

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



**“USO DE LOS RECURSOS ESPACIO-TEMPORALES POR UN ENSAMBLE DE  
REPTILES EN EL PARQUE NATURAL CERRO VERDE, DEPARTAMENTO DE  
SANTA ANA, EL SALVADOR”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:**

**JOSÉ NICOLÁS PÉREZ GARCÍA**

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

**CIUDAD UNIVERSITARIA, 24 DE OCTUBRE DE 2017**

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



**“USO DE LOS RECURSOS ESPACIO-TEMPORALES POR UN ENSAMBLE DE  
REPTILES EN EL PARQUE NATURAL CERRO VERDE, DEPARTAMENTO DE  
SANTA ANA, EL SALVADOR”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:**

**JOSÉ NICOLÁS PÉREZ GARCÍA**

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

**ASESORES:**

**M. Sc. OSCAR WILFREDO PAZ QUEVEDO**

**Mtro. JUAN JOSÉ CERRATO**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, 24 DE OCTUBRE DE 2017**

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



**“USO DE LOS RECURSOS ESPACIO-TEMPORALES POR UN ENSAMBLE DE  
REPTILES EN EL PARQUE NATURAL CERRO VERDE, DEPARTAMENTO DE  
SANTA ANA, EL SALVADOR”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:**

José Nicolás Pérez García

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

**Asesor interno:** MSc. Óscar Wilfredo Paz Quevedo \_\_\_\_\_

**Asesor externo:** Mtro. Juan José Cerrato \_\_\_\_\_

**Ciudad universitaria, 24 de octubre de 2017**

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



**“USO DE LOS RECURSOS ESPACIO-TEMPORALES POR UN ENSAMBLE DE  
REPTILES EN EL PARQUE NATURAL CERRO VERDE, DEPARTAMENTO DE  
SANTA ANA, EL SALVADOR”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:**

José Nicolás Pérez García

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

**TRIBUNAL EVALUADOR:**

Licda. Milagro Elizabeth Salinas Delgado \_\_\_\_\_

Lic. José David Pablo Cea \_\_\_\_\_

**Ciudad universitaria, 24 de octubre de 2017**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

RECTOR

Mtro. Roger Armando Arias Alvarado

VICERRECTOR ACADÉMICO

Dr. Manuel de Jesús Joya Abrego

SECRETARIO GENERAL

Mtro. Cristóbal Ríos

**AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y  
MATEMÁTICA**

DECANO

Lic. Mauricio Hernán Lovo Córdoba

VICEDECANO

Lic. Carlos Antonio Quintanilla Aparicio

SECRETARIA

Licda. Damaris Melany Herrera Turcios

DIRECTORA ESCUELA DE BIOLOGÍA

M. Sc. Ana Martha Zetino Calderón

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Santísima Trinidad, el alfa y la omega, fuerza omnipotente, que me da la fortaleza a seguir adelante y me permitió terminar mis estudios universitarios.

A mi madre Cecilia García, por su incondicional apoyo en las diferentes etapas y logros en mi vida.

A mi asesor M. Sc. Oscar Wilfredo Paz Quevedo, por compartir sus conocimientos, por todo su apoyo en mi formación y realización de este trabajo.

A mi asesor Mtro. Juan José Cerrato, por todo su apoyo y comentarios durante la ejecución de la investigación.

También agradezco a la Licda. Milagro Salinas, por el tiempo y sugerencias al presente documento.

Al Lic. José Pablo Cea, por el tiempo dedicado y los comentarios al presente manuscrito.

Al Lic. Antonio Escobar Macal, Jefe de Unidad Centros Recreativos, Instituto Salvadoreño de Turismo, por facilitar los permisos para realizar la investigación dentro del Parque Natural Cerro Verde.

A los Guardabosques Francisco y Walter por su apoyo durante la etapa de campo de la investigación.

A Andrea Díaz, por su incondicional apoyo y amistad durante los últimos años de estudios universitarios.

## ÍNDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	<b>página</b>
ÍNDICE DE CUADROS .....	III
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IV
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	V
RESUMEN .....	6
ABSTRACT .....	7
I. INTRODUCCIÓN .....	8
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	10
2.1 Definición del problema.....	10
2.2 Objetivos .....	11
2.3 Justificación .....	11
III. MARCO TEÓRICO.....	13
3.1 Los reptiles.....	13
3.2 La Diversidad .....	14
3.3 Ensamble de especies .....	15
3.4 Nicho ecológico.....	17
3.5 Recurso espacio .....	18
3.6 Recurso tiempo.....	20
3.7 Los bosques nubosos .....	21
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
4.1 Ubicación del área de estudio.....	23
4.2 Descripción biofísica del área de estudio.....	23
4.2.1 Tenencia de la tierra .....	23
4.2.2 Clima.....	23
4.2.3 Geomorfología .....	25
4.2.4 Hidrografía .....	25
4.2.5 Flora.....	25
4.2.6 Fauna.....	26
4.3 Metodología de campo.....	26
4.3.1 Zonas de muestreos .....	26

4.3.2 Muestreos .....	30
4.4 Análisis de datos .....	31
V. RESULTADOS.....	34
5.1 Resultados generales .....	34
5.1.1 Composición taxonómica.....	34
5.1.2. Abundancia.....	34
5.1.3 Distribución de especies por zona .....	35
5.1.4 Resultados por meses .....	36
5.2 Diversidad .....	37
5.2.1 Diversidad total .....	37
5.2.2 Diversidad alfa .....	38
5.2.3 Diversidad beta.....	39
5.3 Recurso espacial .....	40
5.3.1 Sobreposición del nicho espacial.....	41
5.3.2 Amplitud del nicho espacial .....	42
5.4 Recurso temporal.....	42
5.4.1 Sobreposición del nicho temporal.....	44
5.4.2 Amplitud del nicho temporal.....	44
VI. DISCUSIÓN .....	46
6.1 Análisis general.....	46
6.2 Diversidad .....	49
6.3 Recurso espacial .....	50
6.4 Recurso temporal.....	52
VII. CONCLUSIONES .....	54
VIII. RECOMENDACIONES .....	56
IX. BIBLIOGRAFÍA .....	57
X. ANEXOS .....	70



## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Clasificación de las categorías para evaluar el hábitat. Tomado de Gallina-Tessaro y López-González 2012. ....	19
<b>Cuadro 2.</b> Composición taxonómica de las especies de reptiles del PNCV. ....	34
<b>Cuadro 3.</b> Abundancia absoluta de las especies de reptiles registradas en el PNCV. ....	35
<b>Cuadro 4.</b> Distribución de los individuos en cada zona de estudio del PNCV. ...	36
<b>Cuadro 5.</b> Número de individuos de reptiles por meses de muestreo. ....	37
<b>Cuadro 6.</b> Estimador de riqueza e índices ecológicos de la diversidad total de los reptiles del PNCV. ....	38
<b>Cuadro 7.</b> Estimador de riqueza e índices ecológicos para los reptiles de la zona Suroeste del PNCV. ....	38
<b>Cuadro 8.</b> Estimador de riqueza e índices ecológicos para los reptiles de la zona Norte del PNCV. ....	39
<b>Cuadro 9.</b> Estimador e índices ecológicos para los reptiles de la zona Este del PNCV. ....	39
<b>Cuadro 10.</b> Valores del índice de Sorensen entre pares de zonas de estudio del PNCV. ....	39
<b>Cuadro 11.</b> Frecuencia de aparecimiento de especies en cada microhábitat estudiado del PNCV. ....	40
<b>Cuadro 12.</b> Valores de sobreposición del nicho espacial de los reptiles (lacertilios) del PNCV. ....	41
<b>Cuadro 13.</b> Valores del índice de Levins de cada especie de reptil (lacertilios) del PNCV. ....	42
<b>Cuadro 14.</b> Frecuencia de aparecimiento de los reptiles en cada franja horaria. ....	43
<b>Cuadro 15.</b> Valores de sobreposición del nicho temporal de los reptiles (lacertilios) del PNCV. ....	44
<b>Cuadro 16.</b> Valores de la amplitud del nicho temporal de los reptiles (lacertilios) del PNCV. ....	44
<b>Cuadro 17.</b> Abundancia de especie en las principales actividades de los reptiles del PNCV. ....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Definición de ensamble, como producto de la interacción de tres ejes principales: Geográfico, Filogenia y Recursos. Definición adaptada de Fauth <i>et al.</i> 1996. ....	16
<b>Figura 2.</b> Mapa de la ubicación geográfica del área de estudio (Creación propia). ....	24
<b>Figura 3.</b> Ubicación de los transectos en el PNCV (Creación propia). ....	27
<b>Figura 4.</b> Vegetación del bosque nuboso en la zona Suroeste del PNCV. ....	28
<b>Figura 5.</b> Vegetación de bosque nuboso en la zona Norte del PNCV. ....	29
<b>Figura 6.</b> Vegetación de bosque nuboso en la zona Este del PNCV. ....	29

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Porcentaje de abundancia de las especies de reptiles registradas en el PNCV .....	35
<b>Gráfico 2.</b> Comparación de la abundancia de individuos y riqueza de especies entre zonas de estudio. ....	37
<b>Gráfico 3.</b> Comparación del número de especies e individuos entre los microhábitats estudiados en el PNCV.....	41
<b>Gráfico 4.</b> Comparación del número de especies e individuos de reptiles entre las franjas horarias.....	43
<b>Gráfico 5.</b> Temperatura promedio de los días de muestreo de los reptiles del PNCV. ....	45

## RESUMEN

Se cuantificó la diversidad y se estimó el solapamiento y amplitud del nicho espacial y temporal del ensamble de reptiles del Parque Natural Cerro Verde, localizado en el departamento de Santa Ana, en el Parque Nacional Complejo Los Volcanes. Se delimitaron tres zonas de muestreo dentro del bosque nuboso que rodea la zona de uso intensivo del Parque Natural: Norte, Suroeste y Este. De enero a junio de 2016 se muestrearon tres transectos de 100 m longitud en cada zona. Se registró el microhábitat y hora en que fue observado por primera vez cada individuo de acuerdo a diez franjas horarias de una hora cada una, entre las 07:00 h-12:00 y 13:00-18:00. Los microhábitat se clasificaron en: hojarasca, tronco en pie, tronco caído, sobre hoja, entre hierbas, rama, roca y estructura artificial. Para estimar la diversidad se usaron los índices ecológicos: Margalef, Shannon-Wiener, Simpson y Pielou. Se empleó la ecuación de Pianka para estimar el solapamiento del nicho espacial y temporal, y la ecuación de Levins para estimar la amplitud del nicho. Se registraron cuatro especies de lacertilios y una de serpiente. La diversidad para el parque fue baja ( $Mg=1.1$ ,  $H'=1.2$ ,  $\lambda =0.7$ ,  $J=0.3$ ). La zona con mejor representación de especies e individuos fue la zona norte. Los microhábitat preferidos fueron hojarasca, entre hierbas y tronco en pie, y las franjas horarias cercanas al medio día las más usadas. No hubo sobreposición completa del nicho espacial y temporal. La mayoría de especies presentaron tendencia a ser especialistas en ambas dimensiones del nicho. Esto sugiere que son especies con baja competencia y con tendencia a ser especialistas en el uso de los recursos espacial y temporal.

## ABSTRACT

I quantified the diversity and estimated the overlap and amplitude of the spatial and temporal niche of the reptile assembly of the Cerro Verde Natural Park, located in department of Santa Ana, in the Complejo Los Volcanes National Park. Three sampling zones were delimited within the cloud forest that surrounds the intensive use area of the Natural Park: North, Southwest and East. From January to June 2016 three transects of 100 m length were sampled in each zone. The microhabitat was recorded and the time when each individual was observed for the first time, according to ten time zones of one hour each, between 07:00 h-12:00 and 13:00-18:00. The microhabitats were classified: leaf litter, standing trunk, fallen trunk, on leaf, between grasses, branch, rock and artificial structure. To estimate the diversity, the ecological indexes were used: Margalef, Shannon-Wiener, Simpson and Pielou. Pianka's equation was used to estimate the overlap of the spatial and temporal niche, and Levins' equation to estimate the amplitude of the niche. Four species of lizards and one of snakes were registered. The diversity for the park was low ( $Mg = 1.1$ ,  $H' = 1.2$ ,  $\lambda = 0.7$ ,  $J = 0.3$ ). The area with the best representation of species and individuals was the northern zone. The preferred microhabitats were leaf litter, between Herbs and trunk Standing, and midday the most used time zone. There was no complete overlap of the spatial and temporal niche. Most species showed a tendency to be specialists in both dimensions of the niche, this suggests that those are species with low competition and tend to be specialists in the use of spatial and temporal resources.

## I. INTRODUCCIÓN

El ensamble, se define como un grupo de especies relacionadas filogenéticamente que coexisten, comparten recursos similares y se encuentran en un lugar y tiempo determinado (Fauth *et al.* 1996). El ensamble presenta importantes propiedades que pueden ser observadas, medidas y analizadas; ejemplo de ellas son la diversidad, distribución, abundancia y propiedades intrínsecas de cada especie (Zorro 2007).

Es por ello la asignación del término ensamble en lugar de otro, a las especies contempladas en el presente estudio, por ser un término que implica la coexistencia de las especies; la cual se evalúa a través del uso de los recursos espacio y tiempo. Además, se conoce que estas especies comparten hábitats y horas de actividad similares (McCranie y Kholer 2015, Pavón-Vázquez *et al.* 2016).

Dentro de la Ecología Animal, uno de los temas más importantes, es la determinación de cómo las especies utilizan los recursos disponibles. De manera tradicional para su estudio, el reparto de los recursos se divide en tres categorías: el hábitat, el alimento y el tiempo; mismas que pueden subdividirse en macrohábitat, microhábitat, tipo y tamaño de alimento, tiempo de actividad estacional y diaria respectivamente (Santoyo-Brito y Lemos-Espinal 2010).

Por lo general, el reparto de recursos se establece entre miembros de especies simpátricas que cuentan con alguna semejanza en cuanto a su papel en la comunidad. Las respuestas de estas especies, ya sean fisiológicas o etológicas se han podido evaluar gracias al estudio del nicho que los organismos ocupan.

Por otro lado, la superposición (o solapamiento) del nicho está determinado por el grado en que dos especies comparten un conjunto de recursos comunes o utilizan las mismas partes del ambiente. Mientras que la magnitud (o amplitud) del nicho determina si una especie es generalista respecto al uso de un determinado recurso dentro de un ensamble (Santoyo 2009).

La fauna del bosque nuboso del Parque Natural Cerro Verde (PNCV) ha sido poco estudiada, a pesar de que en El Salvador este tipo de bosque se encuentra

amenazado por la acción del hombre, éste es el hábitat de especies propias de lugares húmedos con rangos altitudinales restringidos.

Sobre los reptiles del PNCV, prácticamente solo se cuenta con la estimación de las especies que pueden habitar en este hábitat, pero no hay estudios ecológicos para esta zona que determinen la composición y riqueza de especies. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue cuantificar la diversidad y estimar el uso de los recursos espacio-temporales del ensamble de reptiles del PNCV, para dar un aporte en el conocimiento de los mismos.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 2.1 Definición del problema

Los diferentes hábitats en un bosque o ecosistema no son homogéneos, esto hace que las especies ocupen y exploten recursos espacio-temporales de forma diferencial, esto afecta directa o indirectamente sus valores de abundancia, diversidad y biomasa (García-R *et al.* 2005). La selección de estos recursos depende de la estructura física del ambiente, fisiología del organismo, protección frente a los depredadores y de las condiciones adversas del ambiente.

En los bosques nubosos, tal es el caso del PNCV, son distinguibles tres estratos (herbáceo, arbustivo, arbóreo), típicos de los bosques maduros (Macía y Fuentes 2008), los cuales ofrecen a los reptiles diversos recursos para la supervivencia. A pesar de ello, este refugio para la vida silvestre ha sido sometido a transformaciones con fines recreativos, las cuales tienen efectos directos sobre el ensamble de reptiles (Kattan 2002), puesto que al aumentar la intervención del hábitat, la calidad de los recursos disponibles disminuyen y aumenta la competencia por los mismos; mientras que en los hábitat pocos intervenidos hay una compleja gama de recursos por explotar, por lo que estas especies tienden a ocupar nichos concretos, es decir existe una baja competencia por usar los mismos recursos.

Los reptiles exclusivos de bosques de altura tienen adaptaciones particulares en cuanto a la termorregulación, humedad y alimentación (Sáenz-Jiménez 2010). Son sensibles a la menor intervención del hábitat (Martínez 2004), siendo los efectos más notables los cambios en la composición de especies, aumento de la probabilidad de extinciones locales, cambios en la distribución de especies y dificultades para encontrar microhábitats seguros contra los depredadores.

Las condiciones térmicas del ambiente y la fisiología de cada organismo, permite a los reptiles utilizar todos los microhábitats posibles. No obstante, este comportamiento está influenciado por la competencia, pues varias especies pueden buscar los mismos microhábitats para sobrevivir (Smith y Ballinger 2001). Para reducir la competencia, las especies que no son capaces de compartir



microhábitats, se ven obligadas a modificar los periodos de actividad y uso de los microhábitats a lo largo del día.

Desafortunadamente, es poco lo que se conoce sobre los reptiles del PNCV, solo se conoce el número aproximado de especies que pueden existir en ese sitio. Hasta la fecha aún no se tiene el registro de investigaciones que determinen la diversidad, composición y riqueza de estos organismos, ni trabajos que aborden las complejas interacciones de los reptiles con su entorno, por lo cual, existe un vacío de información sobre el uso del recurso espacio y tiempo por los reptiles de este Parque en particular.

Los estudios de uso de microhábitat y los patrones de actividad de los reptiles, permiten comprender cómo estas especies coexisten a través de estrategias de división de los recursos, el grado de interacción especie-ambiente, así como las interacciones competitivas como mecanismo de estructura del ensamble.

## **2.2 Objetivos**

### Objetivo general

1. Determinar el uso de los recursos espacio-temporales por un ensamble de reptiles del Parque Natural Cerro Verde (PNCV).

### Objetivos específicos

1. Cuantificar la diversidad alfa y beta de los reptiles del PNCV.
2. Estimar el solapamiento y la amplitud del nicho espacial y del nicho temporal del ensamble de reptiles.

## **2.3 Justificación**

El PNCV y otras áreas naturales protegidas colindantes, proveen refugio para una gran cantidad de especies silvestres propias de zonas montañosas y húmedas. Esto, a pesar de las perturbaciones por el avance de la frontera agrícola, la depredación de los recursos naturales y la masiva afluencia de turistas nacionales y extranjeros en vehículos automotores, principalmente en el área de uso intensivo del Parque. Aunque, con menor presencia en los senderos que requieren mayor

esfuerzo físico. En El Salvador aún son escasos los trabajos publicados sobre las especies de reptiles de zonas montañosas, o bien son estudios parciales. Tal es el caso del PNCV, que se desconocen las especies de fauna silvestre que lo habitan. Por lo cual es importante aumentar el número de estudios ecológicos no solo en reptiles, sino también en el resto de vertebrados.

Ante lo anterior, la presente investigación pretende aportar conocimiento sobre la diversidad y uso de los recursos espacio y tiempo del ensamble de reptiles del bosque nuboso del PNCV.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Los reptiles

La clase reptilia se compone de cuatro Órdenes. El Orden Testudines incluye las tortugas marinas y terrestres, el Orden Squamata incluye lagartos, serpientes y anfibénidos, el Orden Rhynchocephalia incluye tuataras y el Orden Crocodilia agrupa a las especies de cocodrilos, caimanes, gaviales y aligatores (Solomon *et al.* 2008). A diferencia de los anfibios, los reptiles tienen escamas que contienen queratina, estas crean una barrera impermeable que ayuda a prevenir la deshidratación en un medio adverso (Fontanilla *et al.* 2000).

Los reptiles son especies con respiración siempre pulmonar, corazón parcialmente dividido y fecundación interna; no sufren metamorfosis y carecen de glándulas cutáneas. Se conocen como animales de sangre fría, debido a que no usan mucho su metabolismo para controlar su temperatura corporal. Esta expresión tiende a ser inapropiada, pues nunca tienen la sangre fría cuando están en actividad; simplemente, su tasa metabólica muy baja, no les permite producir su propio calor, es por ello que la temperatura corporal se rige por la del medio ambiente. Entonces es preciso denominar a este grupo como animales ectotermos, contrariamente a los animales endotérmicos, que son capaces de mantener la temperatura corporal a través del metabolismo (Campbell y Reece 2007).

En particular los lagartos y serpientes tienen la capacidad de mantener una temperatura corporal relativamente alta haciendo uso de radiación solar (heliotermia) y de la temperatura del sustrato (tigmotermia) (Pianka y Vitt 2003). Además, desarrollan estrategias termorreguladoras que permiten mantener la temperatura corporal por encima de la temperatura ambiental (termorregulación activa) o incrementando su temperatura conforme aumenta la ambiental (termorregulación pasiva o termoconformismo) (Woolrich-Piña *et al.* 2006, Uetz 2010).

Los reptiles son animales que han colonizado gran cantidad de hábitats a lo largo de millones de años de evolución. El hecho de que un reptil no gasta energía en calentar y mantener su temperatura corporal, les permite pasar mucho más

tiempo sin comer que un animal de sangre caliente, lo que convierte a los reptiles en criaturas aptas para la supervivencia en hábitats extremos, como los desiertos y lugares secos hasta en lugares húmedos y lluviosos (Labra *et al.* 2008).

Ciertos reptiles han evolucionado de forma que son capaces de sobrevivir a las bruscas bajadas de temperatura nocturna de los climas de montaña, como en los bosque nubosos donde la temperatura promedio puede variar de 12 a 23 °C (González-Espinosa *et al.* 2012). Los reptiles que habitan estos ambientes tienen adaptaciones como el ovoviviparismo y el viviparismo e hibernan durante meses en las épocas más frías de estos climas y solo entran en actividad cuando el clima es más propicio (Boost 2016). Además, algunas especies se han adaptado bien a la falta de oxígeno incrementando la capacidad de su corazón y pulmones, así como el contenido en glóbulos rojos de su sangre (Codron 2011).

### **3.2 La Diversidad**

En la literatura científica existen numerosos conceptos sobre biodiversidad. Moreno (2001), la define como la variabilidad existente entre los organismos vivientes y entre los complejos ecológicos de los que forman parte. Mientras que Smith y Smith (2007) y Siqueiros (2005), consideran a la diversidad como la combinación del número de especies (o riqueza) con la equidad (o uniformidad) relacionada con los individuos de cada especie.

Para el estudio de las especies de un área específica se recurre al uso de los grupos y subgrupos de especies. Para ello se toman en cuenta tres componentes principales: la diversidad alfa, entendida como la riqueza de una muestra territorial; la diversidad beta, como la diferencia en la composición de biotas entre sitios; y la diversidad gamma, como el número de especies que forman un conjunto de sitios o comunidades que integran un paisaje (Magurran 2004).

Tal división de los componentes ha generado distintos métodos e índices para medir y cuantificar la composición de especies en diferentes ecosistemas a distintas escalas espaciales, así como para calcular la similitud entre sitios (Kappelle y Brown 2001).

### 3.3 Ensamble de especies

Los términos que hacen referencia a las agrupaciones en la naturaleza varían dependiendo de los organismos a tratar, por ejemplo en las plantas se usa el término asociación, mientras que para los animales es la comunidad, siendo este último término el más utilizado para estudiar las poblaciones en un espacio y tiempo determinado (Jaksic y Marone 2007).

La gran cantidad de información generada en torno a las comunidades bióticas, ha hecho que sus términos sean inexactos y en ocasiones erróneamente entendidos, ante esto se han sugerido vocablos que faciliten y aclaren estos conceptos. Uno de los conceptos que se puede abordar desde diferentes perspectivas, es la comunidad (Fauth *et al.* 1996):

Punto de vista filogenético (taxa): las especies se encuentran relacionadas genealógicamente considerando jerarquías taxonómicas (géneros, familias, orden, clase).

Punto de vista geográfico (comunidades): los límites a considerar están determinados por espacios físicos, es el número de especies en un tiempo y espacio específico.

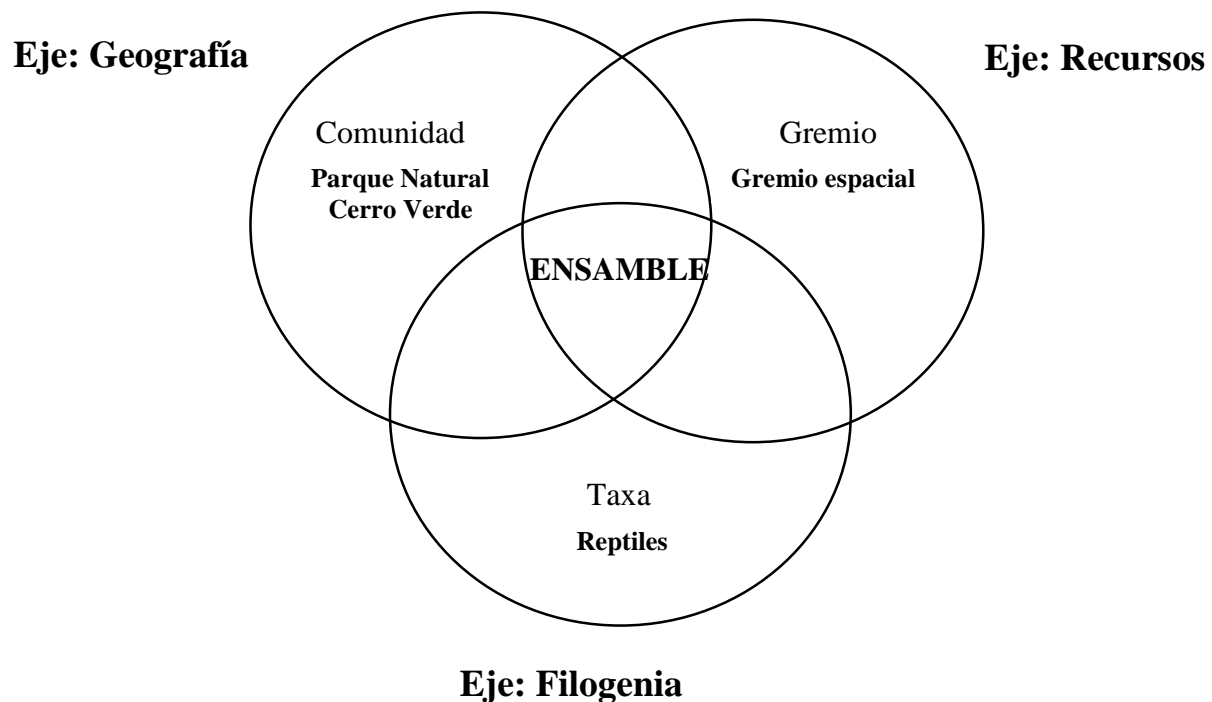
Punto de vista ecológico (gremio): la relación que existe entre los organismos que comparten el uso de un recurso.

El uso de estos términos no debe ser de forma aislada, sino de manera integral. Así la interacción entre el punto de vista filogenético y el geográfico crea el concepto de ensamblaje, el cual es definido como un grupo de especies relacionadas filogenéticamente dentro de la comunidad; el geográfico y el uso de recursos crea el concepto de gremios, donde las especies comparten un recurso común y ocurren en la misma comunidad. Gitay y Noble (1997), clasifica a los gremios en alimentarios, espaciales, tróficos, estructural, taxonómico y funcional.

La integración entre los tres puntos de vista da como resultado el término ensamble, definido como un “grupo de especies, delimitadas filogenéticamente que coexisten en un espacio determinado y usan de manera similar los recursos

disponibles” (Figura 1) (Fauth *et al.* 1996, Moreno *et al.* 2007). En cambio, la comunidad es definida como un grupo de especies (no necesariamente del mismo grupo taxonómico) que habitan en un área geográfica delimitada (Moreno 2001).

La propuesta anterior logra una frontera entre los términos, aunque en la literatura clásica acerca de la ecología de comunidades se maneja ambiguamente el vocablo, por lo que las propiedades que caracterizan a la comunidad en el sentido estricto (diversidad de especies, estructura, dominancia, abundancia, composición, riqueza, etc.) serán propias del ensamble (Fuentes 2010).



**Figura 1.** Definición de ensamble, como producto de la interacción de tres ejes principales: Geográfico, Filogenia y Recursos. Definición adaptada de Fauth *et al.* 1996.

La forma en que los ensambles se estructuran y la determinación de los procesos que llevan a su constitución actual han sido y siguen siendo tópicos altamente debatidos en ecología de comunidades y macroecología. A pesar del largo debate, los principales ecólogos concuerdan en que los ensambles tienen una estructura y que la misma puede variar según las especies que las conforman, las interacciones entre ellas y con el ambiente (Jaksic y Marone 2007).

### **3.4 Nicho ecológico**

El concepto de nicho ecológico describe el rol de una especie en la comunidad y define todos los vínculos entre población, comunidad y ecosistema. El concepto original de nicho, es considerado como la primera definición formal de nicho y con una clara influencia sobre los conceptos de nicho utilizados en la actualidad, por ejemplo, la sobreposición (o solapamiento) de nicho o la magnitud del nicho. Este concepto como muchos términos en ecología, carece de una definición unificada y en ocasiones es confundido con el concepto de hábitat (Soto 2012).

Es habitual que en estudios sobre el rol funcional de las especies se seleccionen tres dimensiones principales del nicho: alimento, espacio y tiempo; mismos que corresponden a los tres grandes recursos del ambiente (Gutiérrez-Cárdenas 2006). El estudio de los repartos de recursos a través de la amplitud y magnitud del nicho en cualquiera de sus dimensiones ayuda a comprender la manera en que las especies coexisten (García-De la Peña 2007)

Si bien los conceptos de nicho ecológico y hábitat o espacio ecológico se relacionan a menudo están vinculados al espacio geográfico. De manera que, el estudio de la ubicación de las especies en su espacio geográfico, permite la identificación de sus propiedades ecológicas y la asociación de estas propiedades con elementos espaciales, lo cual, da lugar a la distribución potencial de la especie en un área geográfica específica (Araujo y Guisan 2006).

De acuerdo con Soberon (2007), es importante reconocer el papel potencial de la especie dentro del ecosistema mediante la descripción de dos tipos de nichos: fundamental y realizado.

El nicho fundamental se define como el lugar que ocupa una especie en ausencia de la competencia. No obstante, este tipo de nicho rara vez se produce en condiciones naturales, pues los ecosistemas están formados por conjunto de especies que coexisten e interactúan entre las especies. Mientras que el nicho realizado, incluye las interacciones de las especies y hace referencia a la distribución de las especies en el ambiente, tomando en cuenta la presencia de los competidores. Esto conlleva a la idea de partición del nicho, considerado como el

mecanismo que permite la coexistencia de las especies en el ecosistema (Soto 2012).

El principio de exclusión competitiva, incluido dentro del concepto de nicho realizado y aplicable en la coexistencia de las especies dentro del ensamble; sostiene que dos o más especies son capaces de coexistir debido a la diferenciación de sus nichos. Y que al habitar en la misma zona con requerimientos similares, al menos una de esas especies puede modificar el uso del recurso de uso común (Araujo y Guisan 2006, Begon *et al.* 2006).

También, este principio sostiene que si no hay diferenciación del nicho de dos especies competidoras, entonces, una de las especies eliminará o excluirá a la otra. Esta exclusión ocurre cuando hay sobreposición completa del nicho en cualquiera de sus dimensiones, por parte del competidor superior sobre el competidor inferior (Moreno *et al.* 2007).

### **3.5 Recurso espacio**

En términos generales, el hábitat se define como el espacio, los recursos y las condiciones presentes en un área específica que permite la supervivencia de un organismo, es decir, que una especie pueda perpetuar su presencia en el ecosistema. Estas variables indican que si un individuo vive e interactúa en un sitio determinado, es porque ese lugar cumple los requerimientos que el individuo o grupo de individuos necesita (Finlayson *et al.* 2008).

Existen cuatro categorías o escalas utilizadas como punto de referencia para evaluar el hábitat: microhábitat, mesohábitat, macrohábitat y megahábitat (Cuadro 1). Las categorías macrohábitat y microhábitat son las más usadas y se refieren a una escala del paisaje en el que un estudio se está llevando a cabo para una especie o grupo de especies en un hábitat específico. El macrohábitat se refiere a un tipo de vegetación en un área delimitada; mientras que el microhábitat, a las características propias del hábitat a una escala individualizada, como es la estructura de la vegetación, (Gallina-Tessaro y López-González 2012).



Los atributos del hábitat, están incluidos en varias unidades de hábitats en una región geofísica particular denominada paisaje. Estas regiones pueden reunir y ofrecer una variedad de unidades de vegetación en combinación con aspectos físicos del terreno que juntos pueden ser utilizados con mayor eficiencia por una especie (Morrison *et al.* 2008).

**Cuadro 1.** Clasificación de las categorías para evaluar el hábitat. Tomado de Gallina-Tessaro y López-González 2012.

Unidad	Escala o categoría	Superficie
Elemento del paisaje	Microhábitat	cm <sup>2</sup> a m <sup>2</sup>
Unidad del ecosistema	Mesohábitat	<10,000 km <sup>2</sup>
Región	Macrohábitat	10,000 a 1,000,000 km <sup>2</sup>
Provincias biogeográficas	Megahábitat	>1,000,000 km <sup>2</sup>

Las características adaptativas de varias especies indican que algunas prefieren aprovechar microhábitat específicos, por lo cual su competencia por el recurso es mayor al tener restricciones sobre el uso de ese recurso; mientras que otros organismos capaces de desarrollarse en varios microhábitat, aun cuando comparten ciertos sustratos, evaden cualquier encuentro competitivo por dichos recursos (Altamirano-Álvarez *et al.* 2012).

La selección o preferencia del hábitat es un proceso activo por el cual los individuos de una especie eligen entre los distintos recursos disponibles. Es un proceso jerárquico que abarca los cuatro niveles para evaluar el hábitat (desde lo general como el macrohábitat o megahábitat hasta lo específico como el microhábitat) (Noguerales 2013).

En la selección de hábitat, las poblaciones se reparten el espacio en variados microhábitats que son diferentes entre sí y en los cuales los individuos se mueven para obtener los demás recursos. Las especies se establecen y subsisten en hábitats con buena calidad, lo cual indica que estos factores influyen en la

regulación poblacional y en el mantenimiento de la biodiversidad. Además, esta selección se encuentra relacionada con la disponibilidad, que se refiere a la facilidad que tiene el individuo acceder a los recursos físicos y biológicos (Rowston *et al.* 2002).

El resultado de la selección es la preferencia, que implica el uso diferencial de unos recursos por otros (Montañez 2009). El uso es la forma en la que el animal utiliza los recursos físicos y biológicos que le provee el medio. El hábitat puede ser usado con diversos fines, como la protección contra depredadores, forrajeo, reproducción, descanso y nidación o percha (Finlayson *et al.* 2008). Los factores que controlan el uso de microhábitat están relacionados con aspectos termorregulatorios, evasión de la competencia interespecífica, selección de tamaño de territorio, entre otros (Mella 2007).

### **3.6 Recurso tiempo**

El uso del tiempo por parte de los reptiles, principalmente en lacértidos, está estrechamente relacionado con los periodos de actividad diaria o estacional y dependen primordialmente de la temperatura del ambiente y de los microhábitat que usan (Valdez 2013). El desarrollo de un periodo de actividad por parte de un organismo, es una estrategia que ha modelado la estructura de las comunidades a través de la evolución (García-De la Peña 2007).

La variabilidad de la actividad temporal, diaria y estacional con el uso diferencial del microhábitat, representan los mecanismos termorregulatorios más importantes en ectotermos (Velásquez y González 2010). Por lo tanto, la mayor actividad de una especie ocurre en horas en que la temperatura del aire es favorable para facilitar su termorregulación, siendo la actividad una respuesta a las características térmicas del ambiente (Smith y Ballinger 2001, Valdez 2013).

La duración de la temperatura favorable es mayor en sitios con temperaturas ambientales más elevadas, de esta forma, los periodos de actividad para alimentación se pueden prolongar; en contraste con ambientes con climas templados o fríos donde el periodo favorable es más corto y como consecuencia hay menor tiempo disponible para alimentarse (Cruz *et al.* 2014).

Se ha evidenciado que en el ciclo de actividad, el tamaño corporal afecta la inercia térmica, al influir en las tasas de enfriamiento y calentamiento; estas dos características pueden determinar los periodos de actividad temporal y diarios, dado que los individuos más pequeños se encuentran activos más temprano que aquellos más grandes. Es por ello que la frecuencia de actividad es una importante variable ecológica para la comprensión de la ecología de reptiles (Castillo *et al.* 2015).

El uso del tiempo en reptiles se puede ver influenciado por la época seca del año, donde los días despejados son abundantes y favorables, a diferencia de la temporada de lluvias, lo cual en teoría, no permite un ambiente térmico favorable para los reptiles. Por otra parte, las lagartijas y serpientes tienden a realizar recorridos más largos o concentrarse en lugares donde existe mayor disponibilidad de presas, lo cual las vuelve más conspicuas (Macip-Ríos *et al.* 2013).

La segregación temporal diaria puede favorecer la coexistencia al evitar una confrontación directa de los individuos o al reducir el traslape en el uso de los microhábitat o el alimento (Kronfeld-Schor y Dayan 2003). Se ha encontrado que cuando las especies presentan poco traslape en el uso del tiempo, la competencia por otro tipo de recurso, principalmente por el alimento, tiende a ser menor (García-De la Peña *et al.* 2007).

El intervalo de tiempo en que los reptiles están activos, más evidente en lacertilios y serpientes, suele estar relacionado con el tipo de clima, la intensidad de la luz solar, temperatura del ambiente y la hora de actividad de las presas. El principal uso del tiempo de parte de estas especies es para llevar a cabo actividades importantes como la termorregulación, la alimentación y reproducción (Díaz y Cabezas-Díaz 2004, García-De la Peña *et al.* 2007).

### **3.7 Los bosques nubosos**

Los bosques nubosos (BN) o también conocidos como bosque mesófilo de montaña (Villaseñor 2010), son un tipo de bosque que se asocia a una estacionalidad poco marcada y presencia abundante de neblina a nivel de la vegetación. La distribución de estos bosques obedece a la historia biogeográfica y

al reciente cambio de uso del suelo para la agricultura de cultivos anuales o plantaciones de café (González-Espinosa *et al.* 2012).

El patrón climático más influyente del BN, es la cobertura nubosa; esta se forma por procesos orográficos y de convección siguiendo ciclos diarios relacionados con el flujo del aire y la temperatura, lo que se traduce en la cobertura vegetal típica de estos bosques (Silver *et al.* 2001).

Los suelos de los BN suelen ser profundos con abundante materia orgánica. Los altos niveles de precipitación y una baja evapotranspiración, originan suelos saturados, adecuados para organismos anaerobios, que generan suelos ácidos, con pH de 4 a 6 (González-Espinosa *et al.* 2012).

Es frecuente que en los bosques nubosos, los troncos de árboles, las ramas y la superficie de las rocas estén cubiertos de musgos, helechos, orquídeas y otras plantas epífitas. Lo cual genera una amplia gama de hábitat para la fauna. A pesar de que estos bosques han sido poco estudiados, se sabe que se trata de almacenes de biodiversidad y alto endemismo local (IUCN 2000).

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1 Ubicación del área de estudio**

El Parque Natural Cerro Verde (PNCV), se ubica entre los 13° 49' N y 89° 39' W a 77 km de la ciudad de San Salvador, entre los 1950 y 2030 msnm. (Flores *et al.* 2012). Sus límites están: al norte, oriente y occidente con el municipio de Santa Ana y al sur con el municipio de Izalco, departamento de Sonsonate. El PNCV consta de 52 manzanas (0.37 km<sup>2</sup>) de extensión. Actualmente, el PNCV forma parte del Área Natural Protegida Parque Nacional Complejo Los Volcanes, dentro del área de conservación Apaneca-Illamatepec, declarada por la UNESCO en 2007 como Reserva de la Biosfera (MARN 2016) (Figura 2).

### **4.2 Descripción biofísica del área de estudio.**

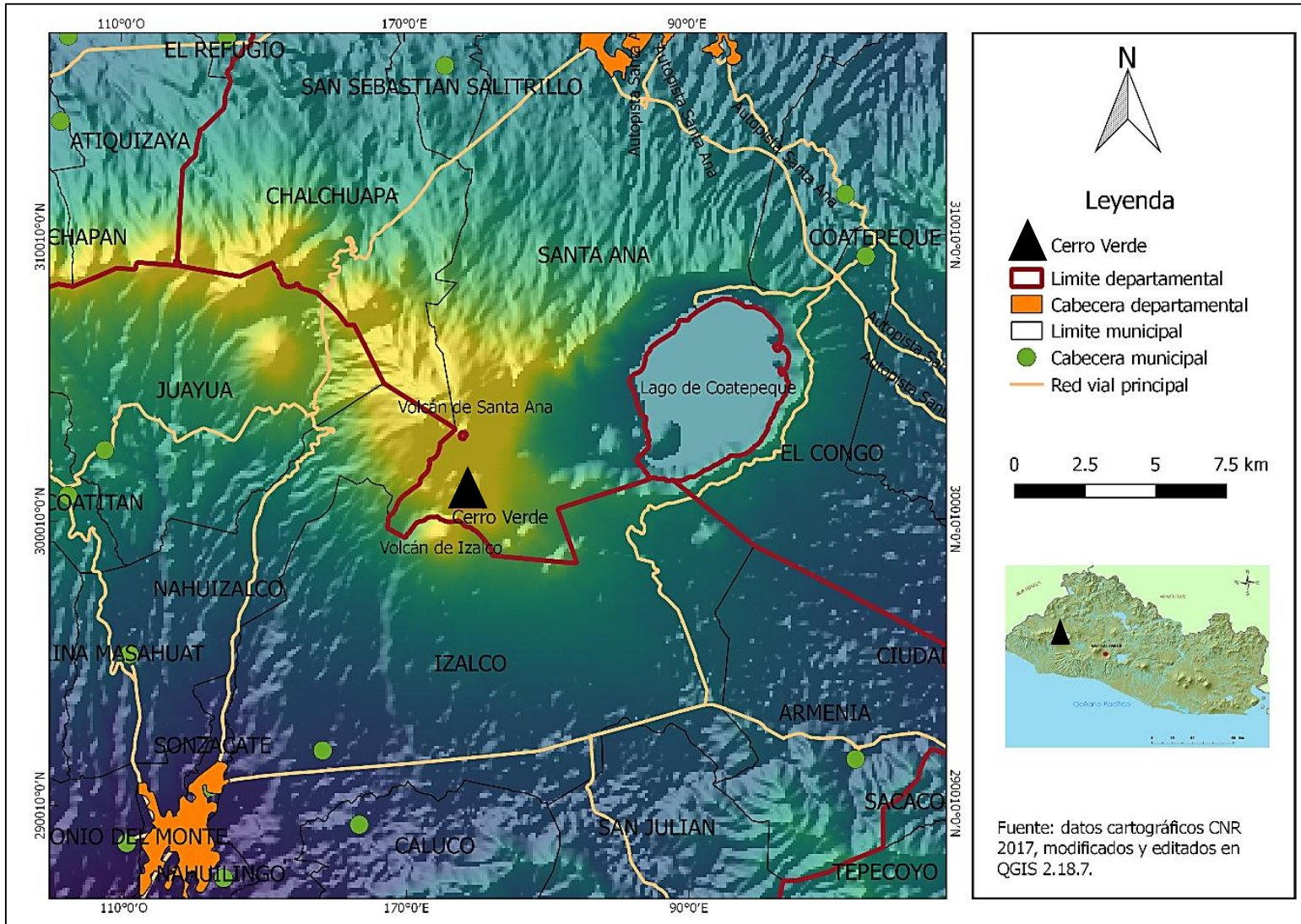
#### **4.2.1 Tenencia de la tierra**

El PNCV está constituido por tierras estatales, así figura en el Centro Nacional de Registros. El Parque es manejado por el Instituto Salvadoreño de Turismo (ISTU); fuera de los límites del parque es propiedad privada y propiedad del Estado que aún no ha sido transferida al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN 2004).

#### **4.2.2 Clima**

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, el PNCV posee un clima tropical de altura, clima que en nuestro país se presenta en montañas superiores a los 1800 msnm (Gallo y Rodríguez 2007).

Respecto a la temperatura, abril es el mes más cálido (15.5 °C en promedio), y diciembre el más frío (12 °C en promedio). La humedad relativa promedio es de 80%; y las precipitaciones anuales son de 2,200 mm. Los vientos son muy variables, oscilan entre 1 y 5 nudos, es decir entre 10 km/h y 50 km/h (García *et al.* 2009).



**Figura 2.** Mapa de la ubicación geográfica del área de estudio (Creación propia).

### 4.2.3 Geomorfología

El Cerro Verde es un estratovolcán de orígenes antiguos, probablemente tuvo su última erupción en la época holocena (entre 1 y medio millón de años atrás); tiene rasgos geomorfológicos similares con estratovolcanes antiguos de la cordillera de Apaneca, como el Cerro el Águila, y el Cerro Los Naranjos (Gallo y Rodríguez 2007).

De acuerdo con el mapa agrológico de El Salvador, el PNCV presenta un suelo de Clase VI. Estos suelos no son aptos para desarrollar cultivos intensivos y se limitan para cultivos permanentes como frutales, bosques y pastizales (Cerrato 2010).

### 4.2.4 Hidrografía

El Cerro Verde constituye la cabecera de las cuencas hidrográficas de los ríos: Grande de Sonsonate y Banderas, así como la subcuenca del Río Paz correspondiente al Río Pampe, otra cuenca importante es la del Lago de Coatepeque de origen endorreico. En el PNCV no existe ningún curso de agua permanente, aunque algunas quebradas pueden llevar agua temporalmente en la época de lluvias (MARN 2004).

### 4.2.5 Flora

El Cerro Verde constituye uno de los bosques nubosos más representativos del país. Estos bosques se desarrollan en sitios con altos promedios de precipitación y alta humedad relativa, lo que les proporciona el aspecto de bosques siempre verde. Delgado *et al.* (2000), clasifican al bosque nuboso como vegetación cerrada siempre verde tropical ombrófila montana nubosa. Es abundante el epifitismo entre hepáticas, musgos, orquídeas y bromelias sobre ramas de árboles (Cerrato 2010).

Las especies arbóreas dominantes entre 1940 y 2030 msnm son: *Rondeletia laniflora* y *Quercus* sp. Las familias mejores representadas en ese gradiente altitudinal son: Rubiaceae (*Rondeletia laniflora*), Proteaceae (*Roupala borealis*), Fagaceae (*Quercus* sp. y *Quercus corrugata*), Compositae (*Perrimenium grande*, *Montanoa guatemalensis*), Styracaceae (*Styrax argentus*), Lauraceae (*Ocotea lundelii*), Myrsinaceae (*Ardisia compressa*) y Fabaceae (*Inga* sp, *Erythrina guatemalensis*, *Dalbergia lineata* y *Lonchocarpus salvadorensis*) (Grijalva 2006).

#### **4.2.6 Fauna**

Para el área del Parque Nacional Los Volcanes (del cual el PNCV forma parte) y alrededores, se han registrado 325 especies de vertebrados; 9 de anfibios, 34 de reptiles, 211 de aves y 71 de mamíferos (Komar *et al.* 2006).

#### **4.3 Metodología de campo**

##### **4.3.1 Zonas de muestreos**

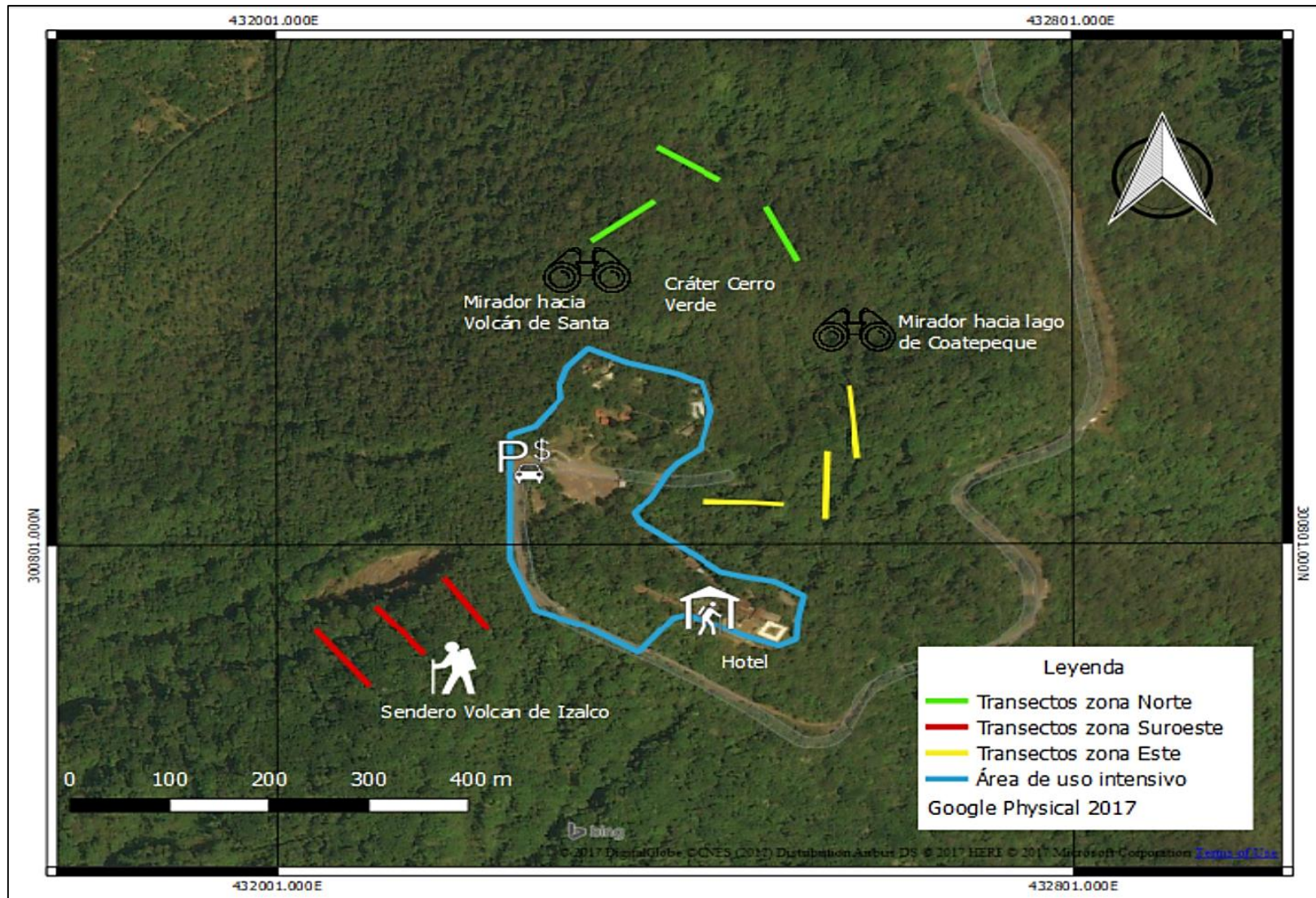
Se establecieron tres zonas de muestreo, localizadas en el área boscosa más representativa de la vegetación del bosque nuboso y que rodea la zona de uso intensivo del Parque Natural, donde la perturbación por visitantes es menos marcada: zona Suroeste ( $13^{\circ} 49' 29.63''$  N y  $89^{\circ} 37' 30.63$  W, área de  $0.02 \text{ Km}^2$  aprox.), zona Norte ( $13^{\circ} 49' 71''$  N y  $89^{\circ} 37' 42''$  W, área de  $0.03 \text{ Km}^2$  aprox.) y zona Este ( $13^{\circ} 49' 68''$  N y  $89^{\circ} 37' 21''$  W área de  $0.03 \text{ Km}^2$  aprox. ). En el sector Oeste se ubican tierras privadas y es de difícil acceso, por lo que no se incluyó en el muestreo.

Dentro de cada zona se trazaron tres transectos de 100 m de longitud por 10 m de ancho (Figura 3) (Díaz 2012). La disposición de los transectos no fue similar entre las zonas debido a las condiciones del terreno, por lo cual, ésta disposición obedeció a la dirección de los senderos turísticos preestablecidos por los guardaparques. En cada uno se procuró que tuviera la misma altitud de principio a fin. Los transectos se ubicaron al menos a 20 metros de los senderos turísticos; mientras que la distancia promedio entre transectos por zona fue de 50 m para evitar sesgos en los conteos.

##### Zona Suroeste

Esta zona de muestreo se ubica en la ladera hacia el volcán de Izalco, aproximadamente a 1950 msnm. Se caracteriza por la presencia de árboles de hasta 30 m de altura y base de hasta 200 cm de circunferencia. Se evidenció poca o nula vegetación herbácea y capa de hojarasca de aproximadamente 25 cm de profundidad. La inclinación del terreno es de aproximadamente  $25^{\circ}$  (Figura 4).





**Figura 3.** Ubicación de los transectos en el PNCV (Creación propia).



**Figura 4.** Vegetación del bosque nuboso en la zona Suroeste del PNCV.

#### Zona Norte

Se localiza entre el mirador turístico con vista al volcán de Santa Ana y el sendero hacia el centro recreativo “Casa de cristal”, en la línea altitudinal de 1990 msnm, la cobertura vegetal generalmente no sobrepasa los 18 m de altura. Aquí el bosque nuboso se encuentra fragmentado debido a la tala del bosque realizada hace unos años, para llevar a cabo el proyecto de electrificación en la zona de uso intensivo del Parque. Se evidenció abundante vegetación herbácea y hojarasca. La inclinación del terreno varía entre 10° y 15° aproximadamente (Figura 5).

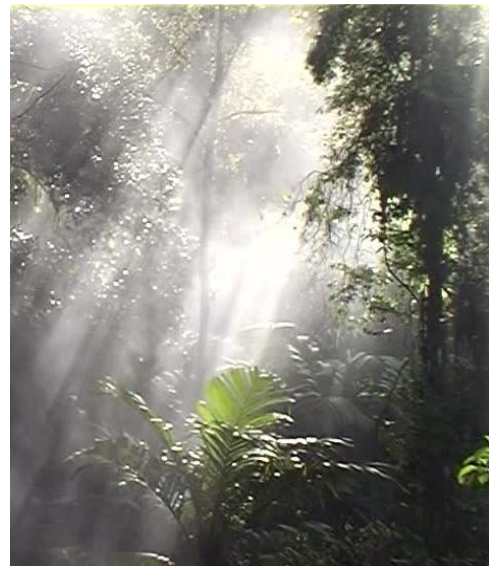
#### Zona Este

En esta zona se percibió una mayor concentración de hidrometeoros (rocío y neblina). Se ubica a 2010 msnm; con dos estratos de la vegetación: el arbóreo, con individuos de hasta 25-30 m de altura, y el arbustivo de aproximadamente 5 m de altura. Se evidenció poca vegetación herbácea. Esta zona se localiza entre el mirador turístico con vista al lago de Coatepeque y la parte final del sendero “Una

ventana a la naturaleza”. La inclinación del terreno es de aproximadamente 20° (Figura 6).



**Figura 5.** Vegetación de bosque nuboso en la zona Norte del PNCV.



**Figura 6.** Vegetación de bosque nuboso en la zona Este del PNCV.

### 4.3.2 Muestreos

Se hicieron visitas mensuales al área de estudio con dos días de duración, entre enero y junio de 2016. En un día estándar de muestreo se recorrieron las tres zonas de muestreos en sus respectivos transectos. De tal manera que al final de la fase de campo, cada transecto se muestreo 12 veces.

El horario de muestreo fue de 07:00 h a 12:00 h, y de 13:00 a 18:00 h. Conforme pasaban los días de muestreos, hubo alternación en cuanto a la hora de visita a cada zona, de tal manera, que todas fueran muestreadas dentro del horario establecido. La toma de datos en cada transecto duró 40 minutos aproximadamente.

En cada transecto se aplicó la técnica de búsqueda intensiva de individuos (Carvajal-Cogollo *et al.* 2007); cuando no fue posible la identificación de especie a simple vista, se capturaron manualmente los individuos y se usó la clave taxonómica descrita por Kholer *et al.* (2006), posterior a la identificación se liberaron los individuos.

En cada sesión de muestreo se obtuvo la siguiente información: especie, número de individuos, hora de observación, microhábitat y actividad del individuo al momento de la observación y temperatura del ambiente (Stellatelli y Vega 2010). Todos los datos de campo fueron anotados en una hoja de registro.

#### Uso del recurso espacial

Se determinó por el análisis de la amplitud y solapamiento del nicho espacial de los reptiles. Para ello, se registró el microhábitat en donde fue observado por primera vez cada individuo, los cuales se categorizaron de acuerdo a los microhábitats identificados en un recorrido de prospección en las tres zonas de muestreo:

- 1) Hojarasca: microhábitat formado por las hojas secas caídas de las plantas y que cubren el suelo.
- 2) Sobre hoja: parte superior de las hojas en su mayoría de plantas arbustivas.

3) Rama: se buscaron individuos en ramas de árboles y arbustos, ya sea en ramas en posición vertical como horizontal

4) Roca: se buscaron individuos sobre las rocas localizadas dentro de los transectos.

5) Estructura artificial: este microhábitat incluye cercas o plataformas prefabricadas y que se encuentran dentro de los transectos.

6) Tronco caído: troncos de árboles a nivel de la superficie del suelo que ya no realizan ninguna función vital, pero que sirve de refugio para una amplia gama de organismos.

7) Entre hierba: microhábitat formados por plantas no leñosas, se observó que en las zonas de muestreo no sobrepasan los 30 cm de altura.

8) Tronco de árbol en pie: troncos en pie de árboles vivos o marchitos hasta una altura de 10 m.

#### Uso del recurso temporal

Se determinó por el análisis de la amplitud y solapamiento del nicho temporal de los reptiles. Con este propósito se registró la hora en que fue observado cada individuo, delimitando diez franjas horarias con duración de una hora, desde las 7:00 h a 12:00 h, y de 13:00 a 18:00 h. Se delimitaron estas franjas horarias debido a que los reptiles de zonas altas tienen mayor actividad diurna y usan estas horas para alimentarse, lo cual hace más fácil su observación (Macip-Ríos *et al.* 2013). También se registró la actividad que realizaban los individuos al momento de observarlos por primera vez, según estas categorías: 1) Termorregulación, 2) Alimentación, 3) Reproducción y 4) Refugio.

#### **4.4 Análisis de datos**

##### Resultados generales

El conjunto de datos obtenidos, se ordenó en matrices, de acuerdo a la jerarquía taxonómica, abundancia absoluta y distribución de especie.

Para establecer la riqueza total de reptiles, se usó el estimador Jack 2 y para estimar la diversidad total, se usaron los índices de Margalef y de Shannon Wiener. El índice de Simpson fue usado para establecer la dominancia de especies, mientras que el índice de Pielou para la equidad de especies.

#### Diversidad alfa

Para cada zona se estableció la riqueza de especies a través del estimador de riqueza Chao 2, ya que asume que los datos provienen de ambientes homogéneos. También, se obtuvieron los valores de diversidad de Margalef, Shannon Wiener; los valores de dominancia al aplicar el índice de Simpson y la equidad a través del índice de Pielou.

#### Diversidad beta

Se utilizó el índice de similitud de Sorensen para comparar el grado de similitud o asociación de las especies presentes en las zonas de muestreos a partir del número de especies compartidas (Moreno 2001).

Todos los estimadores de riqueza e índices ecológicos de la diversidad total, alfa y beta fueron obtenidos por medio del programa BioDiversity Professional 2.0.

#### Ensamble de reptiles

##### Solapamiento del nicho

El uso del microhábitat y horario de actividad de los reptiles se determinó usando la ecuación de Pianka, donde la superposición o solapamiento vale 0 cuando no existe superposición de la dimensión evaluada entre pares de especies y 1 cuando la superposición es completa: 100%.

##### Amplitud del nicho

Para determinar el nivel de especialización de cada una de las especies de reptiles, se calculó la amplitud o magnitud de nicho (espacial y temporal) utilizando el índice de amplitud de nicho de Simpson en forma estandarizada por Levins. Los

valores cercanos a 0 indican que los organismos son selectivos y a 1, cuando son generalistas (Álvarez y Sarabia 2006).

Tanto los datos de solapamiento y magnitud del nicho espacial y temporal se obtuvieron para todo el Parque, ya que entre mayor datos se tienen, mayor es la confiabilidad de los resultados de los índices. Estos datos fueron procesados en el programa Microsoft Excel 2013.

## V. RESULTADOS

### 5.1 Resultados generales

#### 5.1.1 Composición taxonómica

Se registraron cinco especies de reptiles, todas del Orden Squamata o Escamosos. Cuatro especies de lacertilios y una de serpiente (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Composición taxonómica de las especies de reptiles del PNCV.

ORDEN	SUBORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Squamata	Lacertilia	Dactyloidae	<i>Norops heteropholidotus</i>	Anolis vientre liso
			<i>Norops tropidonotus</i>	Anolis escamoso
			<i>Norops crassulus</i>	Anolis adornado
		Phrynosomatidae	<i>Sceloporus malachiticus</i>	Talconete
	Serpentes	Dipsasidae	<i>Tropidodipsas sartorii</i>	Tragababosa anillada

Cabe destacar que según el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN, 2015), las tres especies de *Norops* están amenazadas de extinción, en tanto que las otras especies, no presentan amenaza de extinción.

#### 5.1.2. Abundancia

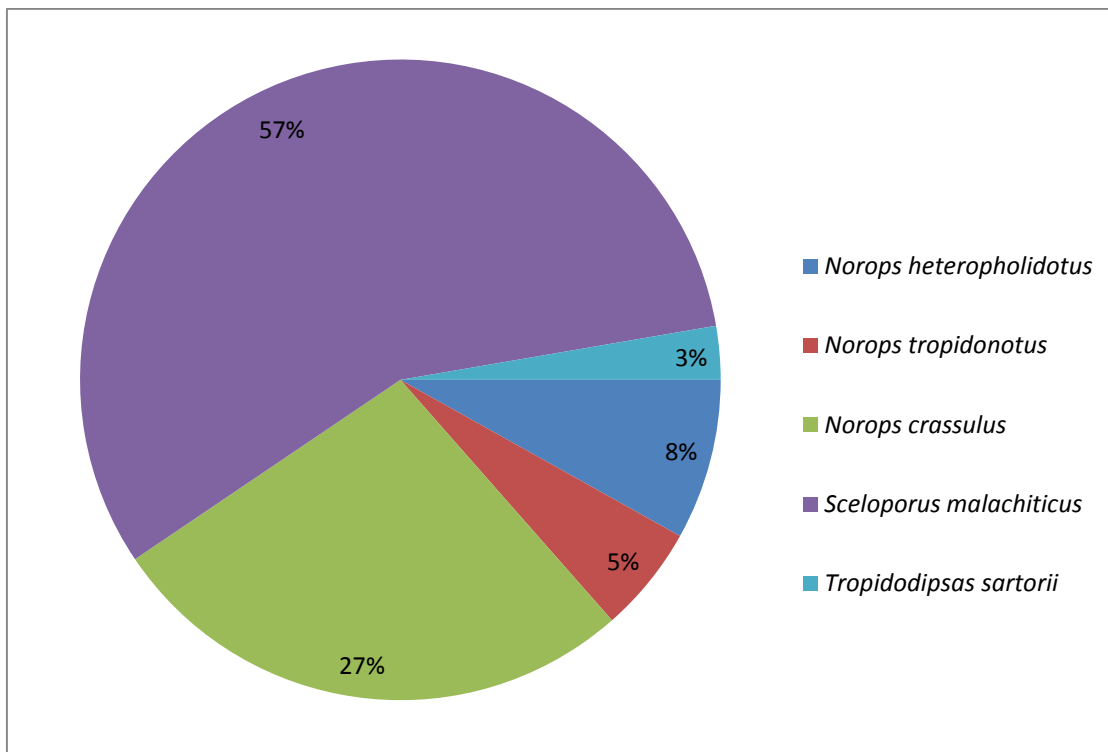
En total se registraron 37 individuos de reptiles, de los cuales solo uno pertenece al grupo de las serpientes (*T. sartorii*), el resto son lacertilios. *Sceloporus malachiticus* fue la especie más abundante con 21 individuos registrados, le sigue *Norops crassulus* con 10 individuos; *N. heteropholidotus* y *N. tropidonotus* fueron las menos abundantes (Cuadro 3).

El gráfico 1 muestra el porcentaje de la abundancia de los reptiles. El 56.76% de los individuos fue para *S. malachiticus*, 27% para *N. crassulus*; y 5% y 3% para *N. heteropholidotus* y *T. sartorii* respectivamente.



**Cuadro 3.** Abundancia absoluta de las especies de reptiles registradas en el PNCV.

FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA ABSOLUTA
Dactyloidae	<i>Norops heteropholidotus</i>	3
	<i>Norops tropidonotus</i>	2
	<i>Norops crassulus</i>	10
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus malachiticus</i>	21
Dipsasidae	<i>Tropidodipsas sartorii</i>	1
TOTAL		37



**Gráfico 1.** Porcentaje de abundancia de las especies de reptiles registradas en el PNCV.

### 5.1.3 Distribución de especies por zona

En la zona sur se contabilizaron ocho individuos de tres especies del suborden Lacertilia. *S. malachiticus* con seis, y *N. heteropholidotus* y *N. crassulus* con un individuo cada especie (Cuadro 4).

La abundancia de especie para la zona Norte fue de 26 individuos. Las especies más abundantes fueron *S. malachiticus* con 13 individuos, y *N. crassulus* con 9 individuos, mientras que *N. tropidonotus* y *T. sartorii* solo registraron un individuo cada especie.

En cuanto a la zona Este, solo se registraron dos lacertilios: *S. malachiticus* con dos individuos y *N. tropidonotus* con un solo individuo.

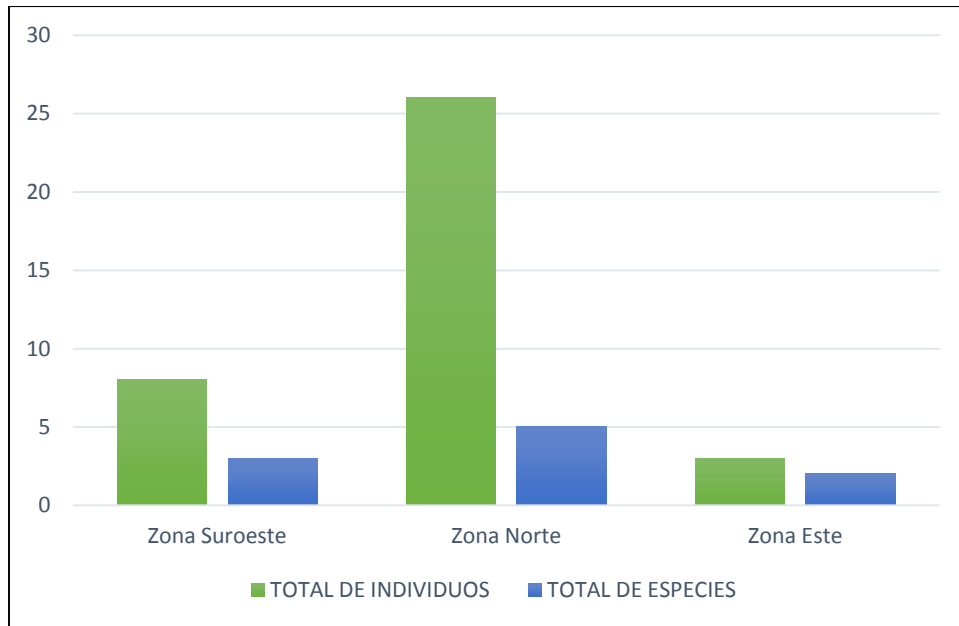
**Cuadro 4.** Distribución de los individuos en cada zona de estudio del PNCV.

ESPECIE	ZONA SUROESTE	ZONA NORTE	ZONA ESTE
<i>Norops heteropholidotus</i>	1	2	0
<i>Norops tropidonotus</i>	0	1	1
<i>Norops crassulus</i>	1	9	0
<i>Sceloporus malachiticus</i>	6	13	2
<i>Tropidodipsas sartorii</i>	0	1	0
TOTAL DE INDIVIDUOS	8	26	3
TOTAL DE ESPECIES	3	5	2

El gráfico dos, muestra la comparación de la abundancia y riqueza de especies por zonas de estudios. La zona norte fue la que presentó mayor número de individuos y especies. La zona Este fue la de menor abundancia y riqueza de especies.

#### 5.1.4 Resultados por meses

De acuerdo con el cuadro cinco, los meses marzo, abril y mayo son los que presentaron mayor número de individuos.



**Gráfico 2.** Comparación de la abundancia de individuos y riqueza de especies entre zonas de estudio.

**Cuadro 5.** Número de individuos de reptiles por meses de muestreo.

Mes	Número de individuos
enero	5
febrero	4
marzo	7
abril	7
mayo	9
Junio	5

## 5.2 Diversidad

### 5.2.1 Diversidad total

De acuerdo al estimador de riqueza Jack 2, el número máximo de especies esperadas en el área es de siete, de modo que, con cinco registradas en este estudio, la representatividad es del 71% de esas especies. La diversidad

determinada fue baja según los índices de Margalef (1.1) y de Shannon-Wiener (1.2) (Cuadro 6).

Respecto a la dominancia, el índice de Simpson refleja una considerable dominancia de especie (0.7), mientras que el índice de Pielou refleja una baja equidad de especie en el área estudiada.

**Cuadro 6.** Estimador de riqueza e índices ecológicos de la diversidad total de los reptiles del PNCV.

Riqueza observada	Estimador Jack 2	Representatividad %	Margalef	Shannon-Wiener	Simpson	Pielou
5	7	71	1.1	1.2	0.7	0.3

### 5.2.2 Diversidad alfa

#### Zona Suroeste

De acuerdo al estimador Chao 2, es posible encontrar hasta cuatro especies de reptiles, por lo cual, se obtuvo una representatividad del 75%. Los índices de Margalef y Shannon-Wiener indican baja diversidad; el índice de Simpson denota leve dominancia de especie, y el índice de Pielou una equidad media de especies (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Estimador de riqueza e índices ecológicos para los reptiles de la zona Suroeste del PNCV.

Riqueza observada	Estimador Chao 2	Representatividad	Margalef	Shannon-Wiener	Simpson	Pielou
3	4	75%	0.91	0.63	0.53	0.48

#### Zona Norte

Según el índice Chao 2, es posible encontrar hasta siete especies, por lo cual, con cinco observadas, se logró una representatividad del 71%. Los índices ecológicos indican baja diversidad de especies, baja dominancia y una intermedia equidad de especies (Cuadro 8).

**Cuadro 8.** Estimador de riqueza e índices ecológicos para los reptiles de la zona Norte del PNCV.

Riqueza observada	Estimador Chao 2	Representatividad	Margalef	Shannon-Wiener	Simpson	Pielou
5	7	71%	1.8	1.25	0.35	0.64

### Zona Este

Las dos especies observadas obtuvieron una representatividad del 66% (Según el índice de Chao 2, se pueden observar tres especies como máximo). Los índices ecológicos para esta zona indican baja diversidad de especies, baja dominancia y una intermedia equidad de especies (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** Estimador e índices ecológicos para los reptiles de la zona Este del PNCV.

Riqueza observada	Estimador Chao 2	Representatividad	Margalef	Shannon-Wiener	Simpson	Pielou
2	3	66%	0.62	0.50	0.33	0.66

### 5.2.3 Diversidad beta

De acuerdo con el índice de Sorensen, las zonas con mayor similitud de especies son las zona Norte y Este, con 57% de similitud. Mientras que el menor valor se genera entre las zonas Suroeste y Este (Cuadro 10).

**Cuadro 10.** Valores del índice de Sorensen entre pares de zonas de estudio del PNCV.

Zona	Suroeste	Norte	Este
Suroeste	-		
Norte	51%	-	
Este	50%	57%	-

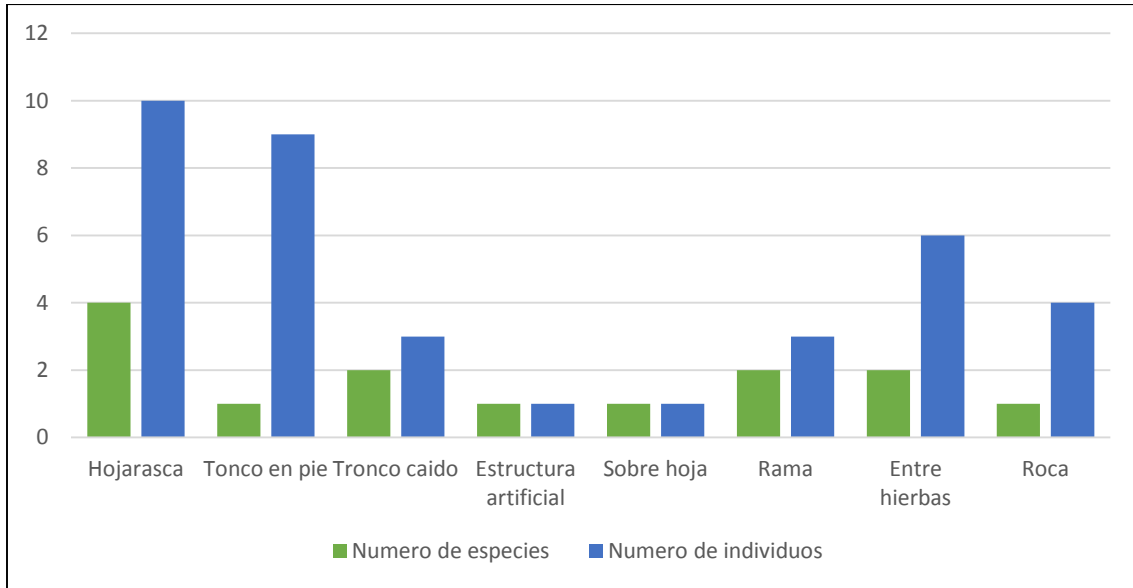
### 5.3 Recurso espacial

En el cuadro 11 se presenta el número de individuos por especie encontrados en cada uno de los microhábitat. *S. malachiticus* fue la que estuvo presente en 5 de los ocho microhábitats. *N. crassulus* ocupó tres microhábitats, *N. heteropholidotus* y *N. tropidonotus* dos. La única representante de las serpientes se registró en tronco caído.

**Cuadro 11.** Frecuencia de aparecimiento de especies en cada microhábitat estudiado del PNCV.

Especie	Microhábitat							
	Hojarasca	Tronco en pie	Tronco caído	Estructura artificial	Sobre hoja	Rama	Entre hierba	Roca
<i>Norops heteropholidotus</i>	2	0	0	0	0	1	0	0
<i>Norops tropidonotus</i>	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Norops crassulus</i>	4	0	0	0	1	0	5	0
<i>Sceloporus malachiticus</i>	3	9	2	1	0	2	0	4
<i>Tropidodipsas sartorii</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
Total de individuos	10	9	3	1	1	3	6	4

De acuerdo al gráfico 3, en el microhábitat hojarasca se contabilizaron 10 individuos de cuatro especies. Contrariamente, estructura artificial y sobre hoja fueron los menos frecuentados con un individuo cada uno.



**Gráfico 3.** Comparación del número de especies e individuos entre los microhábitats estudiados en el PNCV.

### 5.3.1 Sobreposición del nicho espacial

Los valores del índice de Pianka evidenciaron que la mayor competencia por los microhábitats surge entre *N. tropidonotus* y *N. heteropholidotus* (0.63), mientras que *S. malachiticus* y *N. tropidonotus* poseen poca o casi nula competencia (0.2) (Cuadro 12).

**Cuadro 12.** Valores de sobreposición del nicho espacial de los reptiles (lacertilios) del PNCV.

Especie	<i>Norops heteropholidotus</i>	<i>Norops tropidonotus</i>	<i>Norops crassulus</i>	<i>Sceloporus malachiticus</i>
<i>Norops heteropholidotus</i>	-			
<i>Norops tropidonotus</i>	0.63	-		
<i>Norops crassulus</i>	0.55	0.31	-	
<i>Sceloporus malachiticus</i>	0.5	0.2	0.17	-

### 5.3.2 Amplitud del nicho espacial

Los valores de amplitud de nicho espacial son generalmente bajos. *S. malachiticus* obtuvo el mayor valor (0.42) y *N. heteropholidotus* el menor valor (0.11) (Cuadro 13).

**Cuadro 13.** Valores del índice de Levins de cada especie de reptil (lacertilios) del PNCV.

Especie	Valor del índice
<i>Norops heteropholidotus</i>	0.11
<i>Norops tropidonotus</i>	0.14
<i>Norops crassulus</i>	0.20
<i>Sceloporus malachiticus</i>	0.42

### 5.4 Recurso temporal

*S. malachiticus* fue la especie que usó más franjas horarias, se registró en nueve de las diez franjas establecidas. Le sigue *N. crassulus*, con seis franjas, *N. heteropholidotus* con tres, *N. tropidonotus* con dos y *T. sartorii* una franja horaria (Cuadro 14).

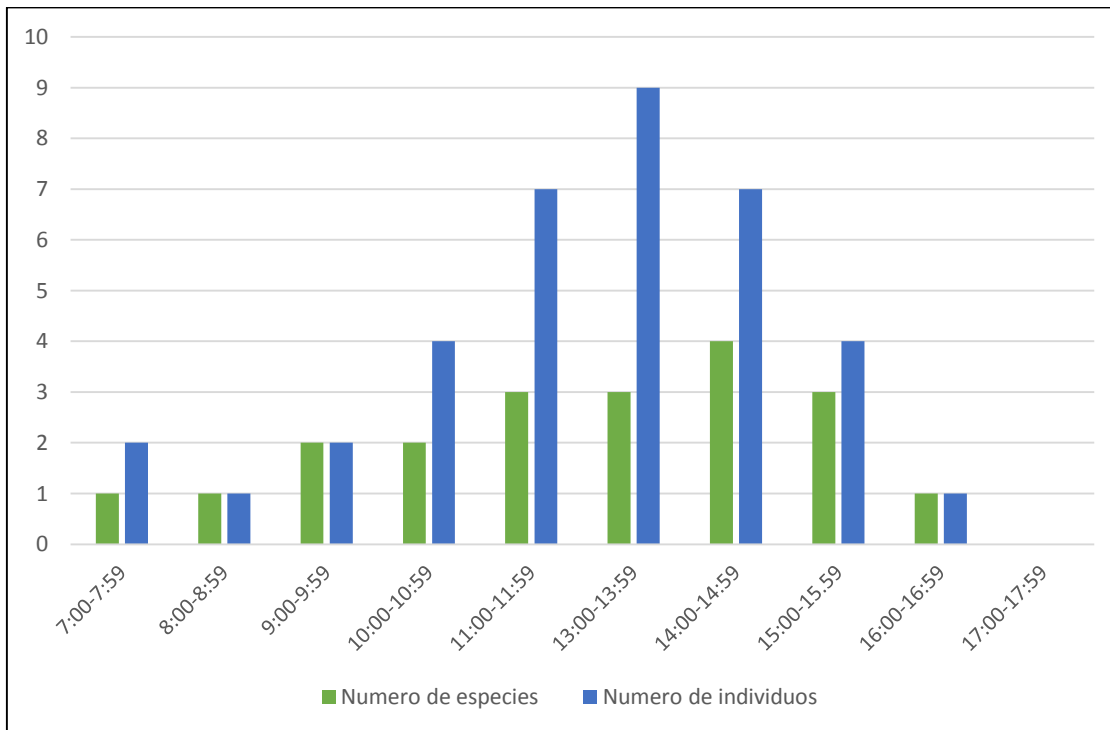
A nivel de individuos, las franjas entre 11:00 y las 14:00 h presentaron las mayores frecuencias de uso. Y las menores correspondieron para las franjas 8:00-8:59 h y 16:00-16:59 h, mientras que para la franja 17:00-17:59 h, no se obtuvieron registros.

En cuanto a preferencia por especie, en la franja 14:00-14:59 h se contabilizaron cuatro, seguidamente 11:00-11:59 h, 13:00-13:59 h y 15:00-15:39 h con tres especies cada una. Las franjas 7:00-7:59 h y 8:00-8:59 h solo registraron una especie (Gráfico 4).



**Cuadro 14.** Frecuencia de aparecimiento de los reptiles en cada franja horaria.

Franja horaria	Especie					Total de individuos
	<i>N. heterophilidotus</i>	<i>N. tropidonotus</i>	<i>N. crassulus</i>	<i>S. malachiticus</i>	<i>T. sartorii</i>	
7:00-7:59	0	0	0	2	0	2
8:00-8:59	0	0	0	1	0	1
9:00-9:59	0	0	1	1	0	2
10:00-10:59	1	0	1	2	0	4
11:00-11:59	0	1	2	4	0	7
13:00-13:59	1	0	3	5	0	9
14:00-14:59	0	1	2	3	1	7
15:00-15:39	1	0	1	2	0	4
16:00-16:59	0	0	0	1	0	1
17:00-17:59	0	0	0	0	0	0



**Gráfico 4.** Comparación del número de especies e individuos de reptiles entre las franjas horarias.

#### 5.4.1 Sobreposición del nicho temporal

Los valores de la sobreposición del nicho temporal son significativamente altos, el mayor valor se genera entre *S. malachiticus* y *N. crassulus*, el segundo lugar corresponde al par entre *N. crassulus* y *N. heteropholidotus*; entre *N. tropidonotus* y *N. heteropholidotus* no hubo sobreposición temporal (Cuadro 15).

**Cuadro 15.** Valores de sobreposición del nicho temporal de los reptiles (lacertilios) del PNCV.

Especie	<i>Norops heteropholidotus</i>	<i>Norops tropidonotus</i>	<i>Norops crassulus</i>	<i>Sceloporus malachiticus</i>
<i>Norops heteropholidotus</i>	-			
<i>Norops tropidonotus</i>	0	-		
<i>Norops crassulus</i>	0.65	0.63	-	
<i>Sceloporus malachiticus</i>	0.64	0.61	0.94	-

#### 5.4.2 Amplitud del nicho temporal

Los valores de amplitud del nicho temporal fueron intermedios. A *S. malachiticus* le corresponde el mayor valor y a *N. tropidonotus* el menor (Cuadro 16).

**Cuadro 16.** Valores de la amplitud del nicho temporal de los reptiles (lacertilios) del PNCV.

Especie	Valor del índice
<i>Norops heteropholidotus</i>	0.22
<i>Norops tropidonotus</i>	0.11
<i>Norops crassulus</i>	0.44
<i>Sceloporus malachiticus</i>	0.64

No fue posible establecer la sobreposición y amplitud del nicho espacial y temporal para las serpientes, debido a que solo se observó un individuo.

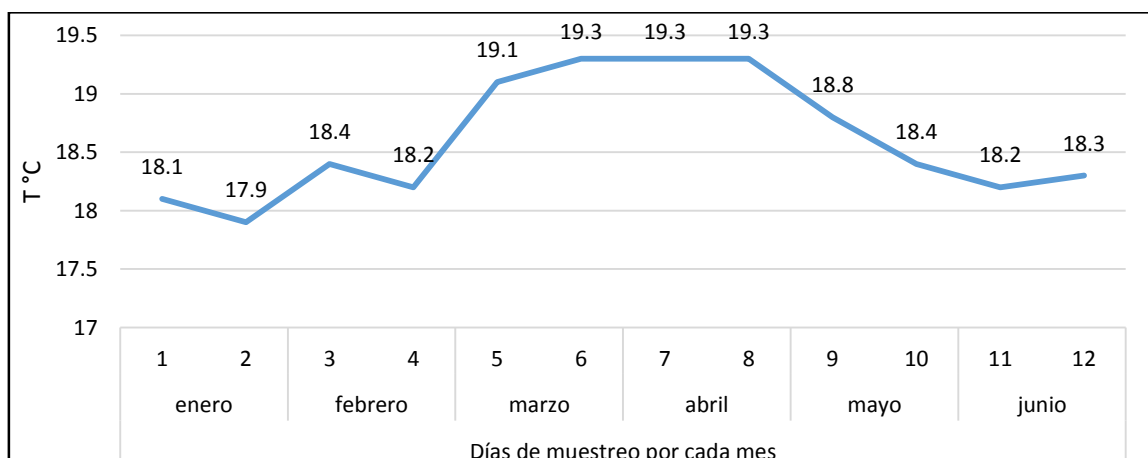
### 5.4.3 Actividad de los reptiles

Se registraron 20 individuos en actividad de termorregulación, 15 en alimentación y solo dos en reproducción. *S. malachiticus* fue la única especie que realizó las tres actividades (Cuadro 17).

Además, se presentan los resultados de la medición de la temperatura promedio por día de muestreo. Donde, los días entre marzo y abril los de mayor temperatura y enero los de baja temperatura (Gráfico 5).

**Cuadro 17.** Abundancia de especie en las principales actividades de los reptiles del PNCV.

Especie	Actividad			
	Termorregulación	Alimentación	Reproducción	Refugio
<i>Norops heterophilidotus</i>	1	2	0	0
<i>Norops tropidonotus</i>	1	1	0	0
<i>Norops crassulus</i>	3	7	0	0
<i>Sceloporus malachiticus</i>	14	5	2	0
<i>Tropidodipsas sartorii</i>	1	0	0	0
Total	20	15	2	0



**Gráfico 5.** Temperatura promedio de los días de muestreo de los reptiles del PNCV.

## VI. DISCUSIÓN

### 6.1 Análisis general

Todas las especies que se encontraron (*N. crassulus*, *N. heteropholidotus*, *N. tropidonotus*, *S. malachiticus* y *T. sartorii*) son consideradas endémicas de la región de Mesoamérica nuclear según la IUCN (2016). De acuerdo con Young (2007), Sarukhán *et al.* (2009), Agudelo *et al.* (2012), Yaguana *et al.* (2012), Torres *et al.* (2013) y Batallas y Brito (2014), los bosques nubosos aunque no sean de gran extensión, como el caso del área estudiada, son importantes por la diversidad de reptiles que albergan; ya que muchas especies endémicas utilizan este ecosistema para subsistir (IUCN 2000).

De acuerdo al MARN (2015), las tres especies de *Norops* contabilizadas en el presente estudio, se ubican en la categoría de amenazadas de extinción. Sumado a esto, *N. heteropholidotus* y *N. tropidonotus* son nuevos registros para la zona geográfica estudiada, ya que solo se habían colectado especímenes en bosques similares de la zona noroccidente de El Salvador (Kholer *et al.* 2006).

La presencia de estas especies en el Bosque nuboso del PNCV, puede obedecer a las adaptaciones de los individuos a los ritmos estacionales de la presencia o usencia de llovizna y niebla dentro del bosque tal como lo mencionan González-Espinosa *et al.* (2012) y Bustos-Zagal *et al.* (2013), los reptiles de estos ambientes son más conspicuos en días ligeramente soleados, que en días con presencia de niebla o días fríos.

Las cinco especies registradas resultaron ser un número representativo de reptiles para esta parte del país, teniendo en cuenta que la vegetación corresponde a bosque nuboso o de niebla a una altitud superior a los 1900 msnm. Se ha comprobado que con el aumento de la altitud, la riqueza de reptiles tiende a disminuir, este fenómeno está determinado por la fisiología termal de la especie y temperatura del ambiente (Woolrich-Piña *et al.* 2006). Lo cual fue evidenciado en este estudio al registrar una temperatura ambiental durante los muestreos, entre los 17.9 y 19.5 °C. Contrariamente en otros estudios de zonas bajas del país donde la temperatura es mayor y por ende poseen mayor riqueza de especie (Lara 2011).

Los resultados obtenidos en el presente estudio, son congruentes con lo destacado en la mayoría de estudios de reptiles de zonas altas nuestro país. Según Kholer *et al.* (2006), un reducido número de las 100 especies descritas para El Salvador, habitan en bosques superiores a los 2,000 msnm. Así, en otros tipos de bosque de baja altitud se han identificado, por ejemplo, 38 especies en el Área Natural Montaña de Cinquera (Henríquez 2007), 29 en el Área Natural Protegida Normandía (Lara 2011), entre otros.

Henríquez (2004), realizó un estudio en el sector Los Andes-volcán de Santa Ana (Parque Nacional Complejo Los Volcanes, del cual el PNCV forma parte), donde, reconoció ocho especies de reptiles, cinco de estas en bosque nuboso (*Corytophanes percarinatus*, *N. crassulus*, *Dryadophis dorsalis*, *Tropidodipsas fischeri* y *Cerrophidium goodmani*), coincidiendo con la riqueza obtenida, pero no con la composición. Con una abundancia de 16 individuos (frente a 10 obtenida por este estudio), *N. crassulus* fue la única especie en común. Se conceptúa que con mayores esfuerzos y áreas de muestreo es posible el registro de mayor número de especies e individuos, tal como lo señalan los estimadores de riqueza, pues la representatividad del presente estudio fue del 71%, por lo cual faltan especies por registrar.

La relativa baja riqueza de especies registrada, también es comparable con la encontrada en el Parque Nacional Montecristo, donde se identificaron tres reptiles con distribución estricta de bosque nuboso (1900-2418 msnm): *Abronia montecristoi*, *Mesaspis moreletti* y *Leptophis modestus*; y seis con distribución desde bosque pino roble (900-1900 msnm): *N. heteropholidotus*, *N. tropidonotus*, *Geophis fulvoguttatus*, *Geophis rhodogaster*, *Rhadinaea montecristi* y *Rhadinaea kinkelini* (MARN 2010). De las cuales las dos primeras coinciden con los presentes registros.

También, Komar y Greenbaum (2001), registraron baja riqueza de reptiles en el Cerro El Pital, pues solo identificaron dos, *Rhadinaea montecristi* y *Geophis rhodogaster*, considerando a esta última apenas el noveno registro para El Salvador.

La ecología de estas especies en El Salvador ha sido pobremente abordada (Paz-Quevedo y Canseco-Márquez 2003), aunque se sabe que en Honduras *N. heteropholidotus*, *N. tropidonotus* y *N. crassulus*, son comunes en los bosques de niebla arriba de 1,000 msnm (Hassapakis y Sites 2004), coincidiendo con los presentes registros para el PNCV. Sin embargo, para Mayer (2011), *N. heteropholidotus* es una especie rara y de distribución geográfica desconocida, aunque puede habitar en bosque de pino y tropical de montaña hasta los 2,400 msnm.

La mayor abundancia de *S. malachiticus* pudo deberse a que las especies de *Sceloporus* poseen un amplio rango de distribución altitudinal, desde los 150 a 3,800 msnm (Bustos-Zagal *et al.* 2013). Proporcionalmente se manifiesta en que del total de individuos, el 57% pertenezcan a dicha especie. Además, según los mismos autores están facultadas para habitar y adaptarse en muchos hábitats, conservados y modificados, obteniendo así mayor ventaja sobre las especies de *Norops*.

La abundancia de *N. crassulus* es parecida a la registrada por Henríquez (2004) (16 individuos). Según este autor, es una especie fácil de observar y es indicadora de buena calidad del bosque.

La presencia de solamente un individuo de *T. sartorii*, coincide con las bajas abundancias encontradas en Guatemala (Griffin y Mei 2016), y en México (Campos-Rodríguez *et al.* 2010, Fernández-Badiño y Goyenechea-Mayer 2010, Cantú *et al.* 2013). Por lo cual, estos autores la han calificado como una especie muy difícil de observar.

En cuanto a la distribución de especies, solo *S. malachiticus*, estuvo presente en todas las zonas, obteniendo mayor frecuencia en la zona Norte con 13 individuos por su mayor capacidad de adaptarse a diferentes hábitats tal como fue señalado anteriormente, el resto de especies tuvo una distribución irregular. *N. heteropholidotus*, en la zona Suroeste y Norte; *N. tropidonotus* en la zona Norte y Este con un individuo en cada una. Y la serpiente solamente en la zona Norte.

Al hacer comparaciones de abundancia entre zonas, la zona Norte fue la única que contó con la presencia de todas especies registradas para todo el Parque, lo que estaría relacionado con la mayor incidencia de radiación solar, en los claros donde se taló para instalar una línea de electrificación. Al respecto, Michael y Lindenmayer (2010) afirman que los reptiles de bosques húmedos, prefieren ambientes con mayor exposición solar por sus condiciones térmicas.

## **6.2 Diversidad**

La baja diversidad obtenida en el PNCV, (máximo esperado de 7 especies según Chao 2), pudo deberse a la dificultad para detectar especies con una baja densidad poblacional, hábitos predominantemente nocturnos, comportamiento escurridizos o raros.

Por otro lado, Contreras-Lozano (2011), Martín-Regalado *et al.* (2011), Fernández y Lavín (2016) y Reyes-Puig y Ríos-Alvear (2016), afirman que en ambientes de mayor altitud respecto al nivel del mar la diversidad de reptiles tiende a ser baja. Además, la alta dominancia y baja equidad de especies registrada está influenciada por la alta abundancia de ciertas especies del ensamble estudiado. Como es el caso de *S. malachiticus* y *N. crassulus*, que son las especies más abundantes, lo cual podría estar influenciando a que el ensamble presente alta dominancia de especie.

Hilje (2004), considera que la homogeneidad del bosque propicia a obtener baja diversidad de especies, como es el caso de la zona Suroeste y Este. Se estima que ésta homogeneidad estaría produciendo menor variación climática y por ende menor calidad de microhábitat y ambientes para los reptiles. En cambio la zona Norte al estar cercana a una zona de regeneración del bosque original, posee claros de bosques con lo cual estaría aportando mayor heterogeneidad ambiental y variabilidad climática a lo largo del día, situación que puede ser aprovechado para la presencia de reptiles.

El planteamiento anterior, sustentaría también el grado de similitud promedio entre zonas del 55%, siendo las zonas Norte y Este las de mayor similitud (57 %), y zonas Suroeste y Este las de menor similitud. Illescas (2012), acota que para que

dos zonas sean completamente iguales en composición de especies, hay que tener en cuenta dos aspectos fundamentales: la ubicación de las zonas a comparar, si se encuentran cerca mayor posibilidad habrá de semejanza de especies; y la similitud ambiental, ya que al tener el mismo tipo de vegetación también influyen en la presencia de taxones similares. Es por ello que los datos obtenidos en este estudio están por arriba del 50%, en cambio los obtenidos por Henríquez (2007) y Lara (2011), rondan el 20%, por proceder de ambientes completamente diferentes.

### **6.3 Recurso espacial**

En la repartición de los recursos, Santoyo (2009), puntualiza que en los ensambles de reptiles, el espacio es la primera dimensión que dividen. Por ejemplo las lagartijas, fraccionan dicho recurso en una gran diversidad de hábitat, lo cual se relaciona con el grado de complejidad estructural del hábitat; siendo en el presente estudio de ocho microhábitat. De éstos, se obtuvo que aquellos asociados al suelo, como hojarasca, entre hierba y tronco en pie, son los de mayor preferencia; en cambio las estructuras artificiales y sobre hoja, los menos frecuentados. Probablemente porque la preferencia del microhábitat está influenciada por factores como: exposición solar, humedad, presencia o ausencia de depredadores, tipo de depredadores y facilidad de alimentación.

El hecho de detectar más individuos usando microhábitat cercanos al suelo, estaría relacionado con la protección que estos brindan ante posibles depredadores ornitofaunísticos, inversamente en microhábitats elevados, como rama y sobre Hoja, estarían mayormente expuestos y serían vulnerables ante depredadores.

La tendencia a usar la mayor cantidad de microhábitats por *S. malachiticus* es una estrategia de esta especie para facilitar la termorregulación, que le permite realizar el forrajeo, apareamiento y escape durante más tiempo a lo largo del día y del año, esto según los argumentos de Bustos-Zagal *et al.* (2013), Quintero *et al.* (2013) y Siliceo-Cantero y García (2015).

Pinto (2014), Maciel-Mata *et al.* (2015), Sotelo y Muzio (2015) y Correa *et al.* (2016), señalan que las especies con algún tipo de parentesco como el caso de *Norops*, tienen un comportamiento similar por usar los mismos sustratos, y por



tanto, tienden a tener competencia por el microhábitat. Así, en el presente estudio *N. crassulus* se le encontró usando hojarasca, sobre hoja y entre hierbas; *N. heteropholidotus* en hojarasca y en rama, mientras que, *N. tropidonotus* en hojarasca y entre hierba.

Además, durante los muestreos se evidencio que, los microhábitats señalados, sirven de refugio para insectos y otros invertebrados, que son ítems alimentarios potenciales para los *Norops*. *T. sartorii*, fue observada, en tronco caído expuesto al sol. De acuerdo con Altamirano-Álvarez *et al.* (2012), existe un buen número de serpientes asociadas a estratos cercanos al suelo, pues usan los troncos u hojarascas para buscar alimento, mientras que la termorregulación prefieren realizarla en las ramas de arbustos o en suelos despejados; fenómeno que es más evidente en especies de talla pequeña y mediana, tal es el caso de la especie registrada, que según Zaher *et al.* (2014) y Aumada-Carrilo *et al.* (2015), la alimentación es a base de moluscos e insectos terrestres, y rara vez llega a los 80 cm de largo.

Respecto a la sobreposición o solapamiento del nicho espacial, entre los pares de especies no se obtuvo sobreposición completa, el mayor valor sobresaliente lo registró *N. heteropholidotus* y *N. tropidonotus*, es decir estas especies, presentaron mayor competencia por usar los mismos microhábitats. En cambio, al comparar *S. malachiticus* con el resto de especies, se obtienen valores bajos, 0.2 con *N. tropidonotus*, y 0.17 con *N. crassulus*, indicando que *S. malachiticus*, prefiere evitar competir por el uso del microhábitat.

De acuerdo con Santoyo (2009), determinar la amplitud del nicho espacial es fundamental para conocer la estructura del ensamble de reptiles, que por lo general se establece entre especies simpátricas. Pianka y Vitt (2003), manifiestan que al abordar la amplitud del nicho, es común obtener ensambles con pocas especies generalistas y varias especies especialistas. Situación que se asemeja a la presente, pues tres de las cuatro especies a las que se le aplicó la fórmula, obtuvieron valores iguales o inferiores a 0.2 indicando que son especialistas para usar los microhábitats.

Los mecanismos que influyeron en la selección del hábitat por los reptiles de PNCV, se relacionaron con las fluctuaciones de la temperatura ambiente, por lo que, los sitios más importantes, son aquellos que sirven para el asoleo o termorregulación tal como lo señalan Gienger *et al.* (2002) Siliceo-Cantero y García (2015) para la herpetofauna de ambientes montañosos. A diferencia de las cercanas al ecuador, donde es la lluvia la que ejerce mayor impacto en la elección de las perchas, siendo esta la que determina la disponibilidad del alimento y la actividad de las especies.

#### **6.4 Recurso temporal**

El uso del recurso temporal por los reptiles está estrechamente ligado a la termorregulación, ya que ésta es la que influye en la ecología, fisiología y comportamiento de estas especies. Al dividir el tiempo diurno en 10 franjas horarias, en este estudio, se obtuvieron frecuencias de individuos diferentes en cada una de ellas, probablemente porque el uso diferencial de las horas junto con las estrategias de termorregulación, permite a los reptiles mantener una óptima temperatura corporal, definiendo sus actividades biológicas diarias (Lara-Reséndiz *et al.* 2014).

Los pocos registros encontrados en este estudio en horas tempranas y crepusculares, es un indicador de que los reptiles del PNCV poseen horas de actividad diurnas restringidas al mediodía. Lo cual es congruente con lo manifestado por Pianka y Vitt (2003), García de la Peña *et al.* (2007) y Santoyo (2009), que los reptiles utilizan un reducido número de horas del día, sobre todo aquellas de mayor insolación. Igualmente, Pérez y Balta (2007) y Valdez (2013), afirman que el apareamiento de reptiles está determinada conforme aumenta la temperatura ambiente y de los microhábitats; y, que es a mediodía en que se favorecen las principales actividades de estos organismos haciéndolos más visibles.

La especialización temporal de parte de *N. tropidonotus* y *N. heteropholidotus* los hace responsables de la baja competencia por el tiempo, generando de esta manera coexistencia a largo plazo con el resto de especies del ensamble (Díaz y cabeza-Díaz 2004). Según Román-Palacios y Román-Valencia (2015), en la

partición de este recurso, la baja competencia es un mecanismo de coexistencia adoptado por cada especie del ensamble.

De acuerdo a los valores de sobreposición del nicho temporal, hay una activa competencia entre *N. crassulus* y *S. malachiticus*. Este último utilizó más franjas horarias, cuyo resultado es similar en especies de *Sceloporus* reportadas por García de la Peña *et al.* (2007), por lo tanto, al hacer comparaciones con las demás especies, se obtendrá un valor significativo de sobreposición temporal. Contrario a esto, entre *N. tropidonotus* y *N. heteropholidotus* no hubo sobreposición, indicando que usan horas diferentes.

Con los datos obtenidos de la amplitud del nicho temporal, no se evidenció especies generalistas, la tendencia de los organismos fue usar horas específicas; que de acuerdo con Altamirano-Álvarez *et al.* (2012), la hora de actividad está estrechamente relacionada con la hora de actividad de las presas, sin embargo, la frecuencia de las principales actividades de los reptiles estudiados, denotó mayor actividad termorregulatoria, en segundo lugar alimentación y en último lugar actividad de reproducción. Estos resultados se obtuvieron probablemente, por las circunstancias del área estudiada, pues al tratarse de bosque nuboso y a una altura considerable, los reptiles necesitan aprovechar con eficiencia las horas de mayor insolación, para tener un metabolismo adecuado, y relegando en segundo lugar la alimentación.

Para Reaney y Whiting (2002), la diferencia en el uso del tiempo y el microhábitat, evidenciado en el presente estudio, es un mecanismo de coexistencia de las especies. Pues el uso diferencial de estos recursos, permitirá a lo largo del tiempo, el sostenimiento de la riqueza y abundancia de las especies que conforman el ensamble abordado.

## VII. CONCLUSIONES

El registro de reptiles del PNCV contó con cinco especies: cuatro de lacertilios y una de serpiente; con la posibilidad de registrar hasta siete especies.

A pesar que los índices de diversidad denotan baja diversidad de reptiles, la misma es aceptable al tomar en cuenta que se trata de un sitio localizado a los 2,030 msnm.

Tres de las especies encontradas son endémicas para El Salvador, Honduras y Guatemala: *N. heteropholidotus*, *N. tropidonotus* y *N. crassulus*. Las dos primeras fueron nuevos registros para la zona del PNCV, ya que para nuestro país solo se tenían información para las montañas del norte de Santa Ana y Chalatenango.

El Bosque Nuboso del PNCV, es importante para el sostenimiento de la diversidad de reptiles a nivel local y regional pues se encontraron tres especies de *Norops*, catalogadas con amenaza de extinción. Esto, es relevante para los futuros planes de conservación de la biodiversidad en ese sitio.

La zona Norte del PNCV fue la de mayor riqueza y abundancia de especies, por presentar mayor presencia de espacios abiertos y soleados que las otras zonas de estudio, con lo que se favorece la termorregulación para la herpetofauna. En tanto que *S. malachiticus* y *N. crassulus*, fueron las especies más abundantes, y *N. tropidonotus* y *T. sartorii* las de menor abundancia.

La similitud en la composición de especies entre las zonas estudiadas (mayor al 50%), es el resultado de la semejanza en la vegetación y la conectividad de la cobertura boscosa en el área.

Los microhábitats hojarasca, tronco en pie y entre hierbas fueron los preferidos por los reptiles del PNCV, debido a que estos sustratos les proveen mayor protección contra los depredadores en esos sitios.

Entre las especies no hubo sobreposición completa del nicho espacial, indicando que son organismos que prefieren evadir la competencia por los mismos microhábitats.

El mayor valor de amplitud del nicho espacial le corresponde a *S. malachiticus*, mostrando que es una especie con tendencia generalista. En cambio los *Norops* obtuvieron valores bajos, manifestando que son especialistas; es decir, usan una reducida gama de microhábitats para llevar a cabo sus actividades principales.

Los reptiles del PNCV frecuentan en mayor medida las franjas horarias cercanas al medio día (11:00, 13:00 y 14:00 h), porque son horas de mayor insolación, favoreciendo la termorregulación de los reptiles.

*N. crassulus* y *S. malachiticus* se comportan como generalistas en el área de estudio, en el uso de las franjas horarias. Contrariamente, *N. heteropholidotus* y *N. tropidonotus* son los de menor competencia y con tendencia a ser especialistas en el uso del recurso temporal.

La relativamente baja competencia por el espacio y el tiempo de insolación diaria, de los reptiles del PNCV, les permite la coexistencia a largo plazo, si las condiciones del entorno natural y artificial, se mantienen estables.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

Establecer programas de monitoreo de la herpetofauna, para complementar y actualizar la información sobre las especies registradas.

Definir áreas del PNCV con mayores restricciones hacia el público general, para la conservación del bosque nuboso y por consiguiente las especies de reptiles amenazadas registradas en el presente estudio.

Continuar los estudios de reptiles en los demás bosques nubosos del país, para definir de mejor manera la composición de especies de este importante ecosistema.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, N.; Mora, J. M., Pérard, S. y J. C. Jut S. 2009. Extensión del Bosque Nublado y su Contribución de la Lluvia Horizontal a la Precipitación Total en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras. *Ceiba* Vol. 53(2): 109-123.
- Altamirano-Álvarez, T. A.; Soriano S., M.; García Bernal, A. y N. P. Miranda González. 2012. Uso de los recursos espacio-temporales y alimentarios por una comunidad de serpientes, en Alvarado, Veracruz, México. *Revista de Zoología*, núm. 23: 21-36.
- Álvarez, A. T. y M. Sarabia. 2006. Espectro alimentario de *Aspidoscelis deppi* (Sauria: Teiidae). Universidad Nacional Autónoma de México. *Revista de Zoología*, 17: 39-45.
- Araujo, M. B. y A. Guisan. 2006. Five (or so) challenges for species distribution modelling. *Journal of biogeography* 33.10: 1677-1688.
- Aumada-Carrillo, I. T.; Weatherman, G. N. y O. Vásquez-Huizar. 2015. Additional records of the Western Snail-eating snake *Tropidodipsas annulifera* (Serpentes: Dipsadidae) in the state of Jalisco, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87: 261-263.
- Batallas R., D. y J. Brito. 2014. Nueva especie de rana del Género *Pristimantis* del grupo *Lacrimosus* (Amphibia: Craugastoridae) del Parque Nacional Sangay, Ecuador. *Papéis Avulsos de Zoología*. Volumen 54(5):51-62.
- Begon, M.; Townsend, C. R. y J. L. Harper. 2006. *Ecology: from Individuals to Ecosystems*. 4th ed., Blackwell Publishing. Oxford.
- Boost, A. 2016. Reptiles. Donde viven los reptiles. On line. Consultado el 01 de mayo 2017. Disponible en: <http://reptiles.tuatera.com/donde-viven-los-reptiles/>
- Bustos-Zagal., M. G.; Manjarrez, J. y R. Castro-Franco. 2013. Uso de microhábitat y termorregulación en *Sceloporus horridus horridus* (Wiegmann 1939) (Sauria: Phrynosomatidae). *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.), 29(1): 153-163.

- Campbell, N. A. y R. J. Reece. 2007. Biología. Séptima edición. Editorial medica panamericana. California, USA. 1392 pp.
- Campos-Rodríguez, J. I.; Pérez-Valera, B.; Evaristo A., L. E. Elizalde-Arellano, C. E.; López-Vidal, J. C. y R. Hernández-Arciga. 2010. Registros notables de Reptiles para Guanajuato, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 81:203-204.
- Cantú A., C.; Rovalo M., M.; Ortiz H., S. y F. Seriñá G. 2013. Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterey, México. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterey, México. 297 pp.
- Carvajal-Cogollo, J. E.; Castaño-Mora, O.; Cárdenas-Arévalo, G. y J. N. Urbina-Cardona. 2007. Reptiles de áreas asociadas a humedales de la planicie del departamento de Córdoba, Colombia. Caldasia 29(2): 427-438.
- Castillo G., N.; Villavicencio, H. J.; Acosta, J. C. J. y Marinero. 2015. Temperatura corporal de campo y actividad temporal de las lagartijas *Liolaemus vallecurensis* y *Liolaemus ruibali* en clima riguroso de los Andes centrales de Argentina. Multequina, 24(1): 19-31.
- Cerrato, J. J. 2010. Evaluación de la gestión ambiental del Parque Natural Cerro Verde, Complejo Los Volcanes, El Salvador, con énfasis en el Manejo Turístico. Tesis para optar al grado de Maestro en Gestión del Medio Ambiente. Facultad de Postgrados, Universidad Centroamericana José Simeón Cañas. Antiguo Cuscatlán, El Salvador. 104 pp.
- Codron, J. C. G. 2011. La adaptación de los seres vivos a las condiciones de montaña. From OCW Universidad de Cantabria. Web site: <http://ocw.unican.es/ciencias-sociales-y-juridicas/biogeografia/materiales/>.
- Contreras Lozano, J. A. 2011. Distribución herpetológica del Cerro El Potosí, Galeana, Nuevo León, México. Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garzos, Nuevo León, México. 158 pp.



- Correa, C.; Donoso, J. P. y J. C. Ortiz. 2016. Estado de conocimiento y conservación de los anfibios de Chile: una síntesis de los últimos 10 años de investigación. *Gayana* 80(1): 103-124.
- Cruz, F.B.; Moreno Azócar, D.L.; Bonino, M.F.; Schulte II, J.A.; Abdala, C.S. y M. G. Perotti. 2014. Clima, distribución geográfica y viviparismo en especies de *Liolaemus* (Reptilia; Squamata): cuando las hipótesis se ponen a prueba. *Ecosistemas* 23(1):37-45.
- Delgado Olivares, F.; Graham, D.; Sloom, P.; Ventura, N.; Villacorta R. y J. Vreugdenhi. 2000. Mapeo de Vegetación Natural de Ecosistemas Terrestres y Acuáticos de Centro América. Capítulo El Salvador. Banco Mundial, CCAD, Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad de El Salvador.
- Díaz, J. A. y S. Cabeza-Díaz. 2004. Seasonal variation in the contribution of different behavioural mechanisms to lizard thermoregulation. *Functional Ecology*, 18: 867-875.
- Díaz F., V. U. 2012. Anfibios y reptiles de la reserva ecológica cerro de las culebras, Coatepec, Veracruz. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. 79 pp.
- Fauth, J. E.; Bernardo, J.; Camara, M.; Resetarits, W. J.; Van Buskirk, J. Y S. A. McCollum. 1996. Simplifying the Jargon of Community Ecology: A Conceptual Approach. *The American Naturalist*. Vol. 147, (2): 282-286.
- Fernández-Badiño, L. y I. Goyenechea-Mayer G. 2010. Amphibians and reptiles from the Valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: 705-712.
- Fernández L., A. y P. A. Lavín M. 2016. Richness and diversity of amphibians and reptiles in an altitudinal gradient at Sierra de Juárez, Chihuahua, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 32(3): 230-239.

- Finlayson, G. R.; Vieira, E. M.; Priddel, D.; Wheeler, R., Bentley, J. y Dickman, C. R. 2008. Multi-scale patterns of habitat use by re-introduced mammals: a case study using medium-sized marsupials. *Biological Conservation*, 141(1), 320-331.
- Flores S., M. C.; Cerritos G., M. E. y J. X. Cerritos G. 2012. Metodología básica para la formación de Ecoturismo para parques ecológicos: Cerro Verde y Walter Thilo Deininger. Trabajo de graduación para optar al grado de Técnico en Administración turística, Universidad Tecnológica de El Salvador. San Salvador, El Salvador. 177 pp.
- Fontanillas, P. J. C.; García, A. C. y I. S. Gaspar. 2000. Los reptiles: biología, comportamiento y patología. Ediciones Mundi-Prensa. 1ª Edición. España. 160 pp.
- Fuentes, M. 2010. Estructura del ensamble de murciélagos de La Venta, Oaxaca, México. Trabajo de graduación para optar al grado de Maestro en Ciencias, Instituto Politécnico Nacional, Oaxaca, México. 264 pp.
- Gallina T. S. y C. López. 2012. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Universidad Autónoma de Querétaro e Instituto de Ecología, AC México. 390 pp.
- Gallo, M. y E. Rodríguez. 2007. Formulario de propuesta de Reserva de Biosfera Apaneca-Illamatepec. San Salvador, El Salvador. 62 pp.
- García-De la Peña, C.; Gadsden, H.; Contreras B., A. J. y G. Castañeda. 2007. Ciclos de actividad diaria y estacional de un gremio de saurios en las dunas de arena de Viesca, Coahuila, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 141-147.
- García Q., N. Y.; Vega M., D. E. y C. E. Villegas M. 2009. Diversidad y composición de las Comunidades de Nymphalidae Lepidóptera: Rhopalocera; Ichneumonoidea y Chalcidoidea Hymenoptera: Apocrita en el Parque Nacional Cerro Verde, Departamento de Santa Ana, El Salvador, C. A. Tesis para optar

al grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador. 83 pp.

García-R., J. C.; Castro H., F. y H. Cárdenas H. 2005. Relación entre la distribución de anuros y variables del hábitat en el sector la Romelia del Parque Nacional Natural Munchique (Cuaca, Colombia). *Caldasia* 27(2):299-310.

Gienger, A. C. M.; Beck, D. D.; Sabari, N. C. y D. L. Stumbaugh. 2002. Dry season habitat use by lizards in a tropical deciduous forest of Western Mexico. *Journal of Herpetology*, 36: 487–490.

Gitay, H. y I. R. Noble. 1997. What are functional types and how should we seek them? Pp 3-19 en: *Plant Functional Types: Their Relevance to Ecosystem Properties and Global Change*. Smith TM, Shugart HH, y Woodward FI (eds). Cambridge University Press, Cambridge.

González-Espinosa, M.; Meave, J. A.; Ramírez M., N.; Toledo A., T.; Lorea H., F.G. y G. Ibarra M. 2012. Los bosques de niebla de México: conservación y restauración de su componente arbóreo. *Ecosistemas* 21(1-2):36-54.

Griffin, R. y A. Mei. 2016. El Niño Biodiversity Assesment Report, Laguna del Tigre National Park, Guatemala. 16 pp.

Grijalva Pineda, A. 2006. Flora útil etnobotánica de Nicaragua. MARENA. Managua, Nicaragua. 290 pp.

Gual-Díaz, M. y A. Rendón-Correa (comps.). 2014. Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 352 p.

Gutiérrez-Cárdenas, P. D. A. 2006. Diversidad y segregación de nichos en anfibios de montaña en la Reserva La Forzosa (Anorí, Antioquia, Colombia). *Biota Neotropica*, vol. 6, núm. 3.

Hassapakis, C. y J. W. Sites. 2004. Amphibian & Reptile Coservation. Special Features Issus Honduras. Vol. 3 No 1. 56 pp.

- Henríquez A., X. L. 2007. Estudio de la composición y estructura de la herpetofauna del área Natural Montaña de Cinquera, departamento de Cabañas y Cuscatlán, El Salvador. Trabajo de graduación para optar al grado de licenciado en Biología, Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador. 113 pp.
- Henríquez C., V. E. 2004. Propuesta de un sistema de monitoreo de especies indicadoras: anfibios y reptiles, en los Andes del Complejo los Volcanes, departamento de Santa Ana, El Salvador. Trabajo de graduación para optar al grado de licenciado en Biología, Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador. 67 pp.
- Hilje R., B. 2004. Distribución y abundancia de anfibios en bosques tropicales húmedos con diferente estado de sucesión, Estación Biológica La Selva, Sarapiquí, Costa Rica. Tesis de Licenciatura para optar al grado de Licenciado en Biología. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 61 pp.
- Illesca A., M. 2012. Diversidad y riqueza de herpetofaunística asociada al bosque de manejo forestal y áreas modificadas, en Ixtlán de Juárez, Oaxaca. Tesis de Licenciatura para optar al grado de Licenciado en Biología. Universidad de la Sierra de Juárez. Ixtlán de Juárez, Oaxaca. México. 84 pp.
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). 2000. Bosques nublados tropicales montanos. 32 pp.
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). 2016. The IUCN Red List of Threatened Species. On line. Consultado el 10 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/>
- Jaksic, F. y L. Marone. 2007. Ecología de comunidades. Revista Chilena de Historia Natural 82: 463-465.
- Kappelle, M. y A. D. Brown. 2001. Bosques nublados del neotrópico. Una síntesis regional. Editorial INBio, Costa Rica. 26-40 pp.

- Kattan, G.H. 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies, pp. 561-590. In: M.R. Guariguata y G.H. Kattan. Ecología y conservación de los bosques neotropicales. LUR, Costa Rica. 691p.
- Köhler, G.; Veselý, M. y E. Greenbaum. 2006. The amphibians and reptiles of El Salvador. Krieger Press, Melbourne, Florida. 238 pp.
- Komar, O. y E. Greenbaum. 2001. Una contribución al inventario de la herpetofauna de El Salvador. Natural History Museum and Biodiversity Research Center University of Kansas. 6 pp.
- Komar, O.; Arce, J.; Smith, R. y I. Varley. 2006. Evaluación de la biodiversidad del Parque Nacional Los Volcanes, El Salvador. Informe de Consultoría para el Banco Interamericano de Desarrollo. SalvaNATURA Programa de Ciencias para la Conservación, San Salvador, El Salvador – NatureServe, Washington, D.C., USA. 59 pp.
- Kronfeld-Schor, N., y T. Dayan, T. 2003. Partitioning of time as an ecological resource. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 34(1), 153-181.
- Labra, A.; Vidal, M. A.; Solís, R. y M. Penna. 2008. Ecofisiología de anfibios y reptiles. Noruega, 35 pp.
- Lara-Reséndiz, R.; Díaz de la Vega-Pérez, A.; Jiménez-Arcos, V.; Gadsden, H. y F. Méndez-De la Cruz. 2014. Termorregulación de dos poblaciones de lagartijas simpátricas: *Sceloporus lineolateralis* y *Sceloporus poinsettii* (Squamata: Phrynosomatidae) en Durango, México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 85: 875-884.
- Lara S., K. M. 2011. Diversidad de anfibios y reptiles del Área Natural Protegida de Normandía y los cultivos agrícolas aledaños al área, departamento de Usulután, El Salvador. Trabajo de graduación para optar al grado de licenciado en Biología, Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador. 87 pp.

- Macía M., J. y J. Fuentes. 2008. Composition florística y estructura de los árboles en un bosque tropical montano de la cordillera Mosestenes, Bolivia. *Revista Biología, ecología y consultoría ambiental*. 23:1-14.
- Maciel-Mata, C. A.; Manríquez-Morán, N.; Octavio-Aguilar, P. y G. Sánchez-Rojas. 2015. El área de distribución de las especies: revisión del concepto. *Acta Universitaria*, 25(2): 3-19.
- Macip-Ríos, R.; López-Alcaide, S. y A. Muñoz-Alonso. 2013. Abundancia, uso de hábitat, microhábitat y hora de actividad de *Ameiva undulata* (Squamata: Teiidae) en un paisaje fragmentado del Soconusco chiapaneco. *Revista mexicana de biodiversidad*, 84(2): 622-629.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Science. 70 pp.
- Martin-Regalado, C. N.; Gómez-Ugalde, R. M. y M. E. Cisnero-Palacios. 2011. Herpetofauna del Cerro Guiengola, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. *Acta Zoológica Mexicana* (s.n.), 27(2): 359-376.
- Martínez F., O. 2004. En las entrañas del bosque nuboso. *Revista Viva*. San José, Costa Rica. 5 pp.
- Mayer, G.C. 2011. *Anolis sminthus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011. On line: consultado el 20 de junio 2017. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-S.T178291A7515435>
- McCranie, J. R. y G. K. Kohler. 2015. The anoles (Reptilia: Squamata: Dactyloidae: *Anolis: Norops*) of Honduras. Systematics, distribution, and conservation. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology SPS*: 1–292.
- Mella, J. E. 2007. Reptiles en el monumento natural el morado (Región Metropolitana, Chile): abundancia relativa, distribución altitudinal y preferencia por rocas de distinto tamaño. *Gayana* 71(1): 16-26.

- Michael, D. y D. Lindenmayer. 2010. Reptiles of the NSW Murray catchment: a guide to their identification, ecology and conservation. National Library of Australia, Collingwood, Australia. 222 pp.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 2004. Plan de manejo del área natural Los Volcanes. San Salvador, El Salvador. 173 p.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 2010. Guía de los anfibios y reptiles del Parque Natural Montecristo. Primera edición. 24 pp.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 2015. Listado de especies amenazadas o en peligro de extinción. Acuerdo No 74.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 2016. Guía de parques nacionales. En línea. Consultado el 22 de junio de 2016. Disponible en:[http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com\\_content&view=article&id=127&Itemid=178](http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=127&Itemid=178).
- Montañez Q., D. P. 2009. Preferencia y selección de hábitat y microhábitat de mamíferos pequeños terrestres en la finca "El Prado" del municipio de Jesús María, Santander, Colombia. Tesis de Licenciatura en Biología. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 56 pp.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M. y T. Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Moreno, C. E.; Verdú, J. R. y H. T. Arita. 2007. Elementos ecológicos e históricos como determinantes de la diversidad de especies. Capítulo 14. Sociedad Entomológica Aragonesa, pp 179-192.
- Morrison, M. L.; Block, W. M.; M. Dale Strickland, B.A. Collier y M. J. Peterson. 2008. Wildlife study design (2a. ed.), Springer Series on Environmental Management, New York.
- Noguerales R, V. 2013. Selección y reparto de hábitat de dos especies de roedores en ambientes agrarios. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España. 37 pp.

- Quintero, J.; Quintero, E. Portillo, M.; Jiménez, A. y J. Hernández. 2013. Abundance, Habitat Use and Physiological Activity of the Lizard *Ameiva bifrontata* (Squamata: Teiidae) in the Botanical Garden of Maracaibo. *Revista de Ciencias Exactas, Naturales y Agropecuarias, Universidad del Zulia*. Vol. 3 (1 y 2): 165-172.
- Pavón- Vázquez, C.; Trujano-Ortega, M.; Arellano-Covarrubias, A. y U. O. García-Vázquez. 2016. Nature Notes. *Anolis tropidonotus*. Peters 1863. Reproduction. *Mesoamerican Herpetology*, Vol. 3, 2: 479-480.
- Paz-Quevedo, O. W. y L. Canseco-Márquez. 2003. Reptiles. En Flores, V. O y A. Nadal S. 2003. Diagnóstico de la diversidad biológica de El Salvador. Red Mesoamericana de Recursos Bióticos. México 171 pp.
- Pérez Z., J. y K. Balta. 2007. Ecología de una comunidad de saurios diurnos de la Reserva Nacional de Paracas, Ica, Perú. *Revista peruana de Biología* 13(3): 169-176.
- Pianka, E. R. y L. J. Vitt. *Lizards. 2003. Windows to the Evolution of Diversity*. University of California press. Londres, Inglaterra. 91 pp.
- Pinto A., J. A. 2014. Ecología de una comunidad de lagartijas del género *Anolis* en el Parque Nacional Yasuní. Tesis para optar al grado de Licenciado en Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador. 64 pp.
- Reaney, R. L. y M. J. Whiting. 2003 Picking a tree: habitat use by the tree agama, *Acanthocercus atricollis atricollis*, in South Africa, *African Zoology*, 38:2, 273-278.
- Reyes-Puig, C. y G. Ríos-Alvear. 2016. Ampliación del rango altitudinal de *Anolis fasciatus* (Squamata: Dactyloidae) en Ecuador. *Avances en Ciencias e Ingenierías*, 8(14): 45-47.



- Román-Palacios, C. y C. Román-Valencia. 2015. Hábitos tróficos de dos especies sintópicas de carácidos en una quebrada de alta montaña en los Andes colombianos. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86:782-788.
- Rowston, C.; Catterall, C. P. y C. Hurst. 2002. Habitat preferences of squirrel gliders, *Petaurus norfolcensis*, in the fragmented landscape of southeast Queensland. *Forest Ecology and Management*, 164(1), 197-209.
- Sáenz-Jiménez., F. A. 2010. Aproximación a la fauna asociada a los bosques de roble del corredor Guantiva–La Rusia–Iguaque (Boyacá–Santander, Colombia). *Revista Colombia Forestal* Vol. 13(2): 2999-334.
- Santoyo B., E. 2009. Ecología de la herpetofauna del Cañón de Chínipas, Chihuahua. Tesis para obtener el título de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgrado, Instituto de enseñanza e investigación en Ciencias Agrícolas. Montesillo, Texcoco, Estado de México, México. 90 pp.
- Santoyo-Brito, E. y J. A. Lemos-Espinal. 2010. Reparto de recursos de los gremios de lagartijas en el Cañón de Chínipas, Chihuahua, México. *Acta Zool. Mex.* (n.s.) 26(2): 435-450.
- Sarukhán, J.; Koleff, P.; Carabias, J.; Soberón, J.; Dirzo, R.; et. al. 2009. Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 104 pp.
- Siliceo-Cantero, H. H. y A. García. 2015. Actividad y uso del hábitat de una población insular y una continental de lagartijas *Anolis nebulosus* (Squamata: Polychrotidae) en un ambiente estacional. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86: 406-411.
- Silver, W.; Martín-Spiotta, E. y A. Lugo. 2001. El caribe y los países del continente americano: El Caribe (parte 2). En *Bosques nublados del neotrópico*. Kappelle y Brown (Eds.). Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 155-181 p.

- Siqueiros B., D. A. 2005. Una paradoja sobre uniformidad vs. orden y estabilidad en la medida de la estabilidad de especies según la teoría de la información. *Ludus Vitalis*, vol. XIII, num. 24: 83-92.
- Smith G. R. y R. E. Ballinger. 2001. The ecological consequences of habitat and microhabitat use in lizards: A review. *Contemporary Herpetology*.
- Smith T., M. y R. L. Smith. 2007. *Ecología*. Sexta edición. Pearson educación. Madrid, España. 776 pp.
- Soberon, J. 2007. Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. *Ecology letters* 10.12: 1115-1123.
- Solomon, E. P.; Berg, L. R. y D. W. Martin. 2008. *Biology*. Thomson Higher Education. Melmont, California, USA. 1379 pp.
- Sotelo, M. I. y R. N. Muzio. 2015. Aprendizaje espacial y geometría. Los anfibios en la evolución de los sistemas cognitivos cerebrales. *Revista Argentina de Ciencias de Comportamiento*, 7(3): 64-78.
- Soto N., C. 2012. Patrones de distribución, abundancia e interacciones entre carnívoros simpátridos en un área mediterránea protegida. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla, Sevilla, España. 2017 pp.
- Stellatelli, O. A. y L. E. Vega. 2010. Estructura del ensamble de anuros de la Reserva integral Laguna de los Padres (Buenos Aires, Argentina). *Cuad. Herpetol.* 24(10): 111-122.
- Torres, M.; Arendt, W. y J. M. Maes. 2013. Comunidades de aves y lepidópteros diurnos y las relaciones entre ellas en bosque nuboso y cafetal de Finca Santa Maura, Jinotega. *Encuentro No 95*: 69-79.
- Uetz, P. 2010. The original descriptions of reptiles. *Zootaxa* 2334: 59-68.
- Valdez V., J. H. 2013. *Ecología térmica y uso de microhábitat de Sceloporus hunsakeri y Sceloporus licki (Sauria: Phrynosomatidae) en la Región del Cabo*

- Baja California Sur. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Investigaciones del Noroeste. La Paz, Baja California Sur, México. 84 pp.
- Velásquez, J. y L. A. González. 2010. Ecología térmica y patrón de actividad del lagarto *Tropidurus hispidus* (Sauria: Tropiduridae) en el Oriente de Venezuela. Acta biológica colombiana Vol. 15, N° 2: 25-36.
- Villaseñor, J. L. 2010. El bosque húmedo de montaña en México y sus plantas vasculares: catálogo florístico-taxonómico. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 40 pp.
- Yaguana, C.; Lozano, D.; Neill, D. A. y M. Asanza. 2012. Diversidad florística y estructura del bosque nublado del Río Numbala, Zamora-Chinchipe, Ecuador: El “bosque gigante” de Podocarpaceae adyacente al Parque Nacional Podocarpus. Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología 1(3): 226-247.
- Young, B. E. 2007. Distribución de las especies endémicas en la vertiente oriental de los Andes en Perú y Bolivia. NatureServe, Arlington, Virginia, EE. UU. 92 pp.
- Woolrich-Piña., G. A.; Lemos E., J. A.; Oliver L., L.; Calderon M., M. E.; Gonzalez E., J. E.; Correa S., F. y R. Montoya A. 2006. Ecología térmica de una población de la lagartija *Sceloporus grammicus* (iguanidae: phrynosomatinae) que ocurre en la zona centro-oriente de la ciudad de México. Acta zoológica Mexicana (n.s) 22(2): 137-150.
- Zaher, H.; de Oliveira, L.; Grazziotin, F. G.; Campagner, M.; Jared, C.; Antoniazzi, M. y A. L. Prudente. 2014. Consuming viscous prey: a novel protein-secreting delivery system in neotropical snail-eating snakes. Evolutionary Biology, 14:58.
- Zorro C., J. P. 2007. Anuros del Piedemonte Llanero: Diversidad y preferencias del microhábitat. Tesis para optar al grado de Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 101 pp.

## X. ANEXOS



**Anexo 1.** *Norops crassulus*.  
Fotografía: Nicolás Pérez. PNCV  
2016



**Anexo 2.** *Norops crassulus*.  
Fotografía: Nicolás Pérez. PNCV  
2016



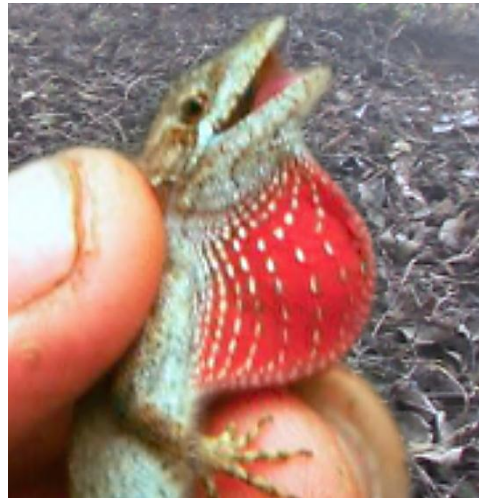
**Anexo 3.** *Norops tropidonotus*.  
Fotografía: Nicolás Pérez.  
PNCV 2016.



**Anexo 4.** *Norops tropidonotus*.  
Fotografía: Nicolás Pérez.  
PNCV 2016.



**Anexo 5.** *Norops heteropholidotus*. Fotografía: Nicolás Pérez. PNCV 2016.



**Anexo 6.** *Norops heteropholidotus*. Fotografía: Nicolás Pérez. PNCV 2016.



**Anexo 7.** *Sceloporus malachiticus*.  
Fotografía: Nicolás Pérez. PNCV 2016.



**Anexo 8.** *Sceloporus malachiticus*.  
Fotografía: Nicolás Pérez. PNCV 2016.



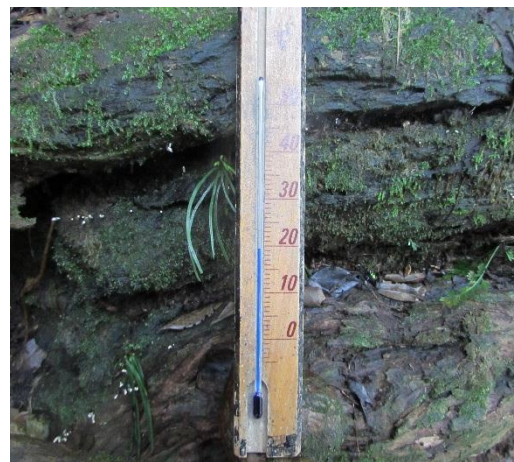
**Anexo 9.** Toma de datos en la zona Suroeste.



**Anexo 10.** Toma de datos en la zona Este.



**Anexo 11.** Consulta a un guardaparque del PN Cerro Verde.



**Anexo 12.** Toma de lectura de la temperatura ambiental.

**Anexo 13.** Hoja de colecta de datos.

Hoja de recolecta N°: \_\_\_\_\_

Fecha:

Zona:

Transecto N°:

Hora de inicio:

Hora final:

Correlativo	Especie	Individuos	Hora de observación	Tipo de sustrato	Comentarios

Observaciones: \_\_\_\_\_

#### Anexo 14. Formulas e índices ecológicos usados.

**El índice de Shannon** o de Shannon-Wiener se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica. Este índice se representa normalmente como  $H'$  y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especie. Formula:

$$H' = - \sum p_i * \ln p_i$$

Donde:

$H'$  = índice de Shannon-Wiener.

$P_i$  = abundancia relativa

$\ln$  = logaritmo natural

**El índice de Margalef** se utiliza para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

$$D_{Mg} = (s-1)/\ln N$$

Dónde: número de especies,  $N$  número total de individuos

Valores inferiores a dos son considerados como zonas de baja biodiversidad y valores superiores a cinco son indicativos de alta biodiversidad.

**El índice de Simpson** expresa el grado de dominancia, que es un parámetro inverso al concepto de uniformidad o equidad. Toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor importancia sin evaluar la contribución del resto de especies (Moreno 2001). La ecuación es:

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Dónde:  $\lambda$  = dominancia de Simpson,  $p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ .



El **índice de Pielou** mide la proporción de la diversidad observada con la máxima diversidad esperada. Es una medida de equidad, donde valores cercanos a 0 indican baja equidad, mientras que valores cercanos a 1, indican que todas las especies son igualmente abundantes. Su ecuación es:

$$J' = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Dónde: H' valor obtenido del índice de Shannon-Wiener, ln logaritmo natural, S número de especies de la muestra.

**Chao 2** es un estimador de riqueza no paramétrico en el sentido estadístico, ya que no asume el tipo de distribución de los datos y no los ajusta un modelo determinado. Su ecuación es:

$$Chao\ 2 = S + \frac{L^2}{2M}$$

Dónde: S número de especies en total, L número de especies que ocurren en una sola muestra, M número de especies que ocurren exactamente en dos muestras.

**Jack 2** es un estimador de riqueza para muestras grandes, ya que no asume homogeneidad ambiental. La ventaja de usar estimadores de Jack 2 radica en que son proyecciones de especies a registrar en futuros muestreos del área. Su ecuación es:

$$Jack\ 2 = S + \frac{L(2m - 3)}{m} - \frac{M(m - 2)^2}{m(m - 1)}$$

Dónde: S número de especies, L número de especies que ocurren exactamente en una sola muestra, M número de especies que ocurren exactamente en dos muestras, m número de muestras.

**Ecuación de Pianka**, se usó para estimar el solapamiento o sobreposición del nicho espacial y temporal. Fórmula:

$$O_{jk} = \frac{(\sum P_{ij} P_{ik})}{\sqrt{\sum P_{ij}^2 \sum P_{ik}^2}}$$

Donde:

$O_{jk}$ = traslape en una de las dimensiones del nicho entre las especie  $j$  y la especie  $k$ .

$P_{ij}$ = valor de importancia del recurso  $i$  para la especie  $j$ .

$P_{jk}$ = valor de importancia del recurso  $i$  para la especie  $k$ .

**Ecuación de Levins**, se usó para estimar la magnitud o amplitud del nicho espacial y temporal. Fórmula:

$$D_s = \frac{[(\sum P_i^2)^{-1} - 1]}{(N - 1)}$$

Donde:

$D_s$ = Amplitud en una de las dimensiones del nicho.

$P_i$ = Valor de importancia del recurso  $i$  para la especie.

$N$ = Número de recursos disponibles.