venado cola blanca”	8.4%	0%

Figura 15: gráfico de cuantificación general de los daños ocasionados por “vertebrados plaga”



8.2.1. Cuantificación de plantas dañadas

En este estudio se contabilizaron un total de 60 plantas de cacao, por las tres localidades, con edades que oscilan entre los 5 a 40 años de edad. De estas se cuantificó en porcentaje de plantas dañadas por finca. (Tabla 5).

Tabla 5: Cuantificación de los daños en plantas de cacao para cada localidad

Finca		% Plantas dañadas
Estación Experimental Santa Cruz Porrillo		55%
<i>Sciurus variegatoides</i>	“ardilla gris”	50%
<i>Melanerpes aurifrons</i>	“pájaro carpintero”/“cheje”	5%
<i>Bassariscus sumichrasti</i>	“muyo”	5%
Familia <i>Muridae</i>	“ratas” y/o “ratones”	35%
Finca La Remembranza		100%
<i>Sciurus variegatoides</i>	“ardilla gris”	70%
<i>Melanerpes aurifrons</i>	“pájaro carpintero”	25%
<i>Bassariscus sumichrasti</i>	“muyo”	75%
Familia <i>Muridae</i>	“ratas” y/o “ratones”	70%
Finca Tonina		45%
<i>Orthogeomys grandis</i>	“taltuza”	15%
<i>Odocoileus virginianus</i>	“venado cola blanca”	25%
Familia <i>Muridae</i>	“ratas” y/o “ratones”	5%

En Santa Cruz Porrillo es de resaltar que el 55% de las plantas de cacao presentan daños por vertebrados y de estas el mayor porcentaje (50%) presentan daño por “ardilla gris”; en la Finca la Remembranza, el mayor porcentaje de daño es del “muyo” con 75% de plantas afectadas; y en la Finca Tonina el venado cola blanca presentaba un 25% de daño, más que los otros dos vertebrados. (Tabla 6).

8.2.2. Cuantificación de frutos dañados

De las plantas fructificadas se contabilizaron un total de 1030 frutos, considerando como criterio frutos colgando en cualquier estado de madurez. De estos se cuantificó en porcentaje de frutos dañados por finca. (Tabla 6).

Tabla 6: Cuantificación de los daños en frutos de cacao para cada localidad.

Finca		% Frutos dañados
Estación Experimental Santa Cruz Porrillo		87%
<i>Sciurus variegatoides</i>	“ardilla gris”	81%
<i>Melanerpes aurifrons</i>	“pájaro carpintero”/“cheje”	3.9%
<i>Bassariscus sumichrasti</i>	“muyo”/ “gato muyo”	0.79%
Familia <i>Muridae</i>	“ratas” y/o “ratones”	3.9%
Finca La Remembranza		36%
<i>Sciurus variegatoides</i>	“ardilla gris”	8.5%
<i>Melanerpes aurifrons</i>	“pájaro carpintero”/“cheje”	0.96%
<i>Bassariscus sumichrasti</i>	“muyo”/ “gato muyo”	18.7%
Familia <i>Muridae</i>	“ratas” y/o “ratones”	0.55%
Finca Tonina		2.5%
<i>Orthogeomys grandis</i>	“taltuza”	0%
<i>Odocoileus virginianus</i>	“venado cola blanca”	0%
Familia <i>Muridae</i>	“ratas” y/o “ratones”	5%

En Santa Cruz Porrillo el 81% de los frutos, fue dañado por “ardilla gris”; el 3.9% por “pájaro carpintero” y el mismo porcentaje por móridos (“ratas” y/o “ratones”); mientras que los daños por “muyo” no sobrepasan al 1%; en la finca La Remembranza el 36% de estos fue dañado por “vertebrados plaga”; de este total, el vertebrado que más porcentaje de daño dejó fue el “muyo”, con un 18.7%; le sigue la “ardilla gris” con un 8.5% de daños; mientras que los daños provocados por móridos y “chejes” no llegan al 1%; en la finca Tonina los móridos dejaron daños que alcanzan menos del 5%. El “venado cola blanca” y la “taltuza” no provocan daños directos a los frutos y las plantas que dañaron no estaban fructificadas, por lo que su porcentaje de daño al fruto es del 0%. (Tabla 6).

8.3. Características de las parcelas afectadas

8.3.1. Distancia cultivo-asentamiento humano

La Remembranza cuenta con una distancia cultivo-asentamiento de 50 m y Santa Cruz Porrillo con una distancia de 200 m, son las áreas más alejadas de

asentamientos humanos, mucho más que la finca Tonina, donde la distancia es de apenas 5 m.

8.3.2. Fuentes de agua

En la finca La Remembranza no hay cuerpos de agua permanentes, pero si hay tableros de riego, donde el agua se acumula durante los periodos de lluvia y se infiltra en el suelo (Fernández Gómez *et al.* 2010). Santa Cruz Porrillo cuenta con canales para riego, en donde el agua se deja correr en ciertos periodos de tiempo según se requiera, y a un costado de la parcela de cacao corre el Rio San Pedro, pero este se encuentra muy contaminado. La finca Tonina no cuenta con fuentes de agua permanente al interior de la parcela de cacao, el riego que reciben los cultivos es puramente de la lluvia.

8.3.3. Otros cultivos

Las tres localidades poseen policultivos, la más variada es la Remembranza, que además del cacao, se siembran variedad de frutales, algunos granos básicos y “caña de azúcar” (*Saccharum officinarum*), le sigue Santa Cruz Porrillo que es menos variada, cuenta principalmente con cereales, como el “maicillo” (*Sorghum bicolor*) y también frutales, además de “bambú” (*Bambusa spp*), que se usa para elaborar estructuras dentro de la estación; después Tonina, en donde el cacao comparte terreno solo con el “café” y algunos árboles de sombra, otros cultivos como el “frijol” (*Phaseolus vulgaris*) se encuentran más alejados de la parcela con el cacao.

8.4. Métodos y técnicas de control de “vertebrados plaga”

Practican métodos tradicionales, no recomendadas por técnicos y la mayoría no han sido comprobadas de forma experimental. Basado en la clasificación de Del Villar-González (2000), en la tabla 7 se agrupan en métodos físicos, químicos, biológicos y culturales. En las tres localidades todos los métodos se registran para el cacao, con excepción del uso de la creolina que se practica en cultivos de “frijol”.

Tabla 7: Métodos y técnicas de control en contra de “vertebrados plaga” de tres cultivos de cacao.

Finca	Métodos	Técnicas	Recursos	En práctica	Recomendado por los trabajadores
La Remembranza	Físicos	Barreras	Bolsas plásticas	X	
		Caza directa	Hondilla		X
		Agentes ahuyentadores	Cohetes pirotécnicos	X	
	Biológicos	Repelente orgánico	Huevos de gallina en descomposición	X	
		Introducción de enemigos naturales	Serpientes		X
		Cultivos trampa	Almendra de playa (<i>Terminalia catappa</i>)		X
	Culturales	Labores de limpieza	Poda	X	
Agentes ahuyentadores		Personal para ahuyentar		X	
Santa Cruz Porrillo	Físicos	Caza directa	Hondillas		X
		Agentes ahuyentadores	Cohetes pirotécnicos		X
		Bioacústica	Sonidos de alarma del organismo		X
Santa Cruz Porrillo	Biológicos	Repelentes orgánicos	Extracto de chile (<i>Capsicum</i> spp) *	X	
			Extracto de melón amargo (<i>Momordica charantia</i>) *	X	
			Cebo de coyote (<i>Canis latrans</i>) *	X	
			Olor de animal en descomposición		X
Químicos	Repelente inorgánico	Fumigación con insecticidas	X		
Culturales	Agentes ahuyentadores	Personal para ahuyentar		X	
Finca Tonina	Físicos	Trampeo	Trampa de horca (taltuza)		X
	Químicos	Repelente inorgánico	Creolina (desinfectante)	X	
		Tóxicos	Insecticidas		X

(*) Puesto en práctica a nivel experimental

En las tres localidades, los métodos físicos y biológicos son los más mencionados, pero los métodos más ejecutados son los de tipo biológico, en especial el uso de repelentes orgánicos, la práctica de las técnicas restantes son alternativas que los trabajadores también tienen en consideración, pero que, debido a diferentes motivos no pueden ejecutar.

IX. DISCUSION

9.1. “Vertebrados plaga”

Las especies encontradas como responsables de la mayoría de daños al cultivo de cacao son: la ardilla gris, el muyo, ratas y/o ratones.

9.1.1. *Sciurus variegatoides* (“ardilla gris”)

En El Salvador, es una especie muy común que se alimenta de variedad de especies vegetales en especial frutales (Best 1995), durante esta investigación en el cacao se reportan daños de hasta el 87% en frutos; esto sobrepasa lo que plantean Kamarudin y Lee (1981), donde las “ardillas” pueden generar daños del 67% en cultivos de cacao en Malasia. Esta especie y otras de la misma familia casi siempre son señaladas como “plaga”, así, Signorile y Evans (2017) reportan en Italia una especie europea del mismo género que, no se limita a alimentarse de cultivos agrícolas, ha logrado extender su daño a especies vegetales de importancia forestal. Bath (1981) en La India, Lee (1982; 1996) y Noor (1993) en Malasia, reportan daños en cacao provocados por dos géneros de ardilla que también pertenecen a la familia Sciuridae; en Latinoamérica, aunque el daño más representativo lo hace en “coco” y cereales, se le reporta atacando cacaotales en Nicaragua, México, Costa Rica y Perú (Rodríguez Muñoz 1993; Del Villar González 2000; Mollineau *et al.* 2008; Rizo *et al.* 2014).

Los daños de la “ardilla gris” se reportaron para dos de las tres áreas muestreadas, como lo dice Best (1995) es un roedor altamente adaptable y presente en cualquier hábitat arbóreo, incluyendo agroecosistemas como los cacaotales.

Los daños encontrados en el cacao de las tres localidades, coinciden con lo caracterizado por Kamarudin y Lee (1981), marcas a lo largo del fruto, donde es posible notar a simple vista, roídas en los bordes y las semillas y los trozos de la cáscara dispersos por el suelo (Anexo 6). También se tiene registro de sus nidos en árboles de “mango” (*M. indica*) y “eucalipto” (*Eucaliptus* sp.) (Fig. 7); que, coincide con Best (1995), argumentando que, donde está presente la “ardilla gris”

es posible encontrar sus nidos elaborados de hojas y ramas en arboles de gran altura; durante la fase de pre-muestreo se encontraron frutos mordidos de “coco” (*C. nucifera*), “mango” (*M. indica*) y semillas de “marañón” (*A. occidentale*) (Anexo 8), Best (1995) señala que la ardilla gris escoge los frutos que come, lo que coincide con lo que dicen los trabajadores (*ellas los prueban y ya saben cuándo los frutos están listos*), también en dos localidades se encontraron frutos de cacao inmaduros que solo presentan una pequeña sección de la cáscara mordida pero sin abrir, lo observado coincide con ambas opiniones.

Según la clasificación de Jiménez Martínez (2009), la “ardilla gris” es una “plaga” clave que daña hasta el 27% de los frutos de cacao, siendo la que más porcentaje de daño provoca, se encuentran en mayor número, porque según Best (1995) es una especie que ha logrado adaptarse a una gran variedad de hábitats arbóreos, lo que le ha permitido también alimentarse de variedad de cultivos (Tabla 3). Según la UICN, desde el 2016, esta especie figura en la lista de “Preocupación menor” en vista de su amplia distribución, presunta gran población, tolerancia de una amplia gama de hábitats, presencia en varias áreas protegidas y porque no parece estar amenazada y es poco probable que sus poblaciones disminuyan, por lo que puede estar sujeta al manejo agronómico en caso de presentar daños a los cultivos, además no figura dentro de ningún apéndice del CITES. (Reid 2016).

9.1.2. Familia Muridae (“ratas y/o ratones”)

Los miembros de la familia Muridae, abarcan diferentes especies de ratas y ratones tanto silvestres como domésticos. Se registraron en las tres localidades, frutos de cacao consistentes con las marcas reportadas por Bath (1981) y Kamarudin y Lee (1981) (Anexo 6): agujeros circulares parecidos a los de la ardilla, pero mucho más pequeños y casi siempre cerca de la base del pedúnculo del fruto, que son los sitios a los que tienen mayor acceso; los trabajadores no hicieron mención alguna de daños a otros cultivos o especies vegetales.

A nivel mundial causan pérdidas importantes en variedad de cultivos: “arroz” (*Oryza sativa*) en Indonesia, “trigo” (*Triticum spp*) en Australia, “manzana” (*Malus*

spp) en Alemania, etc. Lee (1982, 1996); Bath (1981) y Noor (1993), en dos países asiáticos reportan ratas como consumidores de cacao. Durante esta investigación hasta el 5.4% de los frutos fueron identificados con daños de múridos, 6% más de los que reporta Bath *et al.* (1981), donde en dos meses el 4.8% de los frutos resultaron afectados. En Latinoamérica, la magnitud de sus daños en el cacao y otras plantas frutales no es bien conocida o se limita a ciertas regiones, donde pueden llegar a ser altamente dañinos. (Hilje y Monge 1984; Rodríguez Muñoz 1993; Govorushko 2014).

Según la clasificación de Jiménez Martínez (2009), la familia Muridae son “plagas” clave, afectando hasta el 37% de las plantas de cacao y dañando el 5.4% de sus frutos, el nivel de daño a los frutos no es tan alto como la “ardilla gris”, pero a nivel de finca afecta el 70% de las plantas de cacao. Como todo roedor son altamente adaptables y muy prolíferos en ambientes que presentan condiciones óptimas, en el cacao tienen una fuente de comida constante, a pesar de que los trabajadores no mencionen más cultivos dañados, también tienen lugares donde refugiarse de sus depredadores (asentamientos humanos y troncos). Según Rodríguez Muñoz (1993), este grupo de mamíferos tiende a mantener estables sus poblaciones, por lo que se pueden aplicar actividades de manejo en caso de daños a los cultivos.

9.1.3. *Bassariscus sumichrasti* (“muyo” o “gato muyo”)

En dos de las tres localidades se ha registrado marcas en los frutos, una de las localidades tiene el primer lugar en consumo de frutos de cacao llegando al 19% de daños, superando incluso los daños generados por la “ardilla gris” (8.5 %).

Se identificó por medio de las deposiciones de heces fecales encontradas en la finca La Remembranza (9.4 cm x 1.5 cm) las medidas son consistentes con las medidas de Aranda (2000) (5-10 cm x 1- 1.5 cm), estas se encontraron sobre roca y en una vereda del cultivo; las marcas en el fruto de cacao son parecidas a las de las “civetas” (familia Viverridae), reportados por Bath (1981) y Kamarudin y Lee (1981) para Malasia y La India respectivamente, las características de los daños provocados al fruto coinciden en forma de rastros con los del “muyo”, durante esta

investigación (Anexo 6): los frutos están mordidos casi en su totalidad, casi no se encuentran semillas y dejan trozos de la cáscara aun unidos al árbol. (Fig 10).

Es de hábitos omnívoros y oportunista, se alimenta de frutos, insectos, invertebrados y pequeños vertebrados, por esta razón en México es una amenaza para la avicultura; pero no se menciona como “plaga” para los cultivos vegetales, por el contrario es una especie que ayuda a la dispersión de semillas de algunas plantas silvestres. (Aranda 2000; Amador-Alcalá 2011; Rodríguez Menjívar 2011; Montiel 2014). No se conocen más datos acerca de su relación con ecosistemas agrícolas, mucho menos con el cultivo de cacao en general, puede que en otras regiones solo ocupen el cacaotal como refugio o solo transitan a través de él para desplazarse o buscar alimento.

A pesar de que es una especie que no es conocida por tener conflictos con la agricultura, dentro de la clasificación de Jiménez Martínez (2009) se trataría de una plaga ocasional, por sus altos porcentajes de daño a los frutos de cacao en solo una de las localidades, por sus hábitos omnívoros, puede tratarse de una especie oportunista que aprovecha el cacaotal de esta lugar en específico. Según la UICN desde el 2016, esta especie figura en la lista de “Preocupación menor” porque tiene un amplio rango de distribución, está presente en una variedad de hábitats, incluidos bosques nubosos y de hoja perenne, matorrales y bosques secundarios, y se encuentra en numerosas áreas protegidas; El estado de su población es desconocido. Se sospecha que es poco común en gran parte de su rango, pero puede ser localmente común, como en el caso de una de las fincas muestreadas (Pino *et al.* 2016). El “muyo” está incluido en el Apéndice III de CITES y en la lista de especies en peligro de extinción de Costa Rica. En Belice está cubierto por la Ley de Protección de la Vida Silvestre. En otros lugares, incluido nuestro país, la situación es desconocida, por lo que se debe mantener especial cuidado en el manejo de esta especie como “plaga”, a pesar de los altos porcentajes de daño obtenidos durante esta investigación, en el cultivo de cacao. (Pino *et al.* 2016).

9.1.4. *Melanerpes aurifrons* (“pájaro carpintero” o “cheje”)

Las marcas en el fruto coinciden con Reyes y Capriles Reyes (2000), un único y fino agujero en la superficie del fruto. De acuerdo a Greenberg *et al.* (2000) e Ibarra (2001), *Melanerpes aurifrons* es definido como un generalista agrícola, presente en casi cualquier zona de cultivo, y es frecuente encontrarlo en cacaotales, a pesar de que Aguilar *et al.* (1977), Reyes y Capriles Reyes (2000), Rizo *et al.* (2014), entre otros autores, le consideran como una de las principales “plagas” del cacao, aunque los resultados obtenidos en esta investigación muestran otro panorama: a pesar de estar presente en el cultivo, sus daños al fruto no sobrepasan el 1%, al menos para esta época del año.

Algunos trabajadores afirman que el “pájaro carpintero” picotea los frutos de cacao, como parte de una estrategia de sobrevivencia: apertura el cacao y lo deja así para que la descomposición atraiga a los insectos de los que se alimenta, esto coincide con Aguilar *et al.* (1977) y Reyes y Capriles Reyes (2000). Puede ser una de las razones por las que el cacao no es atacado de manera frecuente, si existe una buena cantidad de insectos en el lugar, el “pájaro carpintero” no tiene por qué perder energía en esta estrategia; la investigación de Zavaleta Bárcenas y García Paiz (2019), respaldan esta afirmación demostrando que, existe una alta densidad de insectos en los cacaotales, y fácilmente pueden proveer de suficiente alimento a esta ave. Debido a esto se puede categorizar según la clasificación de Jiménez Martínez (2009) como una “plaga” secundaria.

El “pájaro carpintero” es una especie tanto insectívora como frugívora, por lo que si tiene el potencial de ser una “plaga” al alimentarse de ciertos frutales como los cítricos (familia Rutaceae), el “coco” (*C. nucifera*), entre otros; México lo reporta picoteando mazorcas del cacao; Monge (2012), reporta dos especies del mismo género atacando “maíz” (*Z. mays*) y “banano” (*Musa spp*), pero no necesariamente representa un problema para esos cultivos. En Estados Unidos a principios del siglo XX se le daba caza por picotear los postes telegráficos (Audobon s.f.) en otras regiones también se reporta como plaga, pero la información acerca de ello es muy reducida (Elías y Valencia 1984; Greenberg *et al.* 2000). En El Salvador,

además del cacao, se alimenta de “coco” y cítricos, como en La Remembranza donde el cacao crece junto a la “mandarina” (*Citrus reticulata*) y fue posible encontrar “mandarinas” picoteadas en el piso del cultivo (Anexo 8).

Según la UICN desde el 2016, esta especie figura en la lista de “Preocupación menor” porque sus poblaciones son extremadamente grandes y muy estables, a pesar de que se desconoce en gran parte la tendencia de sus poblaciones actuales; no figura dentro de ningún apéndice del CITES. A pesar de ello el manejo de esta especie en cultivos como el cacao, debe tener especial cuidado ya que, en algunas regiones de América esta ave, casi llega al nivel de “vulnerable” de la UICN. (BirdLife International 2016).

9.1.5. *Odocoileus virginianus* (“venado cola blanca”)

Durante esta investigación en la finca Tonina se reporta que consume follaje de “frijol” (*P. vulgaris*) y a pesar de que no se contabiliza daño en frutos, si causa marcas superficiales en el tallo del 25% de las plantas de cacao muestreadas, coincidiendo en porcentaje con VerCauteren (2006) en cultivos de “maíz” (*Z. mays*) en el estado de Michigan (Estados Unidos); Chakravarthy (2004), reporta cérvidos en La India, provocando daños a plántulas de cacao. En Latinoamérica Aguilar *et al.* (1977) también lo reporta consumiendo “maíz” y follaje de “papa” (*Solanum tuberosum*) y “frijol”, a pesar de ello los autores lo clasifican como una especie ocasionalmente dañino a los cultivos. Y en efecto, Según Jiménez Martínez (2009) el “venado cola blanca” se le clasifica como una “plaga” ocasional, debido a que el daño provocado esta limitado por un periodo de muda de las astas. En cambio para Hilje y Monge (1984) es inusual que el venado cola blanca sea considerada como dañino, ya que en términos generales se le considera una especie con mayor relevancia ecológica.

Durante el periodo de descorreado, los “venados cola blanca” macho tienen astas que caen cada año y se vuelven a formar cubiertos de una piel sedosa, llamada “borra”, terminado el crecimiento, esta piel es inútil, y para facilitar su desprendimiento, frotan su cornamenta contra troncos delgados y jóvenes. Esto

también ocurre durante el periodo de celo, cuando los venados macho embisten los árboles y arbustos para descargar su agresividad y marcar su territorio; en el periodo de celo, el daño al tronco y las ramas es más destructivo, las heridas son más profundas y pueden llegar a romperlos (Aranda 2000; Van Lerbergue 2014) (Anexo 7). En base a lo descrito por los autores, podemos deducir que los daños registrados en la finca Tonina pueden ser resultado del periodo de descorreado del “venado cola blanca”, ya que las marcas son muy superficiales y lisas. (Fig. 11). El escodado provoca daño a largo plazo en la planta, ya que, rota la cutícula, la epidermis del tallo queda totalmente expuesta, favoreciendo la infección por fitopatógenos, así también provoca lento crecimiento a la planta (Arauz 2011; Van Lerbergue 2014).

El daño del “venado cola blanca” a árboles frutales como el cacao, es menos frecuente que en cereales (Connover y Decker 1991). Este último autor junto a VerCauteren (2006) en Estados Unidos, los granjeros reportan conflictos frecuentes con este y otros miembros de los cérvidos, especialmente en el cultivo de “maíz”, Gallegos (2014) también reporta daños en “maíz” para México pero en menor proporción de lo que se reporta en Estados Unidos. Van Lerbergue (2014) señala a esta y otras especies de cérvidos, consumiendo plántulas completas, brotes, ramas y follaje de especies de árboles forestales y menciona que descortezan y doblan plantas jóvenes. También reporta que consumen cereales y hortalizas de importancia comercial.

Desde el 2016, la UICN considera a esta especie dentro de la categoría de “preocupación menor” a la luz de su adaptabilidad a una amplia gama de hábitats dominados por humanos y naturales, ocurrencia en grandes poblaciones, ocurrencia en muchas áreas protegidas y las poblaciones son actualmente estables. Pero en México, América Central y América del Sur, la mayoría de las poblaciones están disminuyendo, por diferentes causas y se encuentra en varias áreas protegidas en todo su rango. Las poblaciones de Guatemala figuran en el Apéndice III de la CITES (como *Odocoileus virginianus mayensis*) (Gallina y López Arévalo 2016); aunque solo provoca daños de manera ocasional, por lo menos

para el cultivo de cacao, el manejo agronómico debe ejecutarse con cuidado, por tratarse de una especie muy propensa a disminuir sus poblaciones.

9.1.6. *Orthogeomys grandis* (“taltuza”)

En la Finca Tonina, la “taltuza” consume las raíces del 15% de las plantas de cacao, mayor que lo reportado por Villa Cornejo (2000) en cultivos de “maíz” (*Z. mays*) de México, donde los daños alcanza hasta el 11.04 %; la misma autora señala que aunque las cifras no parezcan elevadas, los daños de estos roedores tienen una repercusión considerable en la economía familiar rural, y también a nivel local. En Costa Rica Monge (1999a) reporta un aproximado de 60-80%, que los productores de cacao estiman en base a observaciones propias, pero que en realidad no reflejan una situación normal, como lo dice Hill (2004), un “escenario con la peor situación”.

Es muy difícil ver “taltuzas” directamente, ya que pasan el 90% de su tiempo bajo el suelo, y si lo hacen solo es por la noche o en días nublados (Monge 1999a; Coto y Rivera 2005; Villalobos s.f.), el mejor indicador de su presencia en un área son los montículos que dejan al cavar, como se encontraron en la Finca Tonina (Fig. 12) , pero Monge (1999b), advierte que donde hay “taltuzas” no siempre se pueden notar los montículos, esto sucede si el área posee una abundante cobertura vegetal.

En América Latina es muy dañino para gran diversidad de cultivos, para Costa Rica se reportan que ataca a más de 30 especies vegetales, entre tubérculos, cereales y frutales: “plátano” (*Musa* sp), “café” (*C. arabica*), cacao entre otros. Otro daño señalado tiene que ver también con la pérdida de suelo cuyo proceso se propicia por la presencia de túneles de “taltuzas”, los cuales en épocas lluviosas se llenan y ceden por el peso de ésta, dando lugar a pérdidas importantes de suelo, y llegando a ser igual de cuantiosas que las pérdidas por cosecha (Monge 1999a, 1999b; Rodríguez Muñoz 1993).

Según Jiménez Martínez (2009) la “taltuza” se le clasifica como una “plaga” ocasional, el nivel de daño de este animal podría estar limitado por las prácticas

agrícolas de la finca Tonina, ya que por años se ha tratado de darle control, también puede estar limitado por la presencia de depredadores como la “víbora de cascabel” (*Crotalus simus*) y la “masacuata” (*Boa constrictor*) (Anexo D); es un animal limitado por el fototropismo negativo, que prefiere evitar la luz, por lo que no es muy frecuente verlos y solo en ciertas zonas con suficiente alimento.

Desde el 2016 la UICN, considera a esta especie figura en la lista de “Preocupación menor” en vista de su amplia distribución, presunta población grande, tolerancia de una amplia gama de hábitats y porque no parece estar amenazada y es poco probable que disminuya casi a la velocidad requerida para calificar para listado en una categoría amenazada. Como se puede ver, se trata de una especie localmente común, como ocurre en la Finca Tonina. Las prácticas agronómicas y el uso de venenos puede afectar negativamente a la especie en ciertos lugares donde se le considera “plaga”. El manejo debe proceder con cuidado en especial en cultivos aledaños a áreas protegidas, porque aunque no se conocen medidas de conservación específicas para esta especie, en estas áreas no se les puede dar caza o matarlas. (Vásquez *et al.* 2016).

Por medio de las respuestas de las entrevistas se dice que hay dos especies más de vertebrados que provocan daño al cacao: el “tacuazín” (*Didelphis marsupialis*) y el “mapache” (*Procyon lotor*). Se encontraron sus rastros, mas no hay evidencia de ataques a los frutos o cualquier otra parte de la planta de cacao. Otros vertebrados aprovechan el cacaotal, pero no lo afectan negativamente, tal es el caso de algunas aves que hacen sus nidos en las horquetas de las plantas de cacao jóvenes. Y efectivamente así es, Somarriba y Harvey (2002), señalan la importancia de los cacaotales como ricas reservas de biodiversidad, hogar de numerosas especies de mamíferos y aves que lo utilizan directamente para subsistir o solo lo usan como un corredor natural (Anexo D).

9.2. Cuantificación de daños provocados por “vertebrados plaga”

De manera general, el mayor número de árboles de cacao afectados por “vertebrados plaga” fue en la finca La Remembranza, donde el 100% de la

muestra fue afectada negativamente por vertebrados; el mayor porcentaje de frutos atacados se reporta en la Estación Santa Cruz Porrillo donde 87% de los frutos muestreados fue atacado por vertebrados; en la finca Tonina el 45% de los árboles y el 2.5% de los frutos de cacao resulto afectado, siendo la finca con menores porcentajes de daño; estas cifras coinciden con Del Villar-González (2000) y Gallegos *et al.* (2004) al afirmar que, los daños por vertebrados pueden rondar porcentajes entre el 40%- 99% en este y otros cultivos.

De vertebrados registrados como plagas, dos son reportadas por los trabajadores como las más dañinas para el fruto: la “ardilla gris” y el “pájaro carpintero”. La “ardilla gris” provoco daños del 27% y el “pájaro carpintero” del 0.77% (Tabla 7). Estos porcentajes señalan que la “ardilla gris” es el vertebrado que provoco mayor porcentaje de daño al cacao, este dato coincide con la respuesta de los trabajadores y se acerca a los resultados de Bath *et al.* (1981), donde reporta daños del 29%, provocados por dos sciuridos de diferentes especies; Y la cifra es más baja que los resultados de Mollineau *et al.* (2008) y Rizo *et al.* (2014) donde los daños de otros dos sciuridos en frutos de cacao oscilan del 34% - 84%.

Pero no así para el “pájaro carpintero”, cuyo porcentaje de daño no alcanza el 1% (Tabla 7), en el trabajo de Rizo *et al.* (2014) el daño del “pájaro carpintero” al cacao es menor al 8%, estas cifras bajas podrían guardar relación con la estrategia de alimentación del “pájaro carpintero”, si el número de insectos es abundante, el ave no necesita gastar energía dañando frutos de cacao. Estas cifras son muy parecidas a lo que reporta López Torres (2018), en su ensayo con repelentes en parcelas de cacao de CENTA, reportando 31% de daño en frutos por parte de la “ardilla gris”.

En esta investigación el daño registrado en raíces y tallo fue relativamente menor comparado con los daños a frutos; la Finca Tonina es la única finca donde se registró este tipo de daños: la “taltuza” daño las raíces del 15% de los árboles muestreados, muy por debajo de lo que reporta Monge (1999a) en el cacao: entre 60%-80%, pero esta cifra baja podría guardar relación con lo que argumenta Hill (2004): las percepciones de las personas a menudo están fuertemente

influenciadas por eventos raros y extraordinarios o extremos, es decir, escenarios del "peor caso", en lugar de ocurrencias más frecuentes, menos extremas; y en efecto, los trabajadores de esta finca, argumentan "grandes daños" al cacao por la "taltuza", pero no coincide con el resultado obtenido en la investigación. El "venado cola blanca" escodó el tallo del 25% de los árboles (Tabla 8), no se encontró un dato porcentual sobre el daño del venado en cacao ya que los daños en los frutales no son tan frecuentes como en los cereales como el "maíz", donde suele ser una "plaga" importante en granjas de Estados Unidos donde causa daños del 53% y esa cifra aumentó en los años subsiguientes (Connover y Decker 1991).

9.3. Características de las parcelas afectadas

9.3.1. Distancia cultivo-asentamiento humano

En orden de alejamiento la finca más alejada es Santa Cruz Porrillo, sin embargo, el porcentaje de daño sobre las plantas de cacao, es del 55%, y en la Remembranza, el daño llega al 100%; se considera que, aunque está alejado en Santa Cruz Porrillo, existe mayor presencia de personas, maquinaria y vehículos circulando dentro de la finca, los animales al interior de la parcela están siendo perturbados constantemente, incluso por la noche, cuando el personal sale a custodiar las parcelas, en La Remembranza, hay poca circulación de personas y vehículos, lo que proporciona un ambiente propicio a los animales para realizar sus actividades. Esto coincide con los resultados de Gallegos *et al.* (2004) y Romero *et al.* (2006) donde el porcentaje de daño al maíz del "loro coroniblanco" (*Pionus seniles*) y el "pecarí de collar" (*Tayassu tajacu*) es directamente proporcional a la distancia entre el cultivo y los asentamientos humanos: a mayor distancia, mayor es el daño al cultivo, en este caso, ambas especies son las que presentan mayor porcentaje de daño sobre las demás (3.3% y 1.7% respectivamente).

9.3.2. Fuentes de agua

Según Rodríguez Muñoz (1993), los animales que se consideran plagas aumentan sus poblaciones, debido a que en los cultivos encuentran recursos alimenticios disponibles. En Santa Cruz Porrillo y La Remembranza los trabajadores han adaptado en sistemas de riego por gravedad, que sirven también como fuentes de agua importantes para los vertebrados; Gallegos *et al.* (2004) y Romero *et al.* (2006), coinciden en que las fuentes de agua constantes pueden influir en la presencia de aquellos vertebrados que son “plagas”, en ambos trabajos expusieron el caso del “pecarí de collar” (*Tayassu tajacu*), cuyo porcentaje de daño en el maíz estuvo muy influenciado por la presencia de arroyos cerca del cultivo (1.7% de daño), no se podría afirmar que estos sistemas de riego en ambas localidades influyan en la presencia de “vertebrados plaga” como lo exponen los autores, ya que no se trata de fuentes de agua permanentes, sino que solo se llenan en ciertos periodos de tiempo. Sin embargo, el daño por vertebrados es mayor en la Remembranza y Santa Cruz Porrillo (100% y 55% respectivamente), en ambas áreas las fuentes de agua son más constantes que en la finca Tonina, donde el daño por vertebrados es menor (45%).

9.3.3. Otros cultivos

Según Monge (2007) los monocultivos son propicios para que los vertebrados encuentren condiciones óptimas para alcanzar un estado de plaga, ya que encuentran permanentes fuentes de alimento concentradas en un área. Las parcelas de cacao muestreadas no son monocultivos, pero aun así tienen altos porcentajes de ataque por vertebrados. La Remembranza es la finca más variada en cuanto a cultivos: granos básicos, “caña de azúcar” (*S. officinarum*), cítricos, “marañón” (*A. occidentale*), “mango” (*M. indica*) son algunos de los cultivos presentes, aquí el 100% de los árboles muestreados, presentaban daños por “vertebrados plaga”; en cambio la finca Tonina es la menos variada de las tres, donde el cultivo más grande, que siempre está en contacto con el cacao, es el “café” (*C. arabica*) y además de los árboles de sombra, no hay mayor cantidad de

especies vegetales, esta finca presenta menor porcentaje de daño en árboles, tiene 45%. Entonces, lo que argumenta Monge (2007), no coincide con lo observado en las áreas de estudio: entre mayor diversidad de cultivos, menor es la afectación de “vertebrados plaga” sobre plantas de cacao en una manzana de terreno, siendo: **La Remembranza (100%) > Santa Cruz Porrillo (55%) > Tonina (45%).**

En El Salvador es común sembrar variedad de cultivos en una sola área de tierra, con el propósito de recuperarse económicamente en caso de haber grandes pérdidas, confirmado por los trabajadores que fueron entrevistados, esta práctica coincide con lo argumentado por Elías y Valencia (1984) planteando que, las técnicas adoptadas para aumentar la producción de las tierras, influyen en los problemas con “vertebrados plaga”: un rápido desarrollo con variedades de plantas de alta producción da como resultado cultivos muy cercanos entre si y de diferentes edades, que facilita una buena cantidad de alimento a las plagas en forma continua. Esto explica porque en El Salvador la relación entre la diversidad de cultivos y la afectación de “vertebrados plaga” se da de esta manera y no como lo plantea Monge (2007).

9.4. Métodos y técnicas de control de “vertebrados plaga”

Todos los trabajadores tienen conocimiento sobre la biología y ecología de los vertebrados que dañan los cultivos, según Flores-Manzanero (2013), este conocimiento ayuda a sentar las bases para el manejo de la especie, según la situación lo requiera.

Las entrevistas arrojan datos sobre como los trabajadores adoptan medidas para el combate de “vertebrados plaga”. Por medio de las entrevistas se obtuvieron datos sobre los métodos y técnicas empleados en las tres localidades donde solamente se ponen en práctica métodos tradicionales.

Entre las acciones realizadas y las que los trabajadores recomiendan, se puede notar que tienden al uso de métodos biológicos, que incluyen el uso de sustancias de fuerte olor que causan irritación sensorial, enfermedad o efectos desagradables

en el animal; que pueden ser sintéticas o de origen vegetal y/o animal, esta tendencia es descrita por la NSA (1980); Del Villar-González (2000); y Monge (2018).

9.4.1. La Remembranza

En la finca La Remembranza se usan tres métodos tradicionales de control: biológico, físico y cultural. Dentro de los **métodos biológicos**, optan por el uso de huevos de gallina en descomposición, untados sobre las mazorcas de cacao, los entrevistados en esta finca afirman que es una técnica efectiva para el control de roedores, especialmente la ardilla, coincidiendo con Pierce & Wiggers (1997), quienes han reportado, que una sustancia comercial, conocida como “Deer away”, hecha a base de huevo podrido concentrado al 37%, tiene un 85-100% de efectividad en estudios de campo para el control de venados y no afecta a plantas comestibles de ninguna forma.

Los trabajadores de la Remembranza, han recomendado sembrar árboles de “almendro de playa” (*Terminalia cattapa*) esta técnica se le denomina introducción de cultivos trampa, coinciden con las recomendaciones de Pérez Consuegra (2004), Ramón y Rodas (2007) y Gómez y Thivant (2015) aunque estos autores enfocan esta técnica más a plagas insectiles, demostrando que en la protección de hortalizas ha sido bastante eficaz. Por igual Maracara (s.f.) y FEDECACAO (s.f.), recomiendan que, se deben sembrar plantas, en la periferia de los cultivos de cacao, que sirvan de sustento a estos animales, ya que la razón por la que atacan los frutos, es el desbalance ecológico, por la eliminación de sus fuentes naturales de alimentación.

Del Villar-González (2000), clasifica la técnica de los cultivos trampa dentro de los métodos de control culturales y el uso de sustancias orgánicas como métodos de control químicos, pero si hacemos un análisis en base a una de las definiciones que ofrece Pérez Consuegra (2004) acerca del control biológico: *La Organización Internacional de Lucha Biológica (OILB) define el control biológico como “la utilización de organismos vivos, o de sus productos, para evitar o reducir las pérdidas o daños causados por los organismos nocivos”*. El control biológico no

queda restringido al uso de depredadores animales, las especies vegetales también pueden contribuir a la reducción de daños por organismos “plaga”, al igual que los derivados de organismos vivos: repelentes y extractos orgánicos.

Como alternativa de control: hacen referencia a la introducción masiva de enemigos naturales de los roedores, las “masacuatas” (*Boa constrictor*), esto es lo que Pérez Consuegra (2004) denomina control biológico por aumento y es lo que idealizan los agricultores al referirse a este tipo de control, esperando ver a las “masacuatas” devorando a los ardillas por cantidades y ver reducido el daño, pero no es así de rápido, se necesitan de investigaciones y ensayos para que tenga éxito; Noor (1995), propone la depredación natural como alternativa y muestra resultados alentadores sobre el uso de “lechuzas de granero” (*Tyto alba*) para el control de roedores en palmares de Malasia; Rodríguez y Tiscornia (2005), así lo demostraron en un ensayo con aves rapaces en cultivos de “girasol” (*Helianthus annuus*), el porcentaje de daño bajo de un 100% a un 15% en un día con la presencia de las aves rapaces; en esta finca las condiciones pueden no ser las mejores para los depredadores y podría explicar porque los niveles de daño son tan altos como 100%. Pero bajo las condiciones adecuadas, depredadores como: “coyote” (*Canis latrans*), “masacuata” (*Boa constrictor*), “víbora cascabel” (*Crotalus simus*), “búho café” (*Ciccaba virgata*), entre otros, pueden ejercer un buen control biológico disminuyendo los daños en cacao. (Anexo D)

Dentro de los **métodos físicos** ponen en práctica el embolsado de frutos, Hilje y Monge (1984) y Gómez y Thivant (2015), recomiendan el uso de esta técnica, como un método de aislamiento contra “plagas” insectiles y vertebradas; en el estado de Hawái, Kawabata y Nakamoto (2013) demostraron que el embolsado de los frutos de “lichi” (*Litchi chinensis*), puede ayudar a reducir los daños provocados por insectos y aves pero no así para otras plagas mayores, entonces en base a ello, se puede determinar que el embolsado es una técnica efectiva pero solo para ciertos tipos de plaga, como se encontró en la Remembranza, en donde el embolsado no resulta efectivo, al menos para el control de mamíferos arborícolas como la “ardilla”, debido a que logran romper las bolsas plásticas y llegar al fruto;

otra técnica es usar pólvora como lo reporta Del Villar-González (2000) en México para el control de vertebrados dañinos a los cultivos, sin embargo no menciona si la pólvora se usa como técnica letal o de ahuyentamiento; aunque la mayoría de los autores como Rodríguez Muñoz (1993), Contreras *et al.* (2003), Batista (2009), entre muchos otros, describen el uso de la pólvora con el fin de dar muerte al animal; pero otros, como Rodríguez y Zaccagnini (1998), Hilje y Monge (1984), y algunos técnicos venezolanos (Maracara s.f.) lo recomiendan o practican con fines de ahuyentamiento por ser una técnica efectiva.

Dentro de los **métodos culturales** la práctica de la poda cumple doble función: aumentar la productividad de la planta y mantener control fitosanitario, evitando que el cacao se desarrolle a mayores alturas y tenga contacto con otros árboles de sombra y evitar los “puentes” que usan los mamíferos arborícolas para ir de un árbol a otro. (Lutheran World Relief 2009); Pérez Consuegra (2004) establece que la poda y la regulación de la sombra están en función de las “plagas” y de sus depredadores naturales; Füsell y Sandino (1995) y Purcell (2015), coinciden en este aspecto, opinando que la poda no solo contribuye a la disminución de “plagas” sino que también puede prevenir de daños futuros a la planta, Eguilúz Piedra (2000) y Batista (2009) plantean que las podas ayudan a la planta a mantener sus defensas ante plagas y fitopatógenos, incluidas las “plagas vertebradas”: al carecer de sombra quedan expuestos a ataques de depredadores naturales que los controlan.

Los trabajadores de esta finca conocen otros métodos y técnicas de control que no son aplicadas, dentro de los **métodos físicos**, la caza directa en este caso con “hondillas” y piedras para dar muerte al animal en persecución, este solo cuando las plagas proliferan en gran cantidad, coincidiendo con la opinión de Pérez y Pacheco (2004) y Contreras *et al.* (2003) aludiendo a que la caza es efectiva cuando las especies tienen una repercusión muy fuerte sobre el cultivo y cuando se trata de especies muy difíciles de controlar, especialmente animales arborícolas como la “ardilla” y las aves; y en el caso del cacao Batista (2009), lo recomienda para el control del “pájaro carpintero” en República Dominicana; pero aunque sea

considerada una técnica efectiva de control, este se encuentra normado por la ley de cada país donde se practica. Aunque Pérez y Pacheco (2004) afirman que es altamente improbable que la cacería extinga localmente a las especies en cuestión, pueden verse afectadas las especies asociadas a estas y se alteraría en gran manera la dinámica ecológica de las comunidades naturales (Naranjo *et al.* 2010). La cacería existe como opción, pero ecológicamente no es la indicada para el control, o en palabras de Le Bel *et al.* (2010) debería ser considerado el último recurso para controlar los daños por vertebrados, y así evitar incurrir en muertes masivas de fauna silvestre.

Como **método cultural** recomiendan que debe haber personal que ahuyente a los animales, a pesar de que varios autores, entre ellos Del Villar-González (2000), Hilje y Monge (1984), González (2003), Navarro Prado y Mendoza Alonso (s.f.), recomiendan o ponen en práctica esta técnica, los trabajadores de las áreas investigadas, no lo ponen en práctica debido a la falta de recursos económicos ya que esta actividad requiere de personal que estén diariamente espantando a los animales, además de los recursos materiales que utilizan para espantarlos, es una técnica con un alto potencial, un caso particular ocurre en una región de Morelos, México, donde trabajan personas que espantan a las aves de los cultivos de “arroz” (*O. sativa*): los “pajareros”, como les dicen popularmente, afirman que de no cumplir su papel adecuadamente, se pierden 10 kg de “arroz” en cuestión de minutos (Imagen Noticias 2018).

9.4.2. Santa Cruz Porrillo

En Santa Cruz Porrillo se usan cuatro métodos tradicionales de control: biológico, químico, físico y cultural. Dentro de los **métodos biológicos**, se ha experimentado con repelentes a base de extractos acuosos de “chile” (*Capsicum* spp.), “melón amargo” (*Momordica charantia*) y grasa de “coyote” (*Canis latrans*). Del Villar-González (2000), respalda este dato, afirmando que los animales, especialmente mamíferos herbívoros, rechazan algunas plantas ya sea por su toxicidad o sabor y olor desagradable; organizaciones como FEDECACAO en Colombia y FUNDESYRAM en Nicaragua, recomiendan el uso de repelentes de “chile” sobre

los frutos de cacao para mantener alejadas a las ardillas y a las aves; Castillo López *et al.* (2016) usó una mezcla de “chile” fumigado sobre mazorcas de maíz en Colombia, pero este no demostró efecto protector por tratarse de tasas de daño muy bajas por parte de los vertebrados; en El Salvador, los resultados de Zavaleta Martínez (2018), demuestran que el repelente de “chile”, protege al 80% de frutos muestreados de daños por ardillas y aves, logrando un buen nivel de efectividad. Pierce y Wiggers (1997), también recomiendan el uso de sustancias a base de capsaicina para el control del venado en árboles frutales y ornamentales en Missouri, Estados Unidos, aunque recomiendan que debería hacerse mejor antes de que los frutos cuajen. Rodríguez Muñoz (1993), expone que en Colombia se utiliza el “melón amargo”, para ahuyentar roedores, pero los resultados técnicos de ese trabajo se desconocen, en cambio Zavaleta Martínez (2018), demostró que el “melón amargo”, protege al 60% de los frutos de daños por vertebrados demostrando tener un buen potencial de control. Del Villar-González (2000) y Apfelbach (2005), destacan que hay un especial interés sobre el uso de olores de depredadores naturales para reducir el daño por vertebrados. Apfelbach *et al.* (2005) ha descrito que este recurso puede tener un efecto tanto positivo como negativo para el control de vertebrados, y que debe seguirse investigando de manera experimental, tanto a nivel de campo como de laboratorio, como el trabajo realizado por López Torres (2018), con el repelente a base de grasa de “coyote”, que reduce el daño por vertebrados en un 8% sobre frutos de cacao. Como alternativa de **método biológico** uno de los técnicos de Santa Cruz Porrillo, reporto el uso de animales muertos o de sus desechos biológicos para repeler a otros animales, reporto que en una finca de cacao de El Salvador, no específico donde, el cuidador de la finca mato una “ardilla” y la colgó en la finca con el fin de repeler a otras “ardillas” lejos del cacao, se desconoce si realmente resulto ser efectiva; a pesar de ser una práctica poco convencional, existen reportes de su ejecución en otros países de nuestra región: Rodríguez Muñoz (1993), reporta en Argentina el uso de sangre de animales domésticos para repeler “conejos” (familia Leporidae); Pierce y Wiggers (1997), han reportado hasta el uso de cabello

humano en sacos de nylon para tratar problemas con “venados” (familia Cervidae), aunque alegan que estos no repelen sistemáticamente al animal.

Como la única técnica dentro de los **métodos químicos** En esta localidad, también se fumiga con insecticidas comerciales en un intento de disuadir a las ardillas y otras plagas con el olor, pero no se especificaron nombres o tipos de venenos empleados en esta técnica.

Los trabajadores de esta finca conocen otros métodos y técnicas de control que no son aplicadas, dentro de los **métodos físicos**, la caza directa en este caso con “hondillas” y piedras para dar muerte al animal en persecución, coincidiendo con los trabajadores de la finca La Remembranza, en usar cohetes pirotécnicos, aunque no han mencionado el uso de esta técnica en el cacao, en una de las visitas se encontraron restos de cohetes pirotécnicos y periódico quemado. También recomiendan la permanencia de personal que este vigilando el cultivo y espantando a los animales que se acerquen a comerlo; como en el caso de Morelos, México (Imagen Noticias 2018), esta técnica se emplea mayormente en Santa Cruz Porrillo, para proteger cultivos de “arroz” (*O. sativa*), no así frutales y otros cultivos; y el uso de la bioacústica en Santa Cruz Porrillo uno de los técnicos recomienda emitir sonidos de alarma del vertebrado y provocar una respuesta de repelencia, esta técnica es practicada más frecuentemente para repeler aves, así como fue aplicado por Canavelli (2009) y Sapunkova & Zolotarev (2012) quienes recomiendan esta técnica para repelencia de aves en conjunto con otras técnicas para lograr su efectividad, ya que, como lo demostraron Sapunkova & Zolotarev (2012) en una planta nuclear en Rusia, es una técnica efectiva combinada con técnicas visuales y técnicas químicas.

9.4.3. Finca Tonina

En la Finca Tonina se usa solo el **método químico**, usando repelentes sintético, en este caso el desinfectante creolina, que normalmente es un desinfectante de tipo industrial para pisos, los trabajadores le dan un nuevo uso: empapan trapos con esta sustancia, cuyo fuerte olor disuade a los “venados cola blanca” de los

frijolares; Castillo López *et al.* (2016), Experimentó con creolina como tratamiento de protección para los cultivos de “maíz” (*Z. mays*) en Colombia, pero no demostró efecto protector por tratarse de tasas de daño muy bajas por parte de los vertebrados, no se puede hacer mención si esta técnica es efectiva en los frijolares de Tonina, ya que no fue el objetivo de este trabajo, debe ser probado de manera experimental.

Dentro de los **métodos físicos**, los trabajadores recomiendan el trampeo con trampas de varilla, usadas en Costa Rica para el control letal de las “taltuzas” (Monge 1999b; Villalobos s.f.), resulta ser una trampa muy compleja estructuralmente pero bastante eficaz en términos del control, según Coto y Rivera (2005), con esta trampa se logró capturar a más de 100 animales en una temporada. Existen trampas que necesitan de un cebo adecuado para la captura de los animales, y de eso depende en gran parte su eficacia, Lee (1982), realizó ensayos para determinar qué tipos de cebos eran los más atractivos para los “vertebrados plaga” de cacaoales en Malasia; y también existen trampas que no necesitan de cebo, actúan de manera mecánica sobre el animal. El trampeo es una práctica muy común para el control de animales dañinos en los cultivos agrícolas, especialmente cuando se trata de aves y roedores pequeños como la “taltuza” (Hilje y Monge 1984; Fall y Jackson 1998; Rodríguez y Zaccagnini 1998; Monge 1999b; Jiménez 2009).

X. CONCLUSIONES

Se identificaron seis vertebrados en condición de plaga, cinco pertenecientes a la clase Mammalia (mamíferos) y uno perteneciente a la clase Aves. De manera general, la “ardilla gris” es el vertebrado que causa mayor porcentaje de daño al cacao: 40% de las plantas mostraron daños de este mamífero y consume un 27% de los frutos entre maduros e inmaduros; el “muyo” es una nueva especie reportada como dañino para el cacao, afectando el 27% de las plantas muestreadas. Y consumiendo el 13% de los frutos.

De los seis vertebrados registrados, solamente la familia Muridae es común para las tres áreas. Todas las especies registradas, con excepción del “venado cola blanca”, fueron reportadas por los trabajadores como las más dañinas para el cacao en sus respectivas localidades.

En las tres localidades se mencionan y se aplican en mayor medida métodos de control biológicos. La finca La Remembranza aplica cuatro técnicas para reducir el daño por “vertebrados plaga”, siendo la finca que aplica más técnicas de control. En Santa Cruz Porrillo, las técnicas descritas, con “chile”, “melón amargo” y grasa de “coyote”, solo se han probado a nivel experimental. En la finca Tonina se aplica una técnica con una sustancia química inorgánica para controlar al “venado cola blanca”, pero para proteger los cultivos de frijol. Según los trabajadores, las técnicas más efectivas son la aplicación de sustancias orgánicas que tienen su base en olores fuertes, como el huevo de gallina, extractos acuosos de plantas y sustancias sintéticas y la realización de labores de limpieza como la poda, resaltando la importancia de combinar más de un método de control.

De acuerdo a esta investigación, a mayor distancia cultivo-asentamiento y a mayor variedad de cultivos, será mayor el daño de vertebrados. La presencia de fuentes de agua influye en que haya mayor presencia de vertebrados dentro del cacaotal.

Es importante resaltar la importancia de los estudios etnozoológicos, ya que proporcionan datos importantes de las especies animales asociadas a agroecosistemas y ofrecen un panorama acerca de aquellos que se consideran “plagas” y aquellos que pueden ser empleados para el control biológico.

XI. RECOMENDACIONES

11.1. Recomendaciones para “vertebrados plaga”

En base a las observaciones en campo, las respuestas a las entrevistas y a la literatura citada, se recomienda:

- Mantener hábitos de poda en árboles demasiado enramados o altos para evitar conexiones entre árboles para limitar el paso de los vertebrados arborícolas.
- Apostar por el uso de repelentes naturales como los extractos acuosos de chile, melón amargo y otras plantas de sabor y olor desagradable, estas han demostrado un buen potencial protector.
- Optar por el uso de sustancias sintéticas, especialmente aquellas con olores fuertes, y que no afecten negativamente al cultivo ni a otros animales pertenecientes a la fauna silvestre.
- Crear ambientes favorables para los enemigos naturales: recurrir a la poda para despejar la visibilidad y el movimiento de las aves rapaces; dejar espacios con suficiente vegetación para que las serpientes puedan ocultarse. Hay que evitar dañar o matar estas especies solo por el miedo infundido, recordemos que desempeñan un gran papel ecológico al controlar poblaciones de animales dañinos.
- Practicar técnicas de ahuyentamiento, que puede realizarse con materiales de bajo costo como: cohetes pirotécnicos, utensilios metálicos, recipientes plásticos, CD's dañados, etc. La colocación de estos agentes requiere de supervisión frecuente para asegurar su éxito, así que debe haber al menos una persona que esté al tanto.

- Establecer cultivos trampa alrededor del cultivo de cacao, específicamente plantas silvestres u otros cultivos que sean más atractivos para la especie y que favorezcan el desarrollo de un Sistema Agroforestal de Cacao, en este caso para la ardilla y otros vertebrados arborícolas, algunas opciones podrían ser: “almendro de playa” (*Terminalia cattapa*), “pepeto” (*Inga spp*), “mango” (*Mangifera indica*), “nance” (*Byrsonima crassifolia*)” entre otros.
- El embolsado de frutos es una buena opción para evitar ataques de aves.
- Para la “taltuza” se pueden colocar barreras alrededor del cultivo, como ladrillos o piedras enterrados a cierto nivel en el suelo, que impidan el paso subterráneo del animal. Esto solamente para áreas pequeñas.
- Para los cérvidos como el “venado cola blanca” se pueden colocar barreras de malla metálica u otro material resistente alrededor de las plantas afectadas.

Finalmente es importante mencionar que para el control de organismos “plaga” resulta más efectivo y generalmente más económico cuando se utilizan dos o más métodos de control a la vez, en lo que se conoce como control integrado de plagas y que este manejo incluya prácticas que favorezcan la conservación, el aprovechamiento racional y la producción sostenible. (Villalobos s.f.; Somarriba y Harvey 2002).

11.2. Recomendaciones generales

- Retirar prontamente aquellos frutos que están en su punto para evitar que sean atacados por vertebrados.
- Retirar prontamente aquellos frutos que ya presentan heridas o rasguños para evitar que se conviertan en focos de enfermedades fúngicas (Anexo 1)
- Ampliar la metodología para detallar mejor cuales miembros de la familia Muridae son los que atacan el cacao.
- Extender esta investigación al siguiente periodo de cosecha del cacao, el que se lleva a cabo en los meses de marzo y abril.
- Usar otras metodologías de rastreo para reconfirmar la presencia de vertebrados en los cacaotales.

- Las repercusiones económicas de los vertebrados deben ser evaluadas con mayor detalle en el futuro sobre este y otros cultivos del país.
- Es necesario extender un inventario completo de la fauna secundaria en las áreas de cultivo de cacao, para saber si en realidad están ejerciendo control biológico y obtener registros de otras plagas de vertebrados que pudieran estar afectando.
- Investigar a profundidad sobre algunas técnicas expuestas, para que pueda ser empleada como tecnología de control de “plagas vertebradas”.
- Investigar a profundidad sobre la caracterización de las marcas dejadas ya sea en los frutos o en la planta misma, de este y otros cultivos.
- Investigar a profundidad sobre la importancia de las fuentes de agua dentro de los cultivos y como estas influyen en la presencia de vertebrados.
- Investigar acerca de la relación entre la diversidad de cultivos y la afectación de “vertebrados plaga”, para conocer si se mantiene la relación establecida durante este trabajo de investigación: *a mayor diversidad de cultivos, menor es la afectación de “vertebrados plaga”.*

XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar PG, Beingolea OD, Brack AJ y Ceballos I. 1977. Vertebrados importantes en la agricultura peruana. The First Afro-Asian Conference on Vertebrates as Pests, Nov. 1976. El Cairo, Egipto.

Amador – Alcalá S. Naranjo EJ & Jiménez – Ferrer G. 2011. Wildlife predation on livestock and poultry: implications for predator conservation in the rainforest of south-east Mexico. *Fauna & Flora International, Oryx*, 47(2), 243–250.

Anasac. control. 2013. Plaguicidas. Anasac Control. Santiago de Chile, Chile.

Apfelbach R, Blanchard CD, Blanchard RJ, Hayes RA & McGregor IS. 2005. The effects of predator odors in mammalian prey species: A review of field and laboratory studies. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 29:1123–1144. doi:10.1016/j.neubiorev.2005.05.005.

Aranda JM. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. (1° Ed.) Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (Conabio). Tlalpan, México.

Arauz LF. 2011. Fitopatología: un enfoque agroecológico. (2° ed.) Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Audubon. Carpintero cheje [internet]. National Audubon Society (USA). [citado 2019 Mayo 25]. Disponible en: <https://www.audubon.org/es/guia-de-aves/ave/carpintero-cheje>

Bath SK, Nair CP & Mathew DN. 1981. Mammalian Pests of Cocoa in South India, *Rev. Tropical Pest Management*, 27:3, 297-302.

Batista L. 2009. Guía Técnica el Cultivo de Cacao en la República Dominicana. Santo Domingo, República Dominicana. CEDAF.

Best T.L. 1995. *Sciurus variegatoides*. *The American Society of Mammalogist*, N°55. 1-6.

BirdLife International 2016. *Melanerpes aurifrons*. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2016. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22680862A92883010.en>. Citado: [2019 diciembre 04].

Brooks JE y Fiedler LA. 1999. Vertebrate pests. Post-harvest operations. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

Browning D. 1998. El Salvador, la tierra y el hombre. Dirección de publicaciones e impresos CONCULTURA.

Canavelli S. 2009. Recomendaciones de manejo para disminuir los daños por palomas medianas en cultivos agrícolas. Estación Experimental Agropecuaria Paraná (INTA), Argentina.

Conover MR & Decker DJ. 1991. Wildlife damage to crops: perceptions of agricultural and wildlife professionals in 1957 and 1987. *Wildl. Soc. Bull.* 19:46-52

Castillo López IF, Rodríguez Africano PE, Montes Pérez RC y González Valderrama DM. 2016. Fauna silvestre que afecta los cultivos en Boyacá y control del daño a cultivos de maíz. *Revista Ciencia y Agricultura (Rev. Cien. Agri.)* Vol. 14 (1)

Chakravarthy AK (2004). Role of Vertebrates in Inflicting Diseases in Fruit Orchards and their Management. *Disease Management of Fruits and Vegetables* Vol. 1. Fruit and Vegetable Diseases (ed. K.G. Mukerji), 95-142.

Consuegra NP. 2004. Manejo ecológico de plagas. Ciudad de La Habana, Cuba: Centro de Estudios de Desarrollo Agrario y Rural-CEDAR.

Contreras Balderas AJ, Tejeda Tellez AG y García Salas JA. 2003. Las aves como plaga, controles y manejo. *Rev. UANL.* 6:001. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México.

Coto J. y Rivera M. 2005. Control de taltuzas (*Orthogeomys* spp) en cultivos de banano y plátano dentro de plantaciones de café. Fundación Hondureña De

Investigación Agrícola, Departamento De Protección Vegetal. La Lima, Cortés, Honduras.

Del Villar-González D. 2000. Principales vertebrados plaga en México: situación actual y alternativas para su manejo. Rev Chapingo 6:41–54.

Echeverri JH. 2013. Tecnología moderna en la producción de cacao. Manual para productores orgánicos 1. Programa Sixaloa, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica.

Dubón A, Sánchez J. 2016. Manual para la producción de cacao. 2ª Edición. La Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), La Lima, Cortes, Honduras.

Eguilúz Piedra. T. 2000. Manual Técnico para la Poda, Derribo y Transplante de Árboles y Arbustos de la Ciudad de México. Gobierno del Distrito Federal Banco Interamericano de Desarrollo Secretaría del Medio Ambiente (1º Ed). Ciudad de México, México.

Elías DJ. y Valencia D. 1984. La agricultura latinoamericana y los vertebrados plaga. [accesado 2017 Sep. 17].
https://www.aphis.usda.gov/wildlife_damage/nwrc/publications/83pubs/elias832.pdf

Fall MW & Jackson WB. 1998. A new era of vertebrate pest control? An introduction. International Biodeterioration & Biodegradation 42 (1998) 85-91

FEDECACAO. s.f. Guía Ambiental para el Cultivo del Cacao. Ministerio De Agricultura Y Desarrollo Rural. Federación Nacional de Cacaoteros. Bogotá, Colombia.

Flores-Manzanero A, González-Pérez GE, Vásquez-Dávila MA, y Manzanero-Medina GI. 2013. Conocimiento y usos de *Odocoileus virginianus* en Santo Domingo Tonalá, Oaxaca. THERYA, Vol. 4 (1):103-112.

Füsell J. & Sandino D. 1995. Prevención de enfermedades con la poda [internet]. Nindirí-Masaya, Nicaragua. [Citado 2019 Junio 06]. Disponible en :
<https://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=5107>

- Gallegos JF. 2014. Opciones para el Control de Roedores sin Rodenticidas. [accesado 2017 Nov.17]
<https://www.intagri.com/index.php/articulos/fitosanidad/opciones-para-el-control-de-roedores#>
- Gallina, S. y López Arévalo, H. 2016. *Odocoileus virginianus*. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2016. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T42394A22162580.en> . Citado: [2019 diciembre 04]
- Gómez I. y Thivant L. 2015. Training manual for organic agriculture. Food And Agriculture Organization Of The United Nations (FAO) and Technologies And Practices For Smallholder Farmers (TECA).
- González JA. 2003. Análisis preliminar de los daños causados por las aves silvestres a la agricultura en la Amazonia oriental del Perú. Agencia Española de Cooperación Internacional, Proyecto Araucaria-Colca, Miguel Dasso 117-2. San Isidro, Lima, Perú.
- Govorushko SM. 2014. Mammals and birds as agricultural pests: a global situation. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology]* 2014. N°6 pp. 15-25
- Greenberg R, Bichier P & Cruz Angón A. 2000. The conservation value for birds of cacao plantations with diverse planted shade in Tabasco, Mexico. *Animal Conservation* (2000) 3, 105-112. 2000. The Zoological Society of London.
- Hill C.M. 2004. Farmers' Perspectives of Conflict at the Wildlife–Agriculture Boundary: Some Lessons Learned from African Subsistence Farmers. *Human Dimensions of Wildlife: An International Journal*, 9:4, 279-286
- Hruska J. y Rosset M. 1987. Estimación de los niveles de daño económico por plagas insectiles. Curso/Taller sobre Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles, 24-28 Agosto (1987). San José, Costa Rica. Proyecto CATIE/

Hydro Environment. H-E.Mx. 2018. Tipos de plagas en cultivos. [Internet]. Hydro Environment (México). [Citado: 2019 Julio 24]. Disponible en: https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=382

Ibarra A, Arriaga S y Estrada A. 2001. Avifauna asociada a dos cacaotales tradicionales en la región de la Chontalpa, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* Vol. 17 N° 34. Diciembre 2001

Imagen Noticias. 2018. ¡Esta es la gran importancia de los pajareros en Jojutla, Morelos! | Noticias con Francisco Zea. [Video internet]. México. [Citado: 2019 Junio 02]. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=NAxMXN7VJDQ>

Jiménez Martínez E. 2009. Métodos de control de plagas. Universidad Nacional Agraria.

Kamarudin KA & Lee CH. 1981. MODES OF COCOA POD DEPREDATION BYTHREE SMALL MAMMALS. *Rev. Mardi. Res., Bull.* 9 1: (42-48).

Kawabata A. & Nakamoto S.T. 2013. Lychee Fruit Bagging for Commercial and Home Growers. College of Tropical Agriculture & Human Resources, University of Hawai'i at Mānoa, Honolulu, Hawai'i, USA.

Le Bel S, Mapuvire G y Czudek R. 2010. Conjunto de herramientas para manejar el conflicto entre los seres humanos y la vida silvestre: soluciones globales para agricultores y comunidades. *Rev. Unysilva* 236. 61.

Lee C.H. 1982. RODENT PEST SPECIES AND BAIT PREFERENCES IN COCOA-COCONUTP LANTINGS. *MARDI Res. Bull.*, (1982)1 0,2: (290-295)

Lee C.H 1996. Cocoa pod depredation potential and pest status of some mammals (Keupayaan merosak buah koko dan status perosak beberapa jenis mamalia). *MARDI Res. J.* 24(1) (1996): 85–91

López W. 2019. Aves de importancia económica en la agricultura. *Rev. Cosecha*, Año VIII, Edición 31. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova" (CENTA), La Libertad, El Salvador.

López Torres D. 2018. Repelencia de extracto de chile (*Capsicum annuum*), melón amargo (*Momordica charantia*) y cebo de coyote (*Canis latrans*) contra las ardillas (*Sciurus variegatoides*) y pájaros que afectan mazorcas de cacao (*Theobroma cacao*). Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova" (CENTA).

Lutheran World Relief. 2009. Cacao orgánico: Manual de cultivo. Lutheran World Relief, CACAONICA y SOPPEXCCA. Nicaragua.

Maracara CI. Mazorcas sanas: como combatir las plagas. [Internet]. Vivaelcacao.com (Venezuela). [Citado: 2019 Junio 05]. Disponible en: <https://vivaelcacao.com/es/mazorcas-san-as-como-combatir-las-plagas/>

MINAM. 2015. Guía de inventario de la fauna silvestre / Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. -Lima .

Micheli F, Gultinan M, Peres Gramacho K, Wilkinson MJ, de Oliveira Figueira AV, de Mattos Cascardo JC, Siela M & Lanaud C. 2010. Functional genomics of cacao. Adv Bot Res 55: 119–177

Mollineau WM, Bekele F, Garcia GW. 2008. The Neo-tropical red squirrel (*Sciurus granatensis*) as a pest of cacao (*Theobroma cacao* L.) in the International Cacao Genebank, Trinidad; Trinidad. Trop. Agric. Trinidad 85:1–12.

Monge J & Hilje L. 1984. Lista preliminar y consideraciones generales acerca de los animales vertebrados plaga en Costa Rica. Extracto del documento "diagnostico preliminar acerca de los animales vertebrados plaga en Costa Rica." (1988). Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

Monge J. 1999a. Impacto potencial de la taltuza (*Orthogeomys* sp.) En el cultivo de pejibaye (*Bactris gasipaes*) en Costa Rica. Agronomía Mesoamericana 10(2): 133-136.

Monge J.1999b. La taltuza: una plaga vertebrada importante en Costa Rica. Resumen 296. XI Congreso Nacional Agronómico, San José, Costa Rica.

Monge J. 2007. ¿Qué son plagas vertebradas? Agron. Costarric. 31. [accesado 2017 Sep 17]. <http://www.redalyc.org/html/436/43631216/>.

Monge J. 2012. Lista actualizada de aves dañinas en Costa Rica. Cuadernos de Investigación UNED (ISSN: 1659-4266) Vol. 5(1), Junio, 2013

Monge J. 2018. Pasado, presente y futuro del manejo de vertebrados plaga en Costa Rica. Rev. Ciencias ambientales. 52. [accesado 2018 Jul 26]. <http://163.178.140.154/index.php/ambientales/article/view/10132/html>

Montiel G. 2014. Aves y mamíferos silvestres protegidos por la CITES [internet]. México. [citado 2019 Mayo 23]. Disponible en: <https://www.miambiente.com.mx/campus/aves-y-mamiferos-silvestres-protegidos-por-la-cites-18/>

Montoya G. 2014. El conflicto entre la gente y la fauna silvestre en el Ecuador. 1° Simposio Nacional sobre el conflicto gente- fauna silvestre. Quito, Ecuador.

Muñoz FA. 2004. Conflictos. B Molina Rueda FA Muñoz Man. Paz Confl. Granada Eirene:143–170.

Naranjo EJ, López-Acosta JC y Dirzo R. 2010. La cacería en México. Biodiversitas, 91:6-10.

National Academy of Sciences (NAS). 1980. Problemas y control de plagas de vertebrados. Editorial LIMUSA. Ciudad de México, México.

Navarro Prado M. & Mendoza Alonso I. Daños a la mazorca de cacao por la ardilla [internet]. Nicaragua. [citado 2019 Mayo 04]. disponible en: <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=3140>

Noor HM. 1993. Quantitative analysis for distinguishing rat and squirrel damage of cocoa pods. Rev. The Planter (69) 69-72. Kuala Lumpur.

Noor HM. 1995. Depredación natural: una alternativa viable para el control de las plagas vertebradas en Malasia. *The Planter (Malasia)* v. 70 no. 817, p. 161-172.

Perovic P. 2008. Guía técnica para el monitoreo de la biodiversidad. Programa de monitoreo de biodiversidad. Parque Nacional Copo, Parque y reserva provincial Copo y Zona de Amortiguamiento. APN/GEF/BIRF. Salta, Argentina.

Pérez E, Pacheco LF. 2014. Mitigación de daños provocados por fauna silvestre en cultivos agrícolas en un bosque montano de Bolivia. *Rev. Biol. Trop.* 62.

Pierce R.A. & Wiggers E.P. 1997. Controlling Deer Damage in Missouri. University of Missouri Extension. Missouri, USA.

Pino, J., Samudio Jr, R., González-Maya, JF & Schipper, J. 2016. *Bassariscus* disponible en:

<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20161.RLTS.T2613A45196645.en> .citado:

[2019 diciembre 04].

Purcell L. 2015. Lo esencial para la poda de árboles. Purdue University Cooperative Extension, West Lafayette, Ind., USA.

Recalde J. 2008. Guía de reconocimiento de animales perjudiciales de animales perjudiciales en cultivos frutales en cultivos frutales. Primera Ed. EEA INTA Esquel, Argentina.

Reid, F. 2016. *Sciurus variegatoides*. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2016: disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T20024A22246448.en> . Citado: [2019 diciembre 04].

Reyes H y Capriles de Reyes L. 2000. El Cacao en Venezuela. Primera Edición. Chocolates El Rey C. A., Caracas, Venezuela. [accesado 2018 Marzo 16]. <https://es.scribd.com/doc/23271157/Cacao-REYES>

Rizo NAL, Soza ELF, Martínez JC, Castellón OM. 2014. PLAGAS EN CACAOTALES, MUNICIPIO DE SIUNA, 2011. *Cienc. E Intercult.* 14. [accessed 2017 Sep 17].

<http://revistasnicaragua.net.ni/index.php/Interculturalidad/article/view/1021>.

Rodríguez, E., Tiscornia, G. 2005. Evaluación de la cetrería como método de repelencia de aves en parcelas de girasol. VIII Jornadas de Zoología del Uruguay Sociedad Zoológica del Uruguay. Facultad de Ciencias. Montevideo. Uruguay. 24-28/11/05

Rodríguez EN y Zaccagnini ME (Ed).1998. Manual de capacitación sobre manejo integrado de aves perjudiciales a la agricultura. FAO.

Rodríguez Muñoz JA. 1993. Roedores plaga: un problema permanente en América Latina y El Caribe. Primera consulta sobre biología y control de roedores plaga. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe.

Romero-Balderas KG, Naranjo EJ, Morales HH, Nigh RB. 2006. Daños ocasionados por vertebrados silvestres al cultivo de maíz en la selva lacandona, Chiapas, México. *Interciencia* 31:276–283.

Romero Hernández E. 2016. EVALUACIÓN ECOMORFOLÓGICA DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) SOMETIDO A DISTINTAS FERTILIZACIONES, EN LA COMUNIDAD DE NUEVO OJITAL, MUNICIPIO DE PAPANTLA, VER. Universidad Veracruzana, Fac. de Ciencias Agronómicas. Xalapa de Henríquez, Veracruz, México.

Sallam MN, Bothe C. 1999. CHAPTER II INSECT DAMAGE: Damage on Post-harvest. *Entomol. Res.* 53:301–310.

Sapunkova N & Zolotarev S. 2012. Features of Protection of Open Switching Centers from the damages caused by birds (On the example of Nuclear Power Station): Experience of Application of Repellent Technique, Russia. *Raptor Conservation* 2012, 24. A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Moscow, Russia.

Segura E. 2014. Situación del cacao en El Salvador. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova" (CENTA), La Libertad, El Salvador.

Somarriba E. y Harvey CA. 2002. Cacao, biodiversidad y pueblos indígenas: producción sostenible y conservación de biodiversidad en fincas cacaoteras de Talamanca, Costa Rica. IV Congreso Agroforestal Brasileiro, Ilheus, Bahía, Brasil.

Signorile A.L. & Evans J. 2017. Damage caused by the American grey squirrel (*Sciurus carolinensis*) to agricultural crops, poplar plantations and semi-natural woodland in Piedmont, Italy. *Forestry*, Vol. 80, No. 1, 2007

Taylor, S. J. y R. Bogdan. 1987. Introducción a los métodos cualitativos de investigación: la búsqueda de significados. Paídos. Buenos Aires.

Van Lerberghe P. 2014. Proteger los árboles contra los daños de la fauna cinegética.

Vázquez, E., Emmons, L. y McCarthy, T. 2016. *Orthogeomys grandis* (versión de la errata publicada en 2017). La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2016: disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T42590A22214994.en> . Citado: [2019 diciembre 04].

VerCauteren KC, Lavelle MJ & Hygnstrom S. 2006. Fences and Deer-Damage Management: A Review of Designs and Efficacy. *Wildlife Society Bulletin* 34(1)

Villalobos C.L. s.f. Biología y Métodos de control de la taltuza. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar DIECA-LAICA. Alajuela, Costa Rica.

Zavaleta Bárcenas M.L. y García Paiz J.A. 2019. Identificación de insectos asociados al cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en tres parcelas de evaluación del CENTA. Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Santa Ana, El Salvador.

Zavaleta Martínez JC. 2018. Elaboración de repelentes a base de chile (*Capsicum annum*) y melón amargo (*Momordica charantia*) contra ardillas (*Sciurus* sp.) que afectan las mazorcas de cacao (*Theobroma cacao*). Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova" (CENTA).

XIII. ANEXOS

Anexo A: Cuestionario de entrevista estructurada para productores y trabajadores de las tres áreas muestreadas.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICAS
ESCUELA DE BIOLOGIA.



Cuestionario de la investigación denominada:
“Vertebrados plaga: identificación y cuantificación de sus daños en tres fincas de cacao de El Salvador y alternativas para su manejo.”

Nombre: _____ **Ocupación:** _____ **Edad:** _____
Sexo: F: _____ M: _____ **Finca:** _____

1. ¿Cuál de estos animales se encuentran alimentándose del cacao en su finca? (Mostrar Cartillas) (P3)

Animal	Jornada de avistamiento	Hora específica	Otras plantas de las que se alimentan

2. ¿Por qué considera a estos animales dañinos para su cultivo?

3. ¿Qué animal o animales considera usted es el que provoca más daños al cacao?

Animal	Daños	Animal	Daños

4. ¿Qué parte del cacao se come o dañan estos animales? (Anexo 4) (Mostrar cartillas)

Parte de la planta	Animal que lo daña	Observaciones
Frutos Maduros		
Frutos Inmaduros		
Flores		
Hojas		
Ramas		
Tallo		
Raíces		

5. ¿Con que frecuencia ve a estos animales alimentándose de los frutos de cacao? (P1)

Animal	Frecuencia de avistamiento	Observaciones

S: Siempre (toda la semana)

O: Ocasionalmente (uno o dos días a la semana)

P: Pocas veces (una o dos veces al mes)

6. ¿Qué significa para usted plaga?

7. ¿Considera que el tener otros cultivos mezclados con el cacao es importante? ___ ¿Por qué?

8. ¿Considera que ha tenido pérdidas importantes debido a daños ocasionados por estos animales en una manzana de terreno? ___ ¿Cuánto?

Mucho

Regular

Poco

9. ¿Cuánta importancia le merece el daño provocado por parte de estos animales?

Animal	Importancia	Observaciones

MI: Muy importante

PI: Poco importante

SI: Sin importancia

10. ¿Ha utilizado métodos o técnicas para tratar de reducir los daños que provocan estos animales? ____ ¿Cuáles?

Técnica utilizada	Sirve para el control de:	Observaciones

11. ¿Considera que esos métodos y técnicos son efectivos para el combate de estos animales? ____ ¿Por qué?

12. ¿Qué medidas se deberían tomar para reducir el daño provocado?

Anexo B: Lista de cotejo, para registrar las características ambientales de cada una de las localidades.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICAS
 ESCUELA DE BIOLOGIA.



Hoja de colecta de datos de la investigación:

“Vertebrados plaga: identificación y cuantificación de sus daños en tres fincas de cacao de El Salvador.”

Plaga identificada	Identificado por	N° Plantas dañadas	N° Plantas sanas	N° Frutos dañados	N° Frutos sanos

Finca: _____ Cantón: _____ Municipio: _____
 Departamento: _____ Arbol: _____

O: Observación directa

R: Rastros (1: marcas en la planta; 2: heces; 3: huellas; 4: madriguera)

V: Vocalizaciones

Colector: _____ Fecha: _____

Observaciones: _____

Anexo C: Formato de hoja de colecta de datos, para el registro de los datos obtenidos al final de cada muestreo y pre-muestreo realizado en las localidades.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICAS
ESCUELA DE BIOLOGIA.



Lista de cotejo de la investigación:
"Vertebrados plaga: identificación y cuantificación de sus daños en tres fincas de cacao de El Salvador."

Finca: _____ Cantón: _____ Municipio: _____ Departamento: _____

Indicadores	Si	No				
Descripción del área de cultivo						
Presencia de cuerpos de agua						
Presencia de otros cultivos			Frutales:	Granos básicos:	Maderables:	Otros:
Presencia de asentamientos humanos						
Condiciones del cultivo						
Edad del cultivo						
Riego permanente			Aspersión:	Riego:	Lluvia:	Goteo:
Poda constante						
Fructificación constante						
Presencia de frutos maduros sin cosechar						
Condiciones de la plaga						
Evidentes daños en partes de la planta						
Observación directa del individuo en la parcela			Ardilla:	Pájaro Carpintero:	Ratón:	Otros:
Presencia de rastros y otros indicios de la plaga						
Control y manejo						
Presencia de trampas						
Protección de los frutos			Bolsas plásticas:	Mallas:	Aplicación de sustancias:	Otros:

Colector: _____ Fecha: _____

Observaciones: _____

Anexo D: Fauna secundaria reportada durante esta investigación. La Remembranza (LR); Santa Cruz Porrillo (SCP); Tonina (FT).

Clase	Nombre científico	Nombre común	Finca	Registro
Anfibios	<i>Dermophis mexicanus</i>	“tepelcúa”	FT	
	<i>Craugastor loki</i>	“ranita de bosque”	FT	
	<i>Scinax staufferi</i>	“rana arborícola de pantano”	SCP	
	<i>Incilius</i> sp (neonato)	“sapo”	SCP	
	<i>Rhinella horribilis</i> (juvenil)	“sapo sabanero”	SCP	

Reptiles	<i>Anolis sp.</i>	“bebeleche”	FT/ SCP/ LR	
	<i>Crotalus simus</i>	“víbora cascabel” de	FT	Testimonio
	<i>Gonatodes albogularis</i>	“cantil”	FT/ SCP/ LR	Avistamiento
	<i>Leptodeira annulata</i>	“ranera”	FT/ SCP	
	<i>Boa constrictor</i>	“masacuata”	FT/ LR	Muda de piel
	<i>Holcosus undulatus</i>	“lagartija pintada”	FT/ SCP	
	<i>Basiliscus vittatus</i>	“tenguereche”	SCP/ LR	
	<i>Ctenosauria similis</i>	“garrobo”	LR	Avistamiento

	<i>Sceloporus squamosus</i>	“lagartija espinosa delgada”	LR	
	<i>Phyllodactylus tuberculatus</i>	“geco tuberculoso”	LR	
Aves	<i>Calocitta formosa</i>	“urraca”	FT/ LR	 Rastro
	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	“guacalchía”	FT/ LR/ SCP	Avistamiento y vocalización
	<i>Turdus grayi</i>	“chonte”	FT/ LR/ SCP	 Vocalización

	<i>Cathartes aura</i>	“zope cabeza roja”	FT/ LR/ SCP	
	<i>Saltator atriceps</i>	“chepito”	FT/ LR	Avistamiento
	<i>Icterus gálbula</i> (hembra y macho)	“chiltota de Baltimore”	FT/ LR	
	<i>Amazilia rutila</i>	“colibrí canelo”	FT/ LR/ SCP	Avistamiento
	<i>Zenaida asiatica</i>	“paloma ala blanca”	FT/ LR/ SCP	
	<i>Columbina talpacoti</i>	“tortolita”	FT	Avistamiento
	<i>Setophaga petechia</i>	“chipe amarillo”	FT/ SCP	Avistamiento y vocalización
	<i>Icterus spurius</i>	“chiltota castaña”	FT	Avistamiento
	<i>Piranga ludoviciana</i>	“tángara de capucha roja”	FT	Avistamiento
	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	“pijuyo”	SCP/ LR	Avistamiento y vocalización
	<i>Eumomota superciliosa</i>	“torogoz”	SCP/ LR	Avistamiento

	<i>Brotogeris jugularis</i>	“catalnica”	SCP/ LR	Vocalización
	<i>Ardea alba</i>	“garceta blanca”	SCP	Avistamiento
	<i>Egretta thula</i>	“garza nívea”	SCP	Avistamiento
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	“zanate”	SCP	Avistamiento y vocalización
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	“tirano tropical”	SCP	Avistamiento
	<i>Myiozetetes similis</i>	“chío”	SCP	Avistamiento y vocalización
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	“cristo fue”	SCP	Avistamiento y vocalización
	<i>Columbina inca</i>	“tórtola de cola larga”	SCP	Vocalización
	<i>Rupornis magnirostris</i>	“águila caminera”	SCP	Vocalización
	<i>Herpetotheres cachinans</i>	“guás”	SCP	Vocalización
	<i>Basileuterus lachrymosus</i>	“pavito roquero”	SCP	Vocalización
	<i>Icterus gularis</i>	“chiltota común”	LR	Avistamiento
	<i>Piranga rubra</i>	“tángara roja”	LR	
	<i>Columba livia</i>	“paloma de castilla”	LR	
	<i>Oreotylops</i>	“chipe peregrino”	LR	Avistamiento

	<i>peregrina</i>			
	<i>Patagioenas flavirostris</i>	“paloma morada”	LR	Avistamiento
	<i>Piaya cayana</i>	“plátano asado”	LR	
	<i>Pteroglossus torquatus</i>	“tucán pico de navaja”	LR	Avistamiento
	<i>Ciccaba virgata</i>	“búho café”	LR	Vocalización
	<i>Ortalis leucogastra</i>	“chachalaca vientre blanco”	LR	Vocalización
	<i>Tytira semifasciata</i>	“torreja”	LR	Avistamiento
	<i>Troglodytes aedon</i>	“salta pared común”	LR	Vocalización
Mamíferos	<i>Didelphis marsupialis</i>	“tacuazín”	SCP	Rastro 
	<i>Procyon lotor</i>	“mapache”	SCP	 Rastro

	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	“zorra gris”	SCP	 <p>Rastro</p>
	<i>Sylvilagus floridanus</i>	“conejo”	LR	Avistamiento
	<i>Canis latrans</i>	“coyote”	LR	 <p>Rastro</p>
	<i>Felidae</i>	Felino desconocido	SCP	 <p>Rastro</p>

Anexos fotográficos

Anexo 1: Fruto de cacao dañado por miembros de la familia Muridae, en la marca se ha originado una infección fúngica de *Dasiodiplodia* sp., patógeno que afecta al cacao.



Anexo 2: Conteo de frutos de cacao dañados por vertebrados utilizando un contómetro.



Anexo 3: Verificación de los daños provocados por vertebrados a las mazorcas de cacao, posterior al observación desde el exterior del cultivo.



Anexo 4: Embolsado de los frutos de cacao puesto en práctica en la finca La Remembranza, pero sin resultados favorables.



Anexo 5: puesta en práctica de la poda en la Finca La Remembranza, con el fin de reducir el daño por vertebrados arborícolas como la ardilla.



Anexo 6: Formas de depredación del cacao, tomado de Kamarudin y Lee (1981), Se utilizó para identificar las marcas de daño hechas al fruto de cacao.

TABLE 1: IDENTIFICATION AND DIFFERENTIATION OF MODES OF MAMMALIAN DEPREDAATION OF COCOA PODS IN THE FIELD

Rats	Squirrels	Civets
Holes bored were through gradual chipping and scraping.	Holes bored were deep with steep edges rather than gradual.	Holes were not bored but pods were broken.
Tiny chips of the husk tissues were excavated (Figure 3). Strings of them were suspended around the holes bored.	Large chips of the husk were removed (Figure 4).	Large chunks and pieces of the broken husk were scattered on the ground. Usually the top half remained attach to the tree.
Some mucilage was left on the consumed and discarded beans. Beans were scattered on the ground.	The mucilage layer was stripped clean of the beans. Discarded beans collected on the jorquette or directly below on the ground.	Whole beans were consumed. No trace of the beans were found directly below on the ground.
Usually damaged pods still contained some unconsumed beans.	Usually all the beans were consumed and none would be left in the damaged pods.	All beans are consumed. Piles of defecated beans are scattered around the plantation. (Figure 5).



Figure 3. Rat damaged pods in the field.



Figure 4. Squirrel damaged pods.



Figure 5. Pod damaged by civet.

Anexo 7: Forma de daños de un cérvido en plantas leñosas, tomado de Van Lerbergue (2014). Se utilizó para identificar las marcas de daño hechas a la planta de cacao.



Anexo 8: Diversidad de otros cultivos que también son atacados por vertebrados. De izquierda a derecha: pedúnculo y semilla de “marañón” (*Anacardium occidentale*); “mandarina” (*Citrus reticulata*); “mamey” (*Mammea americana*); “coco” (*Cocos nucifera*); “mango” (*Mangifera indica*); “aguacate” (*Persea americana*); “guineo majoncho” (*Musa sp*); “zapote” (*Pouteria sapota*).

