

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



TRABAJO DE GRADUACIÓN:

**PROPUESTA DE UN SISTEMA MONITOREO DE ESPECIES INDICADORAS
DE HERPETOFAUNA, EN LA RESERVA DE BIOSFERA TRASFROFRONTERIZA
TRIFINIO-FRATERNIDAD, PARQUE NACIONAL MONTECRISTO, EL
SALVADOR, AÑO 2017.**

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

**PRESENTADO POR:
CARLOS EDUARDO JUÁREZ PEÑA
ROBERTO ALEJANDRO GUADRÓN OSORIO**

**DOCENTE DIRECTOR INTERNO:
MSC. JOSÉ SANTOS ORTEZ SEGOVIA**

**DOCENTE DIRECTOR EXTERNO:
LIC. VLADLEN ERNESTO HENRÍQUEZ CISNEROS**

**MARZO DE 2018
SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA**

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



TRABAJO DE GRADUACIÓN:

**PROPUESTA DE UN SISTEMA MONITOREO DE ESPECIES INDICADORAS
DE HERPETOFAUNA, EN LA RESERVA DE BIOSFERA TRASFONTERIZA
TRIFINIO-FRATERNIDAD, PARQUE NACIONAL MONTECRISTO, EL
SALVADOR, AÑO 2017.**

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

**PRESENTADO POR:
CARLOS EDUARDO JUÁREZ PEÑA
ROBERTO ALEJANDRO GUADRÓN OSORIO**

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESO DE GRADO:
MSC. RICARDO FIGUEROA CERNA F: _____**

**DOCENTES DIRECTORES:
MSC. JOSÉ SANTOS ORTEZ SEGOVIA F: _____**

LIC. VLADLEN ERNESTO HENRÍQUEZ CISNEROS F: _____

**MARZO DE 2018
SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES CENTRALES

M. SC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

RECTOR

DR. MANUEL DE JESÚS JOYA ÁBREGO

VICE-RECTOR ACADÉMICO

LIC. CRISTOBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

SECRETARIO GENERAL

MSC. CLAUDIA MARÍA MELGAR DE ZAMBRANA

DEFENSORA DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS

LIC. RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARIN

FISCAL GENERAL

MARZO DE 2018

SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

AUTORIDADES

DR. RAUL ERNESTO AZCÚGANA LOPEZ

DECANO

M. Ed. ROBERTO CARLOS SIGÜENZA CAMPOS

VICE-DECANO

M. Sc. DAVID ALFONSO MATA ALDANA

SECRETARIO DE LA FACULTAD

LIC. CARLOS MAURICIO LINARES HERNÁNDEZ

JEFE DE DEPARTAMENTO

MARZO DE 2018

SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

DEDICATORIA

- A mis abuelos María Leoncia Hernández y Mario Adalberto Peña.
- A mis padres Yanira Ivonne Hernández y Rene Oswaldo Juárez
- A Reyes Israel Estrada
- A mis tíos Ronald Juárez, Edwin Juárez
- A mis compañeros Eloísa Sandoval, Alvin Melara.
- A mis amigos.
- A toda mi familia.

Carlos Eduardo Juárez Peña

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a:

- A Dios todopoderoso por darme las fuerzas para culminar mis años de estudio y el proceso de trabajo de grado.
- A mis padres Roberto Alejandro Guadrón (Q.D.D.G) y Juana Marta de Guadrón Osorio.
- A mis compañeros Eloísa Sandoval, María de los Ángeles Acosta, Paola Ruiz y Gustavo Erazo.
- A mis amigos
- A toda mi familia.

Roberto Alejandro Guadrón Osorio

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos:

Al personal docente del Departamento de Biología por brindarnos el conocimiento impartido durante nuestro proceso académico.

Al personal técnico y amigos del Parque Nacional Montecristo, por brindarnos su apoyo en la fase de campo.

Al Msc. José Santos Ortez Segovia por la asesoría durante la investigación, por sus aportes y observaciones en este documento.

Al Lic. Vladlen Ernesto Henríquez Cisneros por ser nuestro asesor externo, apoyo para la identificación y realización de este documento.

Al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales por otorgar el permiso para realizar dicha investigación.

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo elaborar una propuesta de monitoreo de especies indicadoras pertenecientes a los grupos de anfibios y reptiles para su conservación, para el Parque Nacional Montecristo, Metapán, Departamento de Santa Ana.

Para poder realizar esta propuesta, se realizó un diagnóstico de la herpetofauna del sitio, cuyos resultados se utilizaron para tener más criterios para ser utilizados en la propuesta de monitoreo, además se establecieron las especies indicadoras utilizando el conglomerado de especies presentes y en base a criterios establecidos por el Manual de Inventarios de la Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y complementarios.

Como resultado del diagnóstico con 18 días de muestreo durante la época lluviosa en los 3 estratos del Parque, se registraron 31 especies de herpetofauna (13 anfibios y 18 reptiles), registrando 6 nuevos reportes para el Parque, 1 anuro (*Ptychohyla hypomykter*) durante los muestreos, y 5 especies como producto del taller realizado con el personal técnico del Parque (*Dermophis mexicanus*, *Iguana iguana*, *Ctenosaura similis*, *Drymarchon melanurus* y *Spillotes pullatus*), además destacar el avistamiento de un neonato de *Abronia montecristoi* en el bosque nuboso.

Se seleccionaron 13 especies indicadoras para la propuesta de monitoreo (8 anfibios y 5 reptiles). La propuesta de monitoreo consiste en evaluar las especies indicadoras durante 5 años de una forma sistemática esto contribuirá al desarrollo y manejo del área de conservación de estas especies.

El Parque alberga actualmente 71 especies de herpetofauna (22 anfibios y 49 reptiles), lo que representa el 51.45% de las especies registradas en el país, además resguarda especies Amenazadas, En Peligro de Extinción y en Peligro Crítico, dándole más importancia el área de conservación.

ÍNDICE

Contenido

LISTA DE CUADROS	12
LISTA DE FIGURAS	13
1. INTRODUCCIÓN.	14
2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	15
2.1 Herpetofauna de El Salvador.	15
2.2 Indicadores para el monitoreo de la biodiversidad.	15
2.3 Monitoreo para la conservación.	16
2.4 Monitoreo para la restauración.	17
2.4.1 Especies indicadoras.	18
2.5 Importancia de los anfibios como especies indicadoras.....	22
2.6 Importancia de los reptiles como especies indicadora.	23
2.7 Antecedentes de estudios de herpetofauna en el Parque Nacional Montecristo.	24
3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	26
3.1 Tipo de investigación.	26
3.2 Descripción del área de estudio.	26
3.2.1 Clima.	26
3.2.2 Red hídrica.	28
3.2.3 Geología y geomorfología.	28
3.2.4 Hipsometría y Topografía.	29
3.2.5 Fisiografía.	29
3.3 Suelo.	29
3.3.1 Clases de suelo.	29
3.4 Zona de vida.....	30
3.5 Vegetación.	30
3.6 Estado de conservación del bosque.....	30
3.7 Fauna silvestre.	30
3.8 Universo, población y muestra.....	32
3.9 Metodología para el Diagnostico de la Herpetofauna presente en el Parque Nacional Montecristo.	32

3.9.1	Técnicas de muestreo.....	32
3.9.2	Selección de transectos y frecuencia de mediciones.....	32
3.9.3	Diseño y numero de transectos.	34
3.10	Método de captura y toma de datos.	34
3.11	Diseño y numero de trampas de caída libre (pitfall).	34
3.12	Selección de trampas de caída libre y frecuencia de medición.	35
3.13	Método de captura y toma de datos.	35
3.14	Taller de consulta con el personal técnico del Parque.	37
3.15	Modelo empleado en el análisis de datos.....	37
3.16	Metodología para la selección de especies indicadoras.	37
3.17	Metodología para la elaboración de la propuesta de monitoreo.....	39
3.18	Análisis de datos.	39
3.18.1	Determinación de la Composición.	39
3.18.2	Determinación de la abundancia.	41
4	RESULTADOS.....	42
4.1	Anfibios y reptiles en el Parque Nacional Montecristo.	42
4.1.1	Especies de herpetofauna amenazada o en peligro de extinción registradas.	43
4.1.2	4.1.2 Especies registradas en los estratos del Parque Nacional Montecristo.	44
4.1.3	Abundancia de anfibios y reptiles durante la investigación en el Parque Nacional Montecristo.	45
4.2	Diversidad de la herpetofauna del Parque Nacional Montecristo.	47
4.2.1	Índice de Shannon-Wiener.....	47
4.2.2	Índice de Simpson.....	47
4.2.3	Índice de Margalef.	48
4.2.4	Índice de Jaccard.....	49
4.2.5	Trampas de caída libre.	50
4.2.6	Nuevo reporte de anuro para el Parque Nacional Montecristo.	50
4.2.7	Taller de consulta con el personal técnico del Parque Nacional Montecristo.....	51
4.2.8	Estado de conservación de los anfibios y reptiles del Parque Nacional Montecristo según MARN (2015) y UICN (2017) según listado oficial. (n=71) (Cuadro 8)	53
4.2.9	Especies seleccionadas como indicadores biológicos para el monitoreo.....	54

4.3	Propuesta de monitoreo de especies indicadoras: anfibios y reptiles del Parque Nacional Montecristo.....	57
4.3.1	Consideraciones generales.....	57
4.3.2	Propuesta para el monitoreo de anfibios.....	57
4.3.3	Propuesta de métodos de captura y toma de datos.....	58
4.4	Propuesta para el Muestreo de Reptiles.....	58
4.4.1	Hábitats seleccionados para muestreo.....	58
4.4.2	Propuesta de selección, diseño y número de transectos.....	59
4.4.3	Propuesta de métodos de captura y toma de datos.....	59
4.4.4	Factores ambientales propuestos a ser considerados.....	60
4.4.5	Propuesta de análisis de los datos de las unidades de muestreo.....	60
4.4.6	Consideraciones finales.....	61
4.5	Colecta de información para la herpetofauna registrada.....	63
4.5.1	Monitoreo de anfibios y reptiles del Parque Nacional Montecristo.....	63
5	DISCUSIÓN.....	65
5.1	Diagnostico.....	65
5.2	Especies indicadoras para el monitoreo.....	69
5.3	Propuesta de monitoreo.....	70
5.4	Diseño y número de transecto.....	71
5.5	Selección de los transectos y frecuencia de las mediciones.....	71
5.6	Métodos de captura y toma de datos.....	71
5.7	Factores ambientales a tomar en cuenta.....	72
5.8	Propuesta de análisis de los datos de las unidades de muestreo.....	72
6	CONCLUSIONES.....	74
7	RECOMENDACIONES.....	77
8	LITERATURA CITADA.....	78
	ANEXOS.....	82

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1: Composición taxonómica de los anfibios y reptiles de El Salvador.	15
Cuadro 2: Listado de anfibios encontrados en el Parque Nacional Montecristo.	42
Cuadro 3: Listado de reptiles encontrados en el Parque Nacional Montecristo.	42
Cuadro 4: Listado de especies amenazadas y en peligro de extinción registradas durante esta investigación.	43
Cuadro 5: Especies observadas en los estratos presentes en el Parque Nacional Montecristo.	44
Cuadro 6: Abundancia relativa de los anfibios y reptiles en el Parque Nacional Montecristo.	46
Cuadro 7: Análisis de coeficiente de similitud de Jaccard entre los estratos del Parque Nacional Montecristo.	49
Cuadro 8: Estado de conservación de los anfibios y reptiles del Parque Nacional Montecristo según MARN (2015) y UICN (2017).	53
Cuadro 9: Especies de anfibios seleccionadas como indicadoras para el monitoreo y sus criterios de selección más importantes.	54
Cuadro 10: Especies de reptiles seleccionadas como indicadoras para el monitoreo y sus criterios de selección más importantes.	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del Parque Nacional Montecristo.	27
Figura 2: Ubicación de las zonas de Vida Parque Nacional Montecristo.	31
Figura 3: Ubicación de los transectos de muestreos Parque Nacional Montecristo.	33
Figura 4: Puntos de colocación de trampas de caída libre o Pitfall.	36
Figura 5: Índice de Shannon-Wiener de las especies de anfibios y reptiles del Parque Nacional Montecristo.	47
Figura 6: índice de Simpson de las especies de anfibios y reptiles del Parque Nacional Montecristo.	48
Figura 7: índice de Margaleff de las especies de anfibios y reptiles del Parque Nacional Montecristo.	48
Figura 8: Clúster del análisis del coeficiente de similitud del índice de Jaccard para el diagnóstico de las especies de anfibios y reptiles del Parque Nacional Montecristo.	49
Figura 9: Clúster del análisis del coeficiente de similitud del índice de Jaccard del total de las especies de anfibios y reptiles del Parque Nacional Montecristo.	50

1. INTRODUCCIÓN.

Como una forma de determinar el estado de conservación de los ecosistemas y de especies, como lo son anfibios y reptiles en el transcurso del tiempo y llegar a diseñar acciones de conservación, es necesario desarrollar Programas de monitoreo.

El monitoreo provee acerca del estado de una especie, del conjunto de especies y las tendencias en ambos. También puede identificar relaciones potenciales de causa-efecto que pueden ser enfrentadas a través de investigaciones a usar los resultados en la toma de decisiones (CATIE, 2000)¹.

Esta investigación, se realizó en la Reserva de Biosfera Transfronteriza Trifinio-Fraternidad, Parque Nacional Montecristo, ubicada en el municipio de Metapán, departamento de Santa Ana, con el objetivo de elaborar una Propuesta de monitoreo de especies indicadoras de herpetofauna (anfibios y reptiles), con el fin de cumplir con los requerimientos establecidos en el Plan de Manejo del Parque.

Para elaborar esta propuesta, se realizó un diagnóstico de la herpetofauna del área, el cual consistió en una revisión de literatura de estudios realizados y el levantamiento de información de campo para obtener información valiosa como: riqueza, diversidad, abundancia relativa y dominancia, estos resultados se utilizaron para fundamentar los criterios y ser utilizados en el establecimiento de las especies indicadoras, y en la propuesta de monitoreo, lo cual se requiere para cualquier área natural en las cuales se desee realizar estudios de monitoreo. Esta propuesta de monitoreo, da la pauta a futuros investigadores o personal técnico del Parque Nacional Montecristo, para comenzar a medir y monitorear principalmente de una forma sistemática la herpetofauna presente, de tal manera contribuirá al desarrollo y manejo del área de conservación de estas especies y planificar estudios más detallados.

¹ CATIE: Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Herpetofauna de El Salvador.

Según el grupo de Herpetólogos de El Salvador (2017), actualmente, la herpetofauna de El Salvador consiste en 138 especies, 36 de anfibios y 102 reptiles (Cuadro 1).

Cuadro 1: Composición taxonómica de los anfibios y reptiles de El Salvador.

Clase	Orden	Familias	Géneros	Especies
Amphibia	Gymnophiona	1	1	1
	Caudata	1	2	5
	Anura	9	16	30
Reptilia	Cocodrylia	2	2	2
	Testudines	6	8	9
	Squamata (Lacertilia)	15	21	31
	Squamata (Serpentes)	9	40	60
2	6	43	90	138

2.2 Indicadores para el monitoreo de la biodiversidad.

El monitoreo o seguimiento, es una evaluación periódica para conocer tendencias del comportamiento de un sistema a través del tiempo. El monitoreo de la biodiversidad es necesario para describir la dinámica de las comunidades y ecosistemas naturales, las consecuencias de la influencia humana, así como predecir o prevenir cambios no deseados. De este modo el monitoreo de la diversidad biológica debe medir y analizar tanto la dinámica natural como la dinámica antropogénica (Galindo Leal, 1999; cit. por MARN, 2003).

Un sistema de monitoreo de la diversidad biológica, debe incluir acciones sistemáticas de observación de variables ligadas a la biodiversidad en sus distintos niveles, que permitan, por un lado, realizar una valoración del estado y la evolución de cada variable

y, por otro lado, realizar una evaluación integral de la contribución de un conjunto de intervenciones que se hayan realizado frente a los problemas y oportunidades de un espacio geográfico determinado (Gálvez, 2001; cit. por MARN, 2003).

El monitoreo se realiza en intervalos repetidos de tiempo (generalmente intervalos regulares) a modo de proveer la información de base para registrar cambios en el futuro (Stork y Samways, 1995; cit. por MARN, 2003)

Lógicamente un sistema de monitoreo debe contar con la información básica sobre la biodiversidad específica del área de estudio, la cual es provista por los inventarios de biodiversidad (MARN, 2003).

2.3 Monitoreo para la conservación.

El MARN (2003), describe el monitoreo desde el punto de vista de la conservación, se aplicará a aquellos ecosistemas que se encuentren bien conservados y protegidos de las intervenciones humanas y que requieran mantener la composición, estructura y función de la biodiversidad de un sitio determinado. Se requiere información básica en las siguientes temáticas:

- Información básica sobre el/los ecosistemas que se quieren conservar: este es probablemente el aspecto más importante de la conservación y el más difícil de obtener. En la mayoría de los casos no se conoce el ecosistema suficientemente ni se puede estimar si se encuentra en su estado original o ha sufrido perturbaciones. Es por ello que el monitoreo debe estar orientado al mantenimiento de las funciones o procesos que se dan en el ecosistema.
- Evaluar posibles perturbaciones: conocer el tipo de perturbaciones naturales a que está sujeto el ecosistema para controlar su mantenimiento. En el caso de perturbaciones antrópicas, habrá que evaluarlas y controlarlas.
- Conocer la ecología de las especies clave y amenazadas: si existieran especies clave en el ecosistema a conservar deberán estudiarse su ecología para poder

monitorear los cambios. En el caso que existan especies amenazadas es necesario conocer su ecología y estado poblacional y la relación con otras especies del ecosistema si lo que se pretende es conservarlas y aumentar el tamaño de sus poblaciones.

2.4 Monitoreo para la restauración.

En un país como El Salvador, la ecología para la restauración debería jugar un papel importante; debido a que, la restauración es un campo que está desarrollándose rápidamente y adquiriendo importancia. Pero la restauración es más compleja y más cara que la conservación de ecosistemas saludables (Stork y Samways, 1995; cit. por MARN, 2003).

Stork y Samways, 1995; cit. por MARN (2003), para el monitoreo desde el punto de vista de la restauración, hay que tener información adecuada en cuatro aspectos principales:

- Información básica sobre el ecosistema original que se quiere restaurar: este es probablemente el aspecto más importante de la restauración y el más difícil de obtener. En la mayoría de los casos no se conoce el ecosistema original. Es por ello que se debe hacer un esfuerzo en determinar los procesos o funciones más importantes que ocurrían en el ecosistema original. En este sentido en muchas ocasiones da mejores resultados dejar que ocurra la sucesión natural. Cuando ésta no ocurre es necesario proponer actividades restauradoras que faciliten el desarrollo de la sucesión y eliminen barreras.
- Conocer los patrones de sucesión (natural y antrópica): es necesario conocer los procesos de recambio de especies y de interrelaciones entre las especies (ya que algunas inhiben la regeneración de otras). El principal problema en este punto es que no se pueden hacer estudios directos sobre los procesos de sucesión en un sitio debido a la longevidad de los organismos involucrados. Las descripciones

sobre la sucesión generalmente son inferencias de estudios de la vegetación en sitios adyacentes de diferentes edades (lo que asume necesariamente que existen las mismas condiciones de sitio en cada lugar) (Finegan, 1984).

- Evaluar posibles barreras: en algunos ecosistemas existen barreras para la restauración. Las barreras pueden ser físicas (como escasez de agua o luz), químicas (como escasez de nutrientes o toxicidad de suelos), mecánicas (como la compactación de suelos) o biológicas (como la ausencia de dispersores de semillas, presencia de depredadores de semillas).
- Conocer la ecología de las especies que se van a utilizar y las relaciones con otras especies: hay especies que pueden servir como facilitadoras de la regeneración y deberían utilizarse para disparar los procesos de regeneración. Aquí hay que enfatizar que siempre es necesario minimizar la intervención humana y maximizar la contribución de los procesos naturales.

2.4.1 Especies indicadoras.

Según el MARN (2003), establece que las especies indicadoras, son:

Aquellas especies (o restos de las mismas) o grupos de éstas, que están adaptadas a reaccionar de forma característica a cambios en condiciones ambientales, o su diversidad parece estar correlacionada con la de muchas otras especies, es decir, ayudan a descifrar fenómenos o acontecimientos ya sean naturales o antropogénicos, actuales o pasados que evidencian los efectos en un número de otras especies que poseen requerimientos similares de hábitats.

Otro concepto de especies indicadoras sería: aquellas que por sus características (sensibilidad a perturbación o contaminantes, distribución, abundancia, dispersión, éxito reproductivo, entre otras) pueden ser utilizadas como estimadoras de los atributos o estatus de otras especies o condiciones ambientales de interés que resultan difíciles,

inconvenientes o costosos de medir directamente (Caro y O'Doherty, 1999; Fleishman *et al.*, 2001; cit. por Isasi-Catalá, 2011).

El MARN (2003), considera que, para implementar un sistema de monitoreo, es imprescindible identificar y establecer indicadores clave del estado de los componentes de la diversidad biológica que se quieren monitorear. Un indicador se elabora para ayudar a los investigadores a cuantificar, analizar y comunicar información sobre el estado de un componente de la biodiversidad. El propósito del indicador es reducir la incertidumbre en la elaboración de estrategias y acciones para el desarrollo sostenible o el manejo y conservación de la diversidad biológica.

Idealmente un indicador ya sea un grupo o una especie debe ser (Noss, 1990; Debinski y Brussard, 1992; cit. por MARN, 2003).

- Suficientemente sensible para proveer una alerta temprana de los cambios
- De amplia distribución, o distribuido uniformemente en el área que quiere monitorearse
- Capaz de proveer una evaluación continua sobre un amplio rango de perturbaciones
- Relativamente independiente del tamaño de muestra
- De medición económica y sencilla (poder ser medido por no expertos)
- Capaz de diferenciar entre ciclos naturales y antropogénicos
- Relacionado con fenómenos ecológicos importantes que se dan en los distintos niveles de organización
- De ecología bien conocida
- Con taxa de corto tiempo de regeneración
- Con taxa pertenecientes a diferentes gremios o grupos funcionales

Debido a que no existe un único indicador que posea todas estas características es necesario generar un juego de indicadores complementarios. Así mismo el juego de

indicadores debería involucrar no sólo especies sino también parámetros de composición, estructura y función en todos los niveles de organización desde los que se aborda la biodiversidad (Noss, 1990; cit. por MARN, 2003).

Además de los criterios propuestos por el Manual de Inventarios de Biodiversidad del MARN (2003), se utilizaron los siguientes criterios,

Tomados de Ramos (2010), cit. por García G. *et.al* (2011).

- Especie prioritaria para la conservación
- Especialista de hábitat (prefiere bosque o áreas perturbadas)
- Vulnerable en sitios habitados por el hombre

Müller González (2010).

- Endemismo de la especie
- Amenazada o en peligro de extinción a nivel nacional MARN (2015)
- Especie utilizada en otras áreas con condiciones ecológicas similares

Criterios propios.

- Sujeto de aprovechamiento.
- Amenazada IUCN² (2017).
- Especie sujeta a CITES³ (2016).

La selección de indicadores y medidas para el monitoreo no debe perder de vista que un sistema de monitoreo deber ser práctico, sencillo de realizar y de bajo costo. Según el Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD, 1997; cit. por MARN, 2003).

² IUCN: International Union for Conservation of Nature.

³ CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre.

Un sistema efectivo de monitoreo y coordinación de la biodiversidad debe poseer metas verificables, información actualizada acerca del estado de la biodiversidad, proyecciones de este estado y un plan de adopción de medidas correctivas. De este modo los indicadores engloban tanto las competencias de la ciencia como la formulación de políticas: los encargados de dicha formulación establecen las metas y medidas, en tanto que los científicos determinan las variables pertinentes para el monitoreo de la biodiversidad, supervisan el estado en un momento dado, determinan las bases de referencia y elaboran modelos para hacer proyecciones del estado de la diversidad biológica en el futuro (CBD 1997; cit. por MARN, 2003)

Para el MARN (2003), desde este punto de vista los indicadores eficaces cuantifican y simplifican información de manera que su significado resulte evidente para los usuarios en general y sean de interés para las políticas. Así mismo deberían reunir características de credibilidad científica, adaptabilidad a los cambios espaciales y temporales y ser de fácil comprensión por el público al cual van dirigidos.

Un sistema de monitoreo incluye entonces:

- Preguntas clave: qué se quiere monitorear, para qué se quiere monitorear
- Metas verificables con relación al estado de la biodiversidad que se quiere alcanzar
- Información confiable del estado de la biodiversidad en períodos sucesivos
- Proyecciones del estado de la biodiversidad
- Medidas correctivas del sistema de monitoreo

Las estrategias de conservación de especies no consideran todas las especies presentes en un sitio determinado, es por ello que se ha propuesto que el inventario debe considerar una serie de especies que en su conjunto logren establecer la representatividad de la fauna de un determinado lugar.

Una estrategia comúnmente utilizada ha sido el identificar las especies prioritarias que sirvan para analizar las tendencias y procesos de restauración de un ecosistema, la salud de un ecosistema o el estatus de conservación de una especie y medir la efectividad de la gestión de un área geográfica específica (Noss, 1991; cit. por MARN, 2003).

2.5 Importancia de los anfibios como especies indicadoras.

Norman (1998), considera que las ranas y los sapos son especies que más se observan de la clase de los Anfibios, estos fueron los primeros vertebrados en colonizar la Tierra, a pesar de esto están fuertemente ligados al agua; allí depositan sus huevos, y las larvas que nacen de ellos viven en este medio y respiran a través de branquias, luego, se transforman en adultos por un proceso llamado Metamorfosis. En el caso de las ranas, sus larvas o renacuajos, erupcionan patas, reabsorben sus colas, pierden sus branquias y desarrollan pulmones para respirar. Los anfibios también absorben oxígeno por su piel porosa, la cual tiene que mantenerse húmeda para que se realice el intercambio de gases.

Algunos anfibios no ponen sus huevos directamente en el agua, las salamandras y las ranas hojarasqueras (genero *Craugastoridae*) depositan sus huevos en la hojarasca mojada donde las larvas terminan la metamorfosis dentro de la membrana del huevo. Otras especies guarda sus huevos dentro de unas bolsas especiales en su espalda de las cuales posteriormente emergen las ranitas.

El valor de los anfibios no debe subestimarse, ellos cumplen un papel importante como consumidores de insectos, algunos comen grandes volúmenes de insectos considerados plagas en áreas agrícolas, algunas ranas venenosas contienen casi 300 tipos de alcaloides, esto podría desempeñarse como tratamiento para enfermedades cardíacas y otras aflicciones humanas. Algunas poblaciones de anfibios que están desapareciendo podría ser Bioindicadores, importantes de cambios ambientales que más tarde afectarían mucha de la vida en la Tierra.

Los anfibios son muy sensibles a la alteración y contaminación de su hábitat. Por esta razón, estas especies pueden servir como bioindicadores. Algunos anfibios se encuentran en solamente en biotopos primarios, mientras que otros típicamente se encuentran en biotopos muy alterados (Köhler, 2001).

2.6 Importancia de los reptiles como especies indicadora.

Al igual que los anfibios, los reptiles son de gran importancia ecológica en los ecosistemas, las lagartijas se alimentan principalmente de insectos, siendo importantes controladores de insectos considerados como plagas, otras especies se alimentan de caracoles, cangrejos, y otros son exclusivamente de plantas (Oceano-Instituto Galach 1998).

Los reptiles, son presa de varios animales, como arañas, mamíferos, aves y otros reptiles, de esta manera se establecen relaciones alimentarias que en conjunto con otros fenómenos ecológicos permiten el equilibrio del ecosistema (Marineros *et.al*, 2000).

Las serpientes son carnívoras, muchas de ellas se alimentan de especies consideradas como plagas como roedores o bien, otras serpientes (Marineros, 2000). Según el tamaño de la serpiente, las presas pueden ser gusanos, insectos y vertebrados desde lagartijas, aves y mamíferos. No obstante, algunas serpientes se han especializado en diferentes presas como peces, moluscos, huevos de ranas y huevos de aves (Marineros *et.al*, 2012)

Muchos reptiles se encuentran amenazados o en peligro extinción debido a las actividades humanas, la destrucción del hábitat, la contaminación, la caza y el tráfico de estas especies son factores que han mermado las poblaciones de reptiles (Leenders, 2001).

2.7 Antecedentes de estudios de herpetofauna en el Parque Nacional Montecristo.

Komar O. *et.al* (2006), menciona que en el Parque Nacional Montecristo los estudios de anfibios y reptiles inician en los 1,950s, más de 30 años antes que el bosque fuera comprado y protegido por el gobierno de El Salvador. En sus primeras visitas al área:

- Robert Mertens, descubrió para la ciencia las especies *Ptychohyala salvadorensis*, *Norops heteropholidotus*, *Geophis fulvoguttatus*, *Rhadinea montecristi* y *Rhadinea kinkelini* (Mertens, 1952 a, b y c). también colectó especímenes de una especie de salamandra que fueron tentativamente identificados como una especie conocida de otras partes de Centroamerica (en diferentes ocasiones se había identificado como: *Magnadigita engelhardti*, *Bolitoglossa dunni*, *B. engelhardti* y *B. conantii*).
- Durante una investigación realizada en el Bosque nublado, Hidalgo (1983) registro *Abronia montecristoi*, otra nueva especie para la ciencia.
- Cincuenta años después de los estudios de Mertens, Mendoza (2003), reportó *Phrynohyas venulosa*.
- Greenbaum (2004), complementó el estudio taxonómico de la salamandra de Montecristo, describiendo nueva especie para la ciencia *Bolitoglossa heiroreias*, endémica del macizo de Montecristo.
- Lennders y Watkins-Colwell (2004), realizaron una investigación en las zonas altas del parque nacional colectando 10 especies de herpetofauna.
- Herrera *et al* (2005), reportan el coral *Micrurus nigrocinctus*, el cual fue registrado en el bosque pino-encino a 1300 *msnm*, siendo el registro a mayor altura de esta especie en El Salvador.
- No todas las investigaciones en el Parque Nacional Montecristo han sido publicadas. Varios herpetólogos han visitado el área y colectado especies para diferentes colecciones en museos.
- Köhler *et al* (2006), revisaron las colecciones de museos de historia natural alrededor del mundo, recopilando datos de especies de herpetofauna colectados

en El Salvador. Este ejercicio nos permitió determinar 30 especies más registradas dentro del Parque. En total, 44 especies de anfibios y reptiles han sido colectadas y reportadas.

Según Juárez-Peña *et.al* (2016), se reportan 16 especies (5 anfibios y 11 reptiles), *Bolitoglossa mexicana* siendo el registro de mayor interés, debido a que es el segundo registro de esta especie en el país. En total, hasta la fecha se registran 65 especies de anfibios y reptiles (20 anfibios y 45 reptiles).

3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación.

La investigación fue tipo operativa longitudinal, no probabilística, por conveniencia (Angulo, 2006), debido a que la propuesta de monitoreo no se ejecutará inmediatamente por los investigadores, y los muestreos realizados en campo se repitieron más de una vez al mismo grupo de estudio.

3.2 Descripción del área de estudio.

El Parque Nacional Montecristo, se encuentra ubicado en los cantones San José Ingenio, El Limo y El Rosario del municipio de Metapán, departamento de Santa Ana. Se ubica a una altitud entre los 640 *msnm* a 2418 *msnm*, entre el meridiano 89.23°W y el paralelo 14.25°N (MAG, 2003)⁴ (Figura 1).

El Parque posee una tenencia de tierra estatal de 1,973 ha. En la parte alta de la zona de amortiguamiento, existe un área con cobertura boscosa de aproximadamente 3,000 ha, las cuales dan continuidad a los ecosistemas Pinar, Asociación Pino-Roble y Bosque Nebuloso del Parque (MAG, 2003).

3.2.1 Clima.

La zona climática del Parque está determinada por la estación meteorológica Los Planes de Montecristo, la precipitación pluvial anual es de 2,181 mm, siendo mayor que la evapotranspiración potencial 1,316 mm anuales. La temperatura media anual se encuentra en 16.1°C, entre un rango 14.4 y 17.3°C, este tipo de clima es clasificado como provincia hídrica: mojado con vegetación de bosque lluvioso, provincia térmica. (MAG, 2003).

⁴ Ministerio de Agricultura y Ganadería.

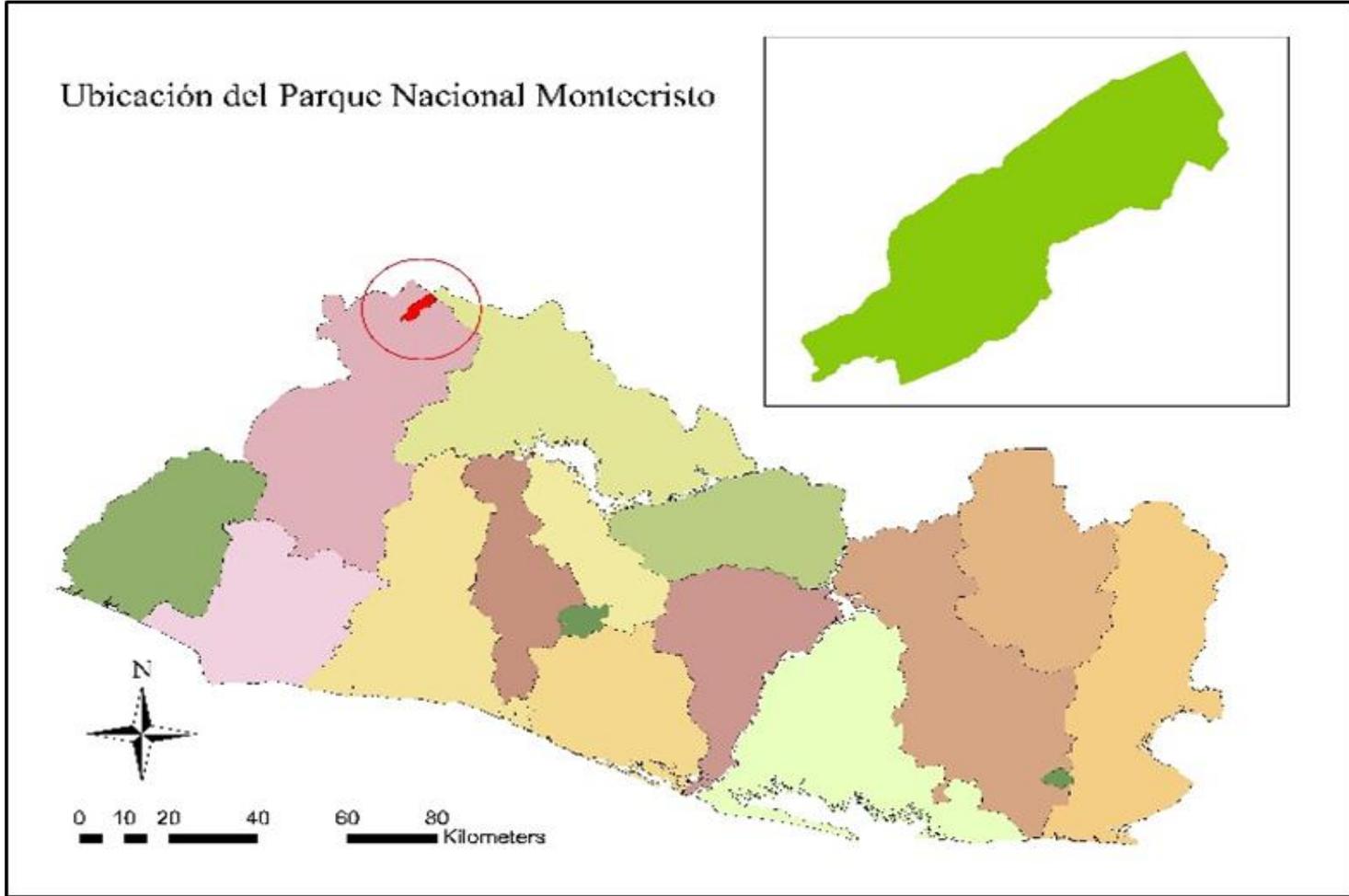


Figura 1: Ubicación del Parque Nacional Montecristo.

3.2.2 Red hídrica.

Según MAG (2003), el Parque está constituido por corrientes de ríos, riachuelos y quebradas que forman un drenaje dendrítico, subparalelo o paralelo.

Es de gran importancia en la red hídrica el Río San José, que nace dentro del Parque, tiene una longitud de 14.89 km, es alimentado por otros afluentes y llega a desembocar en la Laguna de Metapán (MAG, 2003).

Otros ríos de gran importancia son: Río Brujo, que sirve de límite fronterizo entre El Salvador y Guatemala, la cuenca de este río forma parte de la zona alta entre el cerro Miramundo y Trifinio, otro río es El Limo tiene parte de su cabecera de cuenca dentro del Parque, se une al río San José (MAG, 2003).

El Río Rosario, tiene afluentes que nacen dentro del Parque, se une con el Río Cañas Dulces, para formar luego el Río Tahuilapa, el cual se une en su último tramo al Río Lempa (MARN CD-2, 2000; cit. por MAG, 2003).

Para MAG (2003), desde el punto de vista hídrico, la zona de Montecristo es vital para el fortalecimiento de la cuenca alta del río Lempa, así como para el suministro de agua de la ciudad de Metapán y las comunidades vecinas.

3.2.3 Geología y geomorfología.

El Macizo Montañoso de Montecristo, está formado por un grupo de cerros que forman parte de las cordilleras Ocatepeque Metapán, frontera de El Salvador con Honduras, forman parte del Parque los cerros Miramundo y Montecristo, La Joya, Los Cántaros, El Pito, Las Experiencias y El Maneadero (MAG, 2003).

MAG (2003), describe que en las riberas de la cuenca del río San José, se encuentran elementos mineralógicos cuarcitas, cloritas, gel silito, cuarzos, calizas, areniscas, piritas alteradas y con cierto grado de fracturamiento: dan origen a formaciones poco

resistentes, forman un material suelto fácilmente arrastrable lo que la hace más susceptible a los derrumbes.

Un fenómeno de evolución que se da en las laderas de la cuenca del río San José son los deslizamientos en masa, esto puede estar ligado a deforestaciones realizadas a principios de los 1900 (Rivas, 2000; cit. por MAG, 2003).

3.2.4 Hipsometría y Topografía.

El Parque tiene una gran variación altitudinal sobre el nivel del mar, parte baja oscila 700 *msnm* y la parte alta 2,432 *msnm* en la cima del cerro Miramundo La topografía es accidentada en tres cuarta partes de su superficie, presentando pendientes superiores al 25%. Se caracteriza por tres formas de relieve: Montaña, Pie de Montaña y Zonas Planas (MAG, 2003).

3.2.5 Fisiografía.

Generalmente el Parque son montañas elevadas en la parte media y alta, con pendientes que van de 25% al 100%, encontrándose también pie de montaña y lomas poco accidentales en la parte baja (MAG, 2003).

3.3 Suelo.

Dentro del Parque se encuentra cinco series de suelos de acuerdo a la clasificación pedológica: Lnd. Litosoles no diferenciados, Mte. Montecristo en montañas elevadas, Pse. Complejo pinares, Ccd. Cacaopera accidentado en montaña y Agzn. Agua zarca en colinas altas (MAG, 2003).

3.3.1 Clases de suelo.

El MAG (2003), establece que en el Parque se encuentra tres clases de suelo: clase VI, VII y VIII, las cuales son de uso limitado no adecuados para cultivos intensivos.

3.4 Zona de vida.

Dentro del Parque existen tres tipos de zona de vida: Bosque muy húmedo montano bajo Sub Tropical, Bosque muy húmedo montano bajo Sub Tropical transición a húmedo y Bosque húmedo Sub Tropical Templado (MAG, 2003) (Figura 2).

3.5 Vegetación.

El Parque corresponde al Gran Paisaje de la Cordillera Norte y se caracteriza por su mayor diversidad de Orquídeas a nivel nacional, representando el 75% de las especies reportadas para El Salvador, igual se encuentran Epifitas, helechos gigantes arborescentes, especie forestales de *Podocarpus* y *Cytaa sp.*, muscos, bromelias y aráceas (MAG, 2003).

3.6 Estado de conservación del bosque.

El bosque nuboso, prenebuloso y pinares nativos, se encuentran con cierto grado de alteración, pero aun conservando sus características generales de conservación, mientras los estratos como el umbrofilo submontano, esclerófilo de tierras bajas y plantaciones forestales posee un alto grado de alteración encontrándose en diferentes estadios sucesiones (MAG, 2003).

3.7 Fauna silvestre.

Para MAG (2003), el Parque cuenta con una gran cantidad de fauna silvestre representada por diversas especies de mamíferos, aves, reptiles, anfibios e insectos; algunas de ellas endémicas, otras en peligro de extinción como también algunas amenazadas.

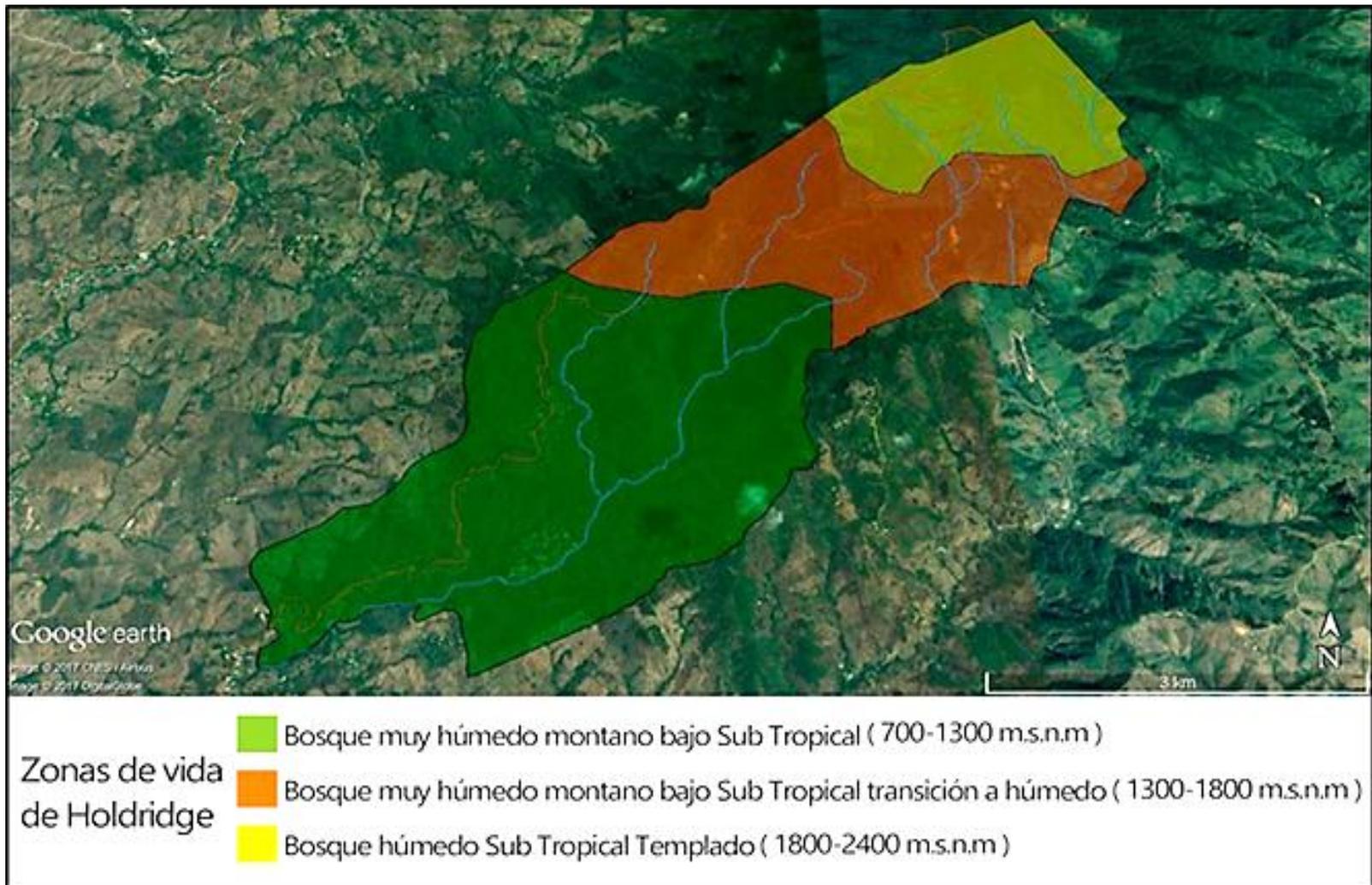


Figura 2: Ubicación de las zonas de Vida Parque Nacional Montecristo.

3.8 Universo, población y muestra.

Universo: Anfibios y reptiles presentes en El Salvador.

Población: Anfibios y reptiles presentes en el Departamento de Santa Ana.

Muestra: Anfibios y reptiles presentes en la Reserva de Biosfera Trifinio-Fraternidad, Parque Nacional Montecristo.

3.9 Metodología para el Diagnostico de la Herpetofauna presente en el Parque Nacional Montecristo.

3.9.1 Técnicas de muestreo.

La técnica de muestreo que se aplicó en el estudio fue la de transectos por búsqueda intensiva, identificando a través de encuentros visuales, vocalización y captura de especie y búsqueda en micro hábitat conocidos de ciertos anfibios y reptiles. Además, usando la técnica de trampas de caída libre (ver anexo 2), esto durante 18 días de muestreo, lo cual brindo información importante sobre las especies, composición, preferencia de hábitat, abundancia relativa, diversidad y estructura.

3.9.2 Selección de transectos y frecuencia de mediciones.

Para llevar a cabo la fase de muestreo se tomó en cuenta las 3 zonas de vida (Holdridge), presentes en el Parque: Bosque húmedo Subtropical, Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical transición a húmedo y Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical. Los transectos se colocaron dentro del bosque o sobre senderos ya establecidos, procurando que estos presentaran cuerpos de agua como quebradas, pozas, etc. (figura 3).

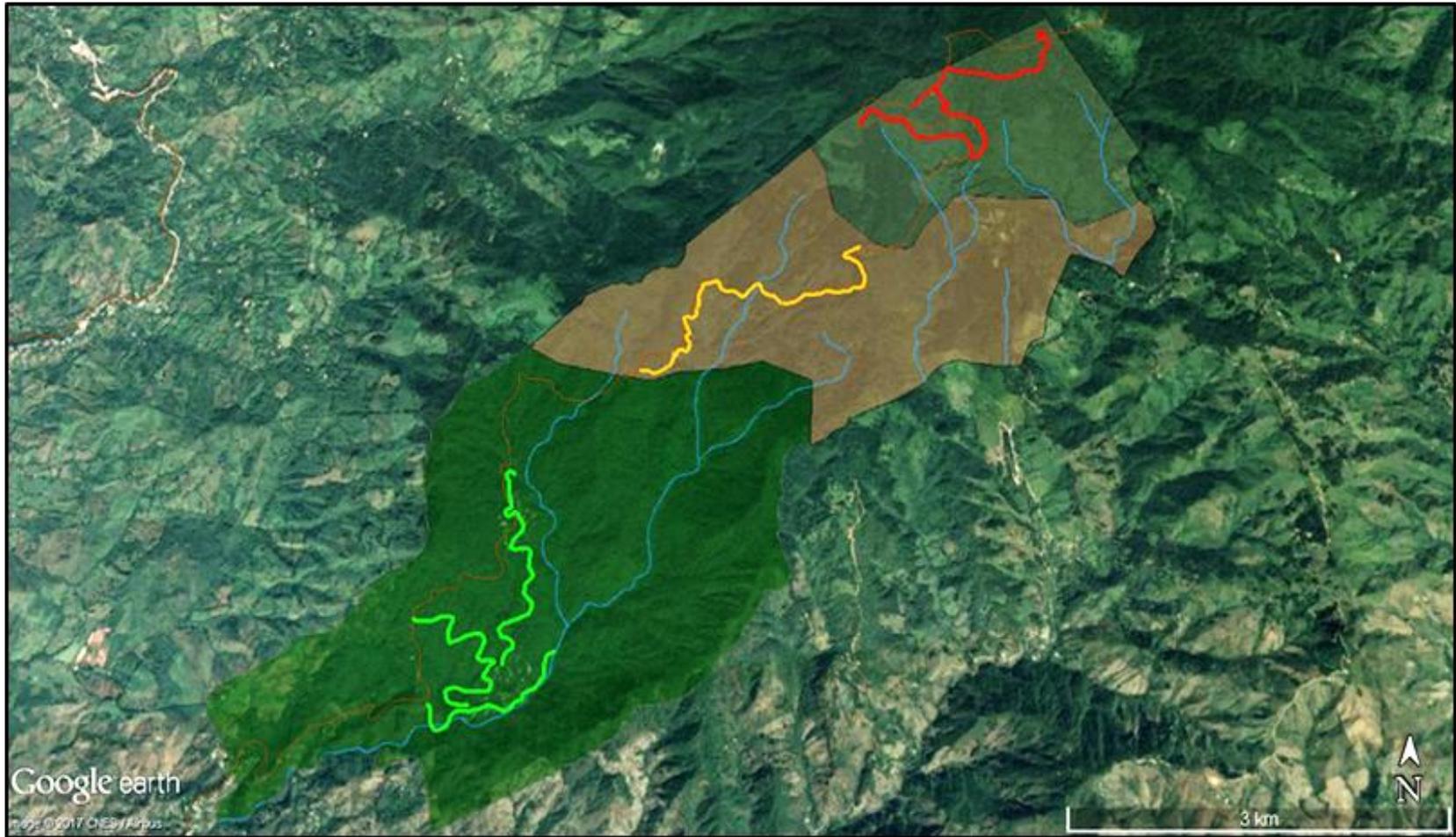


Figura 3: Ubicación de los transectos de muestreos Parque Nacional Montecristo.

Los muestreos se realizaron de junio a agosto de 2017, abarcando solo la época lluviosa.

Se realizaron tres visitas mensuales de 4 días y en cada visita se realizaron 3 días de muestreo en cada estrato, muestreando cada transecto por día de 8:00 a 12:00 en el caso de reptiles y de las 18:00 a las 23:00 en el caso de anfibios.

3.9.3 Diseño y numero de transectos.

Se realizaron búsquedas intensivas por medio de transectos de 3 horas de duración, 1 transecto por día de muestreo, dentro del cual se capturó, se tomó fotografías y se registró los datos necesarios de cada una de las especies observadas.

Se realizaron 3 transectos por estrato teniendo un total de 9 transectos en el Parque.

Cada transecto fue georreferenciado en su punto de inicio y de finalización, ubicándolos por medio de un GPS (Garmin Etrex20x), y se marcó claramente en el terreno utilizando para ello cintas de color naranja.

3.10 Método de captura y toma de datos.

Se seleccionó el método de captura manual, porque las especies registradas son fáciles de capturar; pero la captura de ofidios se realizó por medio de ganchos serpenteros para evitar el riesgo de un accidente ofídico. Para cada individuo capturado se registró la especie, el número de transecto en que fue encontrado y el hábitat. Las mediciones a tomar fueron la longitud Hocico Ano (anfibios y reptiles), longitud total (caso de reptiles), y se tomó registro fotográfico.

3.11 Diseño y numero de trampas de caída libre (pitfall).

Para la elaboración de dichas trampas, se utilizaron 5 cubetas plásticas de 5 galones, cada uno fue perforada en la base para permitir la salida de agua, se colocaron al fondo

del recipiente material orgánico como hojarasca para brindar refugio a los animales capturados y reducir el riesgo de mortalidad.

Estas trampas fueron colocadas en sitios diferentes de los transectos establecidos para los muestreos en cada estrato. La disposición de las trampas fue de forma lineal de 10m de largo, 2.5m de distancia por cada trampa, se utilizaron 10 m de plástico negro y estacas de 1 m. Para la colocación se hicieron agujeros en el suelo por medio de una pala dúplex hasta que la parte superior del balde estuviera al nivel de este. Se colocó plástico negro entre cada balde de una altura de 60 cm, que servirá como barrera y canal para que los individuos lleguen y caigan en los baldes (ver anexo 2).

3.12 Selección de trampas de caída libre y frecuencia de medición.

Las trampas se colocaron y abrieron el primer día y se taparon al finalizar el último día, se mantuvieron abiertas los 3 días (día y noche). Las trampas se colocaron dentro del bosque en los tres estratos seleccionados, procurando que estas no quedaran cerca de cuerpos de agua para evitar que se inunden. Para la revisión de cada trampa se realizaron al inicio y final de cada día de muestreo (diurna y nocturna). Las trampas se colocaron en puntos diferentes a los transectos de muestreo. Estas fueron colocadas en los 3 estratos estudiados: Bosque sub-caducifolio 14°21'48.69" N 89°24'15.37" O; Bosque pino-roble 14°23'33.68" N 89°22'53.04" O y Bosque nuboso 14°24'49.90" N 89°21'48.70" O (figura 4).

3.13 Método de captura y toma de datos.

Al revisar las trampas, se extrajeron de forma manual con guantes de cuero y por medio de ganchos serpenteros de forma cuidadosa para la identificación y toma de datos. Para cada individuo extraído se registró la especie, el número de trampa en que fue encontrado y el estrato. Las mediciones a tomar fueron la Longitud Hocico Ano (anfibios y reptiles), longitud total (caso de reptiles), y se realizó registro fotográfico.



Figura 4: Puntos de colocación de trampas de caída libre o Pitfall.

3.14 Taller de consulta con el personal técnico del Parque.

Como parte del diagnóstico se realizó un taller de 3 días con el personal técnico del Parque. Este taller consistió en recopilar información que el personal tuviera a disposición, como registros fotográficos de especies de anfibios y reptiles que hayan tomado en campo, además en contribuir al establecimiento de especies indicadoras para el monitoreo (sitios y horas de muestreo) e identificar posibles amenazas naturales y antropogénicas para estas especies (ver anexo 2).

3.15 Modelo empleado en el análisis de datos.

El modelo que se utilizó en el análisis de datos fue el de estadística descriptiva, debido a que se utilizaron cuadros y gráficas para la presentación de los resultados y estas se describieron de manera que los datos sean más comprensibles.

3.16 Metodología para la selección de especies indicadoras.

La selección de las especies indicadoras fueron las que pertenecen a la Clase Amphibia y Reptilia, se utilizó un conglomerado de especies registradas en todos los estudios realizados, evaluando si cumplen los criterios de selección de especies indicadoras propuestos por (Noss, Debinski & Brussard 1990, citado en MARN, 2003) y complementarios.

Noss, 1990; Debinski & Brussard, 1990; cit. por MARN (2003):

- Suficientemente sensible para proveer una alerta temprana de los cambios
- De amplia distribución, o distribuido uniformemente en el área que quiere monitorearse
- Capaz de proveer una evaluación continua sobre un amplio rango de perturbaciones
- Relativamente independiente del tamaño de muestra
- De medición económica y sencilla (poder ser medido por no expertos)

- Capaz de diferenciar entre ciclos naturales y antropogénicos
- Relacionado con fenómenos ecológicos importantes que se dan en los distintos niveles de organización
- De ecología bien conocida
- Con taxa de corto tiempo de regeneración
- Con taxa pertenecientes a diferentes gremios o grupos funcionales

Además de los criterios propuestos por el Manual de Inventarios de Biodiversidad del MARN (2003), se utilizaron los siguientes criterios:

Ramos (2010), cit. por García *et.al* (2011):

- Especie prioritaria para la conservación
- Especialista de hábitat (prefiere bosque o áreas perturbadas)
- Vulnerable en sitios habitados por el hombre

Müller González (2010):

- Endemismo de la especie
- Amenazada o en peligro de extinción a nivel nacional
- Especie utilizada en otras áreas con condiciones ecológicas similares

Además, se agregaron criterios establecidos por el equipo investigador

- Sujeto de aprovechamiento
- Amenazada UICN (2017)
- Especie sujeta a CITES (2016)

Se elaboró una matriz en Excel con las especies de anfibios y reptiles registradas en el Parque y los 19 criterios de selección, si la especie cumple unos de los criterios se asignó un valor de 1 y si no cumple el criterio no se le asignó ningún valor, luego se procedió

hacer una sumatoria y si la especie obtuvo un puntaje igual o mayor que 10 se selecciona como especie indicadora (ver anexo 11).

3.17 Metodología para la elaboración de la propuesta de monitoreo

La metodología empleada para la propuesta de monitoreo, se elaboró a partir de los resultados obtenidos del diagnóstico en campo y del establecimiento de las especies indicadoras del área (ver Anexo 11). Además incluyó la revisión de información, como el Manual de Inventarios de Biodiversidad del MARN (2003), y de revisión de literatura de las propuestas de monitoreo realizadas en otras áreas como: Sector los Andes del Complejo los Volcanes (Henríquez C., 2004), ANP La Magdalena (García G., 2011).

3.18 Análisis de datos.

3.18.1 Determinación de la Composición.

La diversidad de especies, se analizó a través de los índices de diversidad alfa (α) es decir la diversidad presente en cada estrato y diversidad (β), para poder observar la heterogeneidad que existen en estos, para ellos se utilizó el software Past 3.

Para determinar la composición de la Herpetofauna del área, se utilizaron los siguientes índices estadísticos:

Se obtuvo un listado de las especies registradas para el área durante la fase de campo.

- **Índice de Margalef:** Estima la diversidad de una comunidad en base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada. Valores inferiores a 2,0 son considerados como relacionados con zonas de baja diversidad (en general resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad (Pérez y Sola, 1993).

- **Índices de Simpson:** Este índice de dominancia permite medir la riqueza de los organismos, con su ayuda se puede cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa, este índice toma valores que van en escala de 0-1 entre más cercana a 1 es el valor del resultado, mayor dominancia de una o más especies, el valor estadístico $1/D$ indica que entre más grande es, más alta es la diversidad, el estadístico $1-D$ representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie, (Hulbert, 1971).

Índice de Shannon-Wiener: Para Pla Laura (2006), el índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Según Martella M. *et.al* (2012), este índice considera que los individuos se muestrean al azar a partir de una población indefinidamente grande y que todas las especies que componen la comunidad o hábitat están representadas en la muestra. El mismo se calcula a partir de la siguiente ecuación: $H = -\sum (P_i * \ln P_i)$ en donde: $P_i = n_i/N$ (valor de importancia), $N =$ Total de todas las especies, $n_i =$ Abundancia para la especie i , $\ln P_i =$ Logaritmo natural de P_i . El valor del índice de Shannon (H) suele hallarse entre 1,5 y 3,5 y sólo raramente sobrepasa 4,5.5.17.2 Determinación de la estructura.

Para medir la variación en la composición de especies de herpetofauna en los hábitats a estudiar (MARN, 2003), se utilizó el siguiente índice.

Índice de Jaccard: Expresan el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras (Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995; Pielou, 1975; cit. por Moreno, 2001). Sin embargo, a partir de un valor de similitud (s) se puede calcular fácilmente la disimilitud (d) entre las muestras: $d=1-s$ (Magurran, 1988; cit. por Moreno, 2001). Estos índices pueden obtenerse con base en

datos cualitativos o cuantitativos directamente o a través de métodos de ordenación o clasificación de las comunidades (Baev y Penev, 1995; cit por Moreno, 2001).

Índice con datos cualitativos - Índice de similitud de Jaccard.

Coeficiente de similitud de

Jaccard

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

Donde:

a=número de especies presentes en el sitio A

b=número de especies presentes en el sitio B

c=número de especies presentes en ambos sitios A y B

Según Moreno (2001), el intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

3.18.2 Determinación de la abundancia.

Para determinar la abundancia de herpetofauna se utilizó las frecuencias absolutas y frecuencias relativas de cada una de las especies registradas durante el estudio.

4 RESULTADOS

4.1 Anfibios y reptiles en el Parque Nacional Montecristo.

En esta investigación se registraron un total de 31 especies, de 3 ordenes (Caudata, Anura y Squamata), 13 especies de anfibios de 7 familias distintas, 2 órdenes diferentes y 10 géneros. Se registraron 18 especies de reptiles de 15 de familias distintas, 1 orden y 18 géneros (Cuadro 2 y 3) (ver anexo 10).

Cuadro 2: Listado de anfibios encontrados en el Parque Nacional Montecristo.

ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE
Caudata	Plethodontidae	<i>Bolitoglosa</i>	<i>Bolitoglosa heiroreias</i>
		<i>Oedipina</i>	<i>Oedipina taylori</i>
Anura	Bufonidae	<i>Incilus</i>	<i>Incilus coccifer</i>
		<i>Rhinella</i>	<i>Rhinella horribillis</i>
	Leiuperidae	<i>Engystomops</i>	<i>Engystomops pustulosus</i>
	Hylidae	<i>Plectrohyla</i>	<i>Plectrohyla guatemalensis</i>
		<i>Ptychohyla</i>	<i>Ptychohyla euthysanota</i>
			<i>Ptychohyla salvadorensis</i>
			<i>Ptychohyla hypomykter</i>
	<i>Scinax</i>	<i>Scinax staufferi</i>	
	Craugastoridae	<i>Craugastor</i>	<i>Craugastor lokii</i>
	Microhylidae	<i>Hypopachus</i>	<i>Hypopachus ustus</i>
Ranidae	<i>Lithobates</i>	<i>Lithobates maculatus</i>	

Cuadro 3: Listado de reptiles encontrados en el Parque Nacional Montecristo.

ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE
Squamata	Geomididae	<i>Rhinoclemmys</i>	<i>Rhinoclemmys pulquérrima</i>
	Kinosternidae	<i>Kinosternom</i>	<i>Kinosternom scorpioides</i>
	Anguidae	<i>Abronia</i>	<i>Abronia montecristoi</i>
	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes</i>	<i>Gonatodes albogularis</i>
	Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus</i>	<i>Phyllodactylus tuberculosus</i>

ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE
	Iguanidae	<i>Basiliscus</i>	<i>Basiliscus vittatus</i>
	Dactyloidae	<i>Anolis</i>	<i>Anolis sminthus</i>
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>Sceloporus malachiticus</i>
	Mabutidae	<i>Marisora</i>	<i>Marisora brachypoda</i>
	Teiidae	<i>Holcosus</i>	<i>Holcosus undulatus</i>
	Boidae	<i>Boa</i>	<i>Boa imperator</i>
	Dipsadidae	<i>Leptodeira</i>	<i>Leptodeira septentrionalis</i>
		<i>Leptodeira</i>	<i>Leptodeira annulata</i>
		<i>Geophis</i>	<i>Geophis rhodogaster</i>
		<i>Ninia</i>	<i>Ninia sebae</i>
		<i>Rhadinella</i>	<i>Rhadinella kinkelini</i>
		<i>Tropidodipsas</i>	<i>Tropidodipsas sartorii</i>
	Elapidae	<i>Micrurus</i>	<i>Micrurus nigrocintus</i>
	Viperidae	<i>Cerrophidion</i>	<i>Cerrophidion wilsoni</i>

4.1.1 Especies de herpetofauna amenazada o en peligro de extinción registradas.

De las 31 especies registradas en el Parque Nacional Montecristo, 11 se encuentran dentro del listado oficial de especies de vida silvestre, amenazadas o en peligro de extinción (MARN, 2015) (Cuadro 4) . Y según la lista roja de especies amenazadas de la UICN 2017 se registró solo 1 especie en Peligro Crítico (*Plectrohyla guatemalensis*).

Cuadro 4: Listado de especies amenazadas y en peligro de extinción registradas durante esta investigación.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	MARN 2015	UICN 2017
Plethodontidae	<i>Bolitoglossa heiroreias</i>	En Peligro	En Peligro
	<i>Oedipina taylori</i>	Amenazada	Preocupación menor
Hylidae	<i>Plectrohyla guatemalensis</i>	En Peligro	En Peligro critico
	<i>Ptychohyla euthysanota</i>	En Peligro	Casi Amenazada

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	MARN 2015	UICN 2017
	<i>Ptychohyla salvadorensis</i>	Amenazada	En Peligro
Anguidae	<i>Abronia montecristoi</i>	En Peligro	En Peligro
Polychrotidae	<i>Anolis sminthus</i>	Amenazada	Falta de información
Dipsadidae	<i>Geophis rhodogaster</i>	En Peligro	Preocupación menor
	<i>Rhadinella kinkelini</i>	En Peligro	Preocupación menor
Elapidae	<i>Micrurus nigrocinctus</i>	Amenazada	Preocupación menor
Viperidae	<i>Cerrophidion wilsoni</i>	Amenazada	Sin evaluar-

4.1.2 4.1.2 Especies registradas en los estratos del Parque Nacional Montecristo.

El mayor número de especies observadas fue en el estrato bajo (bosque sub-caducifolio) con n=20, y el estrato alto (bosque nuboso) fue que presento menor registro n=4 (Cuadro 5).

Cuadro 5: Especies observadas en los estratos presentes en el Parque Nacional Montecristo.

Espece	Zona Baja (700-1300)	Zona Media (1300-1800)	Zona alta (1800-2400)
<i>Bolitoglosa heiroreias</i>		x	x
<i>Oedipina tylori</i>	x		
<i>Incilus coccifer</i>	x		
<i>Rhinella horribillis</i>	x		
<i>Engystomops pustulosus</i>	x		
<i>Plectrohyla guatemalensis</i>			x
<i>Ptychohyla euthysanota</i>		x	
<i>Ptychohyla salvadorensis</i>	x	x	
<i>Ptychohyla hypomycter</i>		x	x
<i>Scinax staufferi</i>	x		
<i>Craugastor loki</i>	x		
<i>Hypopachus ustus</i>	x		
<i>Lithobates maculatus</i>	x	x	

Especie	Zona Baja (700-1300)	Zona Media (1300-1800)	Zona alta (1800-2400)
<i>Rhinoclemmys pulquérrima</i>	x		
<i>Kinosternom scorpioides</i>	x		
<i>Gonatodes albogularis</i>	x		
<i>Phyllodactylus tuberculosus</i>	x		
<i>Basiliscus vittatus</i>	x		
<i>Anolis Sminthus</i>			x
<i>Sceloporus malachiticus</i>	x	x	
<i>Marisora brachypoda</i>	x		
<i>Holcosus undulata</i>	x		
<i>Boa imperator</i>	x	x	
<i>Leptodeira annulata</i>	x		
<i>Leptodeira septentrionalis</i>		x	
<i>Geophis rhodogaster</i>		x	
<i>Ninia sebae</i>	x		
<i>Rhadinella kinkelini</i>		x	
<i>Tropidodipsas sartorii</i>		x	
<i>Micrurus nigrocinctus</i>		x	
<i>Cerrophidion wilsoni</i>		x	
Total	20	13	4

4.1.3 Abundancia de anfibios y reptiles durante la investigación en el Parque Nacional Montecristo.

De las 31 especies registradas en el Parque los más abundantes fueron, en el caso de los anfibios, *Ptychohyala salvadorensis*, *Craugastor loki* y *Bolitoglossa heiroreias*. Y los reptiles, los más abundantes fueron *Anolis sminthus* y *Sceloporus malachiticus*. (Cuadro 6).

Cuadro 6: Abundancia relativa de los anfibios y reptiles en el Parque Nacional Montecristo.

CLASE Especie	# de individuos por hábitat			FA	ABR%
	BS	BPR	BN		
ANFIBIOS					
<i>Bolitoglossa heiroreias</i>		1	16	17	7.981
<i>Oedipina tylori</i>	1			1	0.469
<i>Incilus coccifer</i>	6			6	2.817
<i>Rhinella horribillis</i>	4			4	1.878
<i>Engystomops pustulosus</i>	4			4	1.878
<i>Plectrohyla guatemalensis</i>			1	1	0.469
<i>Ptychohyla euthysanota</i>		14		14	6.573
<i>Ptychohyla salvadorensis</i>	49	6		55	25.822
<i>Ptychohyla hypomycter</i>		9	1	10	4.695
<i>Scinax staufferi</i>	6			6	2.817
<i>Craugastor loki</i>	34			34	15.962
<i>Hypopachus ustus</i>	6			6	2.817
<i>Lithobates maculatus</i>	9	3		12	5.634
REPTILES					
<i>Rhinoclemmys pulquérrima</i>	1			1	0.469
<i>Kinosternom scorpioides</i>	1			1	0.469
<i>Gonatodes albogularis</i>	2			2	0.939
<i>Phyllodactylus tuberculatus</i>	1			1	0.469
<i>Basiliscus vittatus</i>	2			2	0.939
<i>Anolis sminthus</i>			13	13	6.103
<i>Sceloporus malachiticus</i>	1	8		9	4.225
<i>Marisora brachypoda</i>	1			1	0.469
<i>Holcosus undulata</i>	1			1	0.469
<i>Boa imperator</i>	1	1		2	0.939
<i>Leptodeira septentrionalis</i>		1		1	0.469
<i>Leptoderia annulata</i>	1			1	0.469
<i>Geophis rhodogaster</i>		1		1	0.469
<i>Ninia sebae</i>	2			2	0.939
<i>Rhadinella kinkelini</i>		1		1	0.469
<i>Tropidodipsas sartorii</i>		1		1	0.469
<i>Micrurus nigrocinctus</i>		2		2	0.939
<i>Cerrophidion wilsoni</i>		1		1	0.469
TOTAL	133	49	31	213	100.00

BS: bosque sub-caducifolio

BPR: bosque Pino-Roble

BN: bosque nuboso

FA: frecuencia absoluta ABR%: abundancia relativa porcentual

4.2 Diversidad de la herpetofauna del Parque Nacional Montecristo.

4.2.1 Índice de Shannon-Wiener.

El índice de Shannon-Wiener, demuestra que los estratos que presentaron los valores más altos son: zona baja (2.049) y la zona media (2.08), indicando que estos estratos presentan mayor diversidad de especies de anfibios y reptiles, mientras que la zona alta presento el menor valor (0.927). (Figura 5)

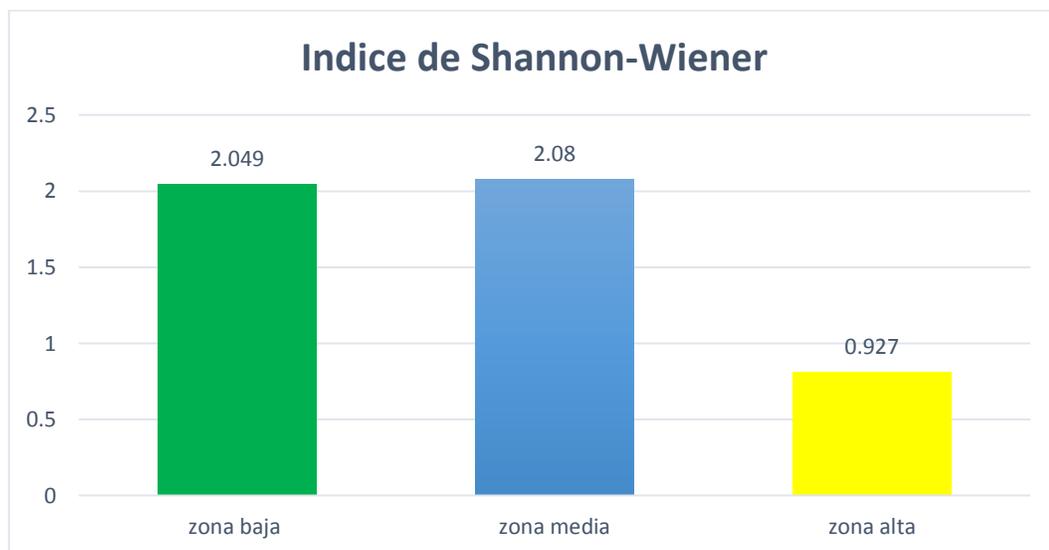


Figura 5: Índice de Shannon-Wiener de las especies de anfibios y reptiles del Parque Nacional Montecristo.

4.2.2 Índice de Simpson.

El índice de Simpson, demuestra que los sitios de muestreo con mayor dominancia fueron: la zona baja (0.7852) seguido de la zona media (0.8347) mientras que la zona alta presenta el menor con (0.5557) (Figura 6).

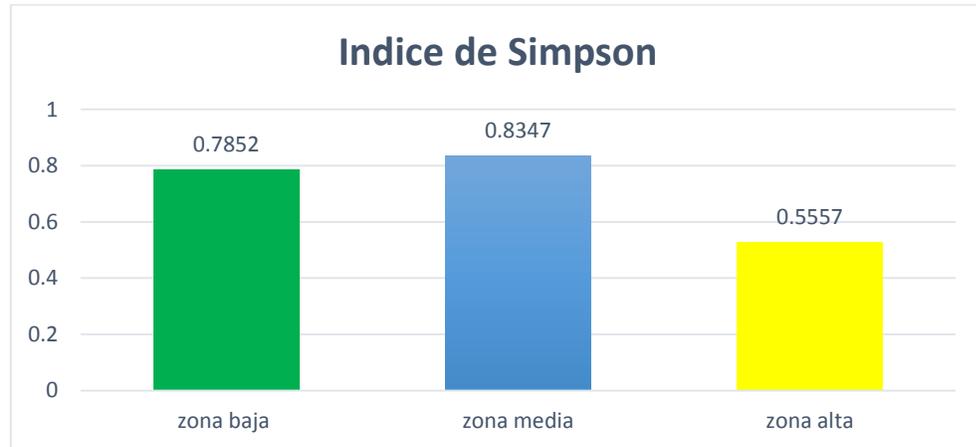


Figura 6: índice de Simpson de las especies de anfibios y reptiles del Parque Nacional Montecristo.

4.2.3 Índice de Margalef.

El índice de Margaleff, refleja que el estrato con mayor riqueza fue la zona baja (3.885) y media (3.083), mientras que la zona alta presento el menor valor (0.588).

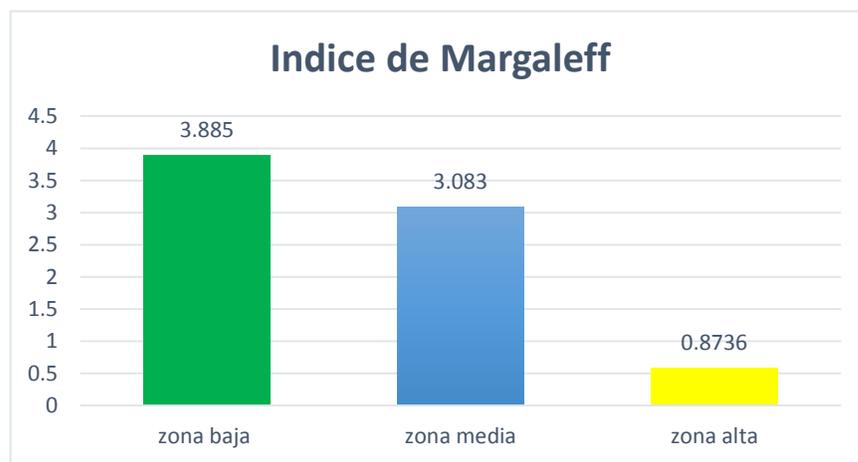


Figura 7: índice de Margaleff de las especies de anfibios y reptiles del Parque Nacional Montecristo.

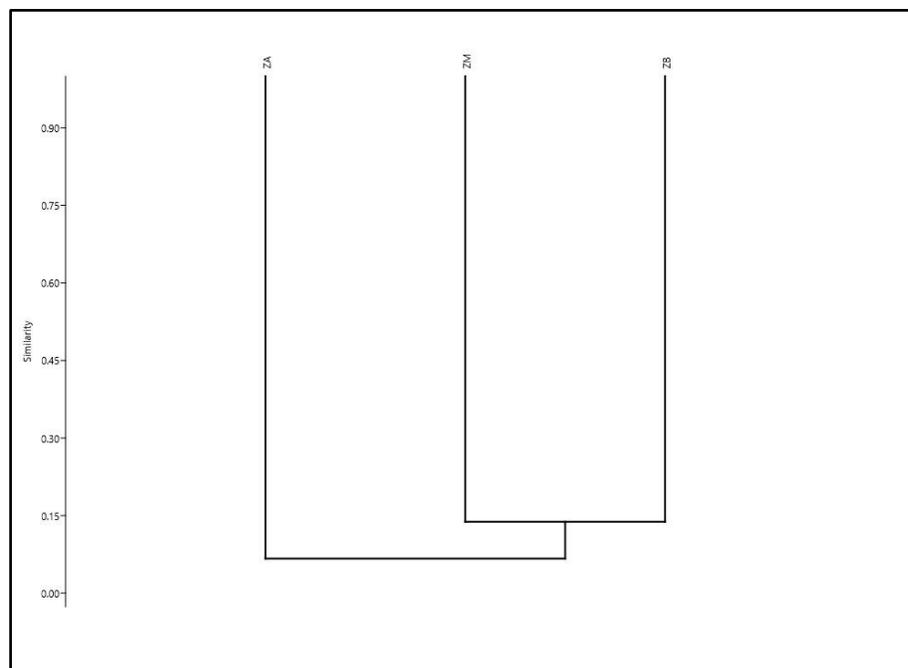
4.2.4 Índice de Jaccard.

Cuadro 7: Análisis de coeficiente de similitud de Jaccard entre los estratos del Parque Nacional Montecristo.

Estratos	Fase de Campo		Listado Oficial 2017 71 sp	
B y M	0.1379	13.79%	0.2727	27.27%
M y A	0.1333	13.33%	0.35	35%
B y A	0	0%	0.1077	10.77%

B: bajo M: medio A: alto

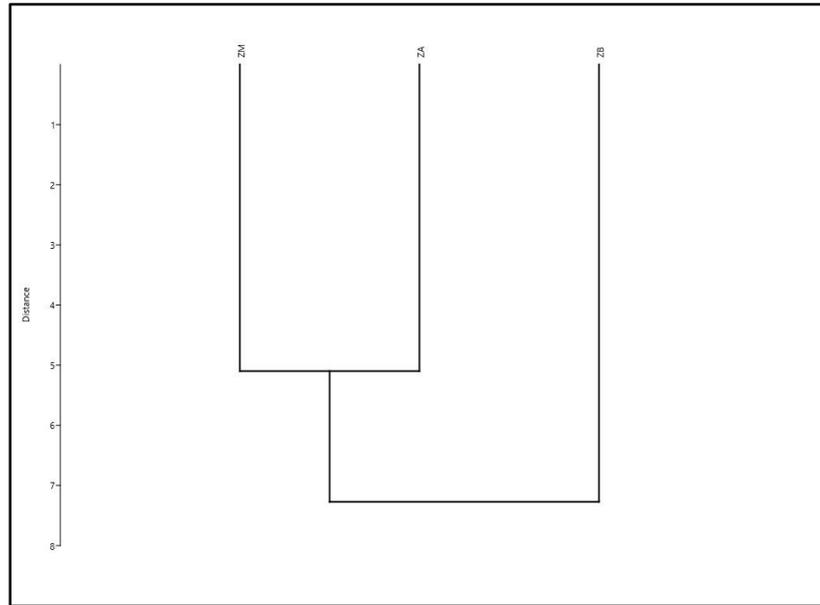
El clúster muestra la comparación entre los 3 tipos de hábitat presentes en el Parque, para las especies registras en el presente diagnostico en campo n=31, la zona baja y



media presentan un (13.79% de similitud), son similares entre sí. (Figura 8)

Figura 8: Clúster del análisis del coeficiente de similitud del índice de Jaccard para el diagnóstico de las especies de anfibios y reptiles del Parque Nacional Montecristo.

El clúster del coeficiente de similitud de Jaccard muestra la comparación entre los 3 tipos de hábitat presentes en el Parque, para el listado oficial n=71 especies los estratos



zona media y alta presentan un (35% de similitud), son similares entre sí.

Figura 9: Clúster del análisis del coeficiente de similitud del índice de Jaccard del total de las especies de anfibios y reptiles del Parque Nacional Montecristo.

4.2.5 Trampas de caída libre.

En las trampas de caída libre no se capturaron ninguna especie de anfibios y reptiles.

4.2.6 Nuevo reporte de anuro para el Parque Nacional Montecristo.

Anfibio: Anura
Familia Hylidae

Ptychohyla hypomykter (McCranie y Wilson, 1993). Individuos observados en estrato alto (bosque nuboso) y estrato medio (bosque pino-roble) (ver anexo 3).

4.2.7 Taller de consulta con el personal técnico del Parque Nacional Montecristo

Producto del taller realizado al personal técnico del Parque, se obtuvo información de 5 nuevos registros (1 anfibio y 4 reptiles), estos han sido observaciones por el personal técnico del parque en campo (ver anexo 4). Además, se identificaron las principales problemáticas ambientales que afectan al área (ver anexo 8).

Anfibio: Gymnophiona
Familia Dermophiidae

Dermophis mexicanus (Duméril y Bibron, 1841). Bosque sub-caducifolio; elevación 920 *msnm*; 19 de diciembre 2017; Fredy Magaña; anexo 4, fotografía 1. La especie ha sido observada únicamente en el bosque sub-caducifolio, y el registro corresponde a un individuo muerto en el jardín del casco.

Reptil: Squamata
Familia Iguanidae

Iguana iguana (Linnaeus, 1758). Bosque sub-caducifolio; elevación 920 *msnm*; 20 de abril 2017; Vidal Martínez; anexo 4, fotografía 2. La especie ha sido solo observada en el bosque sub-caducifolio, en los alrededores del casco y de la comunidad San José.

Ctenosaura similis (Gray, 1831). Bosque sub-caducifolio; elevación 920 *msnm*; 27 de octubre 2016; Vidal Martínez; anexo 4, fotografía 3. La especie ha sido solo observada en el bosque sub-caducifolio, en los alrededores del casco y de la comunidad San José.

Familia Colubridae

Drymarchon melanurus (Duméril, Bribron, y Duméril, 1854). Bosque Nuboso; elevación 1493 *msnm*; 5 de mayo 2017; Fredy Magaña; anexo 4, fotografía 4. La especie ha sido solo observada en el bosque nuboso, el registro corresponde a un individuo observado por la estación meteorológica en los Planes.

Spilotes pullatus (Linnaeus, 1758). Bosque sub-caducifolio; elevación 920 *msnm*. La especie ha sido solo observada en el bosque sub-caducifolio, el registro corresponde a individuos observados en el jardín del casco por el personal técnico de guarda parque y en recorridos en la zona baja, no se cuenta con fotografía.

4.2.8 Estado de conservación de los anfibios y reptiles del Parque Nacional Montecristo según MARN (2015) y UICN (2017) según listado oficial. (n=71) (Cuadro 8)

Cuadro 8: Estado de conservación de los anfibios y reptiles del Parque Nacional Montecristo según MARN (2015) y UICN (2017).

Clase	Orden o suborden	Estatus MARN 2015			Estatus UICN							
		EP	A	NA	CR	EN	VU	NT	LR	LC	NE	DD
Amphibia	Gymnophiona	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Caudata	1	1	1	0	1	0	0	0	2	0	0
	Anura	3	1	14	1	2	0	0	0	15	0	0
subtotal anfibios		4	3	15	1	3	1	0	0	17	0	0
Reptilia	Testudines	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0
	Lacertilia	3	5	12	0	2	0	0	0	13	4	1
	Serpentes	3	10	14	0	1	2	0	0	20	4	0
Subtotal reptiles		6	15	28	0	3	2	0	0	34	9	1
Total		10	18	43	1	6	3	0	0	51	9	1

ESTATUS MARN (2015)

EP: en peligro A: amenazada NA: no amenazada

ESTATUS UICN (2017)

CR: en peligro crítico EN: en peligro VU: vulnerable NT: casi amenazada LR: bajo riesgo
 LC: menor preocupación NE: no evaluada DD: datos deficientes

4.2.9 Especies seleccionadas como indicadores biológicos para el monitoreo.

Se seleccionaron 13 especies de herpetofauna (8 anfibios y 5 reptiles), como indicadoras biológicas para el monitoreo, de acuerdo a los criterios de selección utilizados (ver anexo 5 y 6) (Cuadro 9 y 10).

Cuadro 9: Especies de anfibios seleccionadas como indicadoras para el monitoreo y sus criterios de selección más importantes.

FAMILIA	ESPECIE	CRITERIOS
Orden caudata		
Plethodontidae	<i>Bolitoglossa heiroreias</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Especialista de hábitat • Sensible para alertar cambios • De medición económica y sencilla • Especie endémica • Especie en peligro de extinción a nivel nacional e internacional
Orden Anura		
Bufonidae	<i>Rhinella horribillis</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador de perturbación • De ecología bien conocida • De medición económica y sencilla • Proporciona una evaluación continua
	<i>Incilius coccifer</i>	
Leiuperidae	<i>Engystomops putulosus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador de perturbación • Sensible para alertar cambios • De medición económica y sencilla • De ecología bien conocida
Hylidae	<i>Plectrohyla guatemalensis</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Especie en peligro crítico a nivel mundial • Especie en Peligro extinción a nivel nacional • Sensible para alertar cambios • Especialista de hábitat • Especie prioritaria para la conservación

FAMILIA	ESPECIE	CRITERIOS
	<i>Ptychohyla salvadorensis</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Especie en peligro de extinción a nivel internacional • Sensible para medir cambios • De medición económica y sencilla • Indicador de contaminación en el suelo y agua • Especie amenazada a nivel nacional
	<i>Craugastor loki</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador de contaminación en el suelo y el agua • Sensible para medir cambios • Relevante a fenómenos ecológicos • De medición económica y sencilla
Ranidae	<i>Lithobates maculatus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador de agua, aire y suelo poco alterados. • Sensible para alertar cambios • De medición económica y sencilla • De ecología bien conocida

Cuadro 10: Especies de reptiles seleccionadas como indicadoras para el monitoreo y sus criterios de selección más importantes.

FAMILIA	ESPECIE	CRITERIOS
Orden Squamata		
Sub orden Sauria		
Anguidae	<i>Abronia montecristoi</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Especie CITES • Especie endémica • Especialista de hábitat • Especie en Peligro de extinción a nivel internacional • Especie en peligro de extinción a nivel nacional • Especie prioritaria para la conservación

FAMILIA	ESPECIE	CRITERIOS
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus malachiticus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Especie utilizada en otras áreas • Ampliamente distribuido en el área • Especie abundante en hábitat perturbado por el hombre • Indicador ecológico • De medición económica y sencilla
Tiidae	<i>Holcosus unduluta</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Especialista de hábitat • De medición económica y sencilla • Especie utilizada en otras áreas • Indicador ecológico regeneración de bosque
Sub orden serpentes		
Dipsadidae	Rhadinella kinkelini	<ul style="list-style-type: none"> • Especie amenazada a nivel nacional • Indicador ecológico • De ecología bien conocida • Especie prioritaria para la conservación • De medición económica y sencilla
Viperidae	<i>Cerrophidium wilsoni</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Especie utilizada en otras áreas • De medición económica y sencilla • Especie amenazada a nivel nacional • De ecología bien conocida • Vulnerable en sitios habitados por el hombre

4.3 Propuesta de monitoreo de especies indicadoras: anfibios y reptiles del Parque Nacional Montecristo.

4.3.1 Consideraciones generales.

- El tipo de monitoreo propuesto será desde el punto de vista para la Conservación.
- El monitoreo de especies indicadoras pertenecientes a los grupos de anfibios y reptiles, debe de realizarse por un periodo de 5 años.
- Se monitorearán 9 transectos (3 transectos en cada estrato), los cuales serán muestreados año con año.
- Se monitorearán solo individuos en estado juvenil y adultos.

4.3.2 Propuesta para el monitoreo de anfibios.

Hábitat propuesto para el muestreo.

Para el monitoreo de anfibios se deben monitorear los 3 tipos de hábitat presente en el Parque Nacional Montecristo, los hábitats son: bosque sub-caducifolio (730-900 *msnm*), pino-roble (900-1900 *msnm*) y nuboso (1900-2418 *msnm*) (ver anexo 1).

Propuesta de selección, diseño y número de transectos.

Para el muestreo de las especies indicadoras de anfibios se realizará 1 transecto de 3h de duración, se capturarán los individuos de las especies observadas y se tomarán todos los datos necesarios de cada uno.

Se deben realizar 3 visitas mensual y en cada visita se realizarán los 3 transectos por estrato, muestreando 1 transecto por día durante 3h desde las 10h a las 13h y durante la noche 18h a las 21 h.

Se deben de realizar 3 transectos por hábitat y que sean dirigidos, teniendo un total de 18h de trabajo por hábitat, totalizando con un esfuerzo de muestreo 54h en los 3 hábitats. Los transectos monitoreados durante el día se repetirán durante la noche.

Los muestreos se deberán de realizar en las 2 épocas del año, seca (marzo y abril) y lluviosa (agosto y septiembre). Haciendo énfasis en zonas que presenten cuerpos de agua, como ríos, quebradas, pozas, charcos. Se debe de observar algunas especies de plantas como heliconias y bromelias, ya que algunas especies de anfibios utilizan estas como refugio como por ejemplo (anuros y salamandras), además se debe de levantar escombros, troncos, hojas a la hora de buscar las especies.

4.3.3 Propuesta de métodos de captura y toma de datos.

Para el muestreo de anfibios, el método de captura que se propone es manual, debido a que las especies seleccionadas como indicadores son fáciles de capturar de esa forma.

Para cada individuo capturado se registrará la especie, el hábitat, hora, fecha y registro fotográfico. Esta información debe registrarse en una hoja de datos. Las mediciones que se recomienda tomar serán la Longitud Hocico-Año, para la identificación de las especies se puede utilizar las guías de campo de anfibios y reptiles de El Salvador (Kohler et al. 2006), anfibios de Centro América (Kohler et al. 2008), anfibios de Honduras (Mc Crainey Castañeda 2007) y hacer uso de la Guía de Anfibios y Reptiles del Parque Nacional Montecristo.

4.4 Propuesta para el Muestreo de Reptiles.

4.4.1 Hábitats seleccionados para muestreo.

Para el monitoreo de reptiles se han seleccionado 3 tipos de hábitat presente en el Parque Nacional Montecristo, los hábitats son: bosque sub-caducifolio (730-900 *msnm*), pino-roble (900-1900 *msnm*) y nuboso (1900-2418 *msnm*).

4.4.2 Propuesta de selección, diseño y número de transectos.

Para el muestreo de las especies indicadoras de reptiles se debe realizar 1 transecto de 3h de duración, se capturarán y tomarán todos los datos necesarios de cada una de las especies encontradas.

Se deben de llevar a cabo 3 visitas mensuales y en cada visita se realizarán los 3 transectos, muestreando 1 transecto por día durante 3h desde las 10h a las 13h y durante la noche 18h a las 21 h.

Se recomienda hacer 3 transectos por hábitat y que sean dirigidas, teniendo un total de 18h de trabajo por hábitat, totalizando con un esfuerzo de muestreo 54h en los 3 hábitats. Los transectos monitoreados durante el día se repetirán durante la noche.

Los muestreos se deberán de realizar en las 2 épocas del año, seca (marzo y abril) y lluviosa (agosto y septiembre). Se debe hacer la búsqueda en zonas que presenten cuerpos de agua, como ríos, quebradas, pozas, charcos. Se debe de observar algunas especies de plantas como heliconias y bromelias, ya que algunas especies de reptiles utilizan estos sitios como refugio, además se debe de levantar escombros, troncos, hojas a la hora de buscar las especies.

4.4.3 Propuesta de métodos de captura y toma de datos.

Para el caso de lacertillos y ofidios (a excepción de *Cerrophidion wilsoni*), el método de captura a utilizar será manual, ya que los lacertillos propuestos como indicadores son fáciles de capturar de esta forma y en el caso de los ofidios, estos no presentan mayor peligro para el humano. En el caso de *Cerrophidion wilsoni*, el método de captura será utilizando un gancho serpentero.

Se recomienda hacer anotaciones de problemas que puedan presentar algunos individuos capturados como por ejemplo la presencia de garrapatas, extremidades amputadas entre otras, esto anotarlos como observaciones.

Para la identificación de las especies se puede utilizar las guías de campo de anfibios y reptiles de El Salvador (Kohler et al. 2006), reptiles de Centro América (Kohler et al. 2008), hacer uso de la Guía de Anfibios y Reptiles del Parque Nacional Montecristo.

4.4.4 Factores ambientales propuestos a ser considerados.

Se propone tomar datos promedio de factores ambientales como: temperatura, precipitación, humedad relativa, velocidad de viento, la toma de estos datos debe ser correspondientes a los meses en que se desarrollen los muestreos. La toma de estos datos se puede obtener con un anemómetro o ser solicitados al MARN.

4.4.5 Propuesta de análisis de los datos de las unidades de muestreo

Para el análisis de los datos obtenidos en campo se basará en hacer análisis básico y sencillos, sugeridos por el Manual de Inventarios de Biodiversidad del MARN 2003, el análisis consistirá en obtener abundancias, frecuencias y dominancias de las especies propuestas, y se sugieren los índices de Margalef; otro índice de abundancia relativa (riqueza) y Berger-Parker; estima la dominancia entre especies de una comunidad.

Índice de Margalef $R=(S-1) / \text{Log}N$

Donde:

R= índice de Margalef

S= número de especies

N= número total de individuos

Índice de Berger-Parker $D=N_{\text{max}}/N$

Donde:

D= índice de dominancia

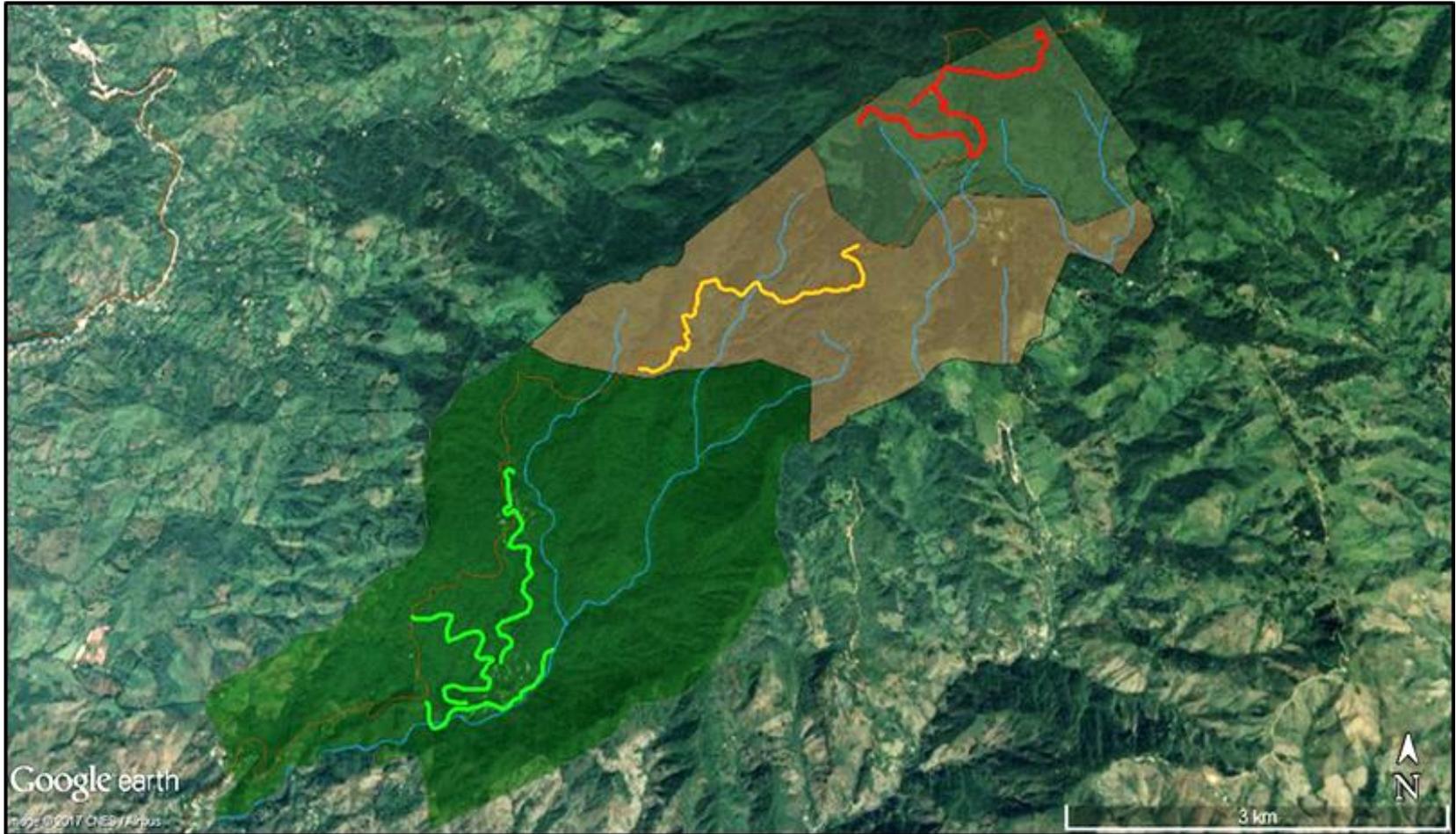
N_{max}= número de individuos de la especie más abundante

N= número de individuos de todas las especies

4.4.6 Consideraciones finales.

Se debe hacer uso de las grabaciones de anuros que se han realizado en otros estudios, para ser utilizados en la identificación de algunas especies que vocalizan.

Se debe entregar un informe anual de los resultados del monitoreo a la persona encargada del sitio, para que este sea discutida y analizado.



Mapa de transectos para el monitoreo.

4.5 Colecta de información para la herpetofauna registrada.

4.5.1 Monitoreo de anfibios y reptiles del Parque Nacional Montecristo

Estrato: bajo____ medio____ alto____ **Fecha**_____

Nombre _____ **del** _____ **transecto:** _____

Nombre del investigador: _____

Nombres de los acompañantes: _____

Transecto N° ____ **Hora de inicio** _____ **Hora de finalización** _____

Información ambiental

Estacionalidad: época seca _____ época lluviosa _____

Altitud _____ msnm

Humedad relativa _____ %

Temperatura _____ C°

Tipo de vegetación _____

Cielo: claro____ neblina____ lluvia____ poco nublado____

100% nublado____

Viento: Sin viento____ poco____ mucho____ dirección____

Nombre científico	Hora de detección	de	Sexo	No. individuos	De	Comentarios

5 DISCUSIÓN

5.1 Diagnostico.

Realizando un esfuerzo de muestreo de 18 días en campo, y utilizando la técnica de muestreo de transectos dirigidos por busque intensiva en horas diurnas y nocturnas en los tres estratos del Parque, se observó un total de 213 individuos, registrando 31 especies de herpetofauna, permitiendo obtener un reporte nuevo de anuro *Ptychohyla hypomykter*.

Ptychohyla hypomykter está presente en los tres estratos del Parque y se observó con mayor frecuencia en los riachuelos y quebradas del bosque pino-roble. Su identificación se logró determinar a partir de sus excrecencias nupciales presentes en el prepólice, tamaño y coloración ya que existen diferencias notables entre esta especie y *P. euthysanota*, esta presenta excrecencias nupciales pequeñas los machos poseen 44-143 espinas, los machos adultos miden 37 mm y hembras adultas 53 mm (Kohler, 2011) (ver anexo 3) (Cuadro 2 y 3).

P. hypomykter es de tamaño moderado (machos hasta 36 mm LHC, hembras hasta 44mm; McCranie y Wilson, 2002; cit. por McCranie y Castañeda, 2007). Los machos tienen 27-28 espinas queratinadas puntiagudas en el prepólice y usualmente glándulas ventrolaterales prominentes, las superficies dorsales son de algún tono gris a café, con o sin motas oscuras y pequeñas y dispersas manchas grandes, el iris es café o negro (McCranie y Castañeda, 2007) (ver anexo 3).

El reporte de *P. hypomykter* en el Parque es de importancia, por ser el segundo registro de esta especie en el país, lo que amplía su área de distribución, el primero fue en el Área Natural Privada El Limo, Santa Ana (Henríquez *et.al*, 2016).

Otro registro importante es *Abronia montecristoi*, debido a que fue un neonato el que se observó, se cuenta con el registro fotográfico (ver anexo 7), y por ser una especie muy difícil de observa por sus hábitos arborícolas, es una especie con categoría En Peligro de

extinción según MARN (2015) y la UICN (2017), además se encuentra dentro de la categoría CITES apéndice II, debido a que el género enfrenta varias amenazas como la deforestación y el cambio de uso de suelo de forestal a agropecuario, la pérdida del hábitat y la colecta para el comercio internacional de mascotas (CITES, 2014). El individuo se observó solitario sobre un tronco caído tomando sol a orilla de la calle (lado izquierdo) que dirige a la propiedad Freund, bosque nuboso 2,208 *msnm* (14°24'66.9'' N 089°22'20.7'' W), las mediciones de longitud hocico-cola fue de 70 mm.

La importancia que tienen actualmente los estanques piscícolas (sin uso) en el Parque, ya que varias especies de anuros usan estos sitios para su reproducción, durante el estudio algunas especies como *Hypopachus ustus* y *Scinax staufferi* solo se observaron en los estanques. *H. ustus* solo se observó en el estanque de Majaditas y *S. staufferi* solo en el estanque el Amate. Los estanques piscícolas no solo son de importancia para los anuros también se han observado en otras giras de años anteriores especies como tortugas y serpientes el cual hacen uso para su alimentación y de hábitat.

El Parque alberga un total de 71 especies de anfibios y reptiles, según el listado de especies de vida silvestre amenazada o en peligro de extinción existen 28 especies (39.43%) dentro de esta categoría, los anfibios representan el 9.85% y los reptiles el 29.57%. Los reptiles representan el mayor porcentaje debido a que se reportan más especies en comparación con anfibios (22 anfibios y 49 reptiles), las serpientes es el grupo con mayores especies dentro de las categorías (ver cuadro 10). Y según la lista roja de la UICN (2017), existen 10 especies dentro de las categorías en Peligro Crítico, En Peligro y Vulnerable, 14.08% de anfibios y reptiles cada uno representa el 7.04% (ver cuadro 10). Solo una especie se encuentra en Peligro Crítico siendo el anuro *Ptychohyala guatemalensis* debido a la pérdida de hábitat y a la disminución de poblaciones por el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* (Santos Barrera y Canseco Márquez, 2010) (cuadro 8).

La composición según el Índice Shannon-Wiener (ver gráfico 1), muestra que los hábitats que presentan mayor diversidad de especies son: el bosque pino-roble (zona media 2.08) seguido del bosque sub-caducifolio (zona baja 2.049), en ambos estratos se registraron 29 especies, 4 son compartidas (*Ptychohyla salvadorensis*, *Lithobates maculatus*, *Sceloporus malachiticus* y *Boa imperator*), por lo contrario el bosque nuboso presentó el valor menor (zona alta 0.927), debido al menor número de especies y de individuos que presentó, además por albergar especies más especialistas de hábitat.

Según el índice de Simpson los hábitats que presentaron mayor dominancia de especie fueron: bosque pino-roble (zona media 0.8347), la especie más dominante fue *Ptychohyla euthysanota*, bosque sub-caducifolio (zona baja 0.7852) la especie más dominante fue *Ptychohyla salvadorensis* y el bosque nuboso obtuvo el menor valor (zona alta 0.5557) la especie más abundante fue *Bolitoglossa heiroreias*; para este índice se evalúa el número de especies y el número de individuos de cada especie. La zona con menor dominancia, es decir la zona que presenta mayor equitatividad entre el número de especies y de individuos fue la zona alta y la zona con mayor dominancia de especies es decir la menos equitativa fue la zona baja (ver gráfico 2).

Índice Margaleff de muestra que los hábitats con mayor riqueza fueron: bosque sub-caducifolio (zona baja 3.885), ya que se observaron 20 especies de las 31 reportadas en este estudio con un total de 133 individuos, las especies de mayor abundancia son *Ptychohyla salvadorensis*, *Craugastor loki* y *Lithobates maculatus*. El bosque pino-roble obtuvo un valor de (zona media 3.083), se observaron 13 especies de las 31 reportadas en campo con un total de 49 individuos, las especies con mayor abundancia son *Ptychohyla euthysanota*, *P. hypomykter* y *Sceloporus malachiticus*. El bosque nuboso presentó el menor valor (zona alta 0.588), debido al menor número de especies registradas (ver gráfico 3).

Según el índice de Margaleff el bosque sub-caducifolio (zona baja), presenta la mejor composición en relación con la zona media y alta, esto se debe al tipo de vegetación que

presenta cada estrato, y por presentar más especies generalistas de hábitat. El bosque nuboso se encontró con la menor riqueza debido que solo se registraron 4 especies y este tipo de bosque presenta especies más especialistas de hábitat como *Abronia montecristoi* y *Plectrohyla guatemalensis*.

El coeficiente de similitud de Jaccard de las 71 especies registradas durante la fase de campo, muestra que la zona Media-Alta es más homogénea que la Zona Baja-Media y la Zona Baja-Alta, este valor depende del número total de especies presentes en cada zona y de las especies compartidas entre ellas. El número de especies compartidas es más similar entre las zonas media y alta, debido a que el número de especies no compartidas es menor en comparación de las otras zonas analizadas (figura 6).

En las trampas de caída libre, no se realizaron captura de anfibios y reptiles, posiblemente se colocaron muy retirado de cuerpos de agua, además la abundancia de especies terrestres o fosoriales durante la época de muestreo no fue la adecuada para que estos individuos fueran capturados con esta metodología, a pesar que esta es más usada en sitios con mayor abundancia de especies terrestres y fosoriales (Angulo *et. al*, 2006), se implementó esta metodología para evaluar su uso como metodología complementaria para el monitoreo, debido que en el país no se había hecho uso para trabajar con herpetos por el costo que implica y del relieve del sitio a estudiar que dificulta.

La realización del taller de consulta con el personal técnico del Parque, como parte metodológica en este estudio para el diagnóstico, proporciono valiosa información principalmente en aportar 5 nuevos registro, aportes que fueron confirmados con fotografías proporcionadas por ellos, a pesar que solo una especie no se contó con fotografía fue incluida, debido a que el personal técnico menciona las características taxonómicas y su nombre científico lo que conlleva a su aprobación (ver anexo 4).

También, el taller proporcionó identificar las principales problemáticas y amenazas (naturales o antropogénicas) que actualmente enfrentan los anfibios y reptiles en el

Parque (ver anexo 9), y contar con su opinión en la selección de las especies indicadoras y en la propuesta de monitoreo. Este tipo de taller resulta importante ya que es participativo y se toma en cuenta los comentarios y aportes del personal técnico y que muchas veces no se toma en cuenta (ver anexo 8).

Con los 6 nuevos registros obtenidos en la fase de campo y el taller de consulta con el personal técnico del parque, el listado oficial de especies de anfibios y reptiles es de 71 especies (22 anfibios y 49 reptiles), distribuidos de la siguiente manera: 51 especies en el bosque sub-caducifolio (zona baja), 33 especies bosque pino-roble (zona media) y 21 especies bosque nuboso (zona alta) (ver anexo 9).

5.2 Especies indicadoras para el monitoreo.

Los puntajes más altos obtenidos a partir de la matriz del establecimiento de las especies indicadoras para el monitoreo (ver anexo 11), se obtuvieron 13 especies de herpetofauna (8 anfibios y 5 reptiles) como indicadora para el monitoreo, de un total de 71 especies evaluadas que están registradas en el Parque Nacional Montecristo (ver tabla 1 y 2), porque cumplieron con la mayoría de los criterios propuestos. El taxón con mayor número de especies fue el de los anfibios, debido a que son más sensibles a los cambios, y se consideran las más adecuadas para el monitoreo y evaluación de la salud de los ecosistemas, pueden ser indicadoras de buena calidad de suelo, aire, agua e incluso indicar perturbaciones en su hábitat, porque los anfibios están vinculado directamente al agua, y por poseer respiración cutánea (Lips, 1999).

Las salamandras y cecilias son especies difíciles de observar en campo a excepción de algunas especies como *Bolitoglossa heiroreias*, y que algunas se encuentran en números tan bajo. Se ha obtenido como especies indicadoras para el monitoreo 7 anuros y 1 salamandra (ver tabla 1), el mayor número de especie ha sido los anuros puesto que son más diversos, con poblaciones numerosas, tener taxonomía y ecología bien conocidas, esto debido a que ciertas especies de anuros como *Rhinella horribillis*, *Incilius coccifer*

son especies generalistas es decir que se encuentran en diversos hábitats y tienen la capacidad de adaptarse a medios perturbados.

En el caso de los reptiles se obtuvieron 5 especies (3 lacertillos y 2 ofidios) como indicadoras para el monitoreo, el número es bajo debido a que son menos sensibles a cambios, algunas especies de serpientes son fosorial, difícil de observar y taxonómicamente difícil de identificar, a pesar de esto las especies de reptiles obtenidas como indicadoras para el monitoreo permitirá brindar una alerta temprana de cambios naturales o antropogénicas ya sea que sus poblaciones aumenten o disminuyen, y son especies catalogadas como amenazadas y en peligro de extinción (ver tabla 2).

5.3 Propuesta de monitoreo.

Entre las consideraciones generales se propone el tipo de monitoreo para la Conservación ya que el Parque cumple con los requerimientos para ejecutar este tipo de monitoreo según el Manual de Inventarios y Monitoreo de la Biodiversidad del MARN, se cuenta con la información básica sobre los ecosistemas que se quieren conservar, están protegidos, y que se quiere mantener la composición y estructura y función de la biodiversidad, además se cuenta con una línea base de las especies a monitorear (anfibios y reptiles) como ejemplo un listado y estado conservación.

El monitoreo se ha propuesto para 5 años para obtener información base para registrar cambios en el futuro, y es necesario para describir los ciclos de vida de las especies durante cada y fluctuaciones en el número de sus poblaciones de esta manera se podrá observar cambios.

Los hábitats propuestos para monitorear en general son debido a que son los más representativos, se concentran el mayor número de especies y reúne las condiciones adecuadas para el desarrollo de este grupo de vertebrados y en base al interés del Parque.

5.4 Diseño y número de transecto.

El diseño y número de transecto que se propone a utilizar en el monitoreo son las mismas utilizadas en este estudio (figura 3), debido a las condiciones accidentadas del Parque, por lo que se hace más fácil hacer los recorridos de este tipo y son sitios de fácil acceso para muestrear.

5.5 Selección de los transectos y frecuencia de las mediciones.

La selección de los transectos está sujeto a la ecología de las especies donde se puedan encontrar además sean de fácil acceso, con las especies de anfibios se recomienda sitios que presentan roca, cuerpos de aguas como riachuelos o quebradas, agua estancada y ríos; es de hacer notar que los anfibios están ligados al agua para su reproducción y sobrevivencia.

La frecuencia de las mediciones, por los meses escogidos para el muestreo de anfibios y reptiles está sujeto a su ecología según el taxón, y para obtener información durante el año.

5.6 Métodos de captura y toma de datos.

Según Henríquez (2004), menciona que no existe un método definido que indique la forma de captura de anfibios y reptiles, ya que existen diferentes técnicas y ningún programa de monitoreo propone un método de captura establecido.

Para la propuesta se recomienda usar 2 métodos de captura, el método manual que se puede usar para las especies de anfibios y la mayoría de los reptiles, ya que estas especies no presentan sustancias nocivas que pongan en peligro para la salud humana, a excepción de la serpiente *Cerrophidion wilsoni* se recomienda hacer uso del gancho serpentero, por ser una serpiente venenosa.

Al capturar los individuos se tomará otros datos de interés como por ejemplo observar nematodos en la piel de anuros, problemas que puedan presentar algunos individuos, por ejemplo, individuos sin cola, sin extremidades en el caso de lagartijas, presencia de garrapatas.

5.7 Factores ambientales a tomar en cuenta.

En esta propuesta de monitoreo se han incluido algunos factores ambientales como temperatura, precipitación y humedad relativa, debido a que algunos factores climáticos influyen en algunas especies propias de zonas altas (Pounds *et al.*, 1999), y este problema ha ocasionado la extinción de algunas especies principalmente anfibios en diferentes sitios nivel mundial, lo cual ha sido asociado al cambio climático y este debido al calentamiento global.

De esta manera en esta propuesta de monitoreo se han incluido algunos factores climáticos para poder observar su influencia sobre la herpetofauna presente en el Parque. Estos datos deberán ser obtenidos año con año durante la duración del monitoreo en las zonas propuestas para realizar los muestreos para obtener más elementos de análisis para que cuando ocurra un problema en algunas de las poblaciones de las especies presentes.

5.8 Propuesta de análisis de los datos de las unidades de muestreo.

Para esta propuesta de monitoreo el análisis de los datos de las unidades de muestreo se enfoca en las poblaciones de herpetofauna de las especies seleccionadas como indicadoras, observando principalmente las variaciones o fluctuaciones en el número de sus poblaciones año con año.

También es importante llevar un registro de la salud de las especies a monitorear, observar presencias de enfermedades que pueden reducir el número de sus poblaciones,

como en el caso del hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* que ha afectado a muchas de las poblaciones de herpetofauna de otros países.

6 CONCLUSIONES

En base a los resultados se concluye que:

Se registraron 31 especies de herpetofauna, de 3 ordenes (caudata, anura y squamata), 13 especies de anfibios y 18 especies de reptiles.

En esta investigación se determinaron 11 especies en la categoría amenazada o en peligro de extinción a nivel nacional y 1 de ellas se encuentra en Peligro Crítico a nivel mundial *Plectrohyla guatemalensis*.

Las especies más abundantes durante el estudio en el caso de los anfibios fue *Ptychohyla salvadorensis*, y en reptiles fue *Anolis sminthus*.

En base al índice de Shannon-Wiener el estrato que presentó mayor diversidad de especies fue la zona media (2.08).

El índice de Simpson refleja que el sitio de muestreo con mayor dominancia de especies fue la zona media (0.8347).

El índice de Margaleff, refleja que el estrato con mayor riqueza fue la zona baja (3.885).

El índice de Jaccard muestra que para el listado oficial de especies de herpetofauna (n=71) los estratos más similares son Media y Alta (0.35); para la fase de campo los estratos más similares son Baja y Media (0.13).

Producto del taller con el personal técnico del Parque, se obtuvo 5 nuevos registros (1 anfibio y 4 reptiles), *Dermophis mexicanus*, *Ctenosaura similis*, *Iguana iguana*, *Spilotes pullatus*, *Drymarchon melanurus*. Y *Ptychohyla hypomykter* observado durante los recorridos.

Los nuevos registros para el Parque, 4 de ellos corresponden al bosque sub-caducifolio y 1 especie al bosque nuboso *Drymarchon melanurus*.

Tomando en cuenta los estudios previos y los 6 nuevos registros reportados durante esta investigación, el listado actual de herpetofauna para el Parque es de 71 especies (22 anfibios y 49 reptiles).

El número de anfibios y reptiles (n=71) del Parque, representa el 51.45% de las especies registradas en el país (138 especies hasta la fecha), lo que posiciona al Parque Nacional Montecristo como la primera área más rica de herpetofauna a nivel nacional.

La estructura de anfibios y reptiles es de: 51 especies en el bosque sub-caducifolio (zona baja), 33 especies bosque pino-roble (zona media) y 21 especies bosque nuboso (zona alta).

La mayor diversidad de especies se encuentra en el bosque sub-caducifolio. Sin embargo, los hábitats de bosque nublado y bosque pino-roble habitan el mayor número de especies que se encuentran presente en la lista roja de especies amenazadas y en peligro de extinción a nivel mundial (UICN, 2017).

De las 71 especies, 10 aparecen en la lista roja de especies amenazadas y en peligro de extinción a nivel mundial (UICN, 2017): 1 en peligro crítico (CR), 6 en peligro de extinción (EN) y 3 vulnerable (VU). A nivel nacional 28 aparecen en el Listado oficial de especies de vida silvestre amenazada o en Peligro de Extinción (MARN, 2015): 10 en peligro extinción (EN), y 18 amenazadas (A).

La lagartija arborícola *Abronia montecristoi* es la única especie del Parque que se encuentra regulada por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora (CITES), Apéndice II.

Se seleccionaron 13 especies de herpetofauna (8 anfibios y 5 reptiles), como especies indicadoras para la propuesta de monitoreo, tomando en cuenta los criterios de selección establecidos y complementarios.

De acuerdo al diagnóstico y de la selección de especies indicadoras, se elaboró la Propuesta de un sistema de monitoreo de herpetofauna en el Parque Nacional Montecristo para un periodo de 5 años.

7 RECOMENDACIONES

Se recomienda que

- Al MARN, se capacite al personal que estará a cargo de los muestreos de herpetofauna, en técnicas de identificación y estadístico.

Se recomienda

- Realizar un convenio entre la Universidad de El Salvador y Parque Nacional Montecristo con el fin que los estudiantes puedan desarrollar el monitoreo como voluntariado u horas sociales.

Se recomienda que

- Asignar a una persona encargada del monitoreo durante los 5 años, esta debe tener conocimientos en el área de herpetofauna.

Se recomienda que

- Al MARN realice estudios del hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* para evaluar el estado de los anfibios del Parque.

Se recomienda que

- Al personal técnico del Parque y al departamento de Biología de la UES, se trabaje en con educación ambiental con énfasis en el área de herpetofauna.

Se recomienda que

- Al personal técnico del Parque trabajen arduamente con el tema del manejo de desechos sólidos.

8 LITERATURA CITADA

- Angulo A., Rueda-Almonacid J., Rodríguez-Mahecha J. y la Marcae. 2006. Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina.
- CATIE. 2000. Diseño de un Sistema de Monitoreo y Evaluación de Indicadores Biológicos para las Áreas Protegidas del Sur de Peten, Guatemala. Turrialba, Costa Rica. Pág. 133.
- CITES. 2014. Estado de conservación, uso, gestión y comercio de las especies del género *Abronía* que se distribuye en México. Pág. 9.
- CITES. 2016. Apéndices CITES: en vigor a partir del 2 de enero de 2017. <https://cites.org/sites/default/files/notif/S-Notif-2016-068-A.pdf>
- Guzmán O. Rubén. 2010. Secretos de los reptiles.
- García G., Caseros E., Fajardo. E., Linares J. y L. Samayoa. 2011. Establecimiento del Sistema de Monitoreo de Especies Indicadoras de la Biodiversidad del Área Natural Protegida La Magdalena, Chalchuapa, Santa Ana. Informe de consultoría. ASARPOSAR/FIAES/MARN. 107pp. 27 pág.
- Grupo de Herpetólogos. 2017. Listado de anfibios y reptiles de El Salvador. Visto el 3 de abril de 2017. <https://www.facebook.com/notes/grupo-de-herpet%c3%b3logos-de-el-salvador/listado-de-anfibios-y-reptiles-de-el-salvador/168738599881490>
- Hulbert, S.H. 1971. The Nan concept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology* 52, 577-86.
- Henríquez, Vladlen, Moran Emanuel, Cerén José G., Rivera Ana M. 2016. Geographic Distribution. *Herpetological Review* 47(1), 78 pp.

- Isasi-Catalá E. 2011. Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en ecología de la conservación. *Interciencia*. Vol.36 N°1. Pág. 32.
- IUCN. 2017. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org>.
- Juárez-Peña Carlos, Sosa-Bartuano Ángel y Sigüenza- Mejía Silvia. 2016. New herpetofaunal records for Parque Nacional Montecristo, El Salvador. 1107-1113 pp. *Mesoamerican Herpetology, Other Contributions, Nature Notes*. December 2016, Volume 3, Number 4.
- Lips, Karen R., *et.al* (1999). Monitoreo de anfibios en América Latina: Manual de Protocolos. Pág. 44-45.
- Komar O., Borjas G., Cruz GA., Eisermann K., Herrera N., Linares JL., Escobar CE., Girón LE. 2006. Evaluación Ecológica Rápida en el Área Protegida Trinacional Montecristo en Territorio Guatemalteco y Hondureño. Informe de Consultoría para el Banco Interamericano de Desarrollo. San Salvador: SalvaNATURA Programa de Ciencias para la Conservación. Pág. 192: 3-3.
- Kohler, G. 2001. Anfibios y reptiles de Nicaragua. Editorial Herpeton Offenbach, Alemania. Pág. 165.
- Kohler Gunther. 2011. *Amphibians of Central America*.
- Leenders, T. 2001. Guía de anfibios y reptiles de Costa Rica. Miami, Florida, distribuidores zona tropical. 360 pp.
- Marineros, L. 2000. Guía de las serpientes de Honduras. Tegucigalpa, honduras. Editorial Dibio. Pág. 130.

- Moreno, C. 2001. Manual de métodos para medir la biodiversidad universidad veracruzana, dirección editorial. Xalapa. Veracruz. México. 49pp
- Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Recursos Naturales Renovables. 2003. Proyecto: MAG-PAES/CATIE “Plan de Manejo del Parque Nacional Montecristo”.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003. Manual de Inventarios de la Biodiversidad.
- McCrine James R., y Castañeda Franklin E. 2007. Guía de Campo de los Anfibios de Honduras. 177 pág.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2015. Listado oficial de especies de vida silvestre, amenazada o en Peligro de Extinción. Diario Oficial, Tomo N°409, No.181:49-51pag.
- Müller G., D. (2010). Identificación de especies de herpetofauna como indicadores biológicos para la creación de un sistema de monitoreo para el área natural protegida La Magdalena, El Salvador, durante el año 2009.
- Marineros Leonel., Porrás J., Espinal M., Mora José M., & Valdés Orellana L. 2012. Conociendo las serpientes venenosas de honduras. Heliconia ideas y publicaciones. Pág. 12-13.
- Martella M. *et.al.* 2012. Manual de Ecología. Evaluación de la biodiversidad.
- Norman, David. 1998. Anfibios Comunes de Costa Rica. pág. 52-55
- Océano – Instituto Galach. 1998. Historia Natural. Barcelona, España. Editorial océano. Vol. 2. 388 pp.
- Pérez –López, F.J y F.M. Sola-Fernández. 1993. SIMIL: Programa para el cálculo de los índices de similitud.

Pounds, J. A. et al. 1999. Natural Review. Biological Response to Climate Change on a Tropical Mountain. Wwww. Nature.com.

Pla Laura 2006. BIODIVERSIDAD: INFERENCIA BASADA EN EL ÍNDICE DE SHANNON Y LA RIQUEZA.

http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000800008

Rengifo, Juan Manuel & Lundberg Mikael. 1999. Guía de campo anfibios y reptiles de Urra. Pág. 9.

Santos Barrera, Georgina y Canseco Marquez. Luis. 2010. *Plectrohyla guatemalensis*.

The UICN Red List of Threatened Species 2010: e. T55876A11367513.

<http://www.iucnredlist.org/details/55876/0> downloaded 12 December 2017.

Villee Claude a. 1996. Biología. McGraw-Hill interamericana editor, S.A. de C.V. 8 ed.

Pág. 331.

ANEXOS

Anexo 1: Hábitats en los que se realizaron los muestreos para este estudio.



Bosque sub-
caducifolio
(Zona baja)



Bosque Pino-Roble
(Zona media)



Bosque Nuboso
(Zona alta)

Anexo 2. Registro fotográfico de la metodología realizada durante la fase de campo.



Fotografía 1:
muestreo diurno para
observar anfibios y
reptiles. Búsqueda en
una Bromelia.



Fotografía 2:
búsqueda de reptiles
en zona media con el
apoyo del guarda
parque José Luis
(Don Chepe).



Fotografía 3: muestreo nocturno, y capacitación del personal de guarda parque para manipular serpientes con la ayuda del gancho serpentero. Don José Luis manipulando una *Micrurus nigrocinctus*.



Fotografía 4: colocación de las trampas de caída libre (*pitfall*), en el bosque nuboso.



Fotografía 5:
observación de las
trampas de caída
libre con la ayuda
del guarda parque.



Fotografía 6:
manipulación de
reptiles y anfibios
para su
identificación.





Fotografía 7: capacitación e identificación de las especies usando las guías taxonómicas con la ayuda de guarda recurso.



Fotografía 8: taller de consulta con el personal técnico del Parque, parte del diagnóstico.

Anexo 3. Registro fotográfico de *Ptychohyla hypomykter*.



Fotografía 1: macho vocalizando, bosque sub-caducifolio.



Fotografía 2: individuo observado en el bosque nuboso.



Fotografía 3: espinas queratinadas puntiagudas en el prepólice



Fotografía 4:
glándulas
ventrolaterales
prominentes.



Fotografía 5: excrecencias nupciales en el prepólice en *Ptychohyla*: (izquierda) excrecencias nupciales unidas en *P. euthysanota*; (derecha) excrecencias nupciales formadas por espinas queratinadas puntiagudas separadas en *P. hipomykter*.

Anexo 4: Registro fotográfico proporcionados por el personal técnico del Parque, durante el taller consulta.



Fotografía 1: *Dermophis mexicanus*

Foto por: Fredy Magaña



Fotografía 2: *Iguana iguana*

Foto por: Vidal Martínez



Fotografía 3: *Ctenosaura similis*

Foto por: Vidal Martínez



Fotografía 3: *Drymarchon melanurus*.

Foto por: Fredy Magaña

Anexo 5: Especies de anfibios seleccionadas como indicadoras para la propuesta de monitoreo.



Fotografía 1: *Bolitoglossa heiroreias*



Fotografía 2: *Incilius coccifer*



Fotografía 3: *Rhinella horribillis*



Fotografía 4: *Engystomops
pustulosus*



Fotografía 5: *Ptychohyla
salvadorensis*



Fotografía 6: *Plectrohyla
guatemalensis*



Fotografía 7: *Craugastor loki*



Fotografía 8: *Lithobates maculatus*

Anexo 6. Especies de reptiles seleccionados como indicadores para la propuesta de monitoreo



Fotografía 1: *Cerrophidion wilsoni*



Fotografía 2: *Rhadinella kinkelini*



Fotografía 3: *Sceloporus malachiticus*



Fotografía 4: *Holcosus undulata*.

Anexo 7. Registro fotográfico de *Abronia montecristoi*.



Fotografía: neonato observado bosque nuboso.



Fotografía 2: lado lateral izquierdo.



Fotografía 3: escamación de la cabeza dorsal.



Fotografía 4:
lado dorsal

Fotografía 5: individuo observado en el sustrato.



Anexo 8: problemáticas ambientales identificadas en el Parque Nacional Montecristo.

- **Contaminación de cuerpos de agua:** se observó un derrame de cloro alrededor de la caja de agua esto debido a la mala aplicación de este al agua potable, estos derrames según comentarios por el personal de guarda parques no es el primero que se da. Los efectos de esta problemática pudieran estar dañando en el medio ambiente y tener efectos en los animales.



- **Presencia de desechos sólidos:** este problema se observó principalmente en las comunidades donde la presencia de basura es mayor, como en las calles principales, caminos comunales y en los ríos, los desechos sólidos más observados fueron botellas de jugos y bolas plásticas de “golosinas”. Las principales fuentes de contaminación son por parte de algunos pobladores de las comunidades y el turismo.
- **Parcelas de cultivo dentro del área:** se han observado dentro del parque la presencia de parcelas de cultivo maíz y frijol, el problema radica que algunos habitantes están usando herbicidas y plaguicidas como tratamiento de plagas, lo que con lleva a la contaminación del suelo y cuerpos de agua, además a la afectación de las especies silvestres que habitan en el parque, y estaría perjudicando gravemente a los anfibios.

- **Cacería furtiva de fauna:** este problema perjudica en varias formas, una de ellas a la disminución de las poblaciones de las especies como ejemplo al venado que sería la principal presa para la cacería. La presencia de cazadores perjudica a que investigadores no puedan ir a sitios de importancia por el temor que pase algún atentado hacia ellos y al personal técnico del parque.



- **Presencia de animales domésticos:** esto es un grave problema que se ha observado dentro del parque, por varias razones; la presencia de perros y gatos son considerados una amenaza para la vida silvestre que ha llevado a la disminución de muchas poblaciones como por ejemplo aves, lagartijas en varios sitios de protección a nivel mundial, y hasta llegar a la extinción. No se han observado gatos dentro del bosque únicamente perros, y estos han sido observados persiguiendo a especies silvestres como es el caso de venado, además se sabe que son usados por parte de algunos habitantes del parque para la cacería. Otro problema observado son la presencia de gallinas, pavos que andan sueltos en el área, esto pudiera llevar a la depredación de especies pequeñas como por ejemplo lagartijas, insectos, serpientes etc.

Anexo 9: listado oficial de las especies de herpetofauna del Parque Nacional Montecristo (2017) y su estado de conservación.

FAMILIA	ESPECIE	HÁBITAT	MARN 2015	UICN 2017
ANFIBIOS				
Caeciliidae	<i>Dermophis mexicanus</i>	BS	A	VU
Plethodontidae	<i>Bolitoglossa heiroreias</i>	B-PR y BN	EN	EN
	<i>Bolitoglossa mexicana</i>	BS	-	LC
	<i>Oedipina taylori</i>	BS	A	LC
Bufonidae	<i>Incilius coccifer</i>	BS y B-PR	-	LC
	<i>Incilius ibarraii</i>	BN	EN	EN
	<i>Rhinella horribillis</i>	BS	-	LC
Leiuperidae	<i>Engystomops pustulosus</i>	BS y B-PR	-	LC
Hylidae	<i>Trachycephalus typhonius</i>	BS	-	LC
	<i>Plectrohyla guatemalensis</i>	BN	EN	CR
	<i>Ptychohyla euthysanota</i>	BS, B-PR y BN	EN	LC
	<i>Ptychohyla salvadorensis</i>	BS, B-PR y BN	A	EN
	<i>Ptychohyla hypomykter</i>	BS, B-PR y BN	-	LC
	<i>Scinax staufferi</i>	BS	-	LC
	<i>Smilisca baudinii</i>	BS	-	LC
	<i>Dendropsphus robertmentensi</i>	BS	-	LC
Microhylidae	<i>Hypopahus usuts (Gastrophrines usta)</i>	BS	-	LC

FAMILIA	ESPECIE	HÁBITAT	MARN 2015	UICN 2017
Craugastoridae	<i>Craugastor loki</i>	BS y B-PR	-	LC
	<i>Craugastor rupinius</i>	BS y B-PR	-	LC
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>	BS	-	LC
Ranidae	<i>Lithobates forreri</i>	BS y B-PR	-	LC
	<i>Lithobates maculatus</i>	BS, B-PR y BN	-	LC
REPTILES				
Testudines	<i>Rhinoclemmys pulcherrima</i>	BS y BN	-	-
	<i>Kinosternon scorpioides</i>	BS	-	LC
Anguidae	<i>Abronia montecristoi</i>	BN	EN	EN
	<i>Celestus bivitattus</i>	B-PR	EN	EN
	<i>Mesaspis moreletii</i>	BN	EN	LC
Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	BS	-	LC
	<i>Corytophanes percarinatus</i>	B-PR	-	LC
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	BS	A	LC
	<i>Iguana iguana</i>	BS	A	-
Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus tuberculatus</i>	BS	-	LC
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus malachiticus</i>	BS, B-PR y BN	-	LC
	<i>Sceloporus variabilis (ollopurus)</i>	BS	-	LC
	<i>Sceloporus squamosus</i>	BS	-	LC
Dactyloidae	<i>Anolis sminthus (heteropholidotus)</i>	B-PR y BN	A	DD

FAMILIA	ESPECIE	HÁBITAT	MARN 2015	UICN 2017
	<i>Anolis wellbornae (sericeus)</i>	BS y B-PR	-	-
	<i>Anolis mccraniei (tropidonotus)</i>	B-PR	A	-
	<i>Anolis serranoi</i>	BS	-	-
Mabuyidae	<i>Marisora brachypoda (Mabuya unimarginata)</i>	BS	-	LC
Sphenomorphidae	<i>Scincella (Sphenomorphus) assatus</i>	BS y B-PR	-	LC
Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes albogularis</i>	BS	-	LC
Teiidae	<i>Holcosus (Ameiva) undulatus</i>	BS	-	LC
Xantusiidae	<i>Lepidophyma smithii</i>	BS	-	LC
Boidae	<i>Boa imperator (constrictor)</i>	BS y B-PR	-	-
Colubridae	<i>Drymarchon melanurus</i>	B-PR y BN	A	LC
	<i>Drymobius chloroticus</i>	B-PR	A	LC
	<i>Drymobius margaritiferus</i>	BS	-	LC
	<i>Leptophis mexicanus</i>	BS	-	LC
	<i>Leptophis modestus</i>	BN	A	VU
	<i>Mastigodryas dorsalis</i>	BS y BN	-	LC
	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	BS	A	LC
	<i>Senticolis triaspis</i>	BS	-	LC
	<i>Spilotes pullatus</i>	BS	-	-
	<i>Tantilla brevicauda</i>	B-PR	-	LC

FAMILIA	ESPECIE	HÁBITAT	MARN 2015	UICN 2017
Dipsadidae	<i>Enulius flavitorques</i>	BS	-	LC
	<i>Geophis fulvoguttatus</i>	B-PR y BN	A	EN
	<i>Geophis rhodogaster</i>	B-PR y BN	EN	LC
	<i>Leptodeira annulata</i>	BS y B-PR	-	LC
	<i>Leptodeira septentrionalis</i>	BS y B-PR	-	LC
	<i>Ninia sebae</i>	BS	-	LC
	<i>Rhadinella kinkelini</i>	B-PR y BN	EN	LC
	<i>Rhadinella montecristi</i>	B-PR y BN	EN	VU
	<i>Scolecophis atrocinctus</i>	B-PR	-	-
	<i>Sibon anthracops</i>	BS	A	LC
	<i>Stenorrhina freminvillei</i>	BS	-	LC
	<i>Tropidodipsas fischeri</i>	B-PR y BN	A	LC
<i>Tropidodipsas sartorii</i>	BS y B-PR	-	LC	
Elapidae	<i>Micrurus nigrocinctus</i>	BS y B-PR	A	LC
Viperidae	<i>Cerrophidion wilsoni</i>	B-PR y BN	A	-
	<i>Crotalus simus</i>	BS y B-PR	A	LC

Anexo 10: registro fotográfico de las especies observadas durante la fase de campo.



Bolitoglossa heireoreias



Oedipina taylori



Incilius coccifer



Rhinella horribillis



Craugastor loki



Plectrohyla guatemalensis



Ptychohyla hypomycter



Ptychohyla euthysanota



Ptychohyla salvadorensis



Scinax staufferi



Engystomops pustulosus



Hypopachus ustus



Lithobates maculatus



Rhinoclemmys pulcherrima



Kinosternon scorpiodes



Abronia montecristoi



Basiliscus vittatus



Anolis sminthus



Marisora brachypoda



Boa imperator



Enulus flavitorques



Geophis rhodogaster



Leptodeira annulata



Leptodeira septentrionalis



Ninia sebae



Tropidodipsas sartorii



Rhadinella kinkelini



Micrurus nigrocinctus



Cerrophidion wilsoni

Anexo 11: Matriz de selección de espés de herpetofauna como indicadoras para el monitoreo.

	Total	CITES	Especie utilizada en otras áreas con condiciones ecológicas similares	Especialistas de hábitat	Vulnerable en sitios habitados por el hombre	Amenazado (CR, EN, Vu) UICN	Amenazado o en peligro de extinción a nivel nacional	Especie prioritarias para la conservación	Endemismo de la especie	Con taxa perteneciente a diferentes gremios o grupos funcionales	Con taxa de corto tiempo de regeneración	De ecología bien conocida	Sujeto aprovechamiento	Relacionado con fenómenos ecológicos importantes (indicador ecológico)	Capaz de diferenciar entre ciclos naturales y antropogénica	De medición económica y sencilla (fácil de medir, coleccionar y calcular por no expertos)	Relativamente independiente del tamaño de la muestra	Que proporcione una evaluación continua de un amplio rango de perturbaciones	Ampliamente distribuida en el área a monitorear	Suficientemente sensible para promover una alerta temprana de los cambios	
Especies																					
<i>Bolitoglossa heiroreias</i>	13	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1
<i>Incillius coccifer</i>	10		1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Rhinella horribilis</i>	10	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>Engystomops pustulosus</i>	11	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Plectrohyla guatemalensis</i>	10	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1
<i>Ptychohyla salvadorensis</i>	10	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1
<i>Craugastor loki</i>	12	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lithobates maculatus</i>	11	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Abronia montecristoi</i>	11	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
<i>Sceloporus malachiticus</i>	10	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1
<i>Holcosus undulata</i>	10	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1
<i>Rhadinella kinkelini</i>	10	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
<i>Cerrophidion wilsoni</i>	13	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1