

DINÁMICA ESPACIAL DE REPTILES EN CUATRO COBERTURAS DE VEGETACIÓN DEL MUNICIPIO SANTIAGO NONUALCO, LA PAZ, EL SALVADOR

SPATIAL DYNAMICS OF REPTILES IN FOUR VEGETATION COVERS OF THE MUNICIPALITY OF SANTIAGO NONUALCO, LA PAZ, EL SALVADOR

José Nicolás Pérez-García¹

1Maestría Académica en Manejo de Recursos Naturales con énfasis en Biodiversidad, Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica. <https://orcid.org/0000-0003-4172-290X>

*Correspondence: perezjose2493@gmail.com

Received: 2023-03-24. **Accepted:** 2023-06-19. **Published:** 2023-07-17.

Editor: Nicolás Pelegrin, Brasil.

Resumen.— Los reptiles son parte importante de la biodiversidad, pero sus poblaciones se han visto afectadas por el cambio climático, especies invasoras y mayormente por la pérdida y fragmentación de los hábitats. El estudio de estas especies en distintos hábitats permite ampliar el conocimiento sobre el estado de conservación, las respuestas frente a las amenazas y la dinámica espacial de las comunidades. El objetivo de este estudio fue estimar la riqueza, abundancia, composición y recambio de reptiles en cuatro hábitats contrastantes: bosque caducifolio, bosque semidecídulo, bosque ripario y cercas vivas del municipio de Santiago Nonualco, El Salvador, y estimar el efecto de algunas variables ambientales. Entre los meses de marzo y agosto de 2021 se realizaron dos visitas por mes, con un esfuerzo de muestreo total de 768 horas/hombre. En cada hábitat se establecieron ocho puntos de muestreo y en cada uno, un transecto permanente de 100x4 m, y en cada uno se aplicó la técnica de Inspección por Encuentro Visual. Se registraron 747 individuos pertenecientes a 28 especies. El grupo mejor representado y más abundante fue el de las lagartijas, mientras que de varias serpientes y tortugas sólo registré un individuo. El hábitat con mayor riqueza y abundancia de especies fue el bosque ripario, por el contrario, las cercas vivas presentaron los valores más bajos de abundancia y de riqueza. También este último hábitat fue el que contribuyó a una mayor diferencia o recambio de especies. La humedad relativa y profundidad de hojarasca fueron las variables que aportaron mayor variación a la comunidad de reptiles. La composición, riqueza y abundancia de reptiles cambia entre los distintos hábitats, con una ligera tendencia a que estos reptiles prefieren ecosistemas con una cobertura vegetal más compleja y con menor intervención antropogénica.

Palabras clave.— Agropaisaje, composición, distribución, diversidad, herpetofauna.

Abstract.— Reptiles are an important part of biodiversity, but their populations have been affected by climate change, invasive species and mainly by the loss and fragmentation of habitats. The study of these species in different habitats allows us to broaden the knowledge of their conservation status, responses to threats and the spatial dynamics of communities. The objective of this study was to estimate the richness, abundance, composition, and turnover of reptiles in four contrasting habitats: deciduous forest, semi-deciduous forest, riparian forest, and live fences in the municipality of Santiago Nonualco, El Salvador, and to estimate the effect of some environmental variables. Between March and August 2021, two visits were made per month, with a total sampling effort of 768 hours/man. In each habitat, eight sampling points were established and in each one, a permanent transect of 100x4 m, and Visual Encounter Inspection technique was applied to each transect. 747 individuals belonging to 28 species were recorded. The best represented and most abundant group was lizards, while several snakes and turtles only registered one individual. The habitat with the highest richness and abundance of species was the riparian forest, on the contrary, live fences presented the lowest

values of abundance and richness. This last habitat was also the one that contributed more to a greater difference or turnover of species. Relative humidity and litter depth were the variables that contributed the greatest variation to the reptile community. The composition, richness, and abundance of reptiles change between different habitats, with a slight tendency for these reptiles to prefer ecosystems with a more complex vegetation cover and less anthropogenic intervention.

Keywords.— Agro-landscape, composition, distribution, diversity, herpetofauna.

INTRODUCCIÓN

Los reptiles constituyen una pieza fundamental de la biodiversidad, la cual es el resultado de procesos ecológicos e históricos (Pincheira-Donoso et al., 2013). El patrón de biodiversidad más estudiado se refiere a cómo los atributos comunitarios de composición, abundancia y riqueza de especies cambian entre los distintos ecosistemas (Rabosky et al., 2019). Una manera de abordar este patrón y para emprender acciones de conservación es dividir a la biodiversidad en los componentes alfa, beta y gamma (Núñez et al., 2022).

A nivel mundial se conocen 11 690 especies de reptiles (IUCN, 2021), pero el 21 % está amenazado de extinción (Cox et al., 2022). Las principales amenazas para estas especies son el cambio climático, las enfermedades emergentes, las especies invasoras, y principalmente la pérdida y degradación de los hábitats (Böhm et al., 2013; Vargas-Salinas & Aponte-Gutiérrez, 2017; Marshall et al., 2020). No obstante, en El Salvador y particularmente en el departamento de La Paz, los estudios e información sobre reptiles y su dinámica espacial aún es limitada. Debido a que la vegetación original de esta región ha sido reducida a fragmentos boscosos (Henríquez et al., 2021), es importante estudiar este grupo de vertebrado en distintos hábitats con el fin de ampliar el conocimiento sobre su ecología y su respuesta a la degradación ambiental (Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona, 2008). Situación que se manifiesta desde cambios de los patrones de riqueza y abundancia de especies y limitaciones en la dispersión de las poblaciones hasta extinciones locales por modificaciones en el microclima. Otras especies en cambio parecen subsistir pese a condiciones desfavorables (Cartín, 2021).

En El Salvador, la mayoría de los trabajos recientes sobre reptiles se han realizado en las montañas de la zona noroccidente y se han enfocado en la amplitud de rangos de distribución, tales como los nuevos registros de *Scincella cherriei* (Valdenegro-Brito et al., 2020), y *Scincella incerta* (Henríquez et al., 2021). Así mismo, para el Parque Nacional Montecristo se sumaron una nueva especie de lagartija, dos tortugas y ocho de serpientes (Juárez-Peña et al., 2016). Por otro lado, a nivel del neotrópico, algunos estudios de diversidad de reptiles se han realizado en

diferentes hábitats, en donde la mayor riqueza y abundancia de especie ha estado relacionada con hábitats mejores conservados o de mayor complejidad estructural (Medina-Rangel, 2011; Tenorio-Mendoza et al., 2019).

Para El Salvador resulta imprescindible realizar estudios de las comunidades de reptiles en distintas unidades del paisaje tomando en cuenta hábitats con presiones antrópicas con el fin de formular recomendaciones para la conservación de taxones amenazados y para el monitoreo de la biodiversidad a distintas escalas (Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona, 2008). A pesar de que son fundamentales en la dinámica interna de los ecosistemas y brindan servicios ambientales, varias especies de reptiles son asesinadas por el ser humano, debido a la falta de conocimiento y por el temor del peligro que pueden representar (Flórez & Barona, 2016). Además, son el grupo menos abordado y no gozan de alta simpatía como las aves y mamíferos (Cartín, 2021).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la riqueza, la composición, la abundancia, la diversidad y el recambio de reptiles en cuatro hábitats: Bosque caducifolio, bosque semideciduo, bosque ripario y cercas vivas. De manera complementaria, se estimó la asociación de las especies respecto a la temperatura ambiental, la humedad relativa, el dosel, la intensidad lumínica, la profundidad de hojarasca y la altitud en el municipio de Santiago Nonualco, El Salvador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo de campo se realizó al noroeste de la zona urbana del municipio de Santiago Nonualco, departamento de La Paz (13.5367° N, 88.9502° W; WGS 84; Fig. 1), entre 140 y 460 m s.n.m. El lugar forma parte de la zona de vida de bosque húmedo subtropical (Carbajal et al., 2009). El clima es cálido, con temperaturas medias de 27 °C. Se distinguen dos épocas climáticas, la lluviosa (mayo-octubre) y la seca (noviembre-abril). Las precipitaciones promedio son de 1960 mm y la humedad

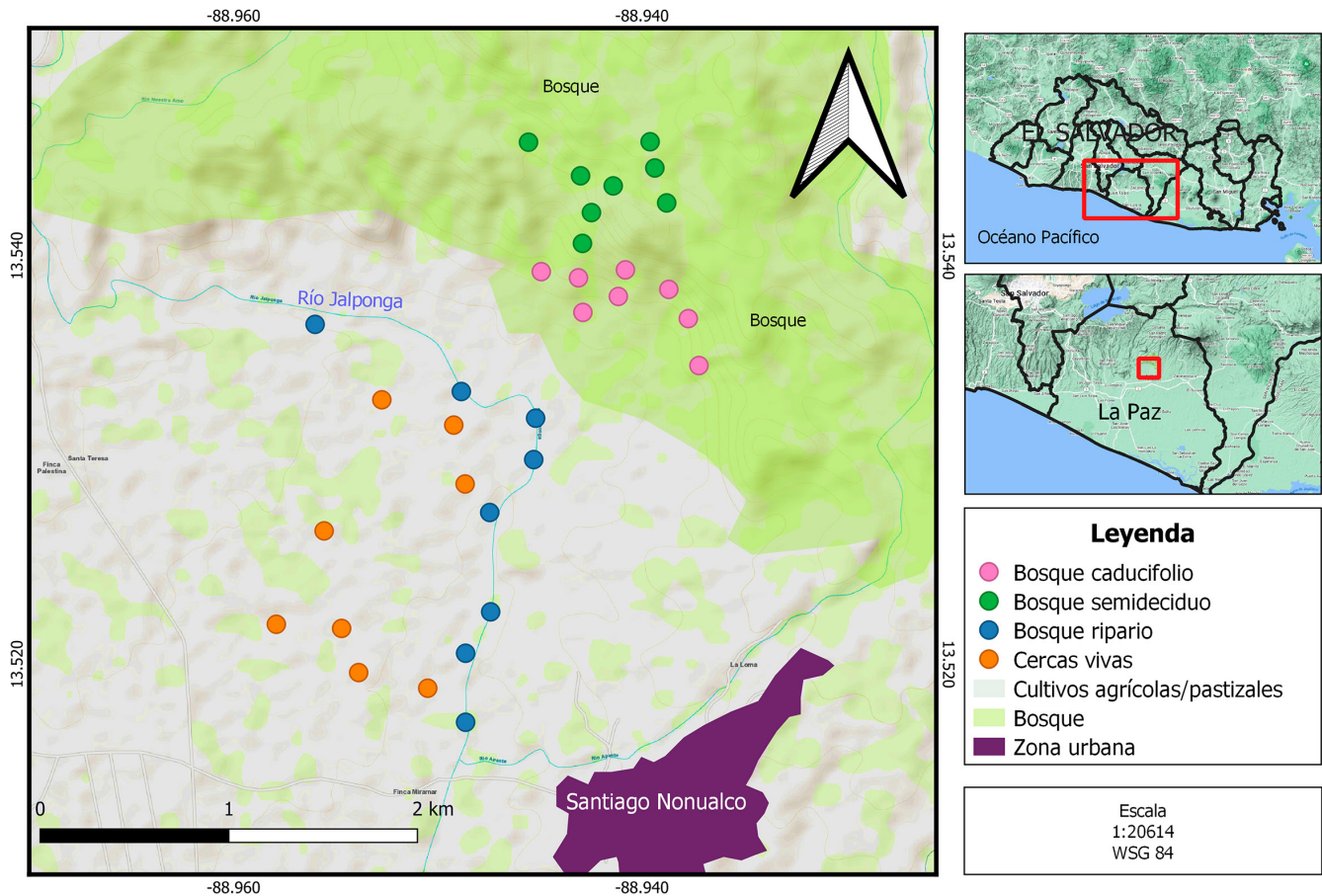


Figure 1. Geographical location of the sampling points where the transects were established to collect reptile's data. Santiago Nonualco, El Salvador.

Figura 1. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo donde se establecieron los transectos para la toma de datos de reptiles. Santiago Nonualco, El Salvador.

relativa del 74% (Cuéllar, 2006; Carbajal et al., 2009). El uso de suelo está dominado por cultivos, pastizales y viviendas rurales, donde se encuentran fragmentos de bosque seco y semideciduo en la parte media y alta de las montañas, y bosque de ribera en los cursos de agua perennes. Entre las principales amenazas para la vegetación y fauna asociada están la ampliación de áreas destinadas a cultivos y pastizales, la quema de cañales y rastros, la contaminación del suelo y del agua por uso de agroquímicos y desechos sólidos y la tala de árboles para obtener madera y leña.

Zonas de muestreo

Se definieron cuatro tipos de hábitats: bosque caducifolio (BC), bosque semideciduo (BS), bosque ripario (BR) y cercas vivas (CV) (Apéndice 1). El BC comprendió porciones de este tipo de bosque ubicados al pie y parte media de las montañas (150-250 m s.n.m.). Las especies de árboles comunes son *Lysiloma divaricatum*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Tabebuia chrysantha*, *Bursera simaruba*,

entre otros. El BS se ubica en la cima de las montañas (250-460 m s.n.m.) y los árboles pueden sobrepasar los 20 m de altura, siendo común encontrar *Brosimum alicastrum*, *Calophyllum brasiliense*, *Sideroxylon capiri*, *Artocarpus altalis*, entre otros. El BR comprendió la vegetación que se ubica en los márgenes del río Jalponga (140-161 m s.n.m.).

Algunos árboles comunes son *Ficus* spp, *Ceiba pentandra* e *Inga vera*, en algunas partes *Bactris major* es abundante. Las CV incluyen vegetación dominada por *Cordia alba*, *Bursera simaruba* y *Jatropha curcas* que sirven de límite entre parcelas de cultivos agrícolas como *Zea mays*, *Oryza sativa*, *Saccharum officinarum* y *Manihot esculenta*, y pastizales (150-160 m s.n.m.). El manejo de las cercas vivas usualmente consiste en la poda para evitar la sombra sobre los cultivos y obtención de madera para uso doméstico.

Muestreo

Entre marzo y agosto de 2021 se realizaron dos visitas por mes para un total de 12 visitas al campo con duración de cuatro días cada una. En cada hábitat se establecieron al azar ocho puntos de muestreos (Fig. 1). Como método de muestreo en cada punto se utilizó un transecto permanente de 100 m de largo por 4 m de ancho para un total de 32 transectos, la distancia mínima entre cada unidad de muestreo fue de 100 m. En cada día se muestrearon cuatro transectos de dos hábitats, para un total de ocho transectos por día; el orden de muestreo de cada uno fue al azar, por lo que fue diferente en cada visita. El muestreo de los transectos fue realizado por dos investigadores por medio de la técnica de Inspección por Encuentro Visual (Heyer et al., 2001; Doan, 2016), y consistió en recorridos durante aproximadamente una hora buscando a los reptiles en los microhábitats que usualmente frecuentan dentro de los límites de los transectos, en un horario de 8:00 a 13:00 h y de 15:00 a 20:00 h, para un esfuerzo diario de 16 horas/hombre, 64 horas/hombre en cada visita y 768 horas/hombre durante todo el estudio.

En cada transecto se midió la temperatura ambiental y humedad relativa con un termohigrómetro digital, la intensidad lumínica con un luxómetro digital y mensualmente se midió el porcentaje del dosel con un densiómetro esférico convexo y la profundidad de hojarasca con una regla de 30 cm. Estas mediciones se tomaron tres veces: al inicio, en medio y al final de cada transecto, con diferencia de 30 minutos entre cada una, se tomó el valor promedio de las tres mediciones; además, se consideró la altitud de cada transecto. Todos los individuos fueron identificados en el campo con base en Köhler et al. (2006), Guerra et al. (2012) y McCranie & Köhler (2015). Los nombres científicos se basaron en las actualizaciones taxonómicas según MARN (2018) y Uetz & Hallermann (2022).

Análisis de datos

Riqueza y composición general. Para obtener una aproximación del número de especies de los hábitats en conjunto, se construyeron curvas de acumulación de especies a partir de la riqueza registrada y calculada con estimadores de riqueza no paramétricos de Jack 1 y Bootstrap (Magurran, 2004), en el paquete Vegan 2.5.7 (Oksanen et al., 2020). Según lo realizado por Urbina-Cardona et al. (2008), se tomó como máximo valor (100 %) a la riqueza total calculada y con ello se determinó la representatividad de la riqueza de todo el estudio.

Diversidad alfa. La diversidad al interior de cada hábitat o diversidad alfa, se estimó por medio de la riqueza específica, la abundancia, la composición y la diversidad. La riqueza específica se evaluó a través de estimadores no paramétricos de Chao 1 e ICE

en el paquete Vegan 2.5.7 (Oksanen et al., 2020). Para analizar la abundancia y la composición se realizaron curvas de rango-abundancia en el paquete BiodiversityR 2.12.3 (Kindt, 2020), las cuales ordenan a las especies de mayor a menor abundancia, por lo cual se sintetiza información sobre la abundancia, equidad e identidad de las especies (Feinsinger, 2003; Rengifo et al., 2019).

Para evaluar y observar gráficamente las similitudes en la composición entre hábitats se realizó un escalamiento multidimensional no-métrico (nMDS) (Palacio et al., 2020). Para detectar diferencias en la composición y corroborar si las agrupaciones observadas en el nMDS fueron significativas se realizó un análisis de similitud (ANOSIM) de una vía (Kindt & Coe, 2005). Además, se realizó un análisis de porcentaje de similitud (SIMPER) para determinar la disimilitud de composición entre hábitats y la contribución de las especies a tales diferencias. Estos análisis se procesaron en Vegan 2.5.7 (Oksanen et al., 2020), y se basaron en el índice de disimilitud de Bray-Curtis con permutaciones de 9999. Dadas las comparaciones múltiples del ANOSIM y con el fin de disminuir la probabilidad de cometer el error de tipo I, los valores de *P* resultantes en dicha prueba fueron sometidos a corrección de Bonferroni en el paquete Stats 4.0.3 (R Core Team, 2020). Se utilizó como medida de diversidad el índice de Shannon (*H'*) y los valores se compararon mediante pruebas de *t* de Hutcheson en el paquete ecolTest 4.0.4 (Salinas & Ramírez-Delgado, 2021). Cuando los valores de este índice son inferiores a 2 indica baja diversidad, de 2 a 3.5 diversidad media, y superiores a 3.5 alta diversidad (Medrano-Meraz et al., 2017).

Diversidad beta. Para determinar el grado de similitud entre hábitats se utilizó el índice de Sorensen, el cual fue obtenido por medio del paquete fossil 0.4.0 (Vavrek, 2020). Cuando los valores de este índice son cercanos a cero indican baja similitud y cercanos a uno indican alta similitud entre las unidades que se comparan. Adicionalmente, se utilizó el índice de complementariedad para determinar el grado de recambio de especies entre los distintos hábitats, valores cercanos a cero indican sitios idénticos y cercanos a uno sitios diferentes.

Variables ambientales. Finalmente, para estimar las respuestas de los reptiles a las variables ambientales se realizó un análisis de redundancia (RDA; Borcard et al., 2011), en el paquete Vegan 2.5.7 (Oksanen et al., 2020). Debido a que los métodos multivariados son sensibles a la rareza de las especies, sólo se tomaron en cuenta las que presentaron abundancia superior a dos individuos (Ríos-Rodas et al., 2020). El análisis partió de una matriz comunitaria y ambiental, con su estandarización por medio del método de Hellinger y standardize respectivamente. Para descartar o mantener variables interrelacionadas, se tomó

como criterio el factor de inflación de la varianza (VIF) y se seleccionaron aquellas con un VIF < 10 (Duarte-Núñez et al., 2020). El cálculo de la significancia estadística fue por medio del análisis de varianza (ANOVA) con permutaciones de 9999 (Chergui et al., 2020). Todos los análisis de datos se realizaron en R 4.0.3 (R Core Team, 2020), y las pruebas tuvieron un nivel de significancia de 0.05.

RESULTADOS

Riqueza y composición general

En todo el estudio se registraron 747 individuos de reptiles agrupados en 15 familias y 28 especies (Tabla 1, Apéndice 2). Del total de individuos, 97.46 % fueron lagartijas, 2 % serpientes y 0.54 % tortugas. La familia de lagartijas mejor representada fue Dactyloidae (238 individuos, tres especies), mientras que en serpientes la familia Colubridae presentó la mayor riqueza (seis especies). Se detectó que la lagartija espinosa (*Sceloporus squamosus*) obtuvo la mayor ocurrencia de individuos, por el contrario, las especies *Drymarchon melanurus*, *Drymobius margaritiferus*, *Oxybelis koehleri*, *Leptophis mexicanus*, *Trimorphodon quadruplex*, *Leptodeira nigrofasciata*, *Leptodymus pulcherrimus*, *Stenorrhina freminvillei*, *Epictia phenops* y *Rhinoclemmys pulcherrima* sólo fueron observadas una vez durante el período de estudio (un individuo de cada especie).

Las curvas de acumulación de especies no llegaron a una asíntota. Los estimadores de riqueza no paramétricos mostraron un patrón de aumento similar respecto a la riqueza registrada de reptiles durante los muestreos (Fig. 2). Jack 1 y Bootstrap calcularon una riqueza de 41 y 33 especies, respectivamente, lo cual determina que la representatividad del muestreo osciló entre el 68 y 82%.

Diversidad alfa: por cada hábitat

Riqueza específica. Al comparar la riqueza entre los hábitats, en el BR se registró el mayor número de especies y, por el contrario, en las CV se contabilizaron menos especies. De acuerdo con los estimadores de riqueza, la representatividad de los muestreos osciló entre el 52 y 83% (Tabla 2), lo cual sugiere que todavía es posible encontrar más especies de reptiles en los hábitats estudiados. Para el BC faltarían registrar 4-10 especies, en el BS 3-9 especies, en el BR 3-6 especies y en CV 3-4 especies.

Abundancia y composición. Las curvas rango-abundancia mostraron un patrón similar en los cuatro hábitats respecto a la distribución de las especies dominantes y raras (Fig. 3). La

primera posición en el BC estuvo ocupada por *S. squamosus*, en el BS por *Anolis macrophallus*, en el BR le correspondió a *Basiliscus vittatus* y en CV a *Aspidoscelis deppii*. La alta abundancia registrada para *Hemidactylus frenatus* le permitió ocupar las primeras posiciones en todos los hábitats. La mayor parte de especies que se ubicaron en los últimos rangos pertenecen al grupo de las serpientes.

El análisis nMDS mostró que la composición de especies tiende a ser diferente entre los cuatro hábitats (Fig. 4). Los resultados de la prueba ANOSIM también sugieren que la composición de los reptiles de los hábitats fue estadísticamente diferente (Prueba general, $R = 0.92$, $P < 0.05$), así como todas las comparaciones entre los pares de hábitats (Valores de corrección de Bonferroni, $P < 0.05$, Apéndice 3). En las comparaciones por medio del SIMPER, se encontró que cercas vivas fue el hábitat que más influyó en la disimilitud de la composición. De tal manera que la diferencia entre CV y BS fue del 90.99% y las especies que más aportaron a esa diferencia fueron *A. macrophallus* y *A. deppii* (SIMPER, 19.98% y 18.94% respectivamente). Entre CV y BC se encontró una diferencia del 86.75%, *S. squamosus* junto con *A. deppii* (SIMPER, 24.44% y 18.79%) fueron las que más contribuyeron a la disimilitud. En CV y BR se registró 84.71% de diferencia, los mayores aportes provinieron de *B. vittatus* y *A. deppii* (SIMPER, 29.12% y 21.05%; Apéndice 3).

Diversidad. El índice de Shannon indicó que la diversidad de reptiles registrada en todos los hábitats fue baja (BS, $H' = 1.77$; BC, $H' = 1.62$; BR, $H' = 1.52$; CV, $H' = 1.25$). Se detectó que hubo diferencias significativas en los valores de Shannon entre BC y BR ($t = 3.83$, g.l. = 345.66, $P < 0.05$, entre BS y BR ($t = 2.02$, g.l. = 284.57, $P = 0.02$), entre BS y CV ($t = 5.46$, g.l. = 349.78, $P < 0.05$) y entre BR y CV ($t = 2.08$, g.l. = 283.83, $P = 0.01$).

Riqueza-abundancia por grupos. Las lagartijas fue el grupo mejor representado en los cuatro hábitats tanto en riqueza como en abundancia (Figs. 5 y 6). El grupo de las serpientes también estuvo presente en todos los hábitats, pero en menor abundancia; en cambio, las tortugas sólo se registraron en el BR.

Diversidad beta: diversidad entre hábitats

Se evidenció que los hábitats no comparten todas sus especies. El mayor número de especies en común ocurrió entre el BS y el BR. De acuerdo con los valores de Sorensen, el BR y las CV son los hábitats más similares. Por el contrario, y de acuerdo con el índice de complementariedad, el mayor recambio (disimilitud) de especies ocurrió entre el BS y las CV (Tabla 3).

Table 1. Taxon composition and total abundance of reptiles recorded in the study area. The species code is used for reference in Figure 3.**Tabla 1.** Composición taxonómica y abundancia total de los reptiles registrados en el área de estudio. El código de la especie sirve como referencia en la Figura 3.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia
Squamata (Suborden Lacertilia)	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Pasa ríos	102
	Dactyloidae	<i>Anolis macrophallus</i>	Bebeleche de bosque	73
		<i>Anolis serranoi</i>	Bebeleche serrano	89
		<i>Anolis wellbornae</i>	Bebeleche común	76
	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Gecko besucón	86
	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Garrobo	33
		<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	2
	Scincidae	<i>Scincella assata</i>	Eslizón centroamericano	2
		<i>Marisora brachypoda</i>	Mabuya centroamericana	11
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus squamosus</i>	Lagartija espinosa	104
	Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus tuberculosus</i>	Salamanquesa vientre amarillo	2
	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes albogularis</i>	Cantil	4
	Teiidae	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Corredor rayado	84
		<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija pintada	60
	Squamata (Suborden Serpentes)	Boidae	<i>Boa imperator</i>	Masacuata
Colubridae		<i>Drymarchon melanurus</i>	Zumbadora de pestañas	1
		<i>Drymobius margaritiferus</i>	Petatilla	1
		<i>Oxybelis koehleri</i>	Bejuquilla café	1
		<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	1
		<i>Stenorrhina freminvillei</i>	Culebra alacranera	1
		<i>Trimorphodon quadruplex</i>	Serpiente lira	1
Dipsadidae		<i>Coniophanes piceivittis</i>	Cotina	2
		<i>Leptodeira nigrofasciata</i>	Falso coral negro	1
		<i>Leptodeira rhombifera</i>	Serpiente ojigata	2
		<i>Leptodymus pulcherrimus</i>	Bejuquilla de cabeza verde	1
Leptotyphlopidae		<i>Epictia phenops</i>	Culebrita ciega	1
Testudines	Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys pulcherrima</i>	Tortuga pintada	1
	Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Tortuga candado	3

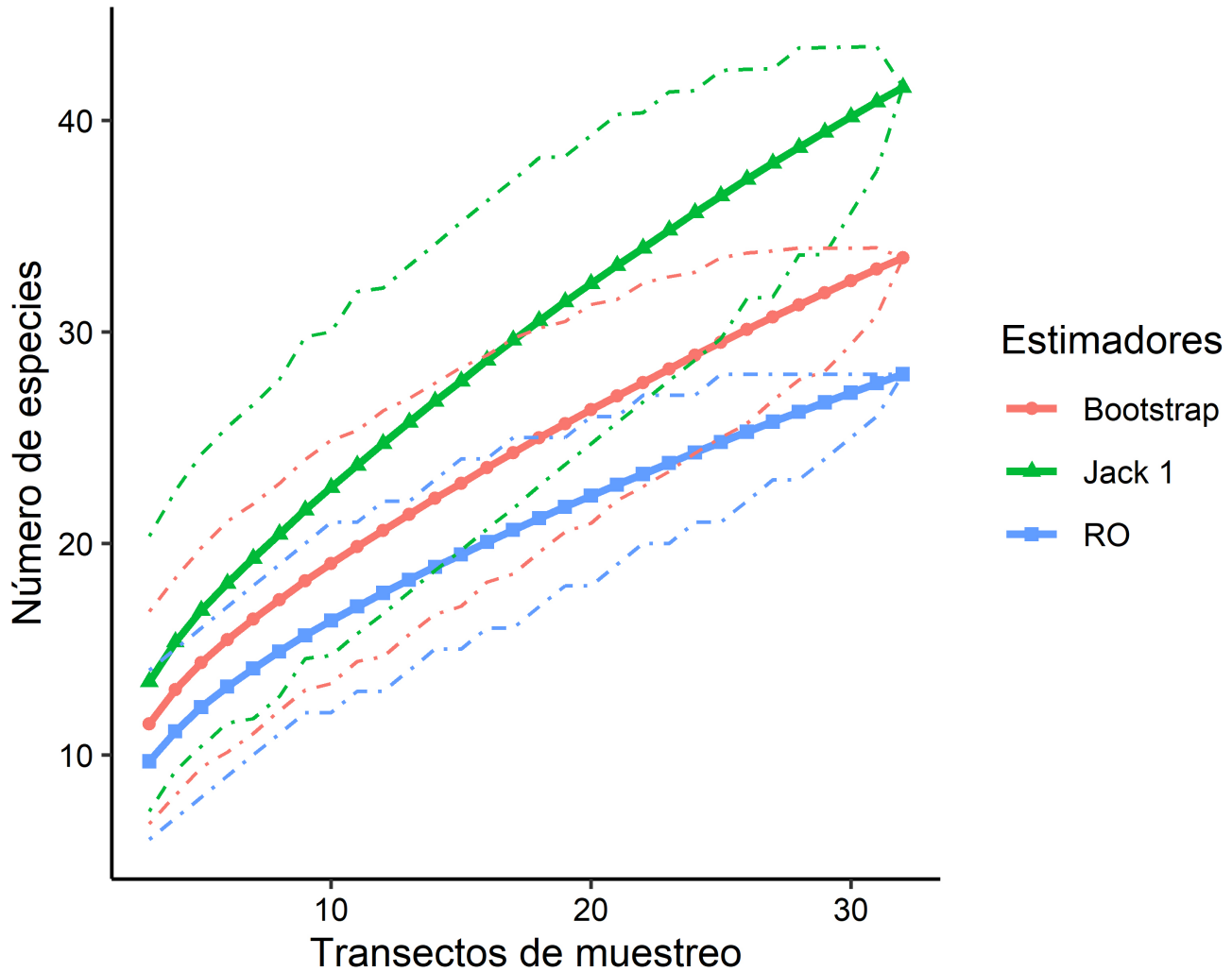


Figure 2. Curves of species accumulation with 95% confidence intervals (delimited by dotted lines) for richness recorded (RO) and richness estimated with nonparametric estimators.

Figura 2. Curvas de acumulación de especies con intervalos de confianza del 95% (delimitados por líneas discontinuas) para la riqueza observada (RO) y riqueza estimada con estimadores no paramétricos.

Variables ambientales

El análisis RDA explicó el 63.83 % de la variación de la abundancia de los reptiles (Fig. 7). El modelo obtenido, así como todas las variables incluidas fueron significativas (ANOVA, $P < 0.05$). El orden de importancia de las variables según su varianza fue: primero la humedad relativa, luego la temperatura ambiental, la profundidad de la hojarasca, la luminosidad, el dosel y finalmente la altitud. Especies como *A. deppii*, *H. undulatus* y *C. similis* se asociaron mayormente a la temperatura ambiente y a la luminosidad, en cambio *A. macrophallus* y *A. serranoi* a sitios ligeramente elevados con cierta profundidad

de hojarasca. Además, este mismo análisis permite visualizar que las condiciones ambientales entre tipos de hábitats son diferentes, lo cual estaría en concordancia con las diferencias de composición de especies observadas en el análisis nMDS y las similitudes según el índice de Sorensen.

DISCUSIÓN

Esta investigación constituye uno de los primeros aportes sobre reptiles del municipio de Santiago Nonualco, El Salvador. La riqueza acumulada entre los cuatro hábitats estudiados representa casi un tercio (27.18 %) de la fauna de reptiles de El

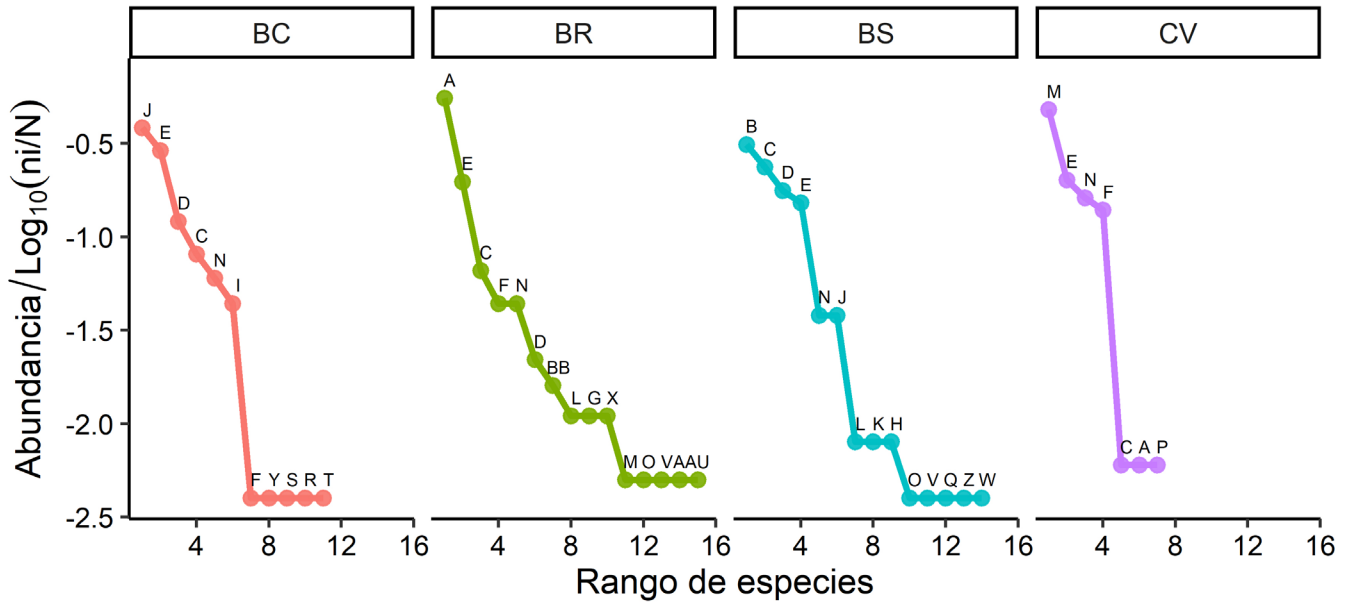


Figure 3. Rank-abundance curves for reptiles recorded in four sampling habitats. See Table 1 for code of the species. BC: Deciduous forest, BS: Semideciduous forest, BR: Riparian forest, CV: Live fences. *Basiliscus vittatus* (A), *Anolis macrophallus* (B), *Anolis serranoi* (C), *Anolis wellbornae* (D), *Hemidactylus frenatus* (E), *Ctenosaura similis* (F), *Iguana iguana* (G), *Scincella assata* (H), *Marisora brachypoda* (I), *Sceloporus squamosus* (J), *Phyllodactylus tuberculatus* (k), *Gonotodes albogularis* (L), *Aspidoscelis deppii* (M), *Holcosus undulatus* (N), *Boa imperator* (O), *Drymarchon melanurus* (P), *Drymobius margaritiferus* (Q), *Oxybelis koehleri* (R), *Leptophis mexicanus* (S), *Stenorrhina freminvillei* (T), *Trimorphodon quadruplex* (U), *Coniophanes piceivittis* (V), *Leptodeira nigrofasciata* (W), *Leptodeira rhombifera* (X), *Leptodrymus pulcherrimus* (Y), *Epictia phenops* (Z), *Rhinoclemmys pulcherrima* (AA), *Kinosternon scorpioides* (BB).

Figura 3. Curvas de rango-abundancia para los reptiles registrados en los cuatro hábitats de muestreo. El código de las especies se encuentra en la Tabla 1. BC: Bosque caducifolio, BS: Bosque semideciduo, BR: Bosque ripario, CV: Cercas vivas. *Basiliscus vittatus* (A), *Anolis macrophallus* (B), *Anolis serranoi* (C), *Anolis wellbornae* (D), *Hemidactylus frenatus* (E), *Ctenosaura similis* (F), *Iguana iguana* (G), *Scincella assata* (H), *Marisora brachypoda* (I), *Sceloporus squamosus* (J), *Phyllodactylus tuberculatus* (k), *Gonotodes albogularis* (L), *Aspidoscelis deppii* (M), *Holcosus undulatus* (N), *Boa imperator* (O), *Drymarchon melanurus* (P), *Drymobius margaritiferus* (Q), *Oxybelis koehleri* (R), *Leptophis mexicanus* (S), *Stenorrhina freminvillei* (T), *Trimorphodon quadruplex* (U), *Coniophanes piceivittis* (V), *Leptodeira nigrofasciata* (W), *Leptodeira rhombifera* (X), *Leptodrymus pulcherrimus* (Y), *Epictia phenops* (Z), *Rhinoclemmys pulcherrima* (AA), *Kinosternon scorpioides* (BB).

Table 2. Abundance, observed richness, estimated and completeness of the sampling of habitats. BC: Deciduous forest, BS: Semideciduous forest, BR: Riparian forest, CV: Live fences.

Tabla 2. Abundancia, riqueza observada, estimada y representatividad del muestreo de los hábitats. BC: Bosque caducifolio, BS: Bosque semideciduo, BR: Bosque ripario, CV: Cercas vivas.

	BC	BS	BR	CV
Abundancia	205	222	168	152
Especies observadas	11	14	15	7
Especies esperadas: Chao 1	21	17	18	10
Especies esperadas: ICE	15	23	21	11
Representatividad	52 - 73 %	61 - 82 %	71 - 83 %	64 - 70 %



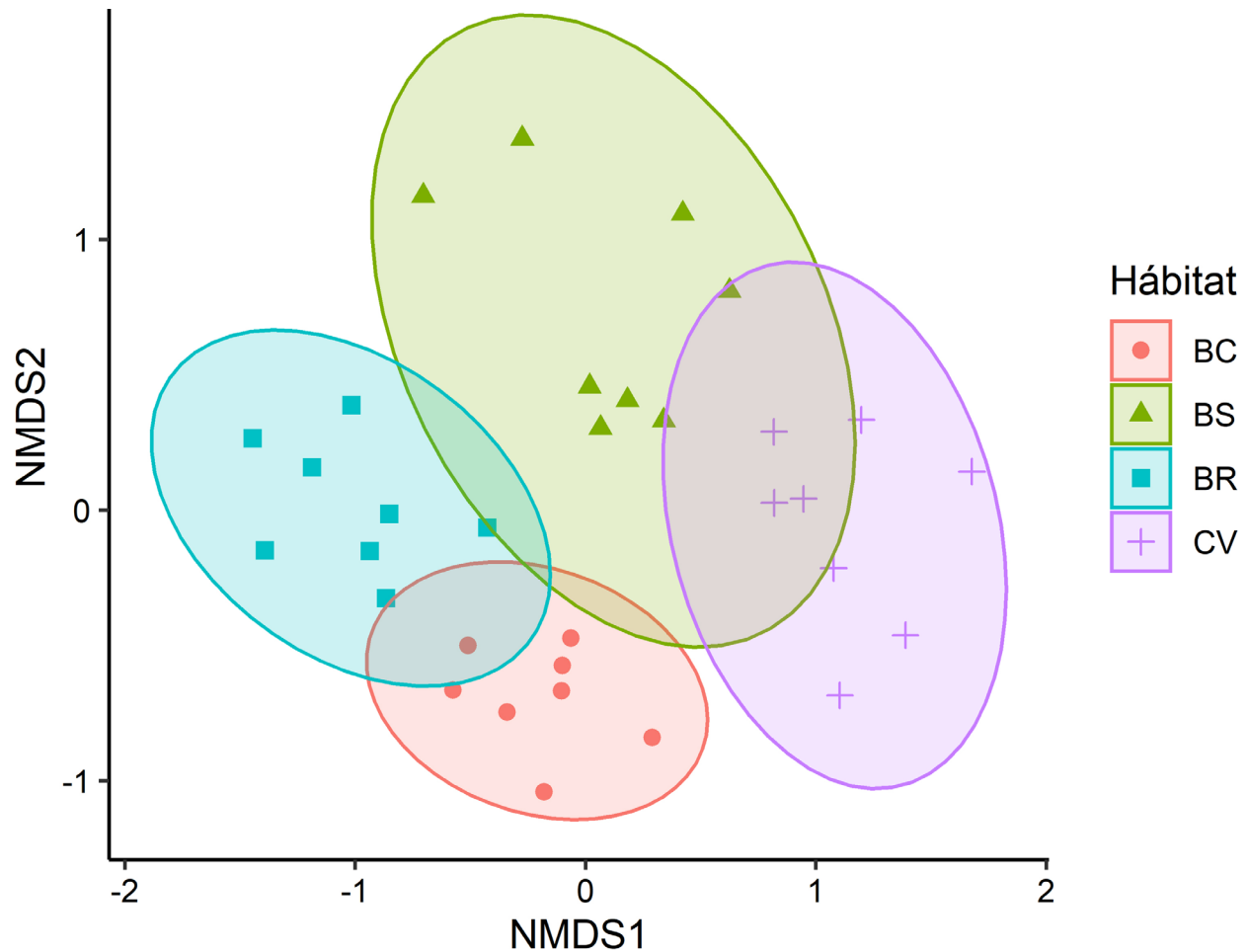


Figure 4. Nonmetric multidimensional scaling plot (nMDS) for the reptiles recorded in each transect according to the type of habitat (Stress: 0.16). BC: Deciduous forest, BS: Semideciduous forest, BR: Riparian forest, CV: Live fences.

Figura 4. Gráfico del escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para los reptiles registrados en cada transecto según el tipo de hábitat (Stress: 0.16). BC: Bosque caducifolio, BS: Bosque semideciduo, BR: Bosque ripario, CV: Cercas vivas.

Salvador y es considerablemente mayor a lo reportado en otros ambientes del país: 19 especies en el bosque secundario y bosque seco sobre lava volcánica del complejo San Marcelino, Sonsonate (Pineda et al., 2016); 18 especies en bosque de pino-roble, bosque ripario, matorrales y pantano arbustivo del área natural La Montañona, Chalatenango (Morán, 2014); 17 especies en el bosque de manglar, bosque ripario y bosque seco del Complejo Los Cóbanos, Sonsonate (Guzmán, 2018). Esto significa que la zona de estudio a pesar de la fuerte actividad antrópica dominada por la agricultura y ganadería, aún tiene capacidad de resguardar una cantidad considerable de fauna

La representatividad de las especies encontradas es óptima y comparable con la de otros estudios (Cruz-Elizalde & Ramírez-

Bautista, 2012). Como era de esperarse, las curvas de acumulación de especies, indican que de seguir con los muestreos es probable incrementar el inventario de especies.

Varios estudios sobre reptiles han concluido que independientemente del esfuerzo de muestreo, es raro registrar todas las especies que habitan dentro de la zona objeto de estudio, ya sea por sesgos en los muestreos, el método de muestreo no está acorde con la detectabilidad de ciertas especies, el horario de muestreo, la variación climática o los patrones de abundancia de las especies, puesto que no todas son igualmente abundantes y fáciles de observar, o porque tienen hábitos diferenciales a nivel espacial (Chao et al., 2005; Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona, 2008; Medina-Rangel, 2011).

Table 3. Similarity and complementarity values of reptiles between pairs of habitats. BC: Deciduous forest, BS: Semideciduous forest, BR: Riparian forest, CV: Live fences.

Tabla 3. Valores de similitud y complementariedad de los reptiles entre pares de hábitats. BC: Bosque caducifolio, BS: Bosque semideciduo, BR: Bosque ripario, CV: Cercas vivas.

	BC	BS	BR	CV
Abundancia	205	222	168	152
Especies observadas	11	14	15	7
Especies esperadas: Chao 1	21	17	18	10
Especies esperadas: ICE	15	23	21	11
Representatividad	52 - 73 %	61 - 82 %	71 - 83 %	64 - 70 %

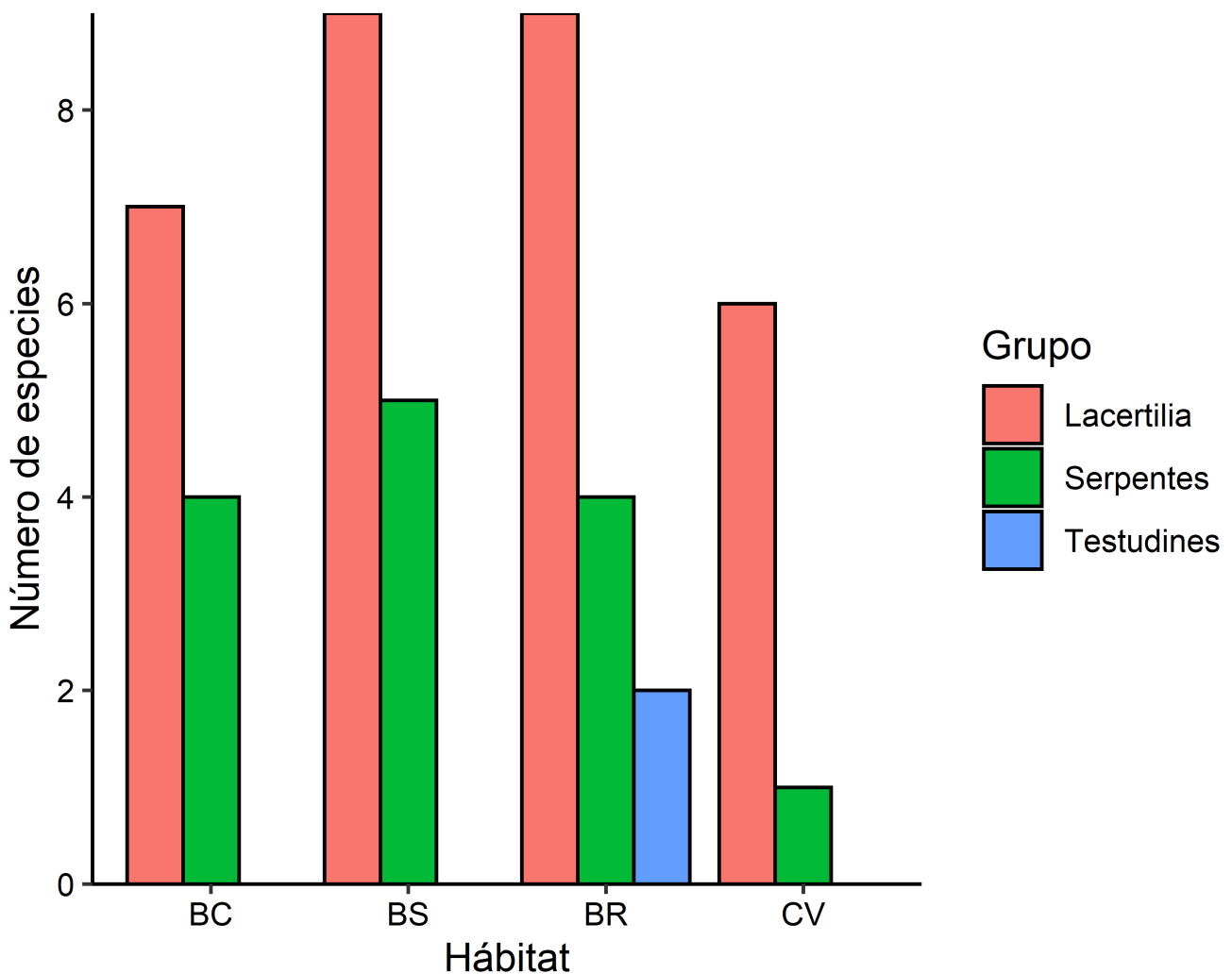


Figure 5. Richness of reptile groups by habitat. Deciduous forest, BS: Semideciduous forest, BR: Riparian forest, CV: Live fences.

Figura 5. Riqueza de los grupos de reptiles por hábitat. BC: Bosque caducifolio, BS: Bosque semideciduo, BR: Bosque ripario, CV: Cercas vivas.

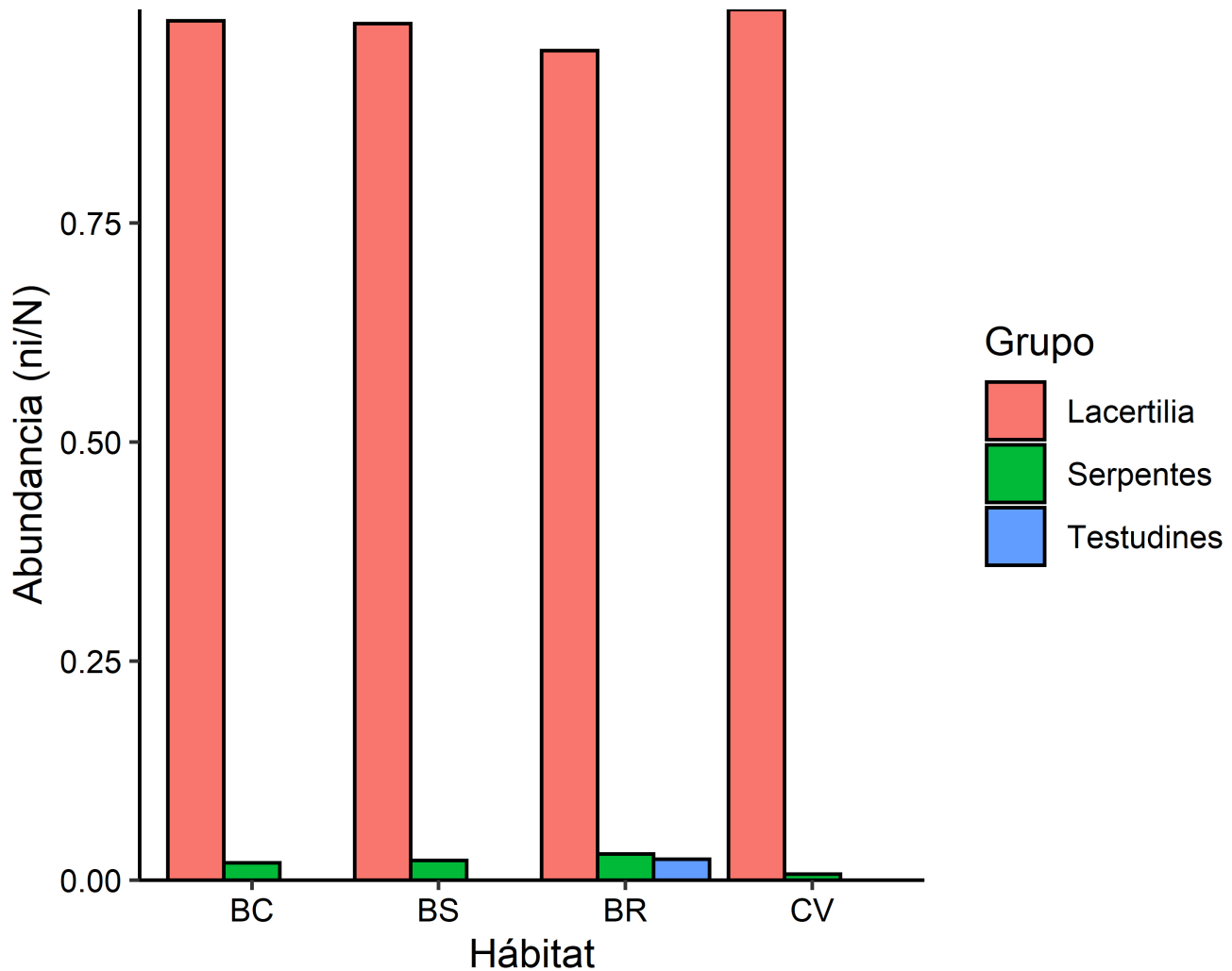


Figure 6. Abundance of reptile groups by habitat. Deciduous forest, BS: Semideciduous forest, BR: Riparian forest, CV: Live fences.

Figura 6. Abundancia de los grupos de reptiles por hábitat. BC: Bosque caducifolio, BS: Bosque semideciduo, BR: Bosque ripario, CV: Cercas vivas.

Se obtuvo que el grupo de las lagartijas fue el de mayor riqueza y abundancia, esto podría relacionarse con los rasgos biológicos de las especies que forman al grupo. En este caso, las características térmicas y etológicas de las especies les permitiría ocupar la mayor cantidad de hábitats y por ende ser el grupo mejor representado. Las serpientes en cambio, al tratarse de organismos con varias estrategias de escape pudo influir en que sus registros durante los muestreos fueran bajos (Flórez & Barona, 2016). Así también, es posible que el método de muestreo utilizado favorezca la detección de lagartijas y en menor medida a las serpientes, por lo que sería importante en futuros estudios aplicar diferentes métodos enfocados en detectar a las especies raras. Además, las serpientes por su posición trófica y por su papel de controladoras

de poblaciones de otras especies son menos abundantes que otros reptiles (Carvajal-Cogollo et al., 2007). Los pocos registros de tortugas seguramente se debieron a que se trata de reptiles con poblaciones reducidas y que son especies con preferencia por los sitios acuáticos. Además, de que los muestreos abarcaron más hábitats de tipo terrestres que dulceacuícolas.

La diferencia en composición y abundancia de especies entre los cuatro hábitats comparados podría ser explicado por las diferencias de las condiciones ambientales en cada uno, la relación diferencial de las especies frente a las variables analizadas como la temperatura ambiental, humedad relativa, dosel o profundidad de hojarasca; los procesos de degradación

ambiental dada las actividades agropecuarias en el paisaje y lo aspectos biológicos de cada especie. En algunos estudios sugieren que la composición de reptiles responde de manera diferencial a condiciones ambientales tales como la cobertura del dosel, tamaño de los fragmentos de los bosques, presencia de suelo desnudo, variaciones de temperatura y humedad (Flórez & Barona, 2016; Cadena-Rico et al., 2020), lo cual es congruente con lo registrado en este trabajo. Esto se puede deber a que especies como *A. macrophallus* y *S. assata* se encuentren exclusivamente en el bosque semidecíduo, puesto que son especies asociadas

a la vegetación cerrada que las proteja de los rayos del sol (Valdenegro-Brito et al., 2021). Por su parte, Medina-Rangel (2011) manifiesta que, debido a las estrategias de camuflaje, esperar y emboscar a las presas, es que los *Anolis* prefieren sitios de vegetación con cierto grado de complejidad.

El predominio de *S. squamosus* en el bosque caducifolio se debe a que este hábitat, por su dinámica temporal le ofrecería mayores oportunidades para termorregular, también otras especies de su mismo género han mostrado afinidad por este

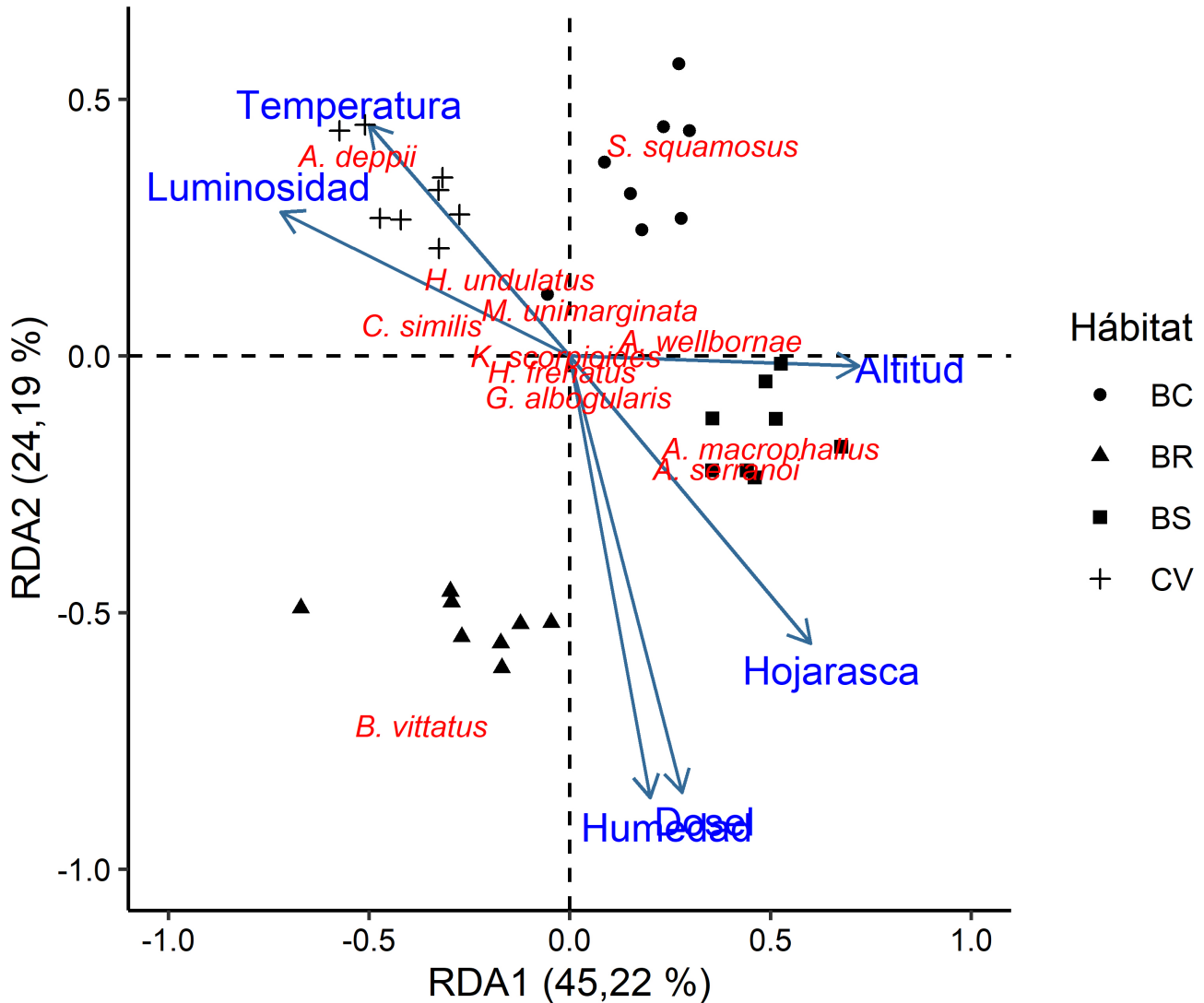


Figure 7. RDA ordination diagram based on the abundance of species and the average values of the environmental variables recorded for each transect according to the type of habitat. Deciduous forest, BS: Semideciduous forest, BR: Riparian forest, CV: Live fences.

Figura 7. Diagrama de ordenación RDA a partir de la abundancia de especies y los valores promedio de las variables ambientales registrados cada transecto según el tipo de hábitat. BC: Bosque caducifolio, BS: Bosque semidecíduo, BR: Bosque ripario, CV: Cercas vivas.



tipo de vegetación (García & Cabrera-Reyes, 2008). Por su parte, *A. deppii* y *H. undulatus* prefirieron sitios abiertos como las cercas vivas y estaría relacionado a que estos sitios les ofrecen mejores gradientes favorables de temperatura y luminosidad, además, se han adaptado muy bien en ambientes altamente intervenidos (Reynolds & Gebhard, 2014). Debido a que los miembros de la familia Teiidae presentan forrajeo activo y que por consiguiente requieren mayores cantidades de energía solar, es que son exitosas y abundantes en sitios despejados (Medina-Rangel, 2011).

Si bien los hábitats mostraron ser diferentes en abundancia y composición, todos presentaron una estructura semejante: la comunidad estuvo dominada por pocas especies con muchos individuos y existe un número considerable de especies raras. Esto se evidencia en las curvas de rango-abundancia en donde las primeras posiciones fueron ocupadas por lagartijas, sobre todo las que se consideran de tipo generalistas por tener amplia distribución geográfica (como *H. undulatus*, *H. frenatus* y *B. vittatus*). Este es un patrón característico de las comunidades de reptiles en donde se desarrollan actividades productivas y concuerda con lo registrado en otros estudios (Moreno-Arias & Quintero-Corzo, 2015). Además, esto puede explicar los bajos valores de diversidad en cada uno de los hábitats, ya que la mayor diversidad de reptiles usualmente se ha registrado en ecosistemas tropicales mejor conservados (Vite-Silva et al., 2010).

El bosque ripario se perfiló como el hábitat de mayor riqueza de reptiles y ocupa la tercera posición en abundancia y diversidad. Esta situación también se repite en otros estudios como el de Medina-Rangel (2011), en Zapatosa (Colombia), donde este ecosistema en comparación con otros ambientes obtuvo la mayor proporción de especies (89%). En general, estos ecosistemas cumplen el rol de corredores biológicos y en ocasiones representan el último refugio para distintos grupos de vertebrados (Herrera et al., 2018; Portillo & Elvir, 2018). Además, al ser un bosque contiguo a una corriente de agua permanente, puede ofrecer mayores opciones para que los reptiles aprovechen los recursos y opciones de forrajeo a lo largo del año. Como se esperaba, *B. vittatus*, fue la especie más abundante en este hábitat, y aunque tiene una amplia distribución geográfica, esta especie prefiere sitios cercanos a cuerpos de agua (Macip-Ríos & Muñoz-Alonso, 2008; Castañeda-Hernández et al., 2011).

Las cercas vivas presentaron los menores valores de riqueza, composición, abundancia y diversidad de especies en relación con el resto de los hábitats. Este resultado es opuesto a lo reportado por Alemán et al. (2011), por lo que los resultados en este estudio pudieron estar influenciados por la falta de manejo

de las cercas vivas y a las formas de producción agropecuaria. Al respecto, Sagastume (2018) manifiesta que cuando las cercas vivas son sustituidas periódicamente y el único manejo es la poda, resulta en la modificación de la cobertura vegetal y por consiguiente, en una baja diversidad de especies. Es por ello que se vuelve necesario prestar atención a este tipo de hábitats lineales considerado en algunas investigaciones como sitios de refugio y conectividad a nivel del paisaje y, por consiguiente, incrementan significativamente las oportunidades de coexistencia e interacción entre especies (Martínez-Camilo et al., 2007; Sánchez & Moya, 2018).

Los valores de la diversidad beta (aproximadamente 40% de similitud entre zonas de muestreo) sugieren que los hábitats del paisaje estudiado actúan como un continuo de coberturas y que son capaces de mantener un flujo de reptiles entre los hábitats. De esta manera, y de mantener las condiciones actuales, se podría seguir manteniendo la dinámica espacial de los reptiles (Flórez & Barona, 2016). No obstante, se vuelve crucial el análisis a mayor detalle de estas especies en distintos arreglos espaciales y temporales.

La comunidad de reptiles analizada está estrechamente relacionada con las variables ambientales analizadas, lo cual coincide con los resultados de Alemán et al. (2011) y Orozco et al. (2015), en donde la humedad relativa, el dosel y la cobertura de hojarasca tienden a ser los factores de mayor influencia para este grupo de vertebrados. Sin embargo, en el estudio de Cervantes-López et al. (2022), reportó que los reptiles no se relacionan con la humedad relativa, pero sí con la iluminación solar. Por su parte Vallan (2002) y Ríos-López & Aide (2007), argumentan que la hojarasca y humedad relativa son importantes para los reptiles porque ofrecen oportunidades de alimentación, refugio y propician condiciones microclimáticas favorables. No obstante, en estudios futuros se deberían considerar otras variables como la cobertura herbácea, diámetro de los árboles, inclinación del terreno, entre otras, para así comprender de mejor manera la relación de estas especies con su entorno.

CONCLUSIONES

Esta contribución permite la ampliación del conocimiento sobre los patrones de diversidad de reptiles del municipio de Santiago Nonualco, en donde se obtuvo que estas especies prefieren hábitats de mayor complejidad estructural y de menor degradación que los sitios con alta actividad agropecuaria. El grupo más abundante fue el de las lagartijas, mientras que las serpientes y tortugas presentaron pocos individuos. Si bien se obtuvo una diferenciación en cuanto a la composición y

riqueza de especies entre los hábitats comparados, estos se vuelven importantes para albergar la diversidad de especies a nivel del paisaje puesto que están actuando como unidades complementarias. Cada hábitat, al presentar características peculiares permite la disponibilidad de una variedad de microhábitats y otros recursos para ser aprovechados por los reptiles. No obstante, se vuelve necesario emprender acciones de conservación y mantenimiento de los hábitats naturales con el fin de que estas comunidades de reptiles y otros grupos faunísticos persistir en el espacio y el tiempo.

Agradecimientos.– Agradezco a Abel Batista, Joseph Vargas, Oscar Paz Quevedo, Zaidett Barrientos por la revisión y recomendaciones para mejorar el manuscrito. A la Organización de los Estados Americanos (OEA) por la beca otorgada para cursar los estudios de maestría. A Alfredo Panameño por el apoyo durante la fase de campo. Este trabajo es parte de los requisitos de graduación del programa de Maestría Académica en Manejo de Recursos Naturales con énfasis en Gestión de la Biodiversidad de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica.

LITERATURA CITADA

- Alemán, B., F. Declerck, B. Finegan, F. Casanoves & J. García. 2011. Caracterización de reptiles y percepción local hacia las serpientes en la subcuenca del río Copán, Honduras. *Agroforestería en las Américas* 48:103-117.
- Böhm, M., B. Collen, J.E.M. Baillie, P. Bowles, J. Chanson, N. Cox, G. Hammerson, M. Hoffmann, S.R. Livingstone, M. Ram, A.G.J. Rhodin, S.N. Stuart, P.P. van Dijk, B.E. Young, L.E. Afuang, A. Aghasyan, A. García, C. Aguilar, R. Ajtic et al. 2013. The conservation status of the world's reptiles. *Biological Conservation* 157:372-385.
- Borcard, D., F. Gillet & P. Legendre. 2011. *Numerical Ecology* with R. Springer.
- Cadena-Rico, S., A. Leyte-Manrique & U. Hernández-Salinas. 2020. Herpetofauna de la cuenca baja del río Temascatio, Irapuato, Guanajuato, México. *Acta Zoológica Mexicana* 361-14.
- Carbajal, A., C.E. Guerrero & L.N. Meléndez. 2009. Diseño de un Plan Estratégico de Mercadeo para Incrementar el Desarrollo Ecoturístico en el Municipio de Santiago Nonualco, Departamento de La Paz. Tesis de Pregrado. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador.
- Cartín, M. 2021. Anfibios y reptiles de un humedal periurbano: El Estero, San Ramón, Costa Rica. *Revista Pensamiento Actual* 20:1-9.
- Carvajal-Cogollo, J.E., O. V. Castaño-Mora & G. Cárdenas-Arévalo. 2007. Reptiles de áreas asociadas a humedales de la planicie del departamento de Córdoba, Colombia. *Caldasia* 29:427-438.
- Carvajal-Cogollo, J.E. & J.N. Urbina-Cardona. 2008. Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science* 1:397-416.
- Castañeda-Hernández, C., T. Ramírez-Valverde, Y. Meza-Parral, A. Sarmiento-Rojas & A. Martínez-Campos. 2011. Ampliación de la distribución geográfica de *Basiliscus vittatus* en el estado de Puebla. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:1046-1048.
- Cervantes-López, M. de J., E. Andresen, O. Hernández-Ordóñez, F. Mora, V.H. Reynoso & V. Arroyo-Rodríguez. 2022. Lightly-harvested rustic cocoa is a valuable land cover for amphibian and reptile conservation in human-modified rainforest landscapes. *Journal of Tropical Ecology* 38:312-321.
- Chao, A., R. Chazdon, R. Colwell & T.-J. Shen. 2005. Un nuevo método estadístico para la evaluación de la similitud en la composición de especies con datos de incidencia y abundancia. En Halffter, G., Soberón, J., Koleff, P. & Melic, A. (Eds.), *Sobre diversidad biológica: El significado de las diversidades Alfa, Beta y Gamma*. Vol. 4, pp. 85-96. Sociedad Entomológica Aragonesa.
- Chergui, B., J.M. Pleguezuelos, S. Fahd & X. Santos. 2020. Modelling functional response of reptiles to fire in two Mediterranean forest types. *Science of the Total Environment* 732:139205.
- Cox, N., B.E. Young, P. Bowles, M. Fernandez, J. Marin, G. Rapacciuolo, M. Böhm, T.M. Brooks, S.B. Hedges, C. Hilton-Taylor, M. Hoffmann, R.K.B. Jenkins, M.F. Tognelli, G.J. Alexander, A. Allison, N.B. Ananjeva, M. Auliya, L.J. Avila, D.G. Chapple et al. 2022. A global reptile assessment highlights shared conservation needs of tetrapods. *Nature* 605:285-290.
- Cruz-Elizalde, R. & A. Ramírez-Bautista. 2012. Diversidad de reptiles en tres tipos de vegetación del estado de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83:458-467.
- Cuéllar, N. 2006. Informe Nacional El Salvador. Informe Nacional El Salvador. http://www.fao.org/3/j2903s/j2903so6.htm#P288_18244 [Consultado en octubre 2022].



- Doan, T.M. 2016. Plot and transect censuses. En Dodd Jr., C.K. (Ed.), Reptile Ecology and Conservation: a Handbook of Techniques. Oxford University Press.
- Duarte-Núñez, D.A., O.P. Pinzón-Florián & J.G. Palacios-Vargas. 2020. Colémbolos epiedáficos (Hexapoda: Collembola) en dos usos del suelo en la Altillanura colombiana. *Revista de Biología Tropical* 68:1198-1210.
- Feinsinger, P. 2003. El Diseño de Estudios de Campo Para La Conservación de la Biodiversidad. FAN.
- Flórez, L.Á. & E. Barona. 2016. Diversidad de reptiles asociados a tres áreas contrastantes en un bosque seco tropical (La Dorada y Victoria, Caldas). *Revista de Ciencias* 20:109-123.
- García, A. & A. Cabrera-Reyes. 2008. Estacionalidad y estructura de la vegetación en la comunidad de anfibios y reptiles de Chamela, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana* 24:91-115.
- Guerra, D., H. Fuentes & V. Morán. 2012. Serpientes de Guatemala: Guía para Identificación de Especies. Serviprensa S.A.
- Guzmán, A. 2018. Diversidad de Herpetofauna y Factores de Amenaza, en Dos Ecosistemas Terrestres Costeros del Complejo Los Cóbanos, Departamento de Sonsonate, El Salvador. Universidad de El Salvador.
- Henríquez, V., A. Valdenegro-Brito, N. Herrera & U. García-Vázquez. 2021. *Scincella incerta* (Stuart 1940) (Squamata: Scincidae), un nuevo registro de herpetofauna para El Salvador. *Revista Latinoamericana de Herpetología* 4:228-230.
- Herrera, W.J., J. Urrutia & S. Sánchez. 2018. El ancho del bosque ripario en la diversidad herbácea, avifauna y arbórea, microcuencia Santa Cruz, subcuencia río Viejo, Estelí, Nicaragua. *Revista Científica en Ciencias Ambientales y Sostenibilidad* 4:1-5.
- Heyer, R., M. Donnelly, R. McDiarmid, L. Hayek & M.S. Foster. 2001. Medición y Monitoreo de la Diversidad Biológica. Métodos Estandarizados para Anfibios. Editorial Universitaria de La Patagonia.
- IUCN. 2021. IUCN Red List version 2021-3: Table 1a. https://nc.iucnredlist.org/redlist/content/attachment_files/2021-3_RL_Stats_Table_1a_v2.pdf [Consultado en noviembre 2021].
- Juárez-Peña, C., Á. Sosa & S. Sigüenza-Mejía. 2016. New herpetofaunal records for Parque Nacional Montecristo, El Salvador. *Mesoamerican Herpetology* 3:1107-1113.
- Kindt, R. 2020. BiodiversityR: Package for community ecology and suitability. 2.12.3.
- Kindt, R. & R. Coe. 2005. Tree Diversity Analysis: a Manual and Software for Common Statistical Methods for Ecological and Biodiversity Studies. World Agroforestry Centre.
- Köhler, G., M. Veselý & E. Greenbaum. 2006. The amphibians and Reptiles of El Salvador. Krieger Publishing Company.
- Macip-Ríos, R. & A. Muñoz-Alonso. 2008. Diversidad de lagartijas en cafetales y bosque ripario en el Soconusco Chiapaneco. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79:185-195.
- Magurran, A.E. 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing Company.
- MARN. 2018. Listado de Fauna Silvestre Registrada para El Salvador.
- Marshall, B.M., C. Strine & A.C. Hughes. 2020. Thousands of reptile species threatened by under-regulated global trade. *Nature Communications* 11:4738.
- Martínez-Camilo, R., N. Martínez-Meléndez & M. Pérez-Farrera. 2007. Las cercas vivas y su papel en la conservación de la biodiversidad en Chiapas. *Lacandonia* 1:117-123.
- McCranie, J.R. & G. Köhler. 2015. Anoles of Honduras: systematics, distribution and conservation. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 5:1-129.
- Medina-Rangel, G.F. 2011. Diversidad alfa y beta de la comunidad de reptiles en el complejo cenagoso de Zapatoza, Colombia. *Revista de Biología Tropical* 59:935-968.
- Medrano-Meraz, M. de J., F. Hernández, S. Corral-Rivas & J.A. Nájera-Luna. 2017. Diversidad arbórea a diferentes niveles de altitud en la región de El Salto, Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 8:57-68.
- Morán, R. 2014. Composición y Estructura de la Herpetofauna del Área Natural La Montañona en un Gradiente Altitudinal Ecosistémico, en la Época Seca Lluviosa de 2013, Departamento de Chalatenango, El Salvador. Tesis de Pregrado. Universidad de El Salvador.



- Moreno-Arias, R. & S. Quintero-Corzo. 2015. Reptiles from the dry valley of the Magdalena River (Huila, Colombia). *Caldasia* 37:183-195.
- Núñez, K., G. Zárate-Betzler, F. Ortiz, M. Mendoza, M. Vera, A. Weiler & M. Duré. 2022. Diversidad alfa, beta y gamma de ensamblajes de los anuros y reptiles de humedales del Ypoá, Paraguay. *Neotropical Biodiversity* 8:89-98.
- Oksanen, J., F.G. Blanchet, M. Friendly, R. Kindt, P. Legendre, D. McGlinn, P.R. Minchin, R.B. O'Hara, G. Simpson, P. Solymos, M.H.H. Stevens, E. Szoecs & H. Wagner. 2020. Vegan: community ecology package. 2.5.7.
- Orozco, L., B. Molinares, G. Soto, O. Deheuvels, J. Rojas, A. Lopez & F. Vasquez. 2015. Diversidad de herpetofauna (anfíbios y reptiles) en cacaotales y fragmentos de bosque en Waslala, Nicaragua. *Agroforestería neotropical* 542-60.
- Palacio, F.J., M.J. Apodaca & J.V. Crisci. 2020. Análisis multivariado para datos biológicos: teoría y su aplicación utilizando el lenguaje R. Primera edición. Vasquez Mazzini Editores.
- Pincheira-Donoso, D., A.M. Bauer, S. Meiri & P. Uetz. 2013. Global taxonomic diversity of living reptiles. *PLoS ONE* 8:e59741.
- Pineda, L., J. Segura & R. Morán. 2016. Anfíbios y reptiles del complejo San Marcelino, en la reserva de Biósfera Apaneca-Illamatepec, El Salvador. *Bioma* 4748-63.
- Portillo, H. & F. Elvir. 2018. Mamíferos en dos bosques riparios de la sabana de pino en la Moskitia hondureña. *Revista Mexicana de Mastozoología, nueva época* 8:22-30.
- R Core Team. 2020. R: A Language and Environment for Statistical Computing.
- Rabosky, D.L., R. von May, M.C. Grundler & A.R. Davis Rabosky. 2019. The Western Amazonian richness gradient for squamate reptiles: Are there really fewer snakes and lizards in southwestern amazonian lowlands? *Diversity* 11:1-18.
- Rengifo, J.T., F. Castro, F.J. Purroy & M.Y. Rengifo. 2019. Importancia del género *Anolis* (Lacertilia: Dactyloidae), como indicadores del estado del hábitat, en bosque pluvial tropical del Chocó. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 11:1-12.
- Reynolds, R. & C. Gebhard. 2014. *Aspidoscelis deppii* (black-bellied racerunner). Predation by turkey vulture. *Herpetological Review* 45:124.
- Ríos-López, N. & T.M. Aide. 2007. Herpetofaunal dynamics during secondary succession. *Herpetologica* 63:35-50.
- Ríos-Rodas, L., C.E. Zenteno-Ruíz, M. Pérez-De la Cruz, S.L. Arriaga-Weiss, N. del C. Jiménez-Pérez & M.G. Bustos-Zagal. 2020. Anfíbios riparios en dos ecosistemas tropicales del sureste de México. *Ecosistemas* 29:1-7.
- Rodríguez-Maturino, A., M.G. Viggers-Carrasco, M.M. Villa-López, R. Valdez-Lares, L.R. Pulido-Marrufo, B.Y. Soto-Olvera, K.S. Gómez-Rivera, J.A. Fernández-García & H. Ruiz-Díaz. 2018. Reptiles del Parque Nacional Sierra de Órganos, Zacatecas. *Áreas Naturales Protegidas Scripta* 4:1-23.
- Sagastume, D. 2018. Comunidad de Aves en Cercas Vivas de las Fincas Agropecuarias del Municipio Yocón, Olancho, Honduras. Universidad Nacional. Costa Rica.
- Salinas, H. & D. Ramírez-Delgado. 2021. *ecolTest*: community ecology tests.
- Sánchez, R. & M. Moya. 2018. Biodiversidad en fincas cafetaleras de Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. *Revista Pensamiento Actual* 18:68-86.
- Tenorio-Mendoza, R., M. Martínez-Coronel, G. López-Ortega & I. Hazarmabeth Salgado-Ugarte. 2019. Riqueza herpetológica de la Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa, Puebla, México. *Áreas Naturales Protegidas Scripta* 5:1-18.
- Uetz, P. & J. Hallermann. 2022. Reptile Database. El Salvador. http://reptile-database.reptarium.cz/advanced_search?location=El+Salvador&exact=location&submit=Search [Consultado en octubre 2022].
- Urbina-Cardona, J.N., M.C. Londoño-Murcia & D.G. García-Ávila. 2008. Spatio-temporal dynamics of snake diversity in four habitats with different degrees of anthropogenic disturbance in the Gorgona Island National Natural Park in the Colombian Pacific. *Caldasia* 30:479-493.
- Valdenegro-Brito, A.E., N. Herrera-Serrano & U.O. García-Vázquez. 2020. First record of brown forest skink, *Scincella cherriei* (Cope, 1893) (Squamata: Scincidae) in El Salvador. *Herpetology Notes* 13715-716.
- Valdenegro-Brito, A.E., N. Herrera-Serrano & U.O. García-Vázquez. 2021. Geographical distribution and potential geographical range of the Red Skink *Scincella assata* (Cope, 1864) (Squamata, Scincidae) in El Salvador. *Check List* 17:283-288.



Vallan, D. 2002. Effects of anthropogenic environmental changes on amphibian diversity in the rain forests of eastern Madagascar. *Journal of Tropical Ecology* 18:725-742.

Vavrek, M.J. 2020. fossil: palaeoecological and palaeogeographical analysis tools. o.4.o.

Vargas-Salinas, F. & A. Aponte-Gutiérrez. 2017. Diversidad y recambio de especies de anfibios y reptiles entre coberturas vegetales en una localidad del valle del Magdalena medio, departamento de Antioquia, Colombia. *Biota Colombiana* 17:110-130.

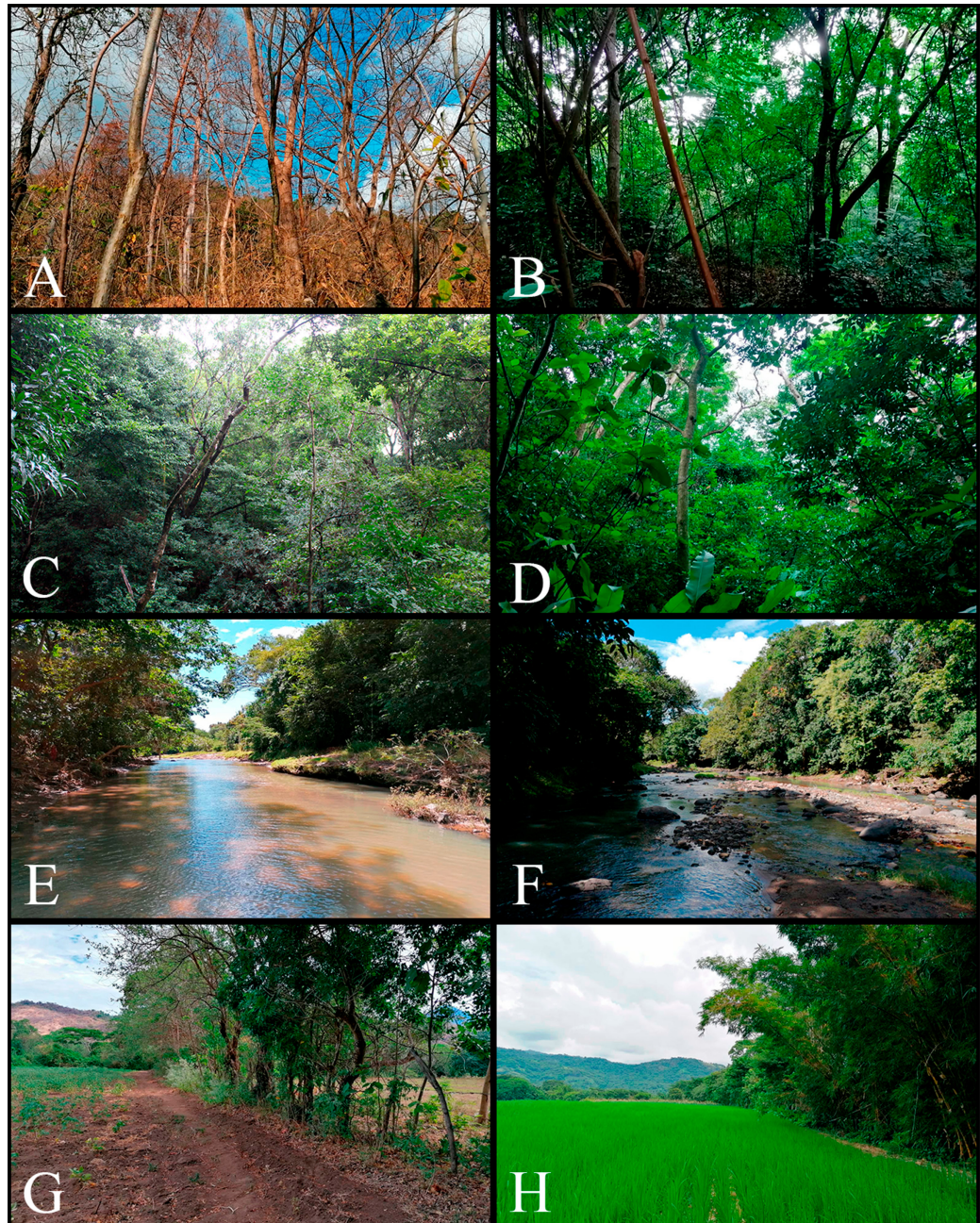
Vite-Silva, V.D., A. Ramírez-Bautista & U. Hernández-Salinas. 2010. Diversity of amphibians and reptiles from the Barranca de Metztitlán Biosphere Reserve in Hidalgo, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81:473-485.



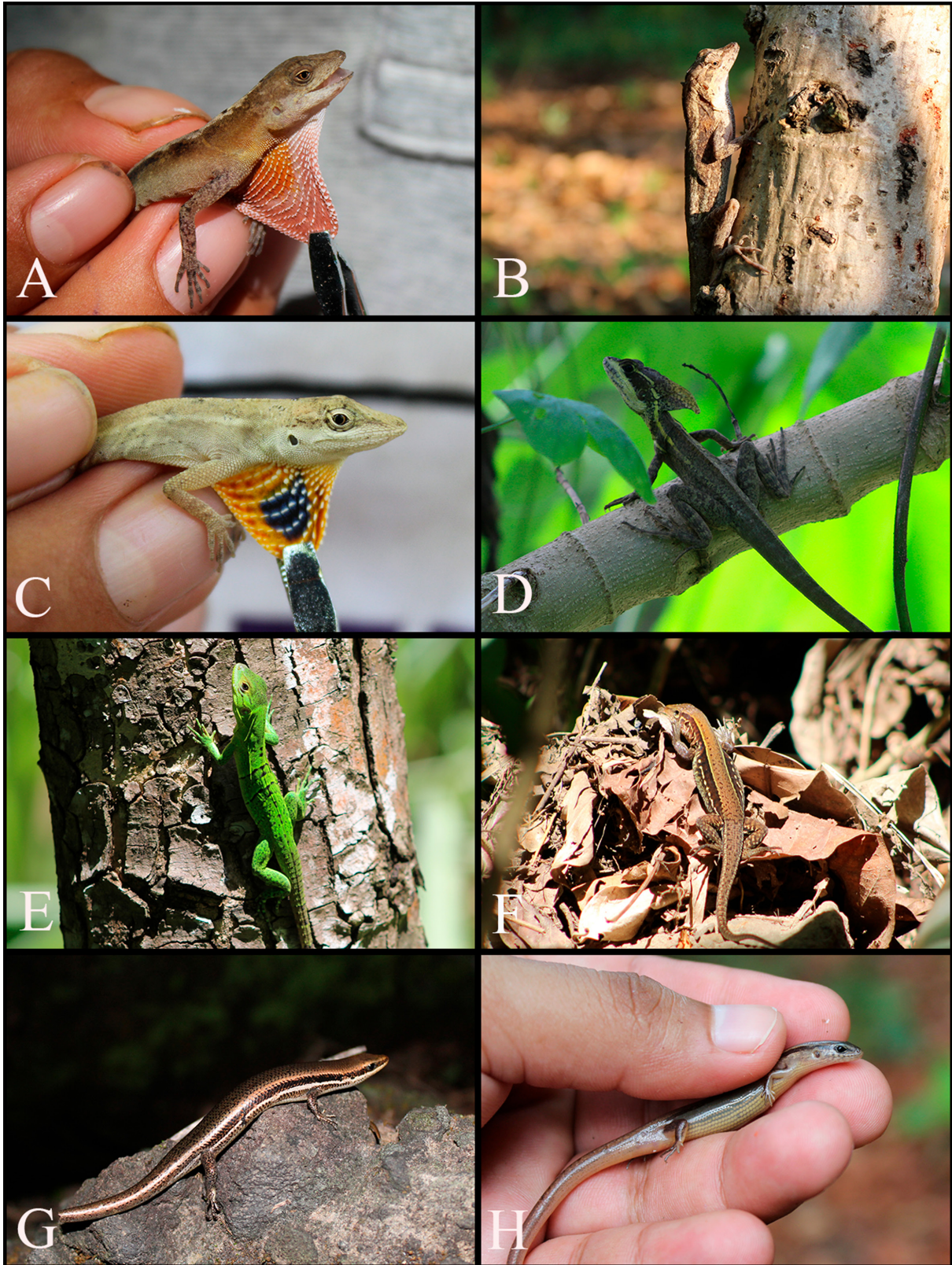
APÉNDICE 1

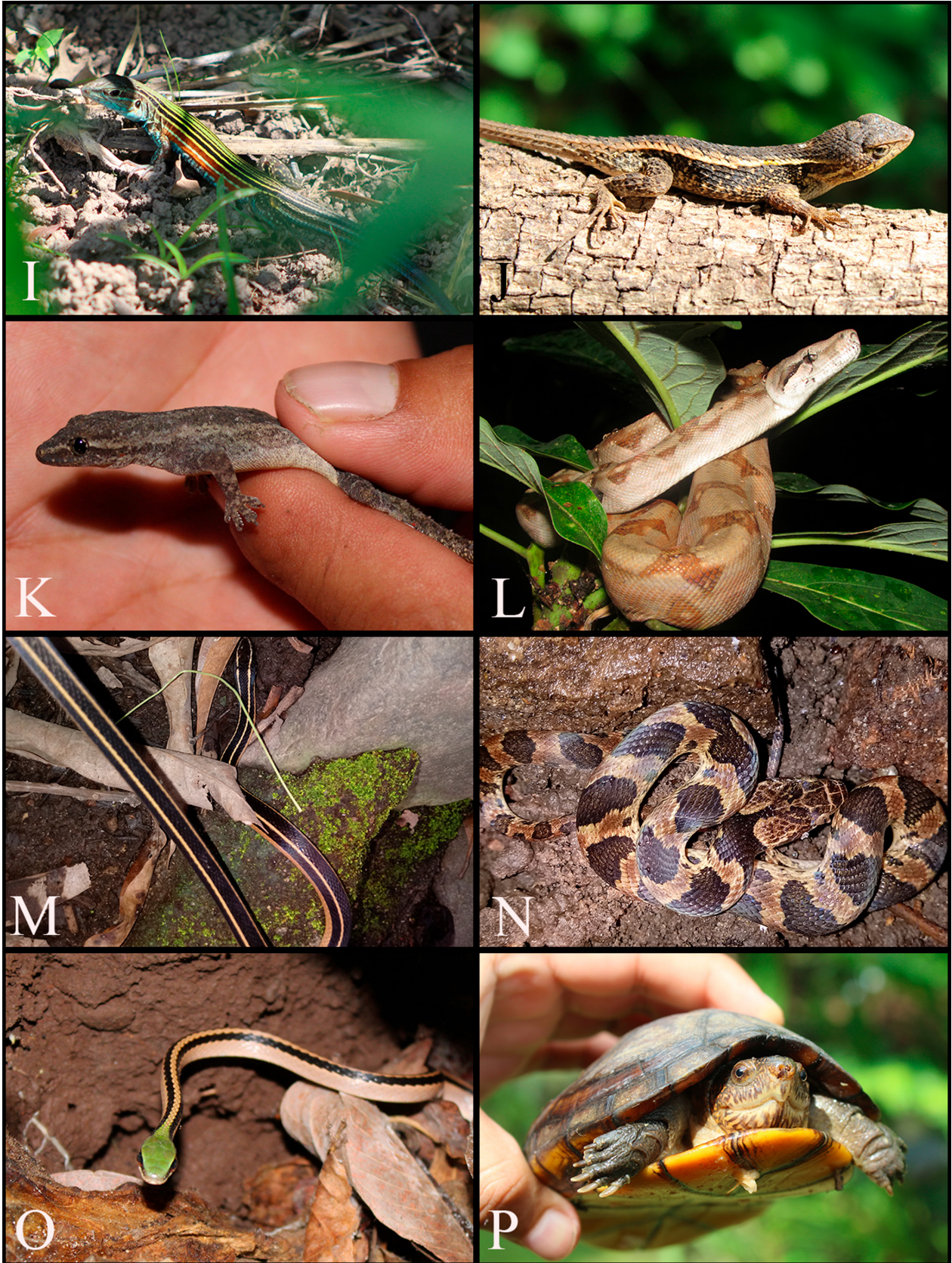
Appendix 1. Habitats where the sampling points were established. Santiago Nonualco, El Salvador. Deciduous forest (dry season (A), rainy season (B)), Semideciduous forest (C and D), Riparian forest (E and F), Live fences (G and H).

Apéndice 1. Hábitats donde se establecieron los puntos de muestreo. Santiago Nonualco, El Salvador. Bosque caducifolio (época seca (A), época lluviosa (B)), Bosque semideciduo (C y D), Bosque ripario (E y F), Cercas vivas (G y H).



APÉNDICE 2





Appendix 2. Photographic record of some species of reptiles recorded during the sampling. Santiago Nonualco, El Salvador. A) *Anolis macrophallus*, B) *A. serranoi*, C) *A. wellbornae*, D) *Basiliscus vittatus*, E) *Ctenosaura similis*, F) *Holcosus undulatus*, G) *Marisora brachypoda*, H) *Scincella assata*, I) *Aspidoscelis deppii*, J) *Sceloporus squamosus*, K) *Hemidactylus frenatus*, L) *Boa imperator*, M) *Coniophanes piceivittis*, N) *Leptodeira rhombifera*, O) *Leptodrymus pulcherrimus*, P) *Kinosternon scorpioides*.

Apéndice 2. Registro fotográfico de algunas especies de reptiles registrados durante los muestreos. Santiago Nonualco, El Salvador. A) *Anolis macrophallus*, B) *A. serranoi*, C) *A. wellbornae*, D) *Basiliscus vittatus*, E) *Ctenosaura similis*, F) *Holcosus undulatus*, G) *Marisora brachypoda*, H) *Scincella assata*, I) *Aspidoscelis deppii*, J) *Sceloporus squamosus*, K) *Hemidactylus frenatus*, L) *Boa imperator*, M) *Coniophanes piceivittis*, N) *Leptodeira rhombifera*, O) *Leptodrymus pulcherrimus*, P) *Kinosternon scorpioides*.

APÉNDICE 3

Appendix 3. Multiple comparisons of the ANOSIM and SIMPER result (%) in the four sampling habitats. Santiago Nonualco, El Salvador. P values with Bonferroni correction. BC: Deciduous forest, BS: Semideciduous forest, BR: Riparian forest, CV: Live fences.

Apéndice 3. Comparaciones múltiples del ANOSIM y resultado SIMPER (%) en los cuatro hábitats de muestreo. Santiago Nonualco, El Salvador. Valores de P con corrección de Bonferroni. BC: Bosque caducifolio, BS: Bosque semideciduo, BR: Bosque ripario, CV: Cercas vivas.

	BC		BS		BR		CV
BC				71.40		81.45	86.75
BS	R = 0.93	P < 0.05				82.49	82.49
BR	R = 1	P < 0.05	R = 0.99	P < 0.05			84.71
CV	R = 0.97	P < 0.05	R = 0.98	P < 0.05	R = 0.95	P < 0.05	