

**Uso de los recursos espacio-temporales por un ensamble de reptiles en un bosque nuboso de El Salvador**

**Use of spatial and temporal resources by an assembly of reptiles in a cloudy forest of El Salvador**

**Pérez-García, José Nicolás<sup>1</sup> y Paz-Quevedo, Oscar Wilfredo <sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>(Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador, perezjose2493@gmail.com)*

*<sup>2</sup>(Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad de El Salvador, oscar.paz@ues.edu.sv)*

**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. Se delimitaron tres zonas de muestreo dentro del bosque nuboso que rodea la zona de uso intensivo del Parque: 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 microhábitats 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 microhábitats 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.

**Palabras claves:** ensamble, diversidad, recursos, Parque Natural Cerro Verde.

## ABSTRACT

We 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. Three sampling zones were delimited within the cloud forest that surrounds the intensive use area of the 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.

**Key words:** assembly, diversity, resources, Cerro Verde Natural Park.

## INTRODUCCIÓN

El ensamble, se define como un grupo de especies relacionadas filogenéticamente que coexisten y comparten recursos similares, 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).

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 (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.

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). 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).

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.

## **MATERIALES Y METODOS**

### Ubicación geográfica

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, en el departamento de Santa Ana (Flores et al. 2012). 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 1).

El PNCV posee un clima tropical de altura, con temperaturas promedio entre 15.5° C y 12° C (Gallo y Rodríguez 2007). El tipo de suelo corresponde a clase VI, es decir no aptos para cultivos intensivos. 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). El área del PNCV 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.

### **Metodología**

Se establecieron tres zonas de muestreo, localizadas en el área boscosa más representativa de la vegetación del bosque



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

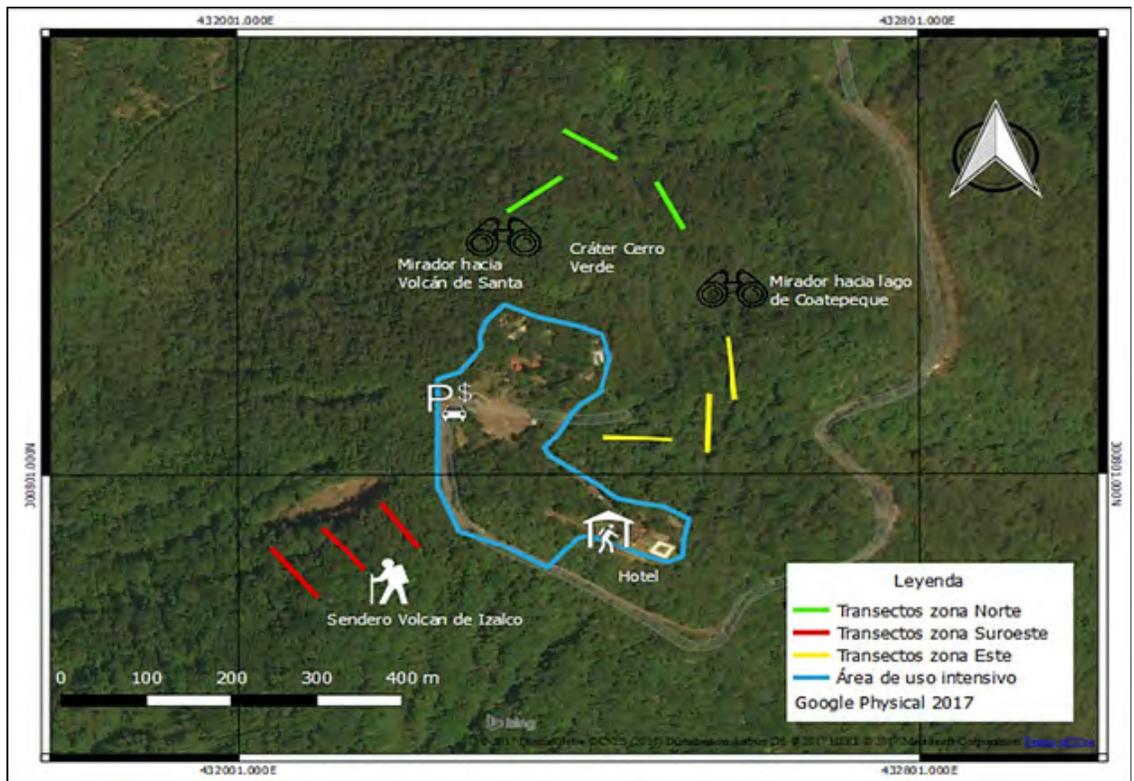


Figura 2. Ubicación de los transectos en cada zona de muestreo del PNCV.

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 (Stellatelli y

Vega 2010). El espacio se evaluó a través del uso de los microhábitats, los cuales se clasificaron en: hojarasca, entre la hierba, sobre roca, tronco en pie, tronco caído, sobre hoja, rama y estructura artificial. Respecto al tiempo, este se dividió en diez franjas horarias con una hora de duración cada una. Mientras que la actividad se agrupó en cuatro categorías: termorregulación,

reproducción, alimentación y refugio.

## **Análisis de datos**

### ***Diversidad total***

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.

### ***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 mayores

datos se tienen, mayor es la confiabilidad de los resultados de los índices. Estos datos fueron procesados en el programa Microsoft Excel 2013.

## RESULTADOS

### Resultados generales

#### Composición taxonómica

Se registraron cinco especies de reptiles, todas del Orden Squamata o Escamosos. Cuatro especies de lacertilios y una de serpiente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición taxonómica de los reptiles registrados en el PNCV.

ORDEN	SUBORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
Squamata	Lacertilia	Dactyloidae	Norops heteropholidotus (Anolis sminthus UICN)	Anolis vientre liso
			Norops tropidonotus (Anolis tropidonotus UICN)	Anolis escamoso
			Norops crassulus (Anolis crassulus UICN)	Anolis adornado
		Phrynosomatidae	Sceloporus malachiticus (Sceloórus internasalis UICN)	Talconete
	Serpentes	Dipsasidae	Tropidodipsas sartorii	Tragababosa anillada

### 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 2).

Cuadro 2. Abundancia de especies de reptiles registradas en el PNCV.

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

## Distribución

En la zona suroeste 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 3).

Cuadro 3. Distribución de los reptiles en cada zona estudiada 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

La abundancia de especie para la zona Norte fue de 26 individuos. Las especies más abundantes fueron *S. malachiticus* con 12 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.

## Diversidad

### *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 4).

Cuadro 4. Estimador de riqueza e índices ecológicos de la diversidad total del PNCV

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

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.

### 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 5).

Cuadro 5. 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 6).

Cuadro 6. 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 7).

Cuadro 7. Estimador de riqueza 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

### Diversidad beta

De acuerdo con el índice de Sorensen, las zonas con mayor similitud de especies son las zonas Norte y Este, con 57% de

similitud. Mientras que el menor valor se genera entre las zonas Suroeste y Este (Cuadro 8).

**Cuadro 8.** Valores del índice de Sorensen entre pares de zonas de estudio del PNCV.

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

### Recurso espacial

En el cuadro 9 se presenta el número de individuos por especie encontrados en cada uno de los microhábitats. *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 9.** Frecuencia de apareamiento de especies en cada microhábitat estudiado del PNCV.

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

### 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.

Cuadro 10. Valores de sobreposición del nicho espacial de los reptiles (lacertilios) del PNCV

Especie	Norops heteropholidotus	Norops tropidonotus	Norops crassulus	Sceloporus malachiticus
Norops heteropholidotus	-			
Norops tropidonotus	0.63	-		
Norops crassulus	0.31	0.55	-	
Sceloporus malachiticus	0.5	0.2	0.17	-

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 11).

Cuadro 11. Valores del índice de Levins de cada especie de reptil (lacertilios) del PNCV.

Especie	Valor del índice
Norops heteropholidotus	0.11
Norops tropidonotus	0.14
Norops crassulus	0.20
Sceloporus malachiticus	0.42

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 12).

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 13).

Cuadro 12. Frecuencia de aparecimiento de los reptiles en cada franja horaria.

Franja horaria	Especie					Total de individuos
	N. heterophilidotus	N. tropidonotus	N. crassulus	S. malachiticus	T. sartorii	
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
15:00-15:59	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

Cuadro 13. Valores de sobreposición del nicho temporal de los reptiles (lacertilios) del PNCV.

Especie	Norops heterophilidotus	Norops tropidonotus	Norops crassulus	Sceloporus malachiticus
Norops heterophilidotus	-			
Norops tropidonotus	0	-		
Norops crassulus	0.65	0.63	-	
Sceloporus malachiticus	0.64	0.61	0.94	-

### 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 14).

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

Cuadro 14. Valores de la amplitud del nicho temporal de los reptiles (lacertilios) del PNCV.

Especie	Valor del índice
Norops heterophilidotus	0.22
Norops tropidonotus	0.11
Norops crassulus	0.44
Sceloporus malachiticus	0.64

## 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 15).

## DISCUSIÓN

### 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).

Cuadro 15. Abundancia de especie en las principales actividades de los reptiles del PNCV.

Especie	Actividad			
	Termorregulación	Alimentación	Reproducción	Refugio
<i>Norops heteropholidotus</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

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 ausencia 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-Peña 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).

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 registró 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.

#### 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) y Martín-Regalado et al. (2011), Fernández y Lavín (2016), 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 o comunidad estudiada, como por en este caso *S. malachiticus* y *N. crassulus*, 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 esta 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.

#### 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 microhábitats. 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 microhábitats 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) y Siliceo-Cantero y García (2015).

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 las 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.

#### 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 determinado 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. 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.

## 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 de 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.

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.

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.

## 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.

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*

*Zoologia*. Volumen 54(5):51-62.

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.

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.

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.

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.
- 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 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.
- 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.
- Gallo, M. y E. Rodríguez. 2007. Formulario de propuesta de Reserva de Biosfera Apaneca-Ilamatepec. 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.
- 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.
- 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.
- 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/>
- Köhler, G.; Veselý, M. y E. Greenbaum. 2006. The amphibians and reptiles of El Salvador. Krieger Press, Melbourne, Florida. 238 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 simpátridas: *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.
- 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:
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir

- la biodiversidad. M. y T. Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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 P., 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.

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.