

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA**



**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE ESPECIES  
INDICADORAS: ANFIBIOS Y REPTILES, EN SECTOR LOS ANDES  
DEL COMPLEJO LOS VOLCANES,  
DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR”.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:**

**VLADLEN ERNESTO HENRIQUEZ CISNEROS.**

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

**CIUDAD UNIVERSITARIA, 2004.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA**



**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE ESPECIES  
INDICADORAS: ANFIBIOS Y REPTILES EN SECTOR LOS ANDES  
DEL COMPLEJO LOS VOLCANES,  
DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR”.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:**

**VLADLEN ERNESTO HENRIQUEZ CISNEROS.**

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

**ASESORA: MSC. MIRIAM ELIZABETH CORTEZ DE GALÁN.**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, 2004.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA**



**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE ESPECIES  
INDICADORAS: ANFIBIOS Y REPTILES EN SECTOR LOS ANDES  
DEL COMPLEJO LOS VOLCANES,  
DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR”.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:**

**VLADLEN ERNESTO HENRIQUEZ CISNEROS.**

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

**ASESORA: \_\_\_\_\_  
MSC. MIRIAM ELIZABETH CORTEZ DE GALÁN.**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, 2004.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA**



**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE ESPECIES  
INDICADORAS: ANFIBIOS Y REPTILES EN SECTOR LOS ANDES  
DEL COMPLEJO LOS VOLCANES,  
DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR”.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:**

**VLADLEN ERNESTO HENRIQUEZ CISNEROS.**

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

**JURADO EVALUADOR:**

---

**LIC. DELFINA DE BENITEZ**

---

**MSC. NESTOR OMAR HERRERA**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, 2004.**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR  
DRA. MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ**

**SECRETARIA GENERAL  
LIC. MARGARITA RIVAS DE RECINOS**

**FISCAL  
LIC. PEDRO ROSALIO ESCOBAR CASTANEDA**

**DECANO DE LA FACULTAD  
LIC. JOSE HECTOR ELIAS ESCOBAR.**

**DIRECTOR DE LA ESCUELA  
M.SC. ANA MARTHA ZETINO CALDERÓN**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, 2004.**

## DEDICATORIA

- A mis padres Cruz Donelly Henríquez Quintanilla y Marta Cisneros Carvajal.
- A mis hermanos Jesús Donelly Henríquez Cisneros, Carlos Daniel Henríquez, Marlene Henríquez y Javier Henríquez. .
- A mis tíos Jorge Alberto, Álvaro y Ramiro Cisneros Carbajal.
- A mis abuelos Julio Moisés Cisneros (Q. E. P.D.) y Maria Emma Carbajal de Cisneros.
- A mi nana Francisca Ortiz.

## II

### **AGRADECIMIENTOS**

*A mi Dios todo poderoso por darme fuerzas para realizar el trabajo de campo y darme paciencia y los conocimientos necesarios para la elaboración del documento.*

*A mi padre, madre, hermanos y tíos por su apoyo incondicional para y durante la realización de mi trabajo de graduación.*

*A mis primas: Doña Sonia Carbajal y Noelia De León, por brindarme su apoyo durante el transcurso de mi formación como biólogo.*

*Al Lic. Juan Pablo Domínguez y al Señor Ian Varley así como a la Institución SalvaNATURA y a Grupo Roble por creer en mi trabajo y darme su apoyo, sin el cual esta investigación no podría haberse realizado.*

*A los Señores Ricardo, Amadeo y Julio Martínez, Lucas Carranza, Roberto González y Jacinto Martínez, guardaparques del Sector Los Andes, por apoyarme durante la fase de campo de esta investigación.*

*Al Ministerio de Medio Ambiente por facilitarme la ayuda técnica y equipo necesario para realizar el trabajo de campo en el Parque Nacional El Imposible.*

*A la Escuela de Biología de La Universidad de El Salvador y a todos sus Docentes, por brindarme mi formación como biólogo.*

*A mi asesora Msc. Miriam Elizabeth Cortés de Galán, por ser guía durante la realización de mi trabajo de graduación y brindarme sus conocimientos para la elaboración del documento.*

*Al Dr. Twan Leenders y al Dr. Francisco Flores Villela por contribuir con sus conocimientos y bibliografía científica para la elaboración de mi trabajo de graduación.*

*A MSc. Néstor Omar y Alicia Herrera y al Lic. Ricardo Anselmo Pérez, por su ayuda y consejos durante la realización de este trabajo de graduación.*

*A mi amiga Carla Elizabeth Bermúdez, por brindarme su apoyo durante todos estos años.*

*A todos mis amigos y amigas que creyeron en mi y me brindaron su apoyo para la realización de esta investigación.*

### III

## TABLA DE CONTENIDOS

LISTA DE CUADROS.....	IV
LISTA DE FIGURAS.....	V
LISTA DE GRAFICAS.....	VI
RESUMEN.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	1
FUNDAMENTACION TEORICA.	
1. Monitoreo de la Biodiversidad.....	3
2. Especies Indicadoras.....	4
2.1. Indicadores Ecológicos.....	5
2.2. Especies Clave.....	6
2.3. Especies Modelo.....	6
2.4. Especies Sombrilla.....	6
2.5. Especies Vulnerables.....	6
3. Criterios de Selección para las Especies Indicadoras.....	6
4. Importancia de los Reptiles y Anfibios Como Especies Indicadoras.	
4.1. Importancia de los Anfibios como Especies Indicadoras.....	7
4.2. Importancia de los Reptiles como Especies Indicadoras.....	10
METODOLOGÍA.	
1. Descripción del Área de Estudio.....	13
2. Metodología para la Propuesta de Monitoreo.....	17
3. Metodología para el Diagnostico de la Herpetofauna presente en el Sector Los Andes.....	17

## RESULTADOS.

1. Propuesta de Monitoreo de Especies Indicadoras: Anfibios y Reptiles.....	22
1.1. Consideraciones Generales.....	22
1.2. Especies Seleccionadas como Indicadoras y Criterios de Selección.....	22
1.3. Propuesta para Muestreo de Anuros.....	26
1.4. Propuesta para Muestreo de Reptiles.....	28
1.5. Factores Ambientales Propuestos a ser Considerados.....	30
1.6. Propuesta de Análisis de los Datos de las Unidades de Muestreo.....	31
1.7. Consideración Final.....	32
2. Diagnóstico de la Herpetofauna Presente en el Sector Los Andes...	33
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	49
CONCLUSIONES.....	58
RECOMENDACIONES.....	60
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	61
ANEXOS	

**IV**  
**LISTA DE CUADROS**

<b>No.</b>	<b>Pag.</b>
1. Especies pertenecientes al Orden Anura seleccionadas como indicadoras. Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana.....	22
2. Especies pertenecientes al Suborden Lacertilia seleccionadas como indicadoras. Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana.....	23
3. Especies pertenecientes al Suborden Serpentes seleccionadas como indicadoras. Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana.....	23
4. Anfibios y Reptiles registrados en el Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana. Estación Lluviosa, 2003 y Estación Seca, 2003 – 2004.....	33
5. Densidades Poblacionales de Anfibios y Reptiles en cuatro diferentes hábitat durante la estación lluviosa y la estación seca en el Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana. Estación Lluviosa, 2003 y Estación Seca 2003 – 2004.....	35
6. Densidades Poblacionales de Reptiles en potreros ubicados en terrenos aledaños al Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana. Estación Lluviosa, 2003 y Estación Seca, 2003 – 2004.....	38
7. Densidades Poblacionales de Anfibios y Reptiles en el hábitat Bosque Muy Húmedo Montano del Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana. Estación Lluviosa, 2003 y Estación Seca, 2003 – 2004.....	39
8. Densidades Poblacionales de Reptiles en el hábitat Páramo de Altura del Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana. Estación Lluviosa, 2003 y Estación Seca, 2003 – 2004.....	40

No.	Pag.
9. Resultados de las comparaciones entre los diferentes hábitat muestreados utilizando la prueba de t de student. Sector Los Andes del Volcán de santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana. Estación Lluviosa, 2003 y Estación Seca, 2003 – 2004.....	42
10. ANDEVA para el análisis de regresión de peso – talla en la muestra tomada de la población de <i>Norops crassulus</i> . Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de santa Ana. Estación Lluviosa, 2003 y Estación Seca, 2003 – 2004.....	44
11. ANDEVA para el análisis de regresión de peso – talla en la muestra tomada de la población de <i>Cerrophidion godmani</i> . Sector Los Andes del Volcán de santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana. Estación Lluviosa, 2003 y Estación Seca, 2003- 2004.....	45

## V

### LISTA DE FIGURAS.

<b>No.</b>	<b>Pag.</b>
1. Ubicación del Complejo Los Volcanes en El Salvador y del Sector Los Andes dentro del Complejo Los Volcanes.....	15
2. Límites de propiedad estatal del Sector Los Andes del Complejo los Volcanes, Departamento de Santa Ana.....	16
3. Ubicación de parcelas y mapa de vegetación del Sector Los Andes, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana.....	19
4. Anfibios seleccionados como indicadores. Sector Los Andes, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana.....	24
5. Reptiles seleccionados como indicadores. Sector Los Andes, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana.....	25
6. Hábitat presentes en el Sector Los andes del Complejo Los Volcanes, propuestos para monitoreo de anfibios y reptiles. Departamento de Santa Ana.....	29
7. Frecuencias relativas de anfibios y reptiles registrados en el Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana. Estación Lluviosa, 2003 y Estación Seca, 2003 – 2004.....	34

## VI

### LISTA DE GRAFICAS.

No.	Pag.
1. Densidades poblacionales de anfibios y reptiles en cuatro diferentes hábitat durante la estación seca y estación lluviosa en el Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa. Estación Lluviosa, 2003 y Estación Seca, 2003 – 2004.....	36
2. Densidades Poblacionales de Anfibios y Reptiles y Temperatura y Precipitación promedio correspondientes a los meses de muestreo de la herpetofauna presente en el Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana. Estación Lluviosa, 2003 y Estación Seca, 2003 – 2004.....	36
3. Diversidad de especies de anfibios y reptiles en cuatro diferentes hábitat del Sector Los Andes del Volcán de santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana. Estación Lluviosa, 2003 y Estación Seca, 2003 – 2004.....	40

## VII

### RESUMEN.

En esta investigación se desarrollo una propuesta de monitoreo de especies indicadoras pertenecientes a los grupos de anfibios y reptiles en el Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de santa Ana.

Para poder realizar esta propuesta, previamente se realizo un diagnostico de la herpetofauna del sitio, cuyos resultados se utilizaron para tener mas criterios que pudieran ser utilizados en la propuesta de monitoreo.

Para esta propuesta se determinaron un numero de ocho especies de reptiles (*Corytophanes percarinatus*, *Sceloporus malachiticus*, *Norops crassulus*, *Dryadophis dorsalis*, *Rhadinaea godmani*, *Tantilla brevicauda*, *Tropidodipsas fischeri* y *Cerriphidion godmani*) y dos anfibios (*Agalychnis moreletii* y *Eleutherodactylus rupinius*) los cuales fueron seleccionados como indicadores, sus criterios de selección, la metodología de muestreo de anfibios y reptiles, métodos de captura, frecuencia de mediciones y análisis de datos se complementaron con el diagnostico de la Herpetofauna que realizo previamente.

Los resultados y el análisis de los datos provenientes de las unidades de muestreo fueron comparados con otros resultados y analizados. Aportando a través de esta investigación que el monitoreo debe realizarse por un periodo mínimo de cinco años.

## **INTRODUCCIÓN.**

La Diversidad Biológica o Biodiversidad es un término que trasciende la diversidad de especies en un ecosistema determinado. Actualmente es utilizado para describir la variedad de formas de vida, sus roles ecológicos y la diversidad genética que contienen (Wilcox, 1994, citado por CATIE, 2000).

Por lo general, se acepta que la conservación de la diversidad biológica de los bosques, en el contexto de los ecosistemas, paisajes, poblaciones, especies, individuos y genes, son esenciales para sostener la salud y vitalidad de los ecosistemas forestales, salvaguardando así sus funciones productivas, sociales, de protección y ambientales (FAO, 2000).

Debido a ello, la diversidad se ha visto como un concepto demasiado amplio y vago para ser aplicado en las regulaciones y el manejo de los problemas del mundo real. Por lo que se ha recomendado la utilización de Indicadores Biológicos o Especies Indicadoras, las cuales podrían contribuir a entender mejor el estado y las tendencias que existen en el contexto de la biodiversidad del ecosistema (Noss, 1990; FAO, 2000).

Las especies indicadoras son aquellas que pueden ser utilizadas para evaluar el estado de toda la comunidad, y se clasifican en cinco categorías: indicadores ecológicos, especies clave, especies modelo, especies sombrilla y especies vulnerables, las cuales pueden ser utilizadas para fines conservacionistas (Noss, 1990; Soler, 2002).

La disminución paulatina y acelerada de estas poblaciones indicarán que el ecosistema presenta síntomas de degradación, lo cual debería traducirse en una acción rápida de manejo para determinar la causa de la sensible baja de las poblaciones de estas especies que han sido

seleccionadas como indicadoras y formular las acciones que mitiguen o eliminen estos factores negativos (CATIE, 2000).

Es necesario que se desarrollen programas de monitoreo de vertebrados para poder determinar el estado del ecosistema con el transcurso del tiempo y poder diseñar acciones de manejo adecuadas en el caso que se detecten alteraciones en sus poblaciones.

Básicamente, el monitoreo provee información 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 investigación con miras a usar los resultados en la toma de decisiones (CATIE, 2000).

En el Sector Los Andes en el Volcán de Santa Ana se ha diseñado una propuesta de un Sistema de Monitoreo utilizando especies indicadoras pertenecientes a dos grupos taxonómicos: anfibios y reptiles, grupos que presentan especies que son buenos indicadores de perturbaciones de tipo físico, químico, biológico y antropogénico.

Es importante mencionar que previamente se realizó un Diagnóstico de la Herpetofauna presente en el Sector Los Andes, cuyos resultados y análisis fueron utilizados en la propuesta de monitoreo de especies indicadoras: Anfibios y Reptiles.

## REVISIÓN DE LITERATURA.

### 1. Monitoreo de la Biodiversidad.

El Monitoreo de la diversidad de organismos consiste en medir y muestrear algunas especies a lo largo del tiempo y comparar los resultados obtenidos a un estándar predeterminado o darse cuenta de su desviación de una norma esperada (CATIE, 2000).

El monitoreo proporciona una línea de información base que permite entender el comportamiento de un sistema a través del tiempo. Además, es una forma de evaluar si los objetivos de una acción se cumplen y, así modificar las acciones en caso de detectar tendencias no deseadas (Carr & de Stoll, 1999).

El monitoreo es necesario para describir la dinámica de las comunidades naturales, las consecuencias de la influencia humana y para predecir y/o prevenir cambios no deseados (Carr & de Stoll, 1999).

Según Noss (1990), el monitoreo de la biodiversidad puede realizarse desde diferentes niveles, los cuales son Paisaje Regional, Ecosistema – Comunidad, Población – Especie y Genético, siendo el más utilizado a nivel de Población – Especie.

La definición de monitoreo, en el sentido estricto de la palabra, implica una evaluación repetitiva de un estatus, alguna cantidad, atributo o característica de una población (en este caso animal) dentro de un área definida y sobre un período establecido de tiempo (CATIE, 2000).

En El Salvador, los esfuerzos de monitoreo de vertebrados son escasos. Actualmente, sólo el Parque Nacional El Imposible realiza un

monitoreo enfocado a aves como *Crax rubra* y aves rapaces y biólogos independientes que realizan un monitoreo de Anatidos migratorios en los principales humedales del país. Además, ninguna Área Natural Protegida posee en sus planes de manejo un programa orientado al monitoreo de los diferentes grupos de vertebrados.

Debido a que el monitoreo de la biodiversidad y de todos sus aspectos importantes es muy difícil de realizar, se han propuesto una variedad de formas por medio de las cuales la atención se centra en una o varias especies. Una de ellas es el uso de Especies Indicadoras (Simberloff, 1998).

## **2. Especies Indicadoras.**

Un bosque saludable es un ecosistema en balance; es decir que un bosque en buena salud es una comunidad de plantas y animales y su ambiente físico funcionando como un todo (Simberloff, 1998).

Este equilibrio puede ser afectado por diversos factores, pero se puede obtener información acerca de la condición del ambiente observando plantas y animales, ya que algunos pueden reaccionar a condiciones ambientales adversas. Estos organismos son conocidos como Especies Indicadoras (Teski, 2001).

Las Especies Indicadoras son aquellas especies que actúan como sustitutos para evaluar el estado de toda la comunidad. Esta estrategia requiere trabajar en un entorno apropiado para especies que se sabe son sensibles a la fragmentación del hábitat, a la contaminación o a cualquier

otro estrés, los cuales producen cambios en sus hábitos, distribución o patrones reproductivos (Guralnick, 2002; Soler, 2002).

El uso de especies indicadoras para el monitoreo de las condiciones ambientales es una tradición firmemente establecida en ecología, toxicología ambiental, control de contaminación, agricultura, forestería y manejo de vida silvestre (Thomas, 1972; Ott, 1978; Cairos et al, 1979, citados por Noss, 1990).

El uso de especies indicadoras para detectar cambios ambientales no es nuevo, su utilidad en detectar los efectos del calentamiento anómalo de los océanos, lo cual resulta en la formación del fenómeno el niño y en detectar el incremento de la temperatura del aire como efecto del calentamiento de los océanos, ha sido reconocido por su capacidad de reaccionar ante estos fenómenos (Pounds et al, 1999; Guralnick, 2002).

Por lo tanto, es importante enfocar la atención hacia el monitoreo de una o pocas especies, por lo que es deseable que los indicadores seleccionados reflejen cambios químicos y/o físicos en el ambiente (Simberloff, 1998).

Para ello, Noss (1990) reconoce cinco categorías de especies que pueden garantizar los esfuerzos especiales de conservación. Estas son:

2.1. Indicadores Ecológicos: Especies que indican el efecto de perturbaciones sobre un número de otras especies con similar requerimiento de hábitat. Se utilizan para medir los niveles de contaminación de un área, basándose en la evaluación del número de individuos y especies antes y después de un cambio en el ambiente (Noss, 1990; Anónimo 1, 2002).

2.2. Especies Clave: Especies cuya presencia contribuye a una diversidad de vida y cuya pérdida podría consecuentemente, llevar a la extinción de otras formas de vida. Las especies clave ayudan a mantener el ecosistema del cual ellas son parte. Si se identifican las especies clave de un ecosistema y el mecanismo que produce que ellas tengan un amplio impacto, se podría derivar esta información sobre el funcionamiento del ecosistema entero para utilizarla en su manejo (Simberloff, 1998; Anónimo 2, 2002).

2.3. Especies Modelo: Especies populares, carismáticas, las cuales se utilizan como símbolo y para lograr mejoras en las iniciativas de conservación (Simberloff, 1998).

2.4. Especies Sombrilla: Especies con grandes requerimiento de área, las cuales si se les da suficiente protección a su área de hábitat podría proteger a otras especies. Los científicos nombran a ciertas especies como Especies Sombrilla con la esperanza de salvar a plantas y animales que habitan en el área. La idea es que al proteger la especie sombrilla y su hábitat, también se protege otro número de especies que dependen del mismo hábitat (Noss, 1990; Anónimo 3, 2002).

2.5. Especies Vulnerables: Especies raras, genéticamente empobrecidas, de baja fecundidad, dependientes de recursos impredecibles, extremadamente variables en su densidad poblacional, perseguidas, o si no, propensas a la extinción en los hábitat humanos (Noss, 1990).

### **3. Criterios de Selección para las Especies Indicadoras.**

Noss (1990) y CATIE (2000), proponen ciertos criterios los cuales pueden ser utilizados para poder seleccionar una especie como indicadora. Estos criterios son los siguientes:

- a) Especie suficientemente sensible para proveer un previo aviso de cambio.
- b) Distribución de la especie a lo largo de una amplia área geográfica, o de otro modo, ampliamente aplicable.
- c) Especie capaz de proveer mediciones continuas sobre un amplio rango de estrés.
- d) Relativamente independiente del tamaño de la muestra.
- e) Población fácil de medir, coleccionar, estimar y/o calcular.
- f) Capaz de diferenciar entre sus ciclos naturales y los inducidos por el hombre.
- g) Relevante a fenómenos ecológicos importantes.
- h) Bien conocida su biología e historia natural.
- i) Bien conocida su taxonomía y estable para que las poblaciones puedan ser bien definidas.

#### **4. Importancia de los Anfibios y Reptiles como Especies Indicadoras.**

##### **4.1. Importancia de los Anfibios como Especies Indicadoras.**

Los anfibios son un grupo de animales de gran importancia ecológica en los ecosistemas. La mayoría de especies en su edad adulta poseen hábitos carnívoros, principalmente de insectos; por ello cumplen una función como controladores biológicos, ya que previenen el aumento de población de muchas de estas especies de insectos que en algunos casos son perjudiciales para el hombre, animales o plantas (Gómez, 2002).

A lo largo de los últimos 50 años se ha visto una progresiva disminución en varias poblaciones de anfibios en el mundo; en un principio se pensaba que esto podría ser consecuencia de acciones locales directas sobre el ecosistema (deforestación, acción de contaminantes, etc.), sin embargo en los estudios de la última década se ha observado que una gran parte de las

poblaciones que se están extinguiendo se encuentran confinadas a sitios protegidos como parques naturales o a selvas húmedas no intervenidas (Cajiao, 2002).

A pesar de que numerosas hipótesis han sido propuestas para explicar esos cambios enigmáticos en el tamaño y distribución de las poblaciones, las causas exactas aún son desconocidas (Köhler, 2001).

Hipótesis en competencia incluyen la disminución de la capa de ozono, la cual ha ocasionado que mayor cantidad de radiación ultravioleta ingrese a la tierra. Este tipo de radiación daña el ADN de los huevos de los anfibios y por lo tanto contribuye a la disminución rápida de una población de este grupo de vertebrados (Leenders, 2001).

Se ha sugerido también que el fenómeno de “El Niño” (por las perturbaciones en el clima), ha ocasionado la disminución de poblaciones de anfibios, por los climas secos extremos que provocan la evaporación del agua de pozas de crecimiento de renacuajos y de los escondites subterráneos, por lo que mueren por deshidratación (Leenders, 2001).

Otro factor que se cree ha ocasionado la disminución de las poblaciones de anfibios, es el aumento de la temperatura del océano como consecuencia del calentamiento global, lo cual ha ocasionado un incremento de días secos y despejados (Leenders, 2001).

Otros factores ha considerar como causas principales en el declive de las distintas poblaciones de anfibios son las precipitaciones ácidas, agentes patógenos, transporte desde largas distancias de productos químicos contaminantes, cambios sutiles en el espacio vital, introducción de especies exóticas y fluctuaciones naturales. La opinión actual de la mayoría de

investigadores es que probablemente existen numerosas causas interactivas para esas pérdidas (Köhler, 2001).

También se ha detectado la presencia de un fenómeno relativamente reciente el cual se relaciona directamente con esas causas y es la aparición de malformaciones físicas en los individuos, expresadas en un mayor o menor número de dedos, ausencia de ojos, falta de extremidades, etc. (Gómez, 2002).

Estas malformaciones se ha comprobado que son producto de múltiples factores como parásitos, depredación (siendo estos dos factores naturales pero que pueden ser altamente influenciados por acción del hombre), contaminación de toxinas (metales pesados, acidificación del sustrato, etc.), acción de rayos ultravioleta, sales radioactivas, lluvias ácidas y otros (Cajiao, 2002).

Existen muchos casos documentados acerca de la extinción de varias especies de anfibios a nivel mundial. Uno de los casos más dramáticos es la extinción de una especie de anfibio conocido comúnmente como Sapo Dorado (*Bufo periglenes*), el cual era una especie endémica del Bosque Nebuloso de Monte Verde, Costa Rica (Leenders, 2001).

Este anfibio para 1988 se documentó la observación de una gran cantidad de individuos adultos, incluyendo pozas con cerca de 1500 renacuajos, un año después sólo se observó un individuo y no ha sido observado y escuchado desde entonces (Leenders, 2001).

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 solamente en biotopos primarios, mientras

que otros típicamente se encuentran en biotopos muy alterados (Köhler, 2001).

Por lo tanto, el monitoreo de especies indicadoras de anfibios es de mucha importancia, ya que son excepcionalmente sensibles a cambios ambientales muy sutiles. El investigador puede detectar alteraciones de calidad de agua o aire con tan sólo observar las declinaciones de las poblaciones de anfibios (Carr & de Stoll, 1999).

Solamente el equipo bioquímico más sensible podría detectar un agente biocídico, mientras que los anfibios en su fase juvenil de renacuajo tienen una relación osmótica íntima con el ambiente acuático y es por ello vulnerable a los cambios en el medio en el cual ellos se desarrollan (Carr & de Stoll, 1999).

#### 4.2. Importancia de los Reptiles como Especies Indicadoras.

Al igual que los anfibios, los reptiles son de gran importancia ecológica en los ecosistemas. La alimentación de los reptiles es casi siempre animal, si bien algunos lacertilios y tortugas son herbívoros y frugívoros (Océano – Instituto Galach, 1998).

Las serpientes son carnívoras, muchas de ellas se alimentan de especies consideradas como plagas tales como ratones, ratas o bien otras serpientes peligrosas. También pueden ingerir aves y mamíferos pequeños o grillos y otros invertebrados, cuando son juveniles, así como pequeñas ranas, salamandras y lagartijas (Marineros, 2000).

Los lacertilios se alimentan principalmente de insectos, siendo importantes controladores de insectos considerados como plagas. Otras

especies se alimentan de caracoles, cangrejos y otros se nutren exclusivamente de plantas (Casanovas, 1976).

También, los reptiles son presa de una variedad de animales, como arañas, mamíferos y otros reptiles. Al igual que los anfibios, muchos reptiles se encuentran amenazados o en peligro de extinción debido a las actividades humanas. La destrucción del hábitat, la contaminación, la caza y el tráfico de estas especies ha afectado las poblaciones de reptiles (Leenders, 2001).

Algunos autores también han reconocido que el calentamiento global esta ocasionando el descenso de las poblaciones de reptiles. Estudios realizados en Costa Rica indican que los descensos de población probablemente pertenecen a una variedad de cambios demográficos que han alterado comunidades de reptiles y se relacionan con el calentamiento global (Pounds, et al, 1999).

Estos cambios están asociados con patrones de temporadas secas frecuentes, las cuales están relacionadas con el aumento de la temperatura del mar en el Pacífico ecuatorial (Pounds, et al, 1999).

En ese sentido, algunas especies de lacertilios pueden ser utilizadas para detectar estos cambios, ya que son sensibles a variaciones durante la estación lluviosa. Se ha documentado la extinción de dos especies de Anolis de Tierras Altas (*Norops altae* y *Norops tropidolepis*) y un aumento de otra especie de Anolis que es más común en tierras cálidas y secas (*Norops intermedius*) a alturas que sobrepasan los 1600 metros sobre el nivel del mar en algunas Áreas Naturales de Costa Rica (Pounds, et al, 1999).

Por lo tanto, al igual que los anfibios, algunas especies de reptiles son sensibles a cambios ecológicos importantes las cuales producen alteraciones en el ambiente, además de ser importantes controladores de poblaciones de ratas, ratones, insectos y otras plagas y a su vez, sirven de alimento a una gran variedad de organismos que habitan en el mismo hábitat en el cual ellas viven, por lo que cualquier descenso significativo en sus poblaciones afectaría el equilibrio en el ecosistema.

## **METODOLOGIA.**

### **1. Descripción del Área de Estudio.**

El Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana se encuentra localizado en lado norte del volcán, entre los cantones Palo de Campana y Potrero Grande Arriba del Municipio de Santa Ana y la Montañita del Municipio de Chalchuapa (CATIE, 2002) ( Figura 1).

Sus coordenadas geográficas son 13° 52' LN y 89° 37' LO. El sitio presenta una temperatura promedio de 16° Centígrados. La precipitación pluvial es de 2,273 mm. El sitio presenta una humedad relativa promedio de 80.58% (CATIE, 2002).

El Sector Los Andes tiene una extensión de 227.36 Hectáreas, e incluye aproximadamente desde los 1,600 hasta los 2,360 metros sobre el nivel del mar (Figura 2). En el sector se pueden encontrar zonas que fueron cultivadas en el pasado y que actualmente presentan varios tipos de asociaciones vegetales en diferentes estados de sucesión, especialmente en la parte más baja. La exuberancia del bosque nebuloso y la vegetación propia del bosque se encuentra representada en las partes más altas (CATIE, 2001).

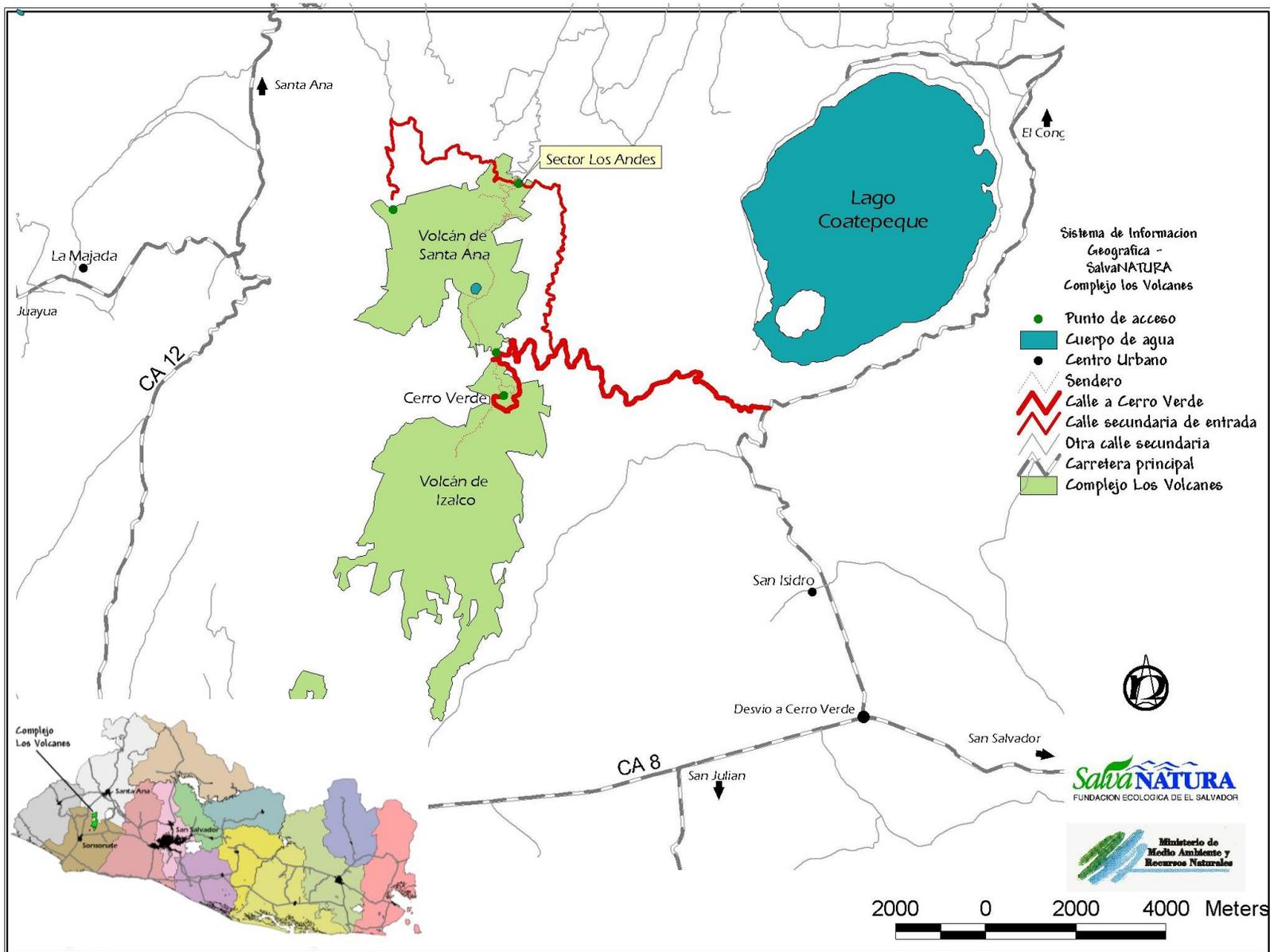
El Sector Los Andes presenta diferentes tipos de comunidades vegetales. En la parte más baja del sitio se localizan áreas de vegetación secundaria con pendientes muy pronunciadas (45 a 90%) en donde predominan especies características de las zonas de transición entre las partes más bajas y el bosque nebuloso y que han sufrido algún tipo de alteración en el pasado. Este sector está dominado por matorrales, lianas y arbustos, así como de árboles de tamaño mediano (CATIE, 2002).

El área presenta una zona de Bosque de Ciprés, la cual posee una extensión aproximada de 44.2 Hectáreas y fue establecido hace aproximadamente 45 años, aunque existen rodales que son más jóvenes (CATIE, 2001).

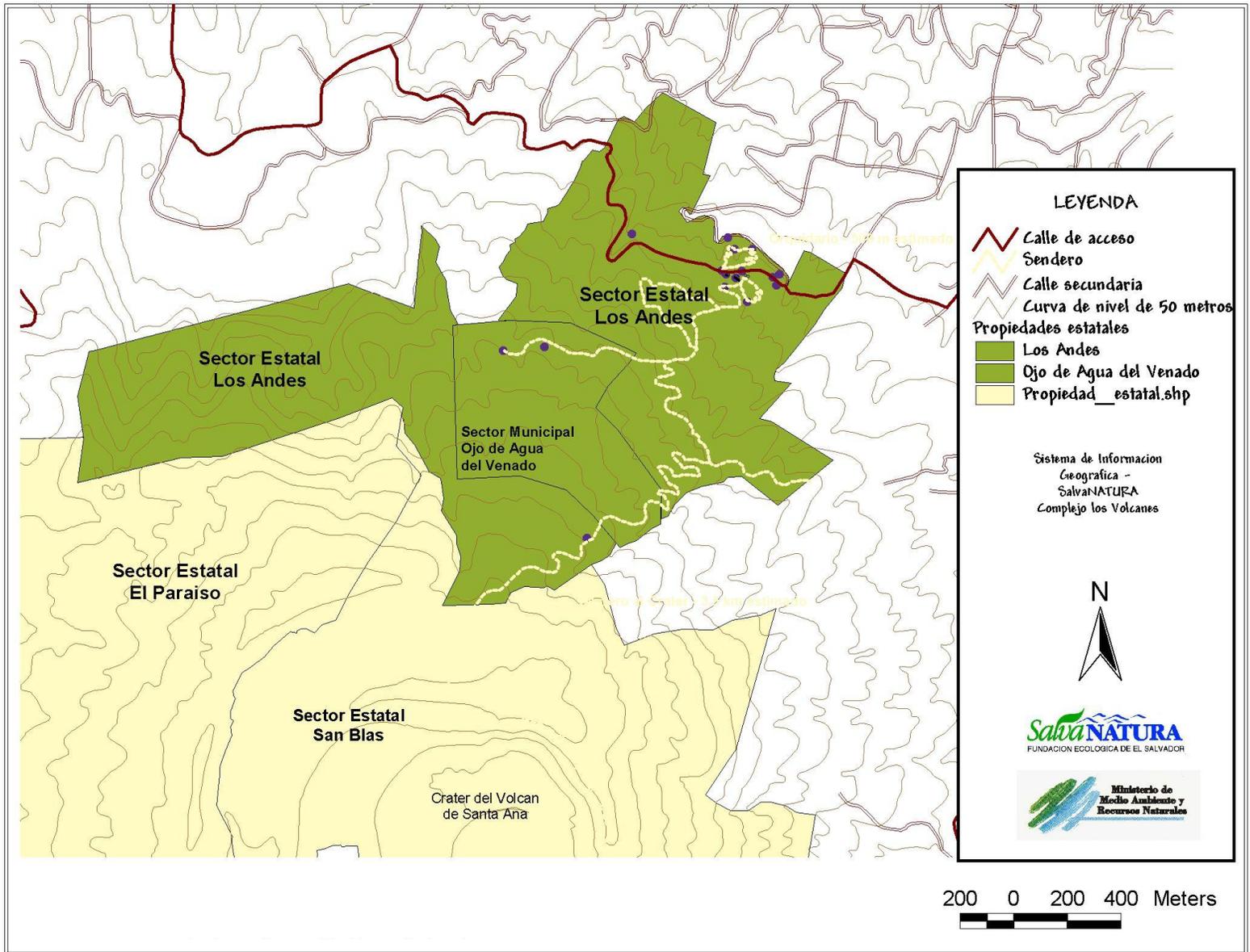
Aproximadamente desde los 1,900 hasta los 2,150 metros sobre el nivel del mar se encuentra el bosque de montaña mejor conservado, con un área aproximada de 114 Hectáreas, formando una masa boscosa homogénea y con las especies características del bosque nebuloso (CATIE, 2001).

EL bosque presenta una estructura vertical y horizontal muy compleja debido a la diversidad de especies arbóreas, herbáceas, lianas y epifitas que presenta. En esta área predominan pendientes mayores a 50% y en el se encuentran tres fuentes de agua que proveen el recurso a varias comunidades (CATIE, 2002).

La zona de Páramo de Altura se encuentra en la cima del Volcán de Santa Ana. Presenta sitios planos a ligeramente ondulados con pendientes del 2 al 3%, hasta sitios muy escarpados en las laderas del cráter del volcán, con suelos dominados por lava y ceniza, con PH bastante ácidos. Esta área es de gran importancia para el país, ya es uno de los dos relictos que existen en la actualidad de este tipo de hábitat (CATIE, 2002).



**Figura 1. Ubicación del Complejo Los Volcanes en El Salvador y del Sector Los Andes dentro del Complejo Los Volcanes.**



**Figura 2. Límites de propiedad estatal del Sector Los Andes del Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana.**

## **2. Metodología para la Propuesta de Monitoreo de las Especies Indicadoras.**

Para el diseño de la propuesta de monitoreo, las especies seleccionadas pertenecen a la Clase Amphibia y Reptilia, los cuales fueron seleccionados como indicadores, de acuerdo a los criterios de selección propuestos por Noss (1990) y CATIE (2002), los cuales se detallan en el apartado Criterios de Selección para las Especies Indicadoras.

El método de muestreo fue seleccionado de acuerdo a las características propias del sitio; los estadísticos a utilizar se eligieron dependiendo de los datos que se pretendían tomar de los individuos capturados durante los muestreos.

Previamente se realizó un diagnóstico de la Herpetofauna presente en el Sector Los Andes, cuya metodología, resultados y análisis se dan a conocer en esta investigación y fueron utilizados para mejorar el muestreo de las mismas, tener una base de datos inicial de los anfibios y reptiles presentes en el sitio y tener más criterios para la selección de las especies.

## **3. Metodología para el Diagnóstico de la Herpetofauna presente en el Sector Los Andes.**

### **3.1. Elaboración del Muestreo.**

#### **3.1.1. Hábitat Seleccionados para Muestreo**

Los muestreos se realizaron en cuatro diferentes tipos de hábitat del Sector Los Andes, los cuales son: Bosque de Ciprés, Bosque Muy Húmedo Montano, Páramo de Altura y las Zonas de Potrero.

### **3.1.2. Diseño y Número de Parcelas.**

Se utilizaron parcelas de 100 metros de largo por 20 metros de ancho (2000 mts<sup>2</sup>) separadas entre si 500 metros, dentro del cual se capturaron y tomaron los datos necesarios de cada una de las especies que ahí se encontraron.

Se colocaron tres parcelas por hábitat teniendo un total de doce parcelas y totalizando un área de 24,000 mts<sup>2</sup> del sector Los Andes (Figura 3).

Detalles que describen cada parcela se dan a conocer en el Anexo 1. Cada una de las parcelas fue georeferenciada, ubicándolas por medio de un GPS y se marcaron claramente en el terreno, utilizando para ello estacas marcadas con pintura de color rojo.

### **3.1.3. Selección de Parcelas y Frecuencia de las Mediciones.**

Las parcelas se colocaron dentro del bosque o sobre senderos ya establecidos, procurando que estos presentaran cuerpos de agua como quebradas, pozas, etc.

Los muestreos se realizaron de Junio a Agosto de 2003 en la estación lluviosa y durante la estación seca Noviembre y Diciembre de 2003 y Enero de 2004.

Se realizaron tres visitas mensuales de cinco días y en cada visita se revisaron cuatro parcelas, muestreando una parcela por día durante tres horas diarias, de las 9:00 horas a las 12:00 horas en el caso de reptiles y de las 18:00 horas a las 21:00 horas en el caso de anfibios.

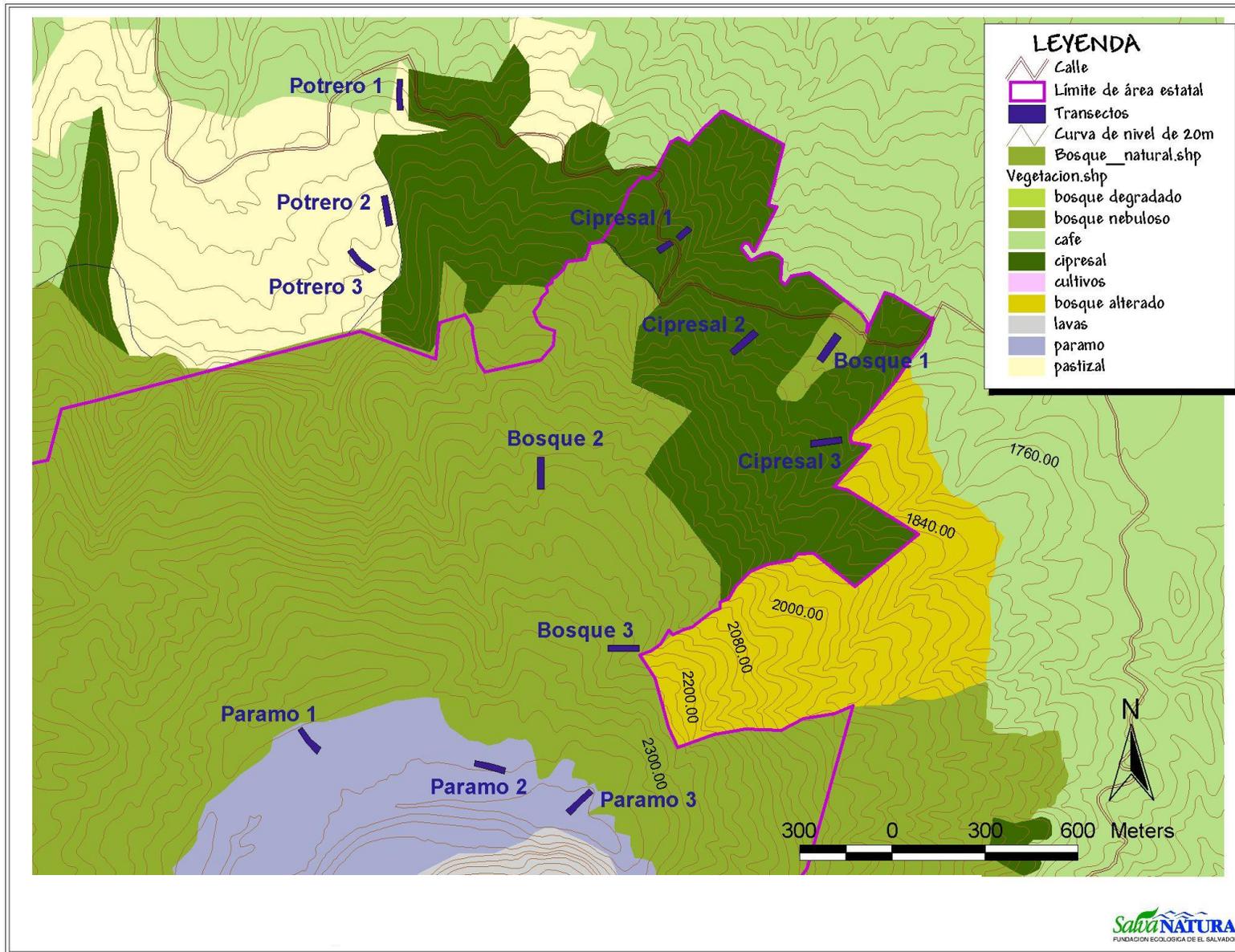


Figura 3. Ubicación de parcelas y mapa de vegetación del Sector Los Andes, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana.

Se tomaron datos de precipitación promedios en los meses de muestreo de la estación Meteorológica Los Andes.

### **3.2. Métodos de Captura y Toma de Datos.**

Se selecciono el método de captura manual, ya que las especies registradas para el sitio son fáciles de capturar de esa forma.

Los Ofidios se capturaron de forma manual, a excepción de las especies venenosas, en cuyo caso se utilizó un gancho serpiente y para su inmovilización se utilizó un tubo transparente de plástico y de esta forma se evito el riesgo de un accidente ofídico.

Para cada individuo capturado se registró la especie, el número de la parcela en que fue encontrado y el hábitat. Las mediciones a tomar fueron la Longitud Hocico Ano (Anfibios y Reptiles), Longitud Total (sólo en el caso de reptiles) y el peso (Para ambos grupos).

### **3.3. Análisis de los Datos de las Unidades de Muestreo.**

Para el análisis de los datos se utilizaron la Densidad por Hectárea, Prueba de Significancia y Análisis de Regresión y Correlación.

#### Densidad por Hectárea.

La densidad por hectárea fue expresada en número total de individuos multiplicado por 10,000 (1 Ha.) y dividido entre el área muestreada.

### Prueba de Significancia.

Para determinar si las diferencias encontradas entre las poblaciones de las especies que se encuentran en los diferentes hábitat presentes en el sitio eran estadísticamente significativas, se utilizó la prueba de t de student, ya que esta prueba tiene como objetivo hacer comparaciones entre dos poblaciones (Gutiérrez, 2000).

### Análisis de Varianza para el Análisis de Regresión.

Para determinar si existe una relación directa entre el peso y la talla de las poblaciones, se utilizó un análisis de regresión. Esta prueba se utilizó para encontrar una relación estadística entre las variables que se consideraron en este estudio.

Para poder realizar este análisis fue necesario poseer un número mínimo de 15 individuos de cada especie, con sus respectivos datos de peso y talla.

## RESULTADOS.

### 1. PROPUESTA DE MONITOREO DE ESPECIES INDICADORAS: ANFIBIOS Y REPTILES.

#### 1.1. Consideraciones Generales.

- a) El monitoreo de especies indicadoras pertenecientes a los grupos de Anfibios y Reptiles debe de realizarse por un período mínimo de cinco años.
- b) Se escogerán de cinco a seis sitios a monitorear, los cuales serán muestreados año con año y uno o dos de ellos estarán predispuestos a intromisión humana.

#### 1.2. Especies Seleccionadas como Indicadoras y Criterios de Selección.

Se registraron diez especies de Herpetofauna en el Sector Los Andes (Cuadro 4) y tomando como base los criterios utilizados para poder seleccionar una especie, se presenta a continuación el listado de especies que fueron seleccionadas como indicadoras (Figura 4 y 5).

Cuadro 1. Especies pertenecientes al Orden Anura Seleccionados como indicadoras. Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana.

<b>Especie Seleccionada</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Criterios de Selección</b>
<i>Agalychnis moreletii</i>	Rana Maki	- Sensible para proveer cambios - Fácil de medir y coleccionar - Relevante a fenómenos ecológicos - Indicador de contaminación en el agua
<i>Eleutherodactylus rupinius</i>	Ranita Cavernícola de Quebrada.	- Sensible para proveer previo aviso de cambio - Fácil de medir y coleccionar - Relevante a fenómenos ecológicos - Indicador de contaminación en el suelo y el agua

Cuadro 2. Especies pertenecientes al Suborden Lacertilia Seleccionadas como Indicadoras. Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana.

<b>Especie Seleccionada</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Criterios de Selección</b>
<i>Corytophanes percarinatus</i>	Tenguerche bobo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fácil de medir y coleccionar</li> <li>- Bien conocida su biología e historia natural</li> <li>- Bien conocida su taxonomía</li> <li>- Especie vulnerable en sitios habitados por el hombre</li> <li>- Indicador Ecológico</li> </ul>
<i>Sceloporus malachiticus</i>	Talconete	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Distribuido en todo el sector de Los Andes</li> <li>- Fácil de medir y coleccionar</li> <li>- Bien conocida su biología e historia natural</li> <li>- Bien conocida su taxonomía</li> <li>- Especie abundante en hábitat perturbado por el hombre</li> <li>- Indicador Ecológico</li> </ul>
<i>Norops crassulus</i>	Bebeleche	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Distribuido en todo el sector de Los Andes</li> <li>- Fácil de medir y coleccionar</li> <li>- Bien conocida su biología e historia natural</li> <li>- Bien conocida su taxonomía</li> <li>- Especie endémica</li> <li>- Indicador ecológico</li> </ul>

Cuadro 3. Especies pertenecientes al Suborden Serpentes Seleccionadas como Indicadoras. Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana.

<b>Especie Seleccionada</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Criterios de Selección</b>
<i>Dryadophis dorsalis</i>	Tamagás verde	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fácil de medir y coleccionar</li> <li>- Bien conocida su biología e historia natural</li> <li>- Bien conocida su taxonomía</li> <li>- Especie vulnerable en sitios habitados por el hombre</li> <li>- Indicador ecológico</li> </ul>
<i>Rhadinaea godmani</i>	Radínea	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fácil de medir y coleccionar</li> <li>- Bien conocida su taxonomía</li> <li>- Especie vulnerable en sitios habitados por el hombre</li> <li>- Indicador ecológico</li> </ul>
<i>Tropidodipsas fischeri</i>	Falso coral, tragababosa Montana	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fácil de medir y coleccionar</li> <li>- Bien conocida su taxonomía</li> <li>- Especie vulnerable en sitios habitados por el hombre</li> <li>- Indicador ecológico</li> </ul>
<i>Cerrophidion godmani</i>	Timbo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ampliamente distribuido en el sector -</li> <li>- Fácil de medir y coleccionar</li> <li>- Bien conocida su biología e historia natural</li> <li>- Bien conocida su taxonomía</li> <li>- Especie vulnerable en hábitat humanos</li> <li>- Indicador ecológico</li> </ul>



Foto: V. Henríquez.

*Eleutherodactylus rupinius*



Foto: SalvaNATURA

*Agalychnis moreletii*

**Figura 4. Anfibios seleccionados como indicadores. Sector Los Andes, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana.**



Foto: V. Henríquez

*Corytophanes percarinatus*



Foto: SalvaNATURA

*Sceloporus malachiticus*



Foto: SalvaNATURA

*Norops crassulus*



Foto: V. Henríquez

*Dryadophis dorsalis*



Foto: SalvaNATURA

*Rhadinaea godmani*



Foto: V. Henríquez

*Tropidodipsas fischeri*



Foto: SalvaNATURA

*Cerrophidion godmani*

**Figura 5. Reptiles seleccionados como indicadores. Sector Los Andes, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana.**

### **1.3. Propuesta para el Muestreo de Anuros**

#### **1.3.1. Hábitat Propuestos para Muestreo.**

Para el muestreo de anuros se han escogido cinco tipos de hábitat presentes en el Sector Los Andes del Complejo Los Volcanes. Los hábitat seleccionados son el Bosque de Ciprés, Bosque Muy Húmedo Montano, Zonas de Vegetación Secundaria, Bosque de Café y Páramo de Altura (Figura 7). Se descartó el hábitat potrero debido a que este no presenta fuentes de agua que permita el desarrollo de anfibios en el sitio.

Cada una de las parcelas debe ser georeferenciadas y claramente marcadas en el terreno para poder ser utilizadas en posteriores muestreos que se realizarán año con año, por un período mínimo de cinco años.

#### **1.3.2. Propuesta de Diseño y Número de Parcelas.**

Para el muestreo de las especies indicadoras de anuros se han seleccionado parcelas de 100 metros de largo por 20 metros de ancho (2,000 metros cuadrados), dentro de las cuales se capturarán y tomarán todos los datos necesarios de cada una de las especies que ahí se encuentren.

Se recomienda colocar dos parcelas por hábitat y que sean dirigidas separadas entre si 500 metros, teniendo un total de diez parcelas y totalizando un área de 20,000 metros cuadrados del Sector Los Andes.

Se recomienda hacer dos visitas mensuales y en cada visita se revisarán cinco parcelas, muestreando una parcela por día durante tres horas desde las 19:00 horas a las 22:00 horas.

### **1.3.3. Propuesta de Selección de Parcelas y Frecuencia de las Mediciones.**

Para la selección del lugar donde se instalarán las parcelas se recomienda que estas se coloquen en sitios no muy cercanos a los senderos ya establecidos o sobre los senderos, procurando que estos incluyan algunos sitios con abundante roca y pequeños cuerpos de agua que se encuentran en las barrancas con vegetación arbustiva.

Se recomienda que se coloque una parcela en el sitio conocido como “El Orquidiario”, principalmente en la poza que se encuentra en ese lugar.

Se recomienda que los muestreos se realicen en los meses de Mayo y Junio, para aprovechar los primeros meses de la estación lluviosa.

### **1.3.4. Propuesta de Métodos de Captura y Toma de Datos.**

Para el muestreo de Anuros, el método de captura que se recomienda utilizar será manual, ya que los anuros seleccionados como indicadores son fáciles de capturar de esa forma.

Para cada Anuro capturado se registrará la especie, el número de parcela en que fue capturado, el hábitat y se debe realizar anotaciones hechas de defectos o problemas que presente cada individuo, lo cual se registrará como observaciones. Esta información debe registrarse en una hoja de datos (Anexo 2). Las mediciones que se recomiendan tomar serán la Longitud Hocico-Ano y el peso.

## **1.4. Propuesta para el Muestreo de Reptiles.**

### **1.4.1. Hábitat Seleccionados para Muestreo.**

Para el muestreo de reptiles se han seleccionados seis diferentes hábitat presentes en el Sector Los Andes del Complejo Los Volcanes. Los hábitat seleccionados son las zonas de Potreros, Bosque de Ciprés, Zonas de Vegetación Secundaria, Bosque Muy Húmedo Montano, Bosque de Cafetal y Páramo de Altura (Figura 7).

Al igual que en el caso de anuros, cada una de las parcelas debe ser georeferenciadas y claramente marcadas en el terreno.

### **1.4.2. Propuesta de Diseño y Número de Parcelas.**

Para el caso de reptiles, se propone hacer parcelas de 100 metros de largo por 20 metros de ancho (2,000 metros cuadrados), dentro de la cual se capturará y tomará los datos necesarios de cada una de las especies de reptiles que han sido seleccionadas como indicadoras.

Se recomienda colocar cuatro parcelas por hábitat, separadas entre sí 500 metros, teniendo un total de 24 parcelas y totalizando un área de 48,000 metros cuadrados del Sector Los Andes. Para evitar el efecto de sobre muestreo de las parcelas es que se recomienda colocar cuatro parcelas por hábitat y se muestrean doce en estación seca y doce en estación lluviosa.

Al igual que en el caso de anuros se recomienda hacer dos visitas mensuales y en cada visita se revisaran seis parcelas, muestreando una parcela por día durante tres horas, desde las 9:00 horas a las 12:00 horas.



Foto: SalvaNATURA

HABITAT BOSQUE MUY HUMEDO MONTANO



Foto: SalvaNATURA

HABITAT POTRERO



Foto: SalvaNATURA

HABITAT PARAMO DE ALTURA

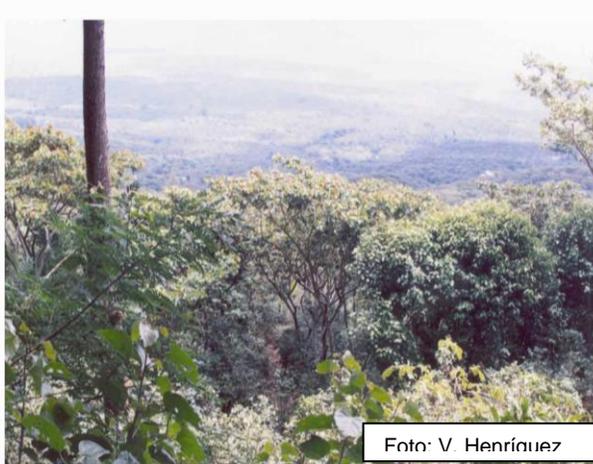


Foto: V. Henríquez

HABITAT BOSQUE DE CAFE



Foto: SalvaNATURA

HABITAT BOSQUE DE CIPRES



Foto: V. Henríquez

HABITAT DE BOSQUE SECUNDARIO

**Figura 6. Hábitat propuestos para monitoreo de Anfibios y Reptiles. Sector Los Andes, Departamento de Santa Ana.**

#### **1.4.3. Propuesta de Selección de Parcelas y Frecuencia de las Mediciones.**

Al igual que en el caso de anuros se recomienda seleccionar sitios no muy cercanos a los senderos ya establecidos o sobre los senderos. Se recomienda que las parcelas se coloquen en sitios de fácil acceso. Los muestreos se propone realizarlos en los meses de Marzo y Abril, de la estación seca y Mayo y Junio, de la estación lluviosa.

#### **1.4.4. Propuesta de Métodos de Captura y Toma de Datos.**

Para el caso de lacertilios y ofidios (a excepción de *Cerrophidion godmani*) el método de captura a utilizar será manual, ya que los lacertilios 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 godmani*, el método de captura será utilizando un gancho serpentero y para su inmovilización se utilizará un tubo transparente de plástico.

Se recomienda hacer anotaciones de problemas que puedan presentar algunos individuos capturados y anotarlos como observaciones. Las mediciones a tomar serán la Longitud Hocico – Ano, Longitud Total y el Peso. Esta información debe registrarse en una hoja de datos (Anexo 3).

#### **1.5. Factores Ambientales Propuestos a Ser Considerados.**

Algo que se debe tomar muy en cuenta en los monitoreos es el calentamiento global y su efecto en las poblaciones de anfibios y reptiles.

Por ello se propone tomar datos promedio de factores ambientales tales como Temperatura, Precipitación, Humedad Relativa, Velocidad del Viento, emanación de azufre, etc., correspondientes a los meses en que se desarrollen los muestreos. Estos datos deben ser solicitados al S.N.E.T.

## **1.6. Propuesta de Análisis de los Datos de las Unidades de Muestreo.**

Para el análisis de los datos provenientes de las parcelas de muestreo se recomienda utilizar Estadística Descriptiva, la Densidad por Hectárea, Prueba de Significancia y Análisis de Regresión.

### **1.6.1. Estadística Descriptiva.**

Se propone que en esta propuesta los datos puedan ser analizados utilizando frecuencias absolutas, frecuencias relativas, gráficos, histogramas, etc., para complementar la información obtenida de las unidades de muestreo año con año.

### **1.6.2. Densidad por Hectárea.**

La densidad por hectárea será expresada en número total de individuos multiplicado por 10,000 (1 Ha.) y dividido entre el área muestreada, ya sea esta en forma general o por hábitat.

El uso de la densidad por hectárea será para determinar el comportamiento de las poblaciones de anfibios y reptiles en cada hábitat año con año.

### **1.6.3. Prueba de Significancia.**

Esta prueba será utilizada para determinar si las diferencias observadas en las poblaciones de las especies seleccionadas como indicadoras en los hábitat propuestos son significativas.

Para ello se ha propuesto utilizar la prueba de t student. Las comparaciones pueden ser hechas entre hábitat en un mismo año o comparando estos datos año con año.

#### **1.6.4. Análisis de Sanidad de Población.**

Este apartado se refiere al análisis de dos variables que se supone se encuentran bien relacionadas, como son la talla y el peso. Para ello se proponen dos análisis estadísticos:

**Análisis de Regresión:** Este análisis se realizará utilizando un análisis de varianza para el análisis de regresión (Ver Diagnóstico de la Herpetofauna presente en el Sector Los Andes, apartado 1.3) o realizando el análisis de regresión de forma gráfica. Este análisis se realizará si se quiere determinar si las diferencias existentes entre la talla y el peso son significativas para un año determinado.

**Prueba de t student:** Esta prueba se realizará si se quiere determinar si existen diferencias significativas, ya sea entre el peso y la talla entre un año y otro.

Para realizar el análisis de este apartado se necesita un mínimo de 15 individuos por especie. Como la mayor parte de especies no pueden ser capturadas dentro de las parcelas de muestreo, se recomienda que se realice una búsqueda intensiva de las especies con menor densidad poblacional.

#### **1.7. Consideración Final.**

Se propone que se haga entrega de un informe anual de los resultados del monitoreo a la persona encargada del sitio, para que este sea discutido y analizado.

## **2. Diagnóstico de la Herpetofauna presente en el Sector Los Andes.**

Para poder elaborar la propuesta de monitoreo fue necesario realizar previamente un diagnóstico de la Herpetofauna del sitio, el cual se da a conocer a continuación para que el lector conozca de donde se tomaron diferentes criterios para mejorar la propuesta de monitoreo.

### **2.1. Anfibios y Reptiles Registrados en el Sector Los Andes.**

En el cuadro 4 se detallan los anfibios y reptiles que se registraron durante este estudio, siendo un total de diez especies, pertenecientes a siete familias y dos órdenes.

*Agalychnis moreletii*, *Rhadinaea godmani* y *Tantilla brevicauda*, fueron registradas en el área pero no se pudo capturar ningún individuo dentro de las parcelas de estudio.

Cuadro 4. Anfibios y Reptiles Registrados en el Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana. Estación Lluviosa, 2003 y Estación Seca, 2003 – 2004.

<b>Orden</b>	<b>Sub-orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Especie</b>	<b>fa</b>	<b>fr</b>	
Anura		Hylidae	<i>Agalychnis</i>	<i>moreletii</i>	9	0.13	
		Leptodactylidae	<i>Eleutherodactylus</i>	<i>rupinius</i>	2	0.03	
Squamata	Lacertilia	Corytophanidae	<i>Corytophanes</i>	<i>percarinatus</i>	2	0.03	
		Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>malachiticus</i>	7	0.09	
		Polychrotidae	<i>Norops</i>	<i>crassulus</i>	31	0.42	
	Serpentes	Colubridae		<i>Dryadophis</i>	<i>dorsalis</i>	1	0.01
				<i>Rhadinaea</i>	<i>godmani</i>	1	0.01
				<i>Tantilla</i>	<i>brevicauda</i>	2	0.03
				<i>Tropidodipsas</i>	<i>fischeri</i>	1	0.01
	Viperidae		<i>Cerrophidion</i>	<i>godmani</i>	18	0.24	
<b>Total</b>					<b>74</b>	<b>1</b>	

Únicamente se registraron dos especies de anfibios. La rana *Agalychnis moreletii* fue la que presentó una mayor frecuencia relativa, mientras que *Eleutherodactylus rupinius* es la que presentaba una de las frecuencias relativas mas bajas.

El lacertilio *Norops crassulus* fue la especie más común en el área, seguido de la víbora *Cerrophidion godmani* (Cuadro 4; Figura 7).

Algunas de las especies registradas, como es el caso de *Rhadinaea godmani*, *Tantilla brevicauda* y *Tropidodipsas fischeri*, son difíciles de observar y encontrar debido a los hábitos semifosoriales (de hábitos minadores) que poseen estas especies (Marineros 2000), por lo que no pudieron ser encontrados muchos individuos de estas especies.

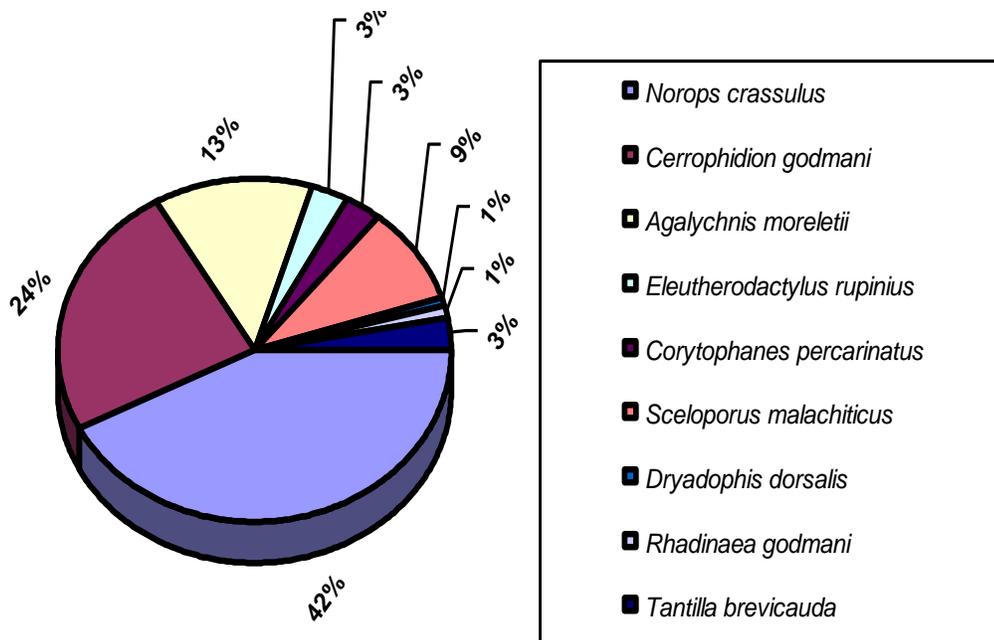


Figura 7. Frecuencias Relativas de Anfibios y Reptiles registrados en el Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana. Estación Lluviosa, 2003 y Estación Seca, 2003 – 2004.

## 2.2. Densidad Poblacional de Anfibios y Reptiles en el Sector Los Andes.

Las densidades poblacionales de la herpetofauna registrada en los cuatro hábitats muestreados en el Sector Los Andes durante ambas épocas se detallan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Densidades Poblacionales de Anfibios y Reptiles en cuatro diferentes hábitat durante la Estación Lluviosa y la Estación Seca en el Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana. Estación Lluviosa, 2003 y Estación Seca 2003 – 2004.

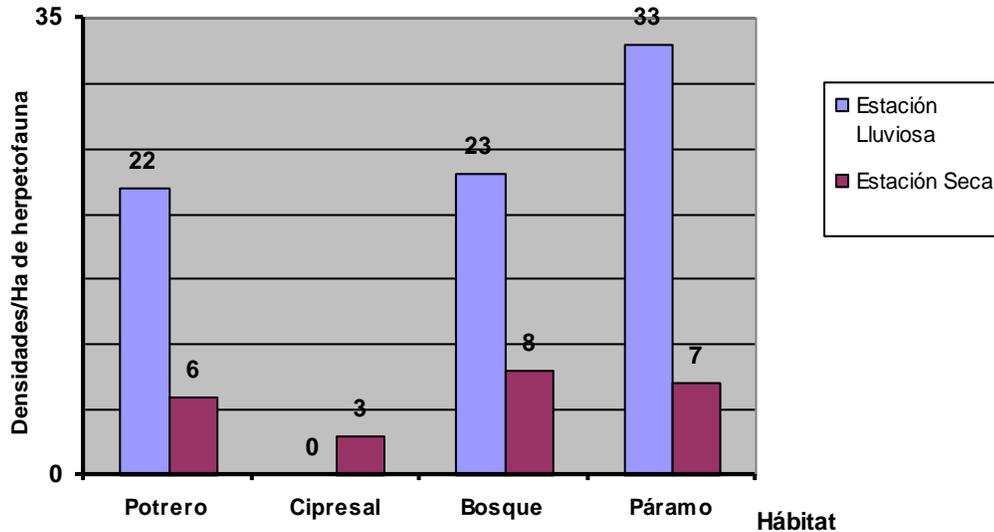
Hábitat	Densidades/Ha de Anfibios y Reptiles	
	Estación Lluviosa	Estación Seca
Potrero	22	6
Bosque de ciprés	0	3
Bosque Nebuloso	23	8
Páramo de Altura	33	7

En el cuadro 5, se puede observar que las densidades poblacionales presentan diferencias bastante notables entre las dos estaciones.

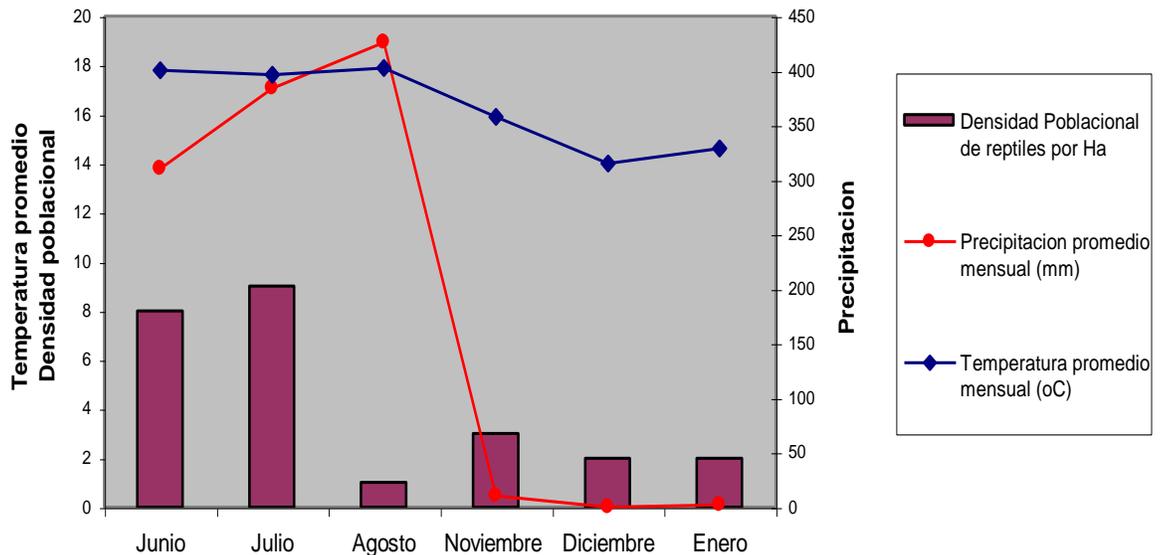
Las densidades poblacionales de la Herpetofauna son mayores durante la estación lluviosa, en hábitat de Potreros, Bosque Nebuloso y Páramo de Altura. A diferencia de los tres hábitat anteriores, en el Bosque de Ciprés no hubo ningún registro de anfibios ni de reptiles durante esta estación (Cuadro5; Gráfica 1).

En la estación seca se puede observar una disminución drástica en las densidades poblacionales de la Herpetofauna presente en el sitio. Esto puede deberse al Letargo Estival al cual entran las especies cuando las condiciones ambientales son adversas, ya que durante este período la disponibilidad de agua y humedad disminuyen.

Esta disminución en las densidades poblacionales de la Herpetofauna es bastante notable en el hábitat de Potrero, Bosque Muy Húmedo Montano y Páramo de Altura.



Gráfica 1. Densidades Poblacionales de Anfibios y Reptiles en cuatro diferentes hábitat durante la estación Lluviosa y la estación Seca en el Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Departamento de Santa Ana. Estación Lluviosa, 2003 y Estación Seca, 2003 – 2004.



Gráfica 2. Relación de Densidades Poblacionales Mensuales de Anfibios y Reptiles con Temperaturas y precipitación pluvial promedio correspondientes a los meses de muestreo de la Herpetofauna presente en el Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana. Estación Lluviosa 2003 y Estación Seca 2003 – 2004.

En la grafica 2 se puede observar el comportamiento de las densidades poblacionales de anfibios y reptiles durante los meses de muestreo que se realizaron durante la estación lluviosa y la estación seca. El mes de Julio fue el que presento la mayor densidad de Herpetofauna por hectárea, y fue uno de los meses con mayor precipitación pluvial (384 mm) y con temperatura promedio moderada (17.6 grados centígrados).

El mes de Agosto presenta la mayor cantidad de precipitación pluvial promedio (426 mm) y de temperatura promedio (17.9 grados centígrados), pero en la grafica 2, se observa que este mes fue el que presento una densidad poblacional bastante baja comparado con los otros dos meses de la estación lluviosa.

Por otra parte, en la grafica 2 se observa que la estación seca fue la que presento la menor densidad de Herpetofauna por hectárea, además de que en este periodo las temperaturas eran menores, especialmente en el mes de Diciembre (14 grados centígrados) y las precipitaciones eran ínfimas (Diciembre no presento precipitación pluvial), por lo que las densidades poblacionales de Herpetofauna se mantuvieron bien reducidas durante este periodo.

Las densidades poblacionales de Anfibios y Reptiles en los diferentes hábitat muestreados en el Sector Los Andes durante la estación lluviosa y la estación seca se detallan a continuación.

### **2.2.1. Hábitat Potrero.**

En este hábitat únicamente se obtuvieron registros de reptiles, ya que este hábitat no presentó fuentes de agua que permitieran el

desarrollo de los anfibios. Los datos de sus densidades poblacionales se detallan en el cuadro 6.

Cuadro 6. Densidades Poblacionales de Reptiles en Potreros ubicados en terrenos aledaños al Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Departamento de Santa Ana. Estación Lluviosa, 2003 y estación Seca, 2003 – 2004.

Hábitat	Genero	Especie	Densidad de Especie/Ha
Potrero	<i>Sceloporus</i>	<i>malachiticus</i>	8
	<i>Norops</i>	<i>crassulus</i>	3
	<i>Cerrophidion</i>	<i>godmani</i>	15
	<b>Densidad de Reptiles/Ha</b>		26

En el cuadro 6 se observa que la especie que presentaba mayor densidad poblacional fue la especie *Cerrophidion godmani*, con una densidad de 15 individuos por hectárea. De forma general, la densidad poblacional en este hábitat es de 26 reptiles por hectárea.

### 2.2.2. Hábitat Bosque de Ciprés.

Este hábitat presentó la menor densidad poblacional de reptiles y anfibios. La única especie que se registró en este hábitat fue *Norops crassulus*, el con una densidad poblacional de tres individuos por hectárea respecto a las otras zonas.

### 2.2.3. Hábitat Bosque Nebuloso.

Se registraron un total de seis especies de anfibios y reptiles, lo cual corresponde al 60% de las especies reportadas para el Sector Los Andes.

De las especies registradas, el lacertilio *Norops crassulus* es el que presentaba la mayor densidad poblacional, siendo de 16 individuos por hectárea, seguido de la víbora *Cerrophidion godmani*, con un total de 6 individuos por hectárea.

Las otras especies registradas en este tipo de hábitat, presentaban una densidad poblacional de 2 o 3 individuos por hectárea.

Las densidades poblacionales de los anfibios y reptiles registrados en el Bosque Nebuloso se detallan en el cuadro 7.

Cuadro 7. Densidades Poblacionales de anfibios y reptiles en el hábitat Bosque Muy Húmedo Montano del Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana. Estación Lluviosa, 2003 y Estación Seca, 2003 - 2004.

Habitat	Genero	Especie	Densidad Especie/Ha
Bosque Muy Húmedo Montano	<i>Eleutherodactylus</i>	<i>rupinius</i>	3
	<i>Corytophanes</i>	<i>percarinatus</i>	2
	<i>Norops</i>	<i>crassulus</i>	16
	<i>Dryadophis</i>	<i>dorsalis</i>	2
	<i>Tropidodipsas</i>	<i>fischeri</i>	2
	<i>Cerrophidion</i>	<i>godmani</i>	6
	<b>Densidad de Reptiles /Ha</b>		

Es de notar que en este hábitat se registró la única especie de anfibio (*Eleutherodactylus rupinius*), pero también es importante hacer mención que la rana *Agalychnis moreletii* también fue encontrada en este hábitat, pero no dentro de las parcelas de estudio.

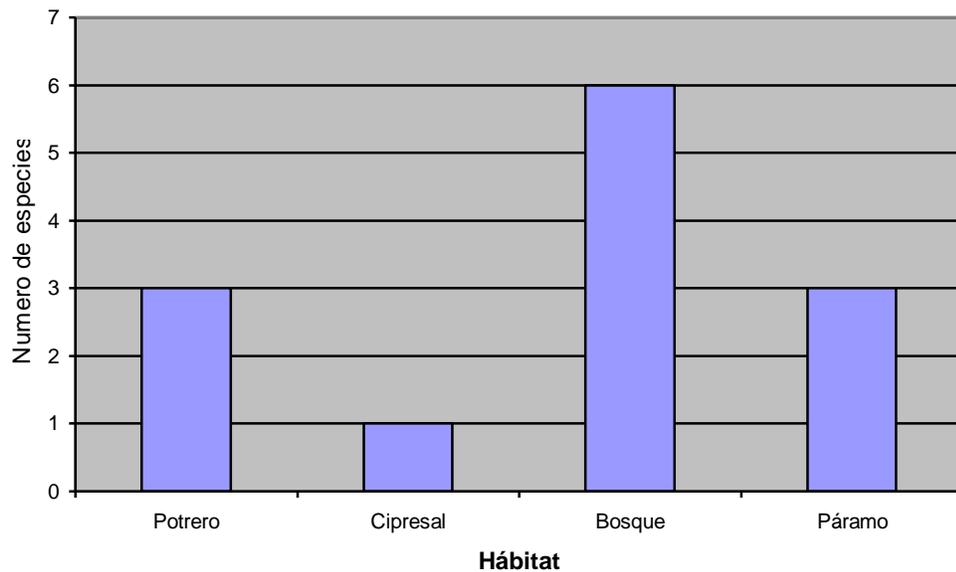
#### 2.2.4. Hábitat Páramo de Altura.

Sólo se obtuvieron registros de reptiles. Los datos de sus densidades poblacionales se detallan en el cuadro 8.

Cuadro 8. Densidades Poblacionales de reptiles en el hábitat Páramo de Altura del Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana. Estación Lluviosa, 2003 y Estación Seca, 2003 – 2004.

Hábitat	Genero	Especie	Densidad de Especie/Ha
Páramo de altura	<i>Sceloporus</i>	<i>malachiticus</i>	3
	<i>Norops</i>	<i>crassulus</i>	28
	<i>Cerrophidion</i>	<i>godmani</i>	9
	<b>Densidad de Reptiles/Ha</b>		40

Al observar el cuadro 8, podemos determinar que en este hábitat y en el hábitat potrero se registraron las mismas especies, pero en el Páramo de Altura se registro una mayor densidad poblacional de reptiles por hectárea.



Gráfica 3. Diversidad de Especies de Anfibios y Reptiles en cuatro diferentes hábitat del Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana. Estación Lluviosa, 2003 y Estación Seca, 2003 – 2004.

El hábitat que mayor diversidad de especies presentó durante este estudio fue el Bosque Nebuloso, con un total de seis especies (5 especies de reptiles y una especie de anfibio).

El páramo de altura y la zona de potreros presentaban la misma diversidad de reptiles. A diferencia de los tres hábitat anteriores, el Bosque de Ciprés presenta la menor diversidad de reptiles (ver Gráfica 3).

Para determinar si las diferencias observadas en la diversidad de especies por hábitat eran significativas se utilizó una prueba de hipótesis utilizando el Índice de Shannon – Weinner, comparando el Bosque Nebuloso con el Potrero y el Páramo de Altura y se obtuvo una  $t_c = 2.25$  y un  $t_t (\alpha=0.10; g.l.=24)=1.31$ . Por lo que se acepta  $H_1$  y se rechaza  $H_0$ . Por lo tanto se puede afirmar que el hábitat con mayor diversidad de especies es el Bosque Nebuloso.

En cuanto a las densidades poblacionales de reptiles y anfibios en los diferentes hábitat muestreados, se puede determinar que el hábitat que presentó una mayor densidad poblacional fue el Páramo de Altura, seguido de los hábitat Bosque Nebuloso y la zona de Potreros.

Al igual que con la diversidad, el Bosque de Ciprés presentó la menor densidad poblacional de reptiles y anfibios, lo cual indica que este hábitat no es adecuado para el desarrollo normal de la herpetofauna de Los Andes.

Para determinar si las diferencias observadas en las densidades poblacionales en los hábitat muestreados en el Sector Los Andes son significativas, se utilizó la prueba de t de student. Los resultados de esta prueba se detallan en el siguiente cuadro.

Cuadro 9. Resultados de las comparaciones entre los diferentes Hábitat muestreados utilizando la Prueba t de student. Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana. Estación Lluviosa, 2003 y Estación Seca, 2003 – 2004.

Hábitat Comparado	t calculada	t tabulada ( $\alpha = 0.10$ )
Potrero - Bosque Nebuloso.	0	1.3406
Potrero - Páramo	2.83	1.3562
Bosque Nebuloso - Páramo	4.39	1.3502

Al analizar si las diferencias observadas de densidades poblacionales por hectárea entre el potrero y el bosque nebuloso son significativas, observamos que t calculada es menor que t tabulada ( $\alpha = 0.10$ ), por lo que se acepta H0 y se rechaza H1.

Por lo tanto, se determina que no existen diferencias significativas en las densidades poblacionales por hectárea de la Herpetofauna entre la zona de potreros y el Bosque Nebuloso, a un nivel de significancia del 10%.

Al comparar las densidades poblacionales de la Herpetofauna entre los hábitat Potrero y Páramo de Altura, se determina que t calculada es mayor que t tabulada ( $\alpha = 0.10$ ), por lo tanto se acepta H1 y se rechaza H0.

Lo cual indica que las diferencias existentes entre las densidades poblacionales de la herpetofauna presente en los hábitat potrero y páramo son significativas, a un nivel de significancia del 10%

Al determinar si las diferencias de densidades poblacionales entre el Bosque Muy Húmedo Montano y el Páramo de Altura son significativas, observamos que t calculada es mayor que t tabulada ( $\alpha = 0.10$ ).

Por lo tanto, se acepta H1 y se rechaza H0, es decir, que las diferencias existentes entre las densidades poblacionales de la herpetofauna presente en estos dos hábitat son significativas, a un nivel de significancia del 10%.

El hábitat Páramo de Altura presentó la mayor densidad poblacional de individuos por hectárea, mientras que los hábitat de Potrero y Bosque Muy Húmedo Montano presentaban similares densidades poblacionales de individuos por hectárea.

El Bosque de Ciprés presentó las menores densidades poblacionales de individuos por hectárea, siendo casi nula la densidad poblacional en este hábitat.

### **2.3. Análisis de Regresión Peso – Talla.**

*Norops crassulus* y *Cerrophidion godmani* son las dos especies en las que se registro el mayor número de individuos por ser fácil de capturarlos y observarlos y por lo tanto medirlos y pesarlos.

#### **2.3.1. *Norops crassulus*.**

De los individuos capturados, el que registró mayor talla tenía un tamaño de 17.77 cm. de longitud total y el individuo de mayor peso fue de 4.5 gr. La proporción de machos y hembras fue de 15 y 16, respectivamente.

Para determinar si existían diferencias significativas entre el peso y la talla, se utilizó un análisis de varianza para el análisis de regresión. Los resultados se detallan en el siguiente cuadro.

Cuadro 10. ANDEVA para el análisis de regresión de peso – talla en la muestra tomada de la población de *Norops crassulus*. Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana. Estación Lluviosa, 2003 y Estación Seca 2003 – 2004.

Fuente de variación	G.1	S.C	C.M	t calculada	t ( $\alpha = 0.1$ ) tabulada
Regresión	1	10.49	10.49	0.053	1.3163
Error Experimental	25	13.99	0.56		
<b>Total</b>	26	24.48			

Al determinar si existían diferencias significativas entre el peso y la talla en la muestra tomada de la población del lacertilio *Norops crassulus*, observamos que t calculada es menor que t tabulada ( $\alpha = 0.10$ ), por lo cual se puede afirmar que las diferencias observadas entre el peso y la talla de *Norops crassulus* no son significativas, a un nivel de significancia del 10%.

Tomando en cuenta que el peso y la talla son dos variables que están bien relacionadas, se puede afirmar que la muestra tomada de la población de *Norops crassulus* es normal, es decir que no presenta indicios de algún tipo de problema que pueda afectar esta relación.

### 2.3.2. *Cerrophidion godmani*.

En el caso del Suborden Serpentes, la especie *Cerrophidion godmani* fue la que mayor número de individuos pudieron ser medidos y pesados. De esta especie el individuo de mayor talla tenía un tamaño de 51.29 cm. y el de mayor peso fue de 108 gr. La proporción fue de 7 machos, 10 hembras y un juvenil (Sexo no determinado).

Para determinar si las diferencias existentes entre el peso y la talla eran significativas, también se utilizó un Análisis de Varianza para el análisis de regresión. Los resultados se detallan en el cuadro 11.

Cuadro 11. ANDEVA para el análisis de regresión de peso – talla en la muestra tomada de la población de *Cerrophidion godmani*. Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana. Estación Lluviosa, 2003 y Estación Seca, 2003 – 2004.

Fuente de variación	G.1	S.C	C.M	t calculada	t ( $\alpha = 0.1$ ) Tabulada
Regresión	1	7,746.13	7,746.13	$7.32 \times 10^{-3}$	1.3368
Error Experimental	16	6,723.26	420.20		
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>14,469.39</b>			

Al determinar si las diferencias observadas entre el peso y la talla en la muestra tomada de la población de *Cerrophidion godmani*, observamos que t calculada es menor que t tabulada ( $n - 2$ ;  $\alpha = 0.10$ ), por lo que se acepta  $H_0$  y se rechaza  $H_1$ , es decir que las diferencias observadas entre el peso y la talla no son significativas, a un nivel de significancia del 10%.

Por lo tanto, al igual que en el caso de *Norops crassulus*, se puede afirmar que la muestra tomada de la población de *Cerrophidion godmani* no presenta indicios de que algún tipo de fenómeno se encuentre afectando esta relación.

## 2.4. Herpetofauna en el Sector Los Andes.

### 2.4.1. ORDEN ANURA.

#### Familia Hylidae.

***Agalychnis moreletii***: Esta especie fue registrada principalmente dentro de pozas ubicadas en barrancas, cafetales y en el sitio conocido como “El

Orquidiario”, donde las densidades poblacionales de esta especie eran las más elevadas. Sin embargo, esta especie no fue registrada dentro de las parcelas de estudio.

#### **Familia Leptodactylidae.**

***Eleutherodactylus rupinius***: Especie con pocos registros dentro de las parcelas de muestreo durante este estudio. Sus poblaciones no son tan abundantes como las de *Agalychnis moreletii*. Fue registrada dentro de parcelas de estudio ubicadas en el Bosque Nebuloso, pero también se localizaron individuos dentro de cafetales y en sitios que se caracterizaban por poseer bastante roca.

#### **2.4.2. ORDEN SQUAMATA.**

##### **Familia Corytophanidae.**

***Corytophanes percarinatus***: Lacertilio localizado únicamente dentro de parcelas ubicadas en el Bosque Nebuloso, aunque se encontraron individuos en barrancas con abundante vegetación Secundaria. También se han encontrado especímenes muertos dentro de cafetales, los cuales son eliminados por los lugareños durante la limpia y corta de los cafetales. Es una especie con pocos registros durante este estudio.

##### **Familia Phrynosomatidae.**

***Sceloporus malachiticus***: Esta especie fue registrada en diferentes hábitat del Sector Los Andes, tales como potreros y Páramo de Altura, donde se registraron individuos dentro de las parcelas de muestreo. También se observaron individuos pertenecientes a esta especie dentro de barrancas con vegetación secundaria y en cafetales. Las poblaciones

de esta especie eran altas en zonas perturbadas por el hombre, como potreros y la zona de oficinas administrativas del área.

#### **Familia Polychrotidae.**

***Norops crassulus:*** Especie que se distribuye en todos los hábitat muestreados en el Sector Los Andes. Sus poblaciones fueron altas en el Páramo de Altura y Bosque Nebuloso, pero resultaron menores dentro de los hábitat Potrero y Bosque de Ciprés. También se observaron individuos de esta especie en cafetales y barrancas.

#### **Familia Colubridae.**

***Dryadophis dorsalis:*** Esta serpiente no es muy común en el Sector Los Andes. Se registró un único individuo dentro del Bosque Nebuloso, pero también se observaron individuos de esta especie en las zonas de potrero, barrancas con abundante vegetación Secundaria y en sitios habitados por el hombre, donde esta especie es vulnerable, ya que los lugareños las eliminan.

***Rhadinaea godmani:*** Especie bastante difícil de observar y por lo tanto de registrar debido a sus hábitos semifosoriales. Durante este estudio no se registró ningún individuo dentro de las parcelas de muestreo, pero se encontraron individuos muertos pertenecientes a esta especie dentro de los cafetales.

***Tantilla brevicauda:*** Esta pequeña serpiente fue un nuevo registro para el Sector Los Andes y el Complejo Los Volcanes, siendo también el primer registro para el Departamento de Santa ana. No se localizó ningún individuo de esta especie dentro de las parcelas de muestreo, pero se observaron individuos dentro de cafetales y en las oficinas administrativas del área.

***Tropidodipsas fischeri***: Serpiente bastante difícil de observar, teniendo un solo registro de esta especie dentro de una parcela ubicada en el Bosque Nebuloso, aunque también se han observado individuos de esta especie en barrancas con abundante vegetación secundaria y en cafetales.

#### **Familia Viperidae.**

***Cerrophidion godmani***: Del Suborden Serpentes, esta especie fue la que mayor número de individuos pudieron ser registrados durante este estudio, distribuyéndose en todos los hábitat muestreados a excepción del Bosque de Ciprés. Individuos de esta especie fueron observados en otras zonas como cafetales, zonas de cultivo y en zonas cercanas a los hogares de los pobladores que habitan cerca del sitio, donde esta especie se vuelve vulnerable, ya que para evitar un accidente ofídico son eliminadas.

La información obtenida a través de este diagnóstico fue analizada para obtener más criterios para ser utilizados en la selección de especies indicadoras, para hacer ajustes a la metodología de muestreo, para determinar el número mínimo de individuos para hacer el análisis de regresión y para obtener una base de datos y de información inicial de las especies presentes en el sitio.

Estos criterios obtenidos a través de este diagnóstico fueron utilizados para la elaboración de la Propuesta de Monitoreo De Especies Indicadoras: Anfibios y Reptiles.

## **DISCUSIÓN DE RESULTADOS.**

### **1. Especies Seleccionadas como Indicadoras y Criterios de Selección.**

En el caso de la propuesta de monitoreo de especies indicadoras pertenecientes a los grupos de anfibios y reptiles para el Sector Los Andes, se han escogido estos grupos ya que presentan especies que son buenos indicadores de perturbaciones de tipo físico, químico o biológico que puedan afectar el hábitat en el cual ellos habitan.

CATIE (2000), en su propuesta de monitoreo para las áreas protegidas del sur de Petén, toma en cuenta únicamente los grupos de aves y mamíferos, por lo que se identificaría un fenómeno que afecte el ecosistema hasta que éste afecte a cualquiera de estos grupos. Sin embargo un fenómeno puede ser identificado a tiempo si se observan las poblaciones de anfibios y reptiles, ya que reaccionan más rápido ante cualquier fenómeno.

En la propuesta de monitoreo biológico en la selva maya, si bien se toman en cuenta diferentes grupos de vertebrados, invertebrados y plantas, no se toma en cuenta el grupo de los reptiles.

Para esta propuesta de monitoreo, se registraron diez especies pertenecientes a los grupos de anfibios y reptiles en el Sector Los Andes.

De acuerdo al Diagnóstico preliminar, se registraron dos especies de Anuros (Anfibios) y ocho de reptiles pertenecientes al Suborden Lacertilia y Serpentes.

De estas especies se seleccionaron nueve como indicadoras y sus criterios de selección fueron obtenidos tomando en cuenta ciertos aspectos del diagnóstico de la Herpetofauna presente en el sitio; también se tomaron los criterios dados por Noss (1990) y ciertos aspectos de importancia de la biología de la especie.

La especie *Tantilla brevicauda* no fue seleccionada como indicadora en esta propuesta debido a que es una especie fosorial y muy difícil de observar y taxonómica mente, muy difícil de determinar (Leenders, 2001).

## **2. Elaboración del Muestreo de Anfibios y Reptiles.**

Para la elaboración del muestreo de las especies de reptiles y anfibios seleccionadas como indicadoras, se han escogido diferentes hábitat que se encuentran en el Sector Los andes.

De estos se han escogido dos hábitat los cuales están predispuestos a intromisión humana y así poder compararlos con aquellos en los que la presencia humana no es tan común.

La selección de los hábitat se hicieron tomando en cuenta las recomendaciones hechas en la propuesta de monitoreo biológico en la selva maya y también, en base al interés de la institución encargada del área en monitorear las poblaciones de reptiles y anfibios presentes en los hábitat que se encuentran en el Sector Los Andes y zona de amortiguamiento.

En cuanto a los hábitat seleccionados para el muestreo de anuros, se seleccionaron cinco hábitat para su muestreo, incluyéndose en esta

propuesta las zonas de vegetación secundaria y el bosque de café, los cuales no fueron incluidos en este estudio.

Sin embargo, se descartó para muestrear el hábitat de Potrero, debido a que este tipo de hábitat no reúne las condiciones adecuadas para el desarrollo de este grupo de vertebrados.

En cuanto al grupo de reptiles, para su muestreo se seleccionaron seis hábitat, entre los cuales se incluyen los cuatro seleccionados en este estudio y dos hábitat más, los cuales son el Bosque de Café y las zonas de vegetación secundaria. De esta forma, se monitorea una mayor cantidad de hábitat presentes en el Sector Los Andes.

### **3. Diseño y Número de Parcelas.**

Para el diseño y número de parcelas que se propone utilizar en el monitoreo de anfibios y reptiles, se tomó en cuenta el diseño de parcelas utilizadas en este estudio, que son de 100 metros de largo por 20 metros de ancho y no las recomendadas en la propuesta de Monitoreo Biológico en la Selva Maya que son de mayor longitud (250 mts x 10 mts.).

La razón por la cual se han escogido estas parcelas más pequeñas es debido a las condiciones accidentadas del sitio, ya que este presenta bastantes barrancas, por lo que las parcelas de este tamaño son más fáciles de colocar en este tipo de terreno.

Con respecto al número total de parcelas colocadas en los diferentes hábitat presentes en el Sector Los Andes, estas se han reducido de doce a diez en el caso de los anfibios, pero en el caso de los reptiles se ha recomendado colocar dos parcelas más por hábitat.

La razón por la que se ha recomendado que se coloquen dos parcelas más por hábitat es debido a que para el muestreo de este grupo se han escogido los meses de Marzo y abril de la estación seca y los meses de Mayo y Junio de la estación lluviosa, por lo que la frecuencia del muestreo afectaría los datos del muestreo.

#### **4. Selección de las Parcelas y Frecuencia de las Mediciones.**

En cuanto a la selección del sitio donde se recomienda se coloquen las parcelas, no existen criterios que indiquen los lugares en los cuales se deben colocar las parcelas de muestreo.

Por lo tanto, la selección del sitio donde se propone se coloquen las parcelas de muestreo queda a criterio del investigador, seleccionando aquellos lugares donde probablemente puedan encontrarse reptiles y anfibios y que además sean de fácil acceso.

En el caso del muestreo de anuros presentes en el Sector Los Andes, se recomienda que las parcelas se coloquen en sitios que presenten abundante roca o pequeños cuerpos de agua circundantes al sitio, ya que fue en lugares que poseían estas características donde se encontraron individuos pertenecientes a este grupo.

A diferencia de la propuesta de monitoreo para el Sector Los Andes, para el muestreo de anuros en la propuesta de monitoreo biológico en la selva maya, se propone que las parcelas de muestreo se coloquen principalmente cerca de los ríos.

Con respecto a la frecuencia de las mediciones, debido a que los meses escogidos para muestreo de reptiles durante la estación seca y la estación lluviosa son continuos, se ha recomendado que se coloquen dos

parcelas más por hábitat para evitar el muestreo continuo sobre las parcelas, efecto que se produjo durante este estudio sobre ellas.

Debido a la frecuencia continua de búsqueda sobre las parcelas, durante el tercer muestreo que se realizó en cada parcela tanto en la estación seca como en la estación lluviosa, se capturaron muy pocos o ningún individuo dentro de las mismas.

Es por esta razón que se propone colocar dos parcelas más por hábitat para muestreo de reptiles y es por ello que también se redujo el número de visitas mensuales de tres a dos y también el número de parcelas por hábitat de tres a dos.

## **5. Métodos de Captura y Toma de Datos.**

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, dejando esta decisión únicamente a criterio del investigador.

Para esta propuesta se recomienda que se utilicen dos métodos de captura. El método manual puede utilizarse para la captura de anfibios y la mayoría de reptiles, ya que es un método sencillo y que únicamente requiere de un poco de experiencia para localizar y capturar a los especímenes.

En el caso del vipérido *Cerrophidion godmani*, este puede capturarse de forma manual, pero en esta propuesta no se recomienda que se utilice este método de captura, principalmente para seguridad de los encargados de la captura y medición de los individuos de esta

especie. Por ello es que se recomienda el uso del gancho serpentero y del tubo transparente de plástico.

No existe una norma la cual determine los datos que serán necesarios tomar durante los muestreos, por lo tanto, los datos a tomar de los individuos capturados dependerán de los estadísticos que se pretenda utilizar.

Los datos a tomar durante los muestreos pueden variar en las diferentes propuestas de monitoreo. Como ejemplo, en el caso de la propuesta de monitoreo biológico en la selva maya, el método de muestreo de anuros a utilizar es el conteo de anuros por vocalización, en el que los muestreos se tendrían que realizar durante un período de treinta minutos y tomar en cuenta los individuos escuchados.

Sin embargo, este método presenta algunas limitantes entre las cuales se pueden mencionar: el método únicamente toma en cuenta los especímenes machos, dejando de lado los individuos hembras, ya que estas no realizan llamadas; además no se pueden tomar registros de anomalías que puedan presentar algunos individuos.

Debido a la situación expuesta anteriormente, en esta propuesta se recomienda tomar en cuenta principalmente el número de individuos capturados, ya que de esta forma se pueden incluir los dos géneros (machos y hembras) pertenecientes a las diferentes especies presentes en el sitio.

Además, al poder capturar a los individuos se pueden tomar otros datos de interés como son la Longitud Hocico – Ano, Longitud Total y el peso, también se pueden hacer observaciones de problemas que puedan

presentar algunos individuos, como por ejemplo, individuos imagos, individuos con problemas en la piel, presencia de ácaros, etc.

Estos datos son importantes para determinar el comportamiento de las diversas poblaciones de la herpetofauna presente.

## **6. Factores Ambientales a Ser Considerados.**

Muchas investigaciones y algunas realizadas en Centroamérica, principalmente en Costa Rica, donde por ejemplo Pounds, Fogden & Campbell (1999), en su artículo Respuesta Biológica al Cambio Climático en las Montañas Tropicales, dan a conocer que algunos factores climáticos influyen en algunas especies propias de las zonas altas.

Este problema ha ocasionado la extinción de algunas de estas especies de estos lugares, lo cual ha sido asociado al cambio climático. Este fenómeno debe ser tomado en cuenta en las propuestas de monitoreo y así determinar su efecto sobre las poblaciones de anfibios y reptiles presentes en el sitio.

El cambio climático asociado al calentamiento global es un fenómeno que a pesar que ha ocasionado la extinción de varias especies (principalmente anfibios) en diferentes sitios o nivel mundial, no es tomado en cuenta en las propuestas de monitoreo: Monitoreo Biológico en la Selva Maya (Carr & de Stoll, 1999) y Propuesta de Monitoreo de Especies Indicadoras en las Selvas de Petén (CATIE, 2000).

Por ello es que en esta propuesta de monitoreo se han incluido algunos factores climáticos y de esta forma observar su influencia sobre la herpetofauna presente en el Sector Los Andes.

De esta forma se pueden obtener más elementos de análisis al momento que se detecte un problema en algunas de las poblaciones de las especies presentes en el sitio.

## **7. Análisis de los Datos de las Unidades de Muestreo.**

Generalmente, los estadísticos a utilizar para el análisis de los datos provenientes de las parcelas de muestreo, son seleccionados bajo criterio del investigador. Por lo general los estadísticos a utilizar varían dependiendo del interés de lo que se quiera monitorear.

Para el caso de esta propuesta de monitoreo de reptiles y anfibios, el análisis se ha centrado principalmente en las poblaciones de herpetofauna que ahí se encuentren, analizando principalmente el comportamiento de sus poblaciones con el transcurso de los años.

También, se pretende determinar como diferentes factores pueden afectar las poblaciones de anfibios y reptiles presentes en el sitio, por ello es que se proponen los estadísticos densidad por hectárea y la prueba de significancia.

En la propuesta de monitoreo de especies indicadoras en las selvas del sur de Petén, el monitoreo de las especies se basa principalmente en el monitoreo de la biodiversidad de los sitios seleccionados utilizando indicadores de medición de la biodiversidad, de la riqueza de especies, etc.

A diferencia de la propuesta anterior, para la propuesta de monitoreo en la selva maya, no se dan a conocer cuales serán los

estadísticos a utilizar para el análisis de los datos, limitándose únicamente a dar a conocer las propuesta de muestreo.

El análisis de la sanidad de población es un aspecto recomendado por Noss (1990), principalmente para el monitoreo de anfibios y reptiles. Para ello, recomienda utilizar un análisis de regresión lineal simple sobre dos variables que se supone están bien relacionadas como son la talla y el peso.

También, el análisis de la sanidad de población debe ser acompañado por la toma de otros datos para obtener una mayor cantidad de criterios para ser tomados en cuenta cuando algún fenómeno este afectando una determinada población.

Es por ello que se propone tomar datos de observación de algún tipo de problema que presente algún individuo o la toma de datos de factores climáticos.

Para finalizar, Noss (1990), reconoce que existen cuatro niveles de organización, los cuales son el Paisaje Regional, Comunidad – Ecosistema, Población – Especie y Genética, los cuales pueden ser utilizados para propósitos de monitoreo.

En el caso de esta propuesta de monitoreo, esta se ha enfocado en el nivel de Población – Especie. La razón por la cual se tomó este nivel de organización es por el hecho de que las especies son más tangibles y fáciles de estudiar que los paisajes, ecosistemas y genes.

## CONCLUSIONES.

El sitio presenta muy pocas especies pertenecientes a los grupos de anfibios y reptiles debido a las condiciones características del sitio (Altura, Precipitación, Temperatura, etc), por lo que todas las especies registradas para el Sector Los Andes han sido seleccionadas como indicadoras para este tipo de hábitat.

La especie *Tantilla brevicauda* es un nuevo registro para el Departamento de Santa Ana y para el Complejo Los Volcanes. También es importante hacer mención que es el registro que se ha realizado a mayor altitud sobre el nivel del mar de esta especie en el país.

El muestreo de especies indicadoras pertenecientes a los grupos de anfibios y reptiles, se diseñó tratando de tomar en cuenta la mayor cantidad de hábitat presentes en el sitio.

El diseño de las parcelas se realizó tomando en base a las condiciones físicas presentes en el sitio y el número de parcelas por hábitat se ha propuesto tomando en cuenta la frecuencia con la que se van a realizar los muestreos.

La selección del sitio donde se propone se coloquen las parcelas a sido tomando en cuenta aquellos lugares en los que con mayor probabilidad puedan encontrarse anfibios y reptiles.

En cuanto a la frecuencia de las mediciones se ha propuesto que estas se realicen tomando en cuenta la continuidad de los meses en los que se ha propuesto hacer los muestreos, lo cual ha determinado también el número de parcelas que se propone colocar por hábitat.

Los métodos de captura propuestos son los mas sencillos, económicos, seguros y de mejor efectividad para el investigador y para la institución encargada del monitoreo y los datos a tomar se han propuesto en base a los estadísticos a utilizar.

Los factores ambientales son muy importantes para determinar el efecto del calentamiento global sobre las poblaciones de anfibios y reptiles.

El análisis de los datos se ha basado principalmente en estudiar el comportamiento de las poblaciones de anfibios y reptiles presentes en el sitio con el transcurso de los años.

## **RECOMENDACIONES.**

Se recomienda que el monitoreo se realice por un periodo mínimo de cinco años y que sus resultados y análisis se comparen con los resultados y análisis de otros monitoreos realizados en el sitio, ya sea de otros grupos de vertebrados así como de flora.

Se recomienda que se capacite el personal que estará a cargo de los muestreos de herpetofauna en el campo en técnicas de identificación y toma de datos de las especies.

Se recomienda que la (s) persona (s) encargada (s) del procesamiento de los datos posea conocimientos sobre bioestadística y programas de computadora.

Se recomienda que se realicen investigaciones para determinar si existen especies de anfibios y reptiles que habiten en el dosel del bosque, ya que durante esta investigación no se pudo muestrear en esos sitios.

Se recomienda que para cualquier área natural en las cuáles se desee realizar estudios de monitoreo, primero se elabore un diagnóstico o un inventario del o de los grupos de vertebrados que se pretenda monitorear.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Anónimo 1. 2002. Indicadores Ecológicos. [www.aguamarket.com](http://www.aguamarket.com).
- Anónimo 2. 2002. Save the Prairie Dogs. Keystone Species. [www.prairiedogs.org](http://www.prairiedogs.org).
- Anónimo 3. 2002. What is an Umbrella Specie. [www.ecofloridamaq.com](http://www.ecofloridamaq.com).
- Cajiao, J. 2002. Biodiversidad. Descenso en las Poblaciones de Anfibios en el Mundo. [www.prof.uniandes.edu.com](http://www.prof.uniandes.edu.com).
- Carr, A. & De Stoll, A. 1999. Monitoreo Biológico en la Selva Maya. [www.afn.org](http://www.afn.org).
- Casanovas, F. et al. 1976. Ciencias Naturales. Volumen 11. Bruguera S. A. Barcelona, España. 1297 Páginas.
- 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. 133 Páginas.
- CATIE. 2001. Restauración y Preservación de la Reserva Forestal El Paraíso. Estudio Preliminar de la Flora El Paraíso/Los Andes, Volcán de Santa Ana. San Salvador, El Salvador. 60 Páginas.
- CATIE. 2002. Propuesta para el Plan de Manejo para el Complejo Los Volcanes (Volcán de Izalco, Ilamatepec y Cerro Verde). San Salvador, El Salvador. 60 Páginas.
- FAO. 2000. Diversidad Biológica. Informe Principal. [www.fao.org](http://www.fao.org).
- Gómez Núñez, L. H. 2002. Indicadores de Vida. [www.cocpochivor.gob.co](http://www.cocpochivor.gob.co).
- Guralnick, J. 2002. Biological Indicators of Early Warning of Enso Events. Regional Disaster Information. [www.crid.or.cr](http://www.crid.or.cr).

- Gutiérrez Espeleta, E. E. 2000. Métodos Estadísticos para las Ciencias Biológicas. Segunda Edición. Editorial Universidad Nacional. San José, Costa Rica. 125 Páginas.
- Instituto Galach-Océano. 1998. Historia Natural. Volumen 2. Grupo Editorial Océano. Barcelona, España. Página 390.
- Kohler, G. 2001. Anfibios y Reptiles de Nicaragua. Editorial Herpeton Offenbach, Alemania. 165 Páginas.
- Leenders, T. 2001. A Guide to Amphibians and Reptiles of Costa Rica. Published by Distribuidores Zona Tropical. Miami, Florida U.S.A. 360 Páginas.
- Marineros, L. 2000. Guía de las Serpientes de Honduras. Editorial Di Bio. Tegucigalpa, Honduras. 130 Páginas.
- Noss, R. F. 1990. Biological Conservation Review. Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. Volume 4. No. 4. Published by Elsevier Science Ltd, Great Britain, U. K. Páginas 355 – 363.
- Pounds, J. A. et al. 1999. Natural Review. Biological Response to Climate Change on a Tropical Mountain. [www.nature.com](http://www.nature.com).
- Simberloff, D. 1998. Biological Conservation Review. Flagships, Umbrellas and Keystones: Is Single Species Management Passe in the Landscape Area? Volume 83. No.3. Published By Elsevier Science Ltd. Great Britain, U. K. Paginas 247-257.
- Soler, A. 2002. Nutrias en Todo México. Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx).
- Tesky, T. 2001. Biological Indicators. [www.suite101.com](http://www.suite101.com).

# **ANEXOS**

## ANEXO 1

### Descripción del sitio de ubicación de las parcelas de muestreo. Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Departamento de Santa Ana.

Hábitat	No. de Parcela	Altura (m.s.n.m.)	Descripción del sitio de ubicación de parcela.
<b>Potrero</b>	P1	1760	Colinda al Sur y al Este con Bosques de Ciprés, al Norte con Bosques de Café y al Oeste con Potreros. Presenta abundante vegetación arbustiva con varios arbustos de fresas silvestre.
	P2	1780	Limita al Este y al Sur con Bosques de Ciprés, al Sur con una pequeña barranca con vegetación arbustiva, y al Oeste con Potreros. Presenta abundante vegetación arbustiva y fresas silvestres, con rocas y troncos de ciprés caídos.
	P3	1785	Limita al Sur y al Oeste con una barranca con abundante vegetación arbustiva y al Este y al Norte con Potreros. Presenta abundante vegetación arbustiva y fresas silvestres con abundantes troncos de árboles caídos.
<b>Bosque de Ciprés</b>	C1	1785	Se encuentra ubicada en la zona conocida como "La Pinabetera". El sotobosque presenta vegetación dispersa y el suelo esta cubierto de hojas de ciprés en descomposición.
	C2	1800	Se encuentra ubicada en el sector conocido como "Sendero el Anicillo". El sotobosque presenta abundante vegetación, principalmente de una planta conocida comúnmente como "Anicillo".
	C3	1910	Esta parcela se encuentra localizada en el Sector "Los Clementes". El Sotobosque esta formado de plantas dispersas pero el suelo esta cubierto de una gramínea conocida como "Matalillo".
<b>Bosque Muy Húmedo Montano.</b>	B1	1790	Se encuentra localizada en el sitio conocido como "Los Clementes". El sotobosque presenta abundante vegetación, como lianas, zarzas, y el suelo esta cubierto de hojas en descomposición.
	B2	2020	Esta ubicada en el sitio conocido como "Sector Municipal". El sotobosque presenta poca vegetación, principalmente de helechos muy dispersos y el suelo esta cubierto de hojas en descomposición. Los árboles presenta bastantes epifitas.
	B3	2100	Parcela ubicada cerca del mirador "El Zorrillo". El Sotobosque presenta bastantes helechos y el suelo esta cubierto de una gramínea conocida comúnmente como "Matalillo". Los árboles presentan bastantes epifitas, algunos de ellos bastante cubiertos por ellas.
<b>Páramo de Altura</b>	PA1, PA2, y PA3	2360	Estas parcelas se encuentran ubicadas a aproximadamente 100 metros del cráter del volcán de Santa Ana. Presenta abundantes Ericáceas y el suelo esta cubierto por una gramínea parecida a la grama.





