



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
DEL NOROESTE, S.C.

Programa de Estudios de Posgrado

EVALUACIÓN DE UNA COMUNIDAD DE LACERTILIOS EN LA
SIERRA LAS CACACHILAS, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO.

T E S I S

Que para obtener el grado de

Maestro en Ciencias

Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales
(Orientación en Ecología de Zonas Áridas)

P r e s e n t a

Miranda Cristina Villa Muñoz

La Paz, Baja California Sur, septiembre de 2021.

ACTA DE LIBERACIÓN DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B. C. S., siendo las 17:00 horas del día 27 del Mes de agosto del 2021, se procedió por los abajo firmantes, miembros de la Comisión Revisora de Tesis avalada por la Dirección de Estudios de Posgrado y Formación de Recursos Humanos del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., a liberar la Tesis de Grado titulada:

"Evaluación de una comunidad de lacertilios en la Sierra Las Cacachilas, Baja California Sur, México"


Presentada por el alumno:

Miranda Cristina Villa Muñoz

Aspirante al Grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN EL USO, MANEJO Y PRESERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES CON ORIENTACIÓN EN Ecología de Zonas Áridas

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron su **APROBACIÓN DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA



Dra. Patricia Galina Tessaro
Directora de Tesis



M. C. Jorge H. Valdez Villavicencio
Co-Tutor de Tesis



Dr. Bradford Hollingsworth
Co-Tutor de Tesis



Dra. Gracia Alicia Gómez Anduro,
Directora de Estudios de Posgrado y
Formación de Recursos Humanos.

La Paz, Baja California Sur, a 02 de septiembre de 2021.

Los miembros del comité de tesis la estudiante Miranda Cristina Villa Muñoz del Programa de Maestría en en Uso, Manejo y Preservación de Recursos Naturales, revisamos el contenido de la tesis y otorgamos el Vo.Bo. dado que la tesis no representa un plagio de otro documento como lo muestra el reporte de similitud realizado:

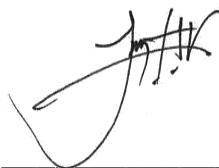
- Herramienta antiplagio:
Ithenticate
- Filtros utilizados:
Excluir citas
Excluir bibliografía
- Porcentajes de similitud:
Máximo 20% para tesis Posgrado
Se muestra captura de pantalla

Baja California		Citas excluidas	12%
		Bibliografía excluida	SIMILAR
Resumen de Coincidencias			
1	Internet 189 palabras Copiado el 17-Nov-2020 documentop.com		1%
2	Internet 111 palabras Copiado el 02-Dic-2017 docplayer.es		1%
3	Internet 105 palabras Copiado el 24-Nov-2020 cibnor.repositorioinstitucional.mx		1%
4	Internet 78 palabras Copiado el 13-Nov-2020 archive.org		1%
5	Internet 56 palabras Copiado el 28-Ago-2014 www.alisos.net		<1%
6	Internet 51 palabras Copiado el 28-Sep-2018 sinat.semarnat.gob.mx		<1%
7	Internet 44 palabras Copiado el 17-Jul-2020 www.conabio.gob.mx		<1%

Firmas del comité



Dra. Patricia Galina Tessaro
Directora de Tesis



M.C. Jorge H Valdez Villavicencio
Co-Tutor de Tesis



Dr. Bradford Hollingsworth
Co-Tutor de Tesis

Conformación de Comités

Comité Tutorial

Dra. Patricia Galina Tessaro
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.
Directora de Tesis

Dr. Bradford Hollingsworth
Museo de Historia Natural de San Diego
Co-Tutor

M. en C. Jorge Heriberto Valdez Villavicencio
Fauna del Noroeste, A. C.
Co-Tutor

Comité Revisor de Tesis

Dra. Patricia Galina Tessaro
Dr. Bradford Hollingsworth
M. en C. Jorge Heriberto Valdez Villavicencio

Jurado de Examen

Dra. Patricia Galina Tessaro
Dr. Bradford Hollingsworth
M. en C. Jorge Heriberto Valdez Villavicencio

Suplente

Dra. María del Carmen Blázquez Moreno

Resumen

Las características fisiográficas e historia evolutiva únicas de la Región del Cabo le atribuyen un alto grado de especies endémicas y particulares. Los ensamblajes de fauna en la región, particularmente de reptiles, han sido poco estudiados. Los lacertilios son ampliamente utilizados como modelo para investigación por sus requerimientos especializados y sensibilidad a modificaciones en su hábitat. Como reptiles, son un grupo altamente amenazado, que enfrenta crisis de extinción globales a pesar de ser un componente importante en los ecosistemas. El objetivo de este trabajo fue evaluar el ensamblaje de especies de lacertilios en Sierra Las Cacachilas, noreste de la Región del Cabo. Se analizaron muestreos bimensuales realizados de 2013 a 2016, utilizando 12 sistemas de trampas de caída y 107 cuadrantes de observación directa, tomando en cuenta encuentros incidentales. De las 34 especies de reptiles encontradas, 17 pertenecen al suborden Lacertilia: 13 en alguna categoría de riesgo dentro en la NOM-059-SEMARNAT-2019, 11 de ellas endémicas y una introducida. Seis tuvieron distribución por todo el sitio de muestreo, cinco solo en áreas abiertas, cinco se restringieron a las zonas rocosas y una se encontró en la zona urbana. Las especies dominantes fueron *Aspidoscelis hyperythrus*, *Urosaurus nigricaudus* y *Uta stansburiana*, con el 29.5, 20.2 y 16% del total de registros, respectivamente. A nivel espacial, la vegetación resultó ser la variable más significativa, siendo la selva baja caducifolia y sustrato rocoso/arenoso los sitios con mayor diversidad. Los valores bajos de diversidad se asociaron a matorral sarcocaulé y sustrato arenoso en planicie aluvial. A nivel temporal, la diversidad tuvo una correlación significativa con la temperatura, siendo mayor en los meses de verano, e individualmente siete especies presentaron correlaciones significativas con la temperatura, con mayor abundancia a mayores temperaturas. Respecto a la estructura poblacional, hubo más registros de machos que hembras y la presencia de adultos fue dominante. Se encontraron individuos en todos los estadios de edad para la mayoría de las especies, con variaciones en los patrones temporales. En general especies de menor tamaño e individuos juveniles se encontraron activas en el invierno, y especies grandes con actividad casi restringida a los meses cálidos.

Palabras clave: ensamblaje de especies, lacertilios, Región del Cabo

<https://orcid.org/0000-0003-2246-7341>



Dra. Patricia Galina Tessaro
Directora de Tesis

Summary

The characteristics of the Cape Region, with its unique physiographic traits and evolutionary history, support a high degree of endemism and species diversity. Within the region, faunal assemblages have been poorly documented, with reptiles being one of the least studied groups. Lizards have been widely used as a model for ecological research, due to their specialized habitat requirements and sensitivity to environmental alterations. As with all reptiles, lizards are a highly threatened group, facing global extinction crisis, despite being an important component in ecosystems. The present research aims to evaluate a lizard species assemblage in the Sierra Las Cacachilas, located in the northern Cape Region. Surveys were carried out bimonthly, from 2013 to 2016, using 12 pit-fall trap arrays, 107 visual plots surveys and recording incidental observations. A total of 34 reptile species were detected, 17 of them from the suborder Lacertilia: 13 of which have some risk category on NOM-059-SEMARNAT-2019, 11 are endemics and one is introduced. Six species are distributed throughout the study area, five are only found in open areas, five are restricted to boulder sites and one was found in the urban area. The dominant species are *Aspidoscelis hyperythrus*, *Urosaurus nigricaudus* and *Uta stansburiana*, with the 29.5, 20.2 and 16% of the total records, respectively. At spatial level, vegetation turned out to be the most significant variable with tropical deciduous forest and boulder/sand substrate containing the highest diversity values. The lowest diversity values are associated with sarcocaulle scrub and sand substrate, associated with alluvial plains. At a temporal level, diversity had a significant positive correlation with temperature, with the most species recorded during the hotter summer months, and seven species correlated with temperature, with more abundance registered at higher temperatures. Regarding population structure, for most species there were more males than females and more adults than juveniles. Individuals in all age stages were found for the majority of species, with seasonally different activity patterns. In general, small size species and juveniles were found active during the winter, and large species had their activity almost restricted to warmer months.

Keywords: *Species assemblage, lizards, Cape Region*

<https://orcid.org/0000-0003-2246-7341>



Dra. Patricia Galina Tessaro
Directora de Tesis

Dedicatoria

A mis papás, Alba Muñoz y Martin Villa, siempre mi apoyo incondicional, motivación y ejemplo a seguir.

Agradecimientos

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. como Institución receptora de mis estudios de Posgrado.

Al CONACyT por la beca otorgada (no. 743429).

Al grupo de Herpetología del Proyecto Expedición Binacional Sierra Cacachilas, Baja California Sur, del CIBNOR y el Museo de Historia Natural de San Diego, quienes proporcionaron los datos de campo utilizados en el presente trabajo, y a los propietarios y personal del Rancho Cacachilas por el apoyo brindado al equipo.

A mi Directora de Tesis, Dra. Patricia Galina Tessaro, por permitirme trabajar con ella, compartir conmigo sus conocimientos, por su tiempo, apoyo y asesoría en la realización de este trabajo.

A mi Comité de Tesis, Dr. Bradford Hollingsworth y M. en C. Jorge Heriberto Valdez Villavicencio, por su tiempo, recomendaciones y aportaciones a este trabajo.

Al Dr. Raúl Octavio Martínez Rincón y a la M. en C. Rocío Osorio González, por su apoyo en los análisis estadísticos.

A los Profesores de la Academia que me aportaron tanto conocimiento como motivación de seguir en el área.

A los MC, vivimos juntos esta etapa, por su cariño, apoyo y compañía. A Héctor, por su apoyo y motivación siempre. A mi familia y amigos, por su apoyo y por estar, incondicionalmente.

Contenido

Resumen	i
Summary	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Contenido	v
Lista de figuras	vii
Lista de tablas	viii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	4
3. JUSTIFICACIÓN	7
4. HIPÓTESIS	8
5. OBJETIVOS	9
5.1 Objetivo general	9
5.2 Objetivos específicos	9
6. MATERIAL Y MÉTODOS	10
6.1 Área de estudio	10
6.2 Métodos de muestreo	12
6.2.1 Trampas de caída (<i>Pit-fall</i>).....	12
6.2.2 Búsqueda por encuentros visuales en cuadrantes.....	12
6.2.3 Encuentros incidentales	13
6.3 Especies de estudio	13
6.4 Análisis estadísticos.....	15
6.4.1 Representatividad de especies.....	15
6.4.2 Covariables	15
6.4.3 Partición de la diversidad	15
6.4.3.1 Relación de las covariables a nivel espacial con la diversidad alfa	17
6.4.3.2 Relación de la temperatura con la diversidad alfa y ocurrencia de especies	17
6.4.4 Variaciones espacio – temporales y relación con las covariables.....	17
6.4.5 Estructura poblacional de las especies.....	19
7. RESULTADOS	20
7.1 Representatividad de especies.....	20
7.2 Covariables	22
7.3 Partición de la diversidad	24
7.4 Relación de las covariables a nivel espacial con la diversidad alfa	25
7.5 Relación de la temperatura con la diversidad alfa y ocurrencia de especies	25
7.6 Modelos de ocupación dinámicos.....	29
7.7 Estructura poblacional de las especies.....	32
7.7.1 Cambios temporales en la estructura poblacional de las especies.....	33
8. DISCUSIONES	37
8.1 Representatividad de especies.....	37
8.2 Relación de las covariables con la diversidad alfa y probabilidad de ocupación de las especies por tipo de vegetación	38
8.3 Cambios temporales en abundancia y estructura poblacional de las especies y modelos dinámicos ..	39
9. CONCLUSIONES	42
9.1 Recomendaciones	42
10. LITERATURA CITADA	44

11. ANEXOS	49
Anexo a. Especies del suborden Lacertilia presentes en Sierra Las Cacachilas. A = <i>Uta stansburiana</i> . B = <i>Phyllodactylus unctus</i> . C = <i>Aspidoscelis maximus</i> . D = <i>Dipsosaurus dorsalis</i> . E = <i>Prynosoma coronatum</i> . F = <i>Sceloporus zosteromus</i> . G = <i>Coleonyx variegatus</i> . H = <i>Callisaurus draconoides</i> . I = <i>Ctenosaura hemilopha</i> . J = <i>Sceloporus licki</i> . K = <i>Urosaurus nigricaudus</i> . L = <i>Sceloporus hunsakeri</i> . M = <i>Sauromalus ater</i> . N = <i>Hemidactylus frenatus</i> . O = <i>Elgaria paucicarinata</i> . P = <i>Aspidoscelis hyperythrus</i> . Q = <i>Petrosaurus thalassinus</i> . *Especie endémica. ***Especie introducida.....	49
Anexo b. Medidas de ejemplares registrados en las trampas de caída, por especie y estadio de vida, durante los muestreos en Sierra Las Cacachilas de 2014 a 2016. ASHY: <i>Aspidoscelis hyperythrus</i> . ASMA: <i>Aspidoscelis maxima</i> . CADR: <i>Callisaurus draconoides</i> . COVA: <i>Coleonyx variegatus</i> . CTHE: <i>Ctenosaura hemilopha</i> . DIDO: <i>Dipsosaurus dorsalis</i> . PETH: <i>Petrosaurus thalassinus</i> . PHCO: <i>Phrynosoma coronatum</i> . PHUN: <i>Phyllodactylus unctus</i> . SCHU: <i>Sceloporus hunsakeri</i> . SCLI: <i>Sceloporus licki</i> . SCZO: <i>Sceloporus zosteromus</i> . URNI: <i>Urosaurus nigricaudus</i> . UTST: <i>Uta stansburiana</i> . SVL: Largo hocico-cloaca. N: Número de individuos.	50
Anexo c. Matriz de colinealidad basada en la descomposición de Cholesky para las covariables.	52
Anexo d. Resultados de la selección de modelos dinámicos que explican el efecto de las variables independientes sobre la detección de hábitat para cada especie. Los modelos se presentan ordenados de acuerdo al valor de AIC. AIC = Criterio de Información de Akaike. Delta = diferencia entre los valores AIC de los modelos. AICwt = peso del modelo. CumltvWt = peso acumulado. K = número de parámetros. psi0= ocupación inicial. col = colonización. ext = extinción. p = detección. y = temporadas. V = vegetación. n = metros sobre el nivel del mar. S = sustrato. SCHU = <i>Sceloporus hunsakeri</i> . UTST = <i>Uta stansburiana</i> . URNI = <i>Urosaurus nigricaudus</i> . ASHY = <i>Aspidoscelis hyperythrus</i> . ASMA = <i>Aspidoscelis maximus</i> . COVA = <i>Coleonyx variegatus</i> . DIDO = <i>Dipsosaurus dorsalis</i> . SCZO = <i>Sceloporus zosteromus</i> . PETH = <i>Petrosaurus thalassinus</i>	52
Anexo e. Resultados de la selección de modelos dinámicos que explican el efecto de las variables independientes sobre la detección de hábitat para cada especie. Los modelos se presentan ordenados de acuerdo al valor de AIC. AIC = Criterio de Información de Akaike. Delta = diferencia entre los valores AIC de los modelos. AICwt = peso del modelo. CumltvWt = peso acumulado. K = número de parámetros. psi0= ocupación inicial. col = colonización. ext = extinción. p = detección. y = años. V = vegetación. n = metros sobre el nivel del mar. S = sustrato. UTST = <i>Uta stansburiana</i> . URNI = <i>Urosaurus nigricaudus</i> . ASHY = <i>Aspidoscelis hyperythrus</i> . ASMA = <i>Aspidoscelis maximus</i> . COVA = <i>Coleonyx variegatus</i> . SCZO = <i>Sceloporus zosteromus</i>	54
Anexo f. Parámetro de detección (p) temporada (y) evaluado en los modelos por especie, promedio de coeficientes y errores estándar. Intervalos de confianza de 95%.....	56
Anexo g. Parámetro de detección (p) vegetación (V) evaluado en los modelos por especie, promedio de coeficientes y errores estándar. Intervalos de confianza de 95%.....	57
Anexo h. Parámetro de ocupación inicial (psi0) vegetación (V) evaluado en los modelos por especie, promedio de coeficientes y errores estándar. Intervalos de confianza de 95%.	57
Anexo i. Parámetro de detección (p) año (y) evaluado en los modelos por especie, promedio de coeficientes y errores estándar. Intervalos de confianza de 95%.....	58

Lista de figuras

Figura 1. Sierra Las Cacachilas, Región del Cabo, Baja California Sur (Modificado de Google Maps, 2020).	11
Figura 2. Hábitats presentes en Sierra Las Cacachilas (Fotografías de Valdez-Villavicencio, 2015).	11
Figura 3. A: Ubicación geográfica de los métodos de muestreo en Sierra Las Cacachilas. Rojo: trampas de caída. Azul: cuadrantes de observación directa. Amarillo: encuentros incidentales. B1-3: trampa de caída en forma de “Y”.	13
Figura 4. Curva de acumulación de especies de reptiles para los muestreos realizados en Sierra Las Cacachilas, de noviembre de 2013 a noviembre de 2016.	20
Figura 5. Número de individuos registrados por especie de reptiles en el sitio de muestreo en Sierra Las Cacachilas, de noviembre de 2013 a noviembre de 2016. BORO = <i>Bogertophis rosaliae</i> . CHST = <i>Chilomeniscus stramineus</i> . CREN = <i>Crotalus enyo</i> . CRMI = <i>Crotalus mitchellii</i> . CRRU = <i>Crotalus ruber</i> . HYOC = <i>Hypsiglena ochrorhynchus</i> . HYSL = <i>Hypsiglena slevini</i> . LACA = <i>Lampropeltis californiae</i> . LITR = <i>Lichanura trivirgata</i> . MAAU = <i>Masticophis aurigulus</i> . MAFU = <i>Masticophis fuliginosus</i> . PIVE = <i>Pituophis vertebralis</i> . REBO = <i>Rena boettgeri</i> . SAHE = <i>Salvadora hexalepis</i> . SOSE = <i>Sonora semiannulata</i> . TAPL = <i>Tantilla planiceps</i> . TRLY = <i>Trimorphodon lyrophanes</i> . TRNE = <i>Trachemys nebulosa</i> . Ver Tabla 3 para abreviaturas restantes.	22
Figura 6. Diagrama de dispersión y tendencia de temperaturas máximas registradas en la estación climatológica Los Robles (3104) y gráficas de barras de precipitación acumulada en las tres estaciones climatológicas cercanas al sitio de muestreo: El Cajoncito (3011), El Sargento (3167) y Los Robles (3104), de 2014 a 2016. Fuente: Conagua, 2020.	23
Figura 7. Mapas de diversidad alfa (izquierda) y beta (derecha) de especies de lacertilios y vegetación para el área de muestreo en Sierra Las Cacachilas.	24
Figura 8. Diversidad alfa de especies de lacertilios registrados en Sierra Las Cacachilas a nivel temporal respecto a las temperaturas registradas durante los muestreos de enero de 2014 a noviembre de 2016.	26
Figura 9. Incidencia de lacertilios registrados en Sierra Las Cacachilas a nivel temporal respecto a las temperaturas registradas de enero de 2014 a noviembre de 2016. Las barras representan número de individuos y las líneas la temperatura media registrada durante los muestreos. Ver Tabla 7 para abreviaturas.	28
Figura 10. Probabilidad de detección (p) por temporada (y) de acuerdo a los modelos de ocupación dinámicos seleccionados para cada especie. Rojo = equipatas. Amarillo = monzón. Verde = secas. Ver Tabla 3 para abreviaturas de especies.	31
Figura 11. Probabilidad de detección (p) por año (y) de acuerdo a los modelos de ocupación dinámicos seleccionados para cada especie. Rojo = 2014. Amarillo = 2015. Verde = 2016. Ver Tabla 3 para abreviaturas de especies.	31
Figura 12. Probabilidad de ocupación (psi) por tipo de vegetación (V) de acuerdo a los modelos de ocupación dinámicos seleccionados para cada especie. SBC = selva baja caducifolia. VSaMSC = matorral sarcocaulé. Ver Tabla 3 para abreviaturas de especies.	32
Figura 13. Diagrama de caja para el tamaño de los individuos adultos registrados por especie en las trampas de caída. LHC = Longitud hocico-cloaca. Ver Tabla 10 para abreviaturas de las especies.	33
Figura 14. Estructura poblacional respecto a los estadios de vida de lacertilios en Sierra Las Cacachilas de enero de 2014 a noviembre de 2016. Rojo = adultos. Crema = crías. Amarillo = juveniles. Verde = subadultos. Gris = desconocido. Ver Tabla 10 para abreviaturas.	36

Lista de tablas

Tabla 1. Especies del suborden Lacertilia presentes en Sierra Las Cacachilas (en orden alfabético) con su respectivo estatus de conservación en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2019 y en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés). Consultado en marzo de 2020. Pr = Sujeta a Protección Especial. A = Amenazada. Lc = Preocupación menor. Nt = Cercana a amenazada. (SEMARNAT, 2019; IUCN, 2020)	14
Tabla 2. Índices de diversidad alfa y beta diversidad y sus componentes de subcomunidad. Modificado de Reeve et al. 2015.	16
Tabla 3. Número de lacertilios registrados por especie (en orden alfabético) para los muestreos en Sierra Las Cacachilas, de noviembre de 2013 a noviembre de 2016.	21
Tabla 4. Covariables para el área de muestreo en Sierra Las Cacachilas (INEGI, 2016).	23
Tabla 5. Matriz de correlación para las covariables.	23
Tabla 6. Análisis de varianza ANOVA para la diversidad alfa en el sitio respecto a las covariables espaciales.	25
Tabla 7. Correlaciones de Spearman entre abundancia de especies y temperatura.	27
Tabla 8. Bondad de ajuste para los modelos de ocupación dinámicos seleccionados por especie de acuerdo a detección (p) por temporada (y). psi0 = ocupación inicial. col = colonización. ext = extinción. p = detección. y = temporadas. V = vegetación. Ver Tabla 3 para abreviaturas de especies.	29
Tabla 9. Bondad de ajuste para los modelos de ocupación dinámicos seleccionados por especie de acuerdo a detección (p) por año (y). psi0 = ocupación inicial. col = colonización. ext = extinción. p = detección. y = temporadas. V = vegetación. Ver Tabla 3 para abreviaturas de especies.	30
Tabla 10. Número de individuos por estadio de vida de lacertilios en Sierra Las Cacachilas de enero de 2014 a noviembre de 2016.	35
Tabla 11. Número de individuos por género de lacertilios en Sierra Las Cacachilas de enero de 2014 a noviembre de 2016.	35

1. INTRODUCCIÓN

Los reptiles, por sus características biológicas, tienen requerimientos de hábitat especializados y son sensibles a modificaciones en su medio natural, por lo que han sido ampliamente utilizados como modelo de investigación biológica y ecológica (Carvajal-Cogollo y Urbina-Cardona, 2008; Trimble y van Aarde, 2014). El suborden Lacertilia incluye alrededor del 63% de todos los reptiles del mundo, representando uno de los grupos de vertebrados más diversos taxonómica y ecológicamente (Pianka *et al.*, 2017). Los lacertilios ocurren en casi todos los ambientes, y sus relaciones ecológicas han sido estudiadas en distintos hábitats, gran parte con un enfoque a ecosistemas desérticos (Pianka, 1973; Hernández-Salinas *et al.*, 2014). Los lacertilios son por lo general abundantes a nivel local, la mayoría insectívoros y con algún grado de especialización, además de ser presas de aves y otros vertebrados (Vitt *et al.*, 1981; Pianka *et al.*, 2017). Actualmente, como todos los reptiles, son un grupo altamente amenazado, que enfrenta crisis de extinción globales por el cambio climático y destrucción de hábitat (Carvajal-Cogollo y Urbina-Cardona, 2008; Sinervo *et al.*, 2010; Trimble y van Aarde, 2014).

Los recursos tiempo, espacio y tipo de alimentación son los principales requerimientos en los que difieren las especies, que pueden moldear interacciones y definir así el número de especies que coexisten en una comunidad. Para los lacertilios, el factor espacial o de hábitat es el que mayormente influye en la estructura del ensamblaje de especies; aunque pueden conservar energía y agua cuando hay baja disponibilidad de recursos. Debido a que son organismos ectotermos requieren de cierta cobertura para lograr una termorregulación eficiente, así como de un sustrato adecuado, lo que varía de acuerdo a nivel especie e individuo (Pianka, 1973; Pough, 1980; Toft, 1985; Pianka *et al.*, 2017). En base a estudios comparativos se ha encontrado que, en general, el número de especies simpátricas de lacertilios varía entre 4 a 5 especies, y pueden llegar hasta 20 o más en ciertas regiones, esto de acuerdo a su historia evolutiva, ecología de las especies y de los sitios geográficos que ocupan, siendo las regiones áridas las que presentan la mayor riqueza de especies (Pianka, 1973). Asimismo, entre mayor heterogeneidad ocurre a nivel local, habrá una mayor variedad de recursos disponibles, lo que implicaría que más especies pueden coexistir explotando diferentes microhábitats.

La alta diversidad de reptiles en México lo lleva a ser una de las más importantes regiones biológicas a nivel mundial, ocupando el segundo lugar en riqueza de reptiles, con más de 800 especies descritas, de las cuales el 57.2% son endémicas (Wilson *et al.*, 2013; Flores-Villela y García-Vázquez, 2014; Hernández-Salinas *et al.*, 2014). Asimismo, la gran variedad de hábitats que surgen desde su origen geológico y diversas transformaciones ecológicas le confieren a la península de Baja California ensamblajes únicos de diversidad; en cuanto a reptiles, alberga alrededor de 104 especies, 35 de ellas endémicas y 54 pertenecientes al suborden Lacertilia (Grismer, 2002; Naturalista, 2020).

La Región del Cabo, ubicada en el extremo sur de la península de Baja California, presenta características fisiográficas e historia evolutiva que le atribuyen un alto grado de especies endémicas y particulares, respecto al resto de la península (Grismer, 2002; Hollingsworth *et al.*, 2015). Se reconoce un grupo de reptiles exclusivo de la región, donde ocurren varias especies endémicas (Grismer, 2002). Debido a que la región contiene un mosaico de microhábitats, es una buena representación para estudiar el efecto de la estructura del hábitat en ensamblajes de vertebrados a pequeña escala (Vitt *et al.*, 2007).

Estudios sobre los patrones de riqueza de especies y estructura de comunidades, pueden contribuir a la identificación de especies amenazadas, medidas de manejo y propuestas de conservación para mitigar efectos actuales o futuros de perturbación de hábitat (Sillero *et al.*, 2009; Trimble y van Aarde, 2014). Una de las aproximaciones para el estudio de la ecología de comunidades para un taxón en particular, es hacia la estructura y composición del ensamblaje de especies, lo cual permite estudiar las relaciones ecológicas entre grupos de especies simpátricas, haciendo referencia solo a una parte de la comunidad, a un taxón en específico considerado para su estudio (Pianka, 1973; Hall, 2006; Ramírez y Gutiérrez-Fonseca, 2016).

Para poder llevar a cabo una apropiada identificación de especies y sitios amenazados, es necesario conocer, además de la ecología de especies, datos sobre la composición y distribución de los ensamblajes de especies, así como el uso de los diferentes hábitats disponibles, ya que esto puede contribuir a crear propuestas de conservación y manejo más adecuadas (Sillero *et al.*, 2009; Trimble y van Aarde, 2014). Por ello, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la estructura y composición de los ensamblajes de especies de lacertilios presentes en la

Sierra Las Cacachilas, una localidad al noreste de la Región del Cabo, siendo el grupo de reptiles más abundante en la zona.

2. ANTECEDENTES

La Península de Baja California es la segunda más larga en el mundo y geográficamente más aislada, cuyo origen geológico y evolutivo, le confieren un alto grado de complejidad topográfica y fitogeográfica, albergando una gran diversidad de hábitats, y con ello, un alto grado de diversidad biológica (Grismer, 2002).

La porción más sureña de la Península de Baja California se conoce como Región del Cabo. La vegetación que ocurre en dicha región es relictas, relacionada a la vegetación de la Sierra Madre Occidental, y representa una de las principales áreas de endemismos tanto de flora como de fauna respecto a toda la península (Asplund, 1967; Grismer, 2002). Esta región figura una “isla” fitogeográfica, con vegetación de selva baja caducifolia (única en la Península), matorral desértico, áreas rocosas, matorral sarcocaulé y vegetación de bosque de encino y encino-pino en las partes altas de la serranía de norte a sur, aislada por dos barreras, el Desierto Sonorense y el Golfo de California (León de la Luz *et al.*, 2000, 2012). La región estuvo aislada del resto de la Península a la altura del Istmo de La Paz por la elevación del nivel medio del mar hace 3 millones de años, con una historia evolutiva compleja desde el mioceno tardío a mediados del pleistoceno que dio lugar al elevado número de endemismos (Riddle *et al.*, 2000; Grismer, 2002; Leaché *et al.*, 2007). Por ello, representa un sitio interesante para realizar estudios sobre biología y ecología debido a la presencia de muchas especies endémicas (Grenot *et al.*, 1995).

La distribución y variación geográfica de los reptiles, coincide con las regiones fitogeográficas de la península, y se cree que la fauna, así como la vegetación de la Región del Cabo, está primitivamente relacionada a las formas de vida de la Sierra Madre Occidental y de otras partes de la península, aunque difieren notablemente de las especies del resto de la península (Asplund, 1967; Grismer, 2002). En cuanto a los reptiles, se reconoce un grupo exclusivo de esta región, representado por varias especies endémicas, y sobresalen las especies saxícolas, que se restringen solamente a hábitats rocosos y son generalmente endémicas a esos sitios (Grismer, 2002).

En general, los estudios sobre reptiles en la península de Baja California se han centrado en filogenia (ej. Upton y Murphy, 1997; Leaché y Mulcahy, 2007; Feldman *et al.*, 2011; Leavitt *et al.*, 2017), biogeografía (ej. Murphy, 1983; Lindell *et al.*, 2008), taxonomía (ej. Grismer y

Mellink, 1994; Grismer *et al.*, 1994), termorregulación (ej. Valdez Villavicencio, 2013; Valle-Jiménez, 2018; Lara-Resendiz *et al.*, 2019), genética y sistemática (Savage, 1952; Robinson, 1973; Aguirre-Léon *et al.*, 1999), así como información biológica sobre las especies más abundantes (Asplund, 1967; Hall y Smith, 1979; Romero-Schmidt y Ortega-Rubio, 1999; Grismer, 2002). Sin embargo, pocos han analizado los ensamblajes de lacertilios y son menos los estudios a largo plazo.

En la porción norte de la Región del Cabo, se han estudiado la estructura y composición de las comunidades de lagartijas en dos sitios, “El Comitán” y “El Mogote”, donde se registraron 11 y siete especies, respectivamente. En la primera localidad, las especies más abundantes fueron *Urosaurus nigricaudus*, *Aspidoscelis hyperythrus*, *Uta stansburiana* y *Dipsosaurus dorsalis*, mientras que en la segunda localidad fueron *U. stansburiana*, *D. dorsalis* y *Callisaurus draconoides*, y las diferencias en la composición de los ensamblajes se asocian a la dependencia de algunas especies a microhábitats específicos, con cierta estructura y disponibilidad de sustrato (Álvarez *et al.*, 1989; Romero-Schmidt y Ortega-Rubio, 1999). Asimismo, en otras dos localidades al norte de la región, cercanas a Sierra de La Laguna, se registraron 11 especies de lagartijas, cuatro de ellas especializadas en un solo tipo de microhábitat, donde la simpatría de especies compartiendo mismo sustrato y vegetación se asoció al efecto del uso de los recursos espacialmente (Ortega-Rubio *et al.*, 1989). Un estudio similar se llevó a cabo en la parte este de la Sierra Madre Occidental, en un bosque de pino-encino, donde se sugieren factores como evitar depredadores, termorregulación, reproducción y defensa del territorio, como aquellos por los que los lacertilios presentan una especialización en el sustrato, más que la competencia interespecífica, que es el factor que se sugiere en trabajos previos sobre ecología de reptiles (Pianka, 1973; Ortega *et al.*, 1982).

Respecto a los patrones de actividad estacionales de lacertilios en la Región del Cabo, las especies para las que se ha registrado mayor actividad en el invierno son las de menor tamaño, como *U. stansburiana*, *U. nigricaudus* y *A. hyperythrus*, contrario a sus poblaciones en regiones más norteñas y frías, donde entran en dormancia (Blázquez y Ortega-Rubio, 1996). Por otro lado, en el verano, al inicio de la temporada de lluvias, se ha registrado el incremento en abundancia de reptiles, correlacionado con el incremento de presas debido a las mismas lluvias, asociado también a los ciclos reproductivos de las especies (Romero-Schmidt y Ortega-Rubio,

1999). Por otro lado, hay algunos estudios sobre la ecología de algunas especies en particular de la región, por ejemplo, ecología de especies endémicas del género *Sceloporus* (Hall y Smith, 1979; López-Acosta, 2011; Valdez Villavicencio, 2013), y uso de hábitat de *A. hyperythrus* (Vázquez-Reyes, 2006; Jácome-Flores *et al.*, 2015).

A nivel global, los reptiles enfrentan amenazas de extinción por el cambio climático y fragmentación y destrucción de hábitat (Sinervo *et al.*, 2010; Trimble y van Aarde, 2014); en la Región del Cabo, una de las principales amenazas además de la expansión urbana, y perturbación del hábitat es el pastoreo extensivo de ganado, el cual se asocia con perturbaciones a la fauna silvestre. Se han evaluado los cambios en poblaciones de lagartijas entre sitios conservados y pastoreados en selva baja caducifolia, en las partes bajas de Sierra de La Laguna, encontrando que puede haber un efecto negativo indirecto debido a la reducción de cobertura vegetal por el pastoreo, lo que afecta la disponibilidad de insectos como alimento y cambia la composición vegetal, e incluso directo pues los reptiles de menor tamaño pueden ser aplastados por el ganado (Romero-Schmidt *et al.*, 1994). En otro estudio similar en un sitio de matorral xerófilo al norte de la región, la mayor afectación fue para las especies especialistas y de menor actividad, por la pérdida de cobertura vegetal que provocó también la reducción de alimento; *A. hyperythrus*, por el contrario, fue más abundante en el sitio pastoreado, lo que asocian con la reducción de competencia por presas y al incremento de troncos caídos en el sitio pastoreado (Romero-Schmidt y Ortega-Rubio, 1999).

3. JUSTIFICACIÓN

Los reptiles representan un grupo importante de vertebrados, cuyas características biológicas y requerimientos de hábitat permiten que sean utilizados como indicadores ambientales y son un elemento importante en las cadenas tróficas. Actualmente son un grupo altamente amenazado, que enfrentan crisis de extinción globales por efecto del cambio climático y destrucción y fragmentación de hábitat. Los lacertilios en particular, son el grupo más abundante y diverso de reptiles, son presas de aves y otros vertebrados e importantes componentes ecológicos (Carvajal-Cogollo y Urbina-Cardona, 2008; Sinervo *et al.*, 2010; Trimble y van Aarde, 2014; Pianka *et al.*, 2017).

La Región del Cabo, componente único de la península de Baja California por su historia geológica y evolutiva, alberga una gran diversidad de especies con alto número de endemismos. Sin embargo, el acelerado crecimiento urbano, turístico y de otras actividades productivas amenazan sus ecosistemas, y continúa siendo una región cuya fauna ha sido poco documentada (Romero-Schmidt *et al.*, 1994; Romero-Schmidt y Ortega-Rubio, 1999; Grismer, 2002; Hollingsworth *et al.*, 2015). Muchos de los estudios sobre reptiles para la península se concentran en la parte central, desértica, en su mayoría estudios biogeográficos o taxonómicos, siendo la parte ecológica menos estudiada. En cuanto a la Región del Cabo, gran parte de los estudios existentes se ubican en Sierra de La Laguna, en la parte central.

Para poder asegurar la persistencia de la biodiversidad es necesario el conocimiento, no sólo de la ocurrencia de las especies, sino sobre la ecología de las mismas, para así crear planes adecuados de conservación y manejo, y propuestas de medidas de mitigación a disturbios humanos (Sillero *et al.*, 2009; Trimble y van Aarde, 2014). Estudiar la estructura y composición de ensamblajes en un gradiente de hábitats nos permite tener una percepción sobre la resiliencia de las especies a cambios de hábitat, y así generar modelos predictivos y planes de conservación, para apoyar de la mejor manera a los tomadores de decisiones en prácticas para la conservación (Galina-Tessaro *et al.*, 2003; Barrows *et al.*, 2013).

4. HIPÓTESIS

La comunidad de lacertilios en Sierra Las Cacachilas se verá afectada a nivel espacial por las características ambientales, con una mayor diversidad de especies en los sitios más heterogéneos, y a nivel temporal por la temperatura y precipitación, con un aumento de actividad en verano, después de las lluvias por ser la temporada reproductiva para muchas especies.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Estimar la diversidad y describir las variaciones espacio – temporales de la comunidad de lacertilios en Sierra Las Cacachilas, Baja California Sur.

5.2 Objetivos específicos

- 1) Estimar la diversidad alfa y beta de lacertilios en Sierra Las Cacachilas
- 2) Analizar los factores que influyen en la ocurrencia y composición de los ensamblajes de lacertilios a nivel paisaje en Sierra Las Cacachilas
- 3) Describir las variaciones temporales de las especies de lacertilios a lo largo del año y con enfoque en tres años de actividad
- 4) Evaluar la variación en actividad entre juveniles y adultos

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1 Área de estudio

El área de estudio se localiza en Sierra Las Cacachilas, al noreste de la Región del Cabo (Fig. 1), aproximadamente 20 km al sureste de la ciudad de La Paz, Baja California Sur.

Esta sierra es parte de una formación geológica donde predominan rocas plutónicas, continuidad de la cadena montañosa San Lázaro, cuya vegetación es una mezcla de matorral sarcocaula, predominantemente en las llanuras aluviales desde los 400 metros sobre el nivel del mar (msnm) hasta la costa, selva baja caducifolia en las áreas medias y altas, matorral xerófilo, así como un reducido bosque de encino en las áreas más altas (1150 – 1270 msnm) (León de la Luz *et al.*, 2000; Fujita, H., Bulhusen-Muñoz, 2014). Los suelos son de textura gruesa con superficie pedregosa, así como suelos muy arenosos y profundos en las llanuras aluviales. El matorral sarcocaula lo conforman principalmente arbustos (ej. *Bursera microphylla*, *Jatropha cinerea*), cactáceas (ej. *Cylindropuntia cholla*, *Pachycereus pringlei*, *Stenocereus* sp.), y leguminosas (ej. *Parkinsonia florida*, *Prosopis articulata*), mientras que en la selva baja caducifolia hay árboles más grandes (ej. *Lysiloma candidum*, *Erythrina flabeliformis*) y plantas trepadoras (ej. *Antigonon leptopus*, *Merremia aurea*) (Gomis-Covos, 2016).

Las temperaturas promedio se encuentran entre 22°C y 35°C, en enero y julio respectivamente. La precipitación ocurre de julio a noviembre asociada predominantemente a tormentas tropicales o ciclones tropicales, con fuertes lluvias de monzón, responsables de 70 a 80% de la precipitación anual, con un promedio de 215 mm anuales, mientras que el resto de las lluvias ocurren en el invierno (Rebman y Roberts, 2012; Hollingsworth *et al.* 2015).



Figura 1. Sierra Las Cacachilas, Región del Cabo, Baja California Sur (Modificado de Google Maps, 2020).



Figura 2. Hábitats presentes en Sierra Las Cacachilas (Fotografías de Valdez-Villavicencio, 2015).

6.2 Métodos de muestreo

Los muestreos fueron diseñados para evaluar la diversidad de especies a lo largo del paisaje con la finalidad de registrar la totalidad de especies presentes en los distintos hábitats (fig. 2). Se llevaron a cabo de noviembre de 2013 a noviembre de 2016, cada dos meses con duración de cinco días por muestreo, con el fin de detectar especies tanto diurnas como nocturnas. Todos los muestreos fueron estandarizados con el fin de permitir que los datos sean comparables y replicables, y se realizaron por los métodos descritos a continuación.

6.2.1 Trampas de caída (*Pit-fall*)

Se colocaron 12 sistemas de trampas de caída, utilizando cercos de desviación en forma de “Y”, con 15 metros de longitud por brazo (modificados de Fisher y Rochester, 2012), en seis zonas distintas, dos por cada zona (fig. 3). Al extremo de cada brazo del sistema se colocaron trampas de embudo, y en medio de cada brazo y en el centro de la “Y” (donde se juntan los 3 brazos), se colocaron cubetas de 20 litros enterradas. Cada cubeta tenía una tapa que se abría al inicio del muestreo, por 5 días consecutivos, colocando la tapa como sombra sobre la boca de la cubeta, con ayuda de 3 maderos a manera de patas, y que servía para cerrar las cubetas entre muestreos y evitar muerte accidental de individuos al no poder salir. Las trampas permanecían activas durante los días de muestreo y se revisaban por la mañana. Los ejemplares capturados fueron identificados a nivel especie, sexados, pesados, medidos (longitud hocico-cloaca y cola) y marcados (corte de falanges por clave), para posteriormente ser liberados registrando fecha, hora, trampa y sitio de captura.

6.2.2 Búsqueda por encuentros visuales en cuadrantes

La búsqueda visual (Crump y Scott, 1994) se llevó a cabo para las especies diurnas. Los cuadrantes fueron creados al azar con ayuda de Sistemas de Información Geográfica en el área de estudio, creando múltiples polígonos, que se registraban en un GPS *Trimble Juno* para su ubicación en el campo (fig. 3). La búsqueda, mediante recorridos al azar, ocurrió en cuadrantes de 4 hectáreas, durante una hora por cuadrante por persona, y se registraron con el GPS todos los ejemplares observados en ese período, el número de cuadrante, hora de observación, ubicación, especie identificada y hábitat donde se observó. Se levantaron y revisaron tocones, piedras, árboles caídos y huecos en busca de especies.

6.2.3 Encuentros incidentales

Con el fin de generar un inventario más completo y tener el registro de las especies presentes en la zona, se tomaron en cuenta los encuentros incidentales de especies fuera de los cuadrantes de muestreo (fig. 3), por ejemplo, durante los recorridos a los sitios de muestreo o en caminos de acceso, alrededor del campamento o fuera de los horarios de muestreo o búsquedas nocturnas.

6.3 Especies de estudio

Se registraron un total de 35 especies de reptiles en la zona, de las cuales 17 pertenecen al suborden Lacertilia (Tabla 1, Anexo a).

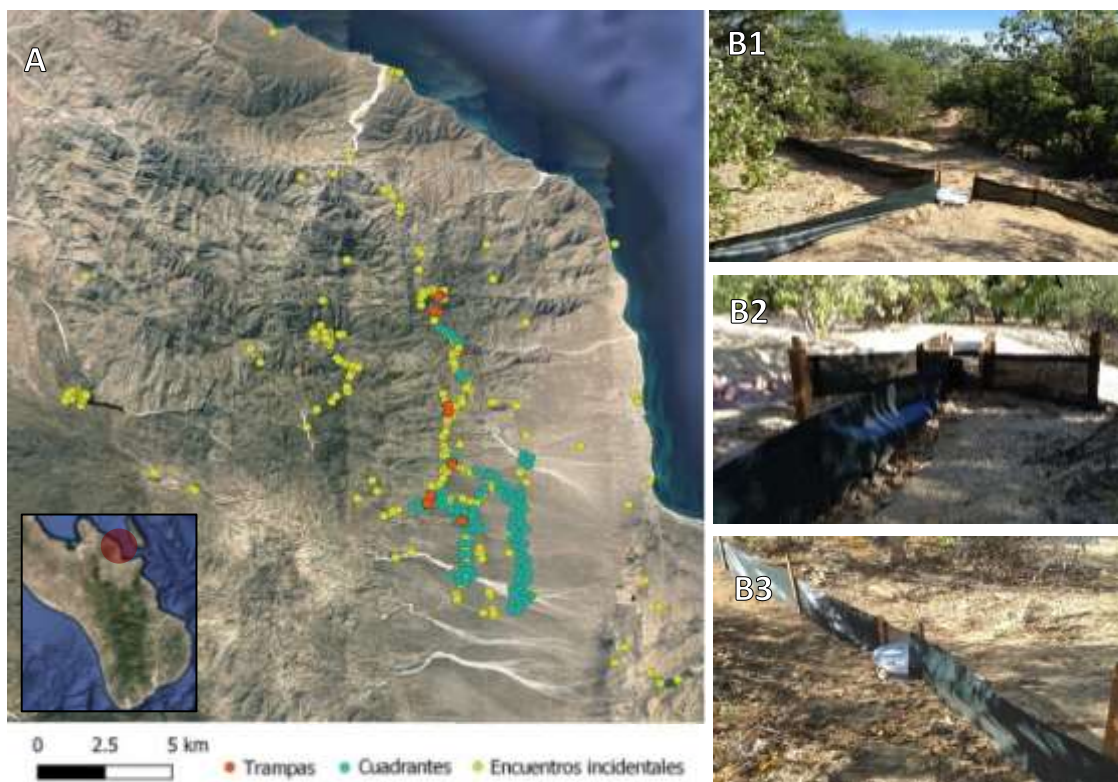


Figura 3. A: Ubicación geográfica de los métodos de muestreo en Sierra Las Cacachilas. Rojo: trampas de caída. Azul: cuadrantes de observación directa. Amarillo: encuentros incidentales. B1-3: trampa de caída en forma de “Y”.

Tabla 1. Especies del suborden Lacertilia presentes en Sierra Las Cacachilas (en orden alfabético) con su respectivo estatus de conservación en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2019 y en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés). Consultado en marzo de 2020. Pr = Sujeta a Protección Especial. A = Amenazada. Lc = Preocupación menor. Nt = Cercana a amenazada. (SEMARNAT, 2019; IUCN, 2020)

Familia	Género	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2019	Lista Roja IUCN
Anguidae	<i>Elgaria</i>	<i>paucicarinata</i> ***	Lagartija Lagarto de San Lucas	Pr	Lc
Eublepharidae	<i>Coleonyx</i>	<i>variegatus</i>	Gecko bandeado	Pr	Lc
Gekkonidae	<i>Hemidactylus</i>	<i>frenatus</i> +	Besucona	-	Lc
Iguanidae	<i>Dipsosaurus</i>	<i>dorsalis</i>	Iguana del desierto	-	Lc
Iguanidae	<i>Ctenosaura</i>	<i>hemilopha</i> **	Iguana del Cabo	Pr	-
Iguanidae	<i>Sauromalus</i>	<i>ater</i>	Chuckwalla norteña, cachorón de roca	Pr	Lc
Phrynosomatidae	<i>Callisaurus</i>	<i>draconoides</i>	Cachora arenera	A	Lc
Phrynosomatidae	<i>Petrosaurus</i>	<i>thalassinus</i> ***	Lagartija de piedra de Baja California	Pr	Lc
Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus</i>	<i>unctus</i> ***	Salamanquesa de San Lucas	Pr	Nt
Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma</i>	<i>coronatum</i> **	Camaleón, lagarto cornudo	-	Lc
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>hunsakeri</i> ***	Lagartija escamosa de Hunsaker	A	Lc
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>licki</i> ***	Lagartija escamosa del Cabo	A	Lc
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>zosteromus</i> *	Lagartija escamosa de Baja California	Pr	Lc
Phrynosomatidae	<i>Urosaurus</i>	<i>nigricaudus</i> *	Cachora de árbol cola negra	A	Lc
Phrynosomatidae	<i>Uta</i>	<i>stansburiana</i>	Lagartija de costados manchados	A	Lc
Teiidae	<i>Aspidoscelis</i>	<i>hyperythrus</i> *	Huico de garganta naranja	-	Lc
Teiidae	<i>Aspidoscelis</i>	<i>maximus</i> ***	Huico de Región del Cabo	Pr	-

* Especie endémica a la península ** Especie endémica de Baja California Sur

*** Especie endémica a la región del Cabo + Especie introducida

De las especies registradas, la mayoría son insectívoras (o consumidoras de artrópodos), y solo tres especies son principalmente hervíboras (*C. hemilopha*, *S. ater* y *D. dorsalis*). La mayoría son de actividad diurna excepto lo geckos (*P. unctus*, *C. variegatus* y *H. frenatus*).

6.4 Análisis estadísticos

6.4.1 Representatividad de especies

Para ilustrar la representatividad de especies en los muestreos se realizó una curva de acumulación de especies basada en días de muestreo (97 días totales), para todos los métodos de muestreo.

6.4.2 Covariables

Se generó una clasificación de las covariables espaciales para el sitio de muestreo, para utilizar en los análisis posteriores, de acuerdo a las observaciones en campo, así como mapas del sitio de estudio, y las cartas de vegetación y suelos de INEGI serie VI (2016). Se generó una matriz de correlación basada en el coeficiente de Cramer para variables nominales y una matriz de colinealidad basada en la descomposición de Cholesky (McSweeney, 2017), para todas las variables identificadas, con el fin de determinar qué variables se utilizarían como predictoras y las relaciones entre ellas.

Por otro lado, las variables climáticas, temperatura y precipitación, fueron tomadas con registradores de datos HOBO (*Honest Observer By Onset data logger*, por sus siglas en inglés), seis registradores distribuidos en los distintos hábitats con los sistemas de trampas de caída. También se obtuvieron datos de las Estaciones Climatológicas del Sistema Meteorológico Nacional cercanas al sitio: Estación Los Robles (3104), El Cajoncito (3011) y El Sargento (3167), para la precipitación, y Estación Los Robles (3104), para la temperatura. Se utilizó la temperatura máxima ya que el rango de horas de actividad para las especies de lagartijas se centra en las horas de mayor temperatura diaria.

6.4.3 Partición de la diversidad

Con la información obtenida de los cuadrantes de encuentros visuales, se estimó la diversidad de especies (Renyi, 1961; Hill, 1973; Jost, 2007; Leinster y Cobbold, 2012; Reeve *et al.*, 2014) a nivel local, dentro de cada cuadrante de muestreo (diversidad alfa α) y, entre

ensamblajes locales (diversidad beta β). Los cuadrantes de muestreo se consideran subcomunidades individuales, mientras que la suma de todos los cuadrantes forma una metacomunidad.

En la Tabla 2 se muestran las ecuaciones para los índices de diversidad estimados. Cada índice se divide en componentes subcomunidad y metacomunidad o ecosistema, y a su vez genera dos ecuaciones de diversidad: cruda y normalizada. Para la evaluación se utilizó el índice para subcomunidad normalizado.

El vector p ($p_1 \dots p_n$) contiene las abundancias relativas de las especies (S). N representa el número de subcomunidades en que se divide la metacomunidad y P sus abundancias relativas. La abundancia de especies i en una subcomunidad j de acuerdo a la abundancia total es P_{ij} .

El índice alfa para la subcomunidad representa la diversidad de una subcomunidad j como tal, mientras que el índice alfa normalizado, refleja la diversidad individual de j . La diversidad alfa para la metacomunidad es una estimación de la diversidad gama. El índice beta normalizado para la subcomunidad representa el número de comunidades distintas como esa subcomunidad j necesario para crear el ecosistema completo (Reeve *et al.*, 2014).

Tabla 2. Índices de diversidad alfa y beta diversidad y sus componentes de subcomunidad. Modificado de Reeve *et al.* 2015.

Índice	Subcomunidad	Metacomunidad
Alfa	${}^q\alpha_j^Z = M_{q-1}(\bar{P}_j, ZP_j)^{-1}$	${}^q\bar{A}^Z = M_{1-q}(w, {}^q\bar{\alpha}_j^Z _{j \in \{1 \dots N\}})$
	${}^q\bar{\alpha}_j^Z = M_{q-1}(\bar{P}_j, Z\bar{P}_j)^{-1} = {}^qD^Z(\bar{P}_j)$ $= w_j \times {}^q\alpha_j^Z$	
Beta	${}^q\beta_j^Z = M_{q-1}\left(\bar{P}_j, \frac{ZP_j}{Zp}\right)$	${}^qB^Z = M_{1-q}(w, {}^q\beta_j^Z _{j \in \{1 \dots N\}})$
	${}^q\bar{\beta}_j^Z = M_{q-1}\left(\bar{P}_j, \frac{Z\bar{P}_j}{Zp}\right) = \frac{{}^q\beta_j^Z}{w_j}$	${}^q\bar{B}^Z = M_{1-q}(w, {}^q\bar{\beta}_j^Z _{j \in \{1 \dots N\}})$

Adicionalmente, con la información obtenida en las trampas, se evaluó la diversidad alfa a nivel temporal, y su relación con la variable temperatura. Los análisis de diversidad se

evaluaron mediante los paquetes *rdiversity* (Mitchell *et al.*, 2020) y *vegan* (Oksanen *et al.*, 2020) en el software R versión 1.2.1059.

6.4.3.1 Relación de las covariables a nivel espacial con la diversidad alfa

Para evaluar la relación de las variables espaciales con la diversidad de especies a nivel local se utilizaron los datos de los cuadrantes, donde hubo registro de 13 especies. Se evaluaron la normalidad y homocedasticidad de los datos con pruebas Lilliefors (extensión de Kolmogorov-Smirnov) y Bartlett, respectivamente.

Se realizó un análisis de varianza ANOVA para evaluar diferencias significativas en la diversidad alfa respecto a las covariables. Posteriormente, se realizó una prueba post-hoc de Tukey sobre las variables que resultaron significativas, para determinar con 95% de confianza qué grupos dentro de las variables fueron los significativamente distintos.

6.4.3.2 Relación de la temperatura con la diversidad alfa y ocurrencia de especies

Para evaluar la relación de variables temporales con la diversidad y ocurrencia de especies, se estimó la diversidad alfa en las trampas de caída, por ser los sitios muestreados periódicamente, donde se registraron un total de 14 especies. Como variable climática se utilizó la temperatura.

Se evaluó la normalidad de los datos con una prueba Lilliefors (extensión de Kolmogorov-Smirnov). Se realizaron correlaciones de Spearman para evaluar el grado de asociación entre la diversidad alfa y la temperatura, así como la ocurrencia de especies y la temperatura.

6.4.4 Variaciones espacio – temporales y relación con las covariables

Para evaluar las variaciones en los ensamblajes de lacertilios a lo largo del año y durante los tres años de muestreo, y su relación con las covariables, se utilizaron modelos de ocupación dinámicos (MacKenzie *et al.*, 2003). Estos modelos son una extensión de los modelos de ocupación simples, y se caracterizan por su flexibilidad para abordar tendencias temporales, enfocados en detectar cambios en el estado de ocupación de un sitio a través de los años o en distintas temporadas. Los modelos de ocupación dinámicos asumen los sitios como unidad de análisis, definiendo de manera binomial si la especie de interés está presente o no

en un sitio durante la temporada de muestreo, y toman en cuenta los cambios en el estado de ocupación de los sitios, así como la imperfección en la detección (Kéry y Chandler, 2016; Banner *et al.*, 2019). Se crearon modelos de ocupación dinámicos para cada especie con la información de las trampas de caída. *S. licki*, *P. coronatum* y *C. hemilopha* fueron omitidas del análisis debido a que el número de individuos encontrados fue menor a 10.

La probabilidad de ocupación $\Pr(y = 1) = \psi$, se denota como presencia $y = 1$ y ausencia $y = 0$. El estado inicial (z_{i1}) representa la ocurrencia de la especie en el sitio i durante la temporada 1. El modelo asume una distribución de Bernoulli basada en la probabilidad de ocupación en la primera temporada (ψ_{i1}):

$$z_{i1} \sim \text{Bernoulli}(\psi_{i1}) \quad (1)$$

Para evaluar las probabilidades de ocupación inicial se utilizaron las covariables Vegetación (V), Suelo (S) y metros sobre el nivel del mar (nivel.snm).

Para la probabilidad de detección también se asume que siguen la distribución de Bernoulli:

$$y_{ijt} \sim \text{Bernoulli}(z_{it}p_{ijt}) \quad (2)$$

donde y_{ijt} es la probabilidad de detección en el sitio i durante el muestreo j y la temporada t . Las temporadas (t) se clasificaron en tres: secas (marzo y mayo), monzón (julio y septiembre) y equipatas (noviembre y enero), de acuerdo a los periodos de lluvias en el área. Adicionalmente, se generaron modelos para la probabilidad de detección de acuerdo al año de muestreo, 2014, 2015 y 2016, tomando el año como la variable t . La detección es condicional de la ocurrencia, y multiplicar p_{ijt} con z_{it} asegura que la ocurrencia solo puede detectarse donde $z_{it} = 1$, es decir, donde ocurre la especie (Royle y Kéry, 2007; Kéry y Chandler, 2016).

Las covariables también se incluyeron como parámetros que influyen en la heterogeneidad de las probabilidades de detección entre sitios, visitas y temporadas de acuerdo a la ecuación: $\text{logit}(p_t) = W_t w_t$ (4), donde W_t es una matriz $(n \times J) \times (w + 1)$ de w covariables y un intercepto, y w_t son los coeficientes de regresión parciales que representan relaciones asumidas detección-covariables. Esto con el fin de probar el ajuste de los modelos.

Los parámetros de extinción y colonización se mantuvieron fijos ya que no se consideraron para los análisis.

Para evaluar los modelos se utilizó el Criterio de Información de Akaike (AIC, por sus siglas en inglés). Para *C. draconoides* y *Coleonyx variegatus* no se pudieron ajustar los modelos por lo que también se omitieron del análisis. Los mejores modelos incluían solo la variable vegetación y, al presentar correlación con las demás variables y mostrar mayor significancia en los análisis previos, se optó por elegir dicha variable espacial para los modelos.

Para realizar y evaluar los modelos se utilizó el paquete *unmarked* (Chandler *et al.*, 2021) en el software R versión 1.2.1059.

6.4.5 Estructura poblacional de las especies

Con los registros de las trampas de caída, se generó una tabla de abundancia relativa para la estructura poblacional por especie, por mes y año, respecto a los estadios de vida siguiendo la clasificación de adultos, subadultos, crías y juveniles, con el fin de describir los cambios en la estructura poblacional de las especies.

Asimismo, se utilizó un diagrama de caja con las medidas de longitud hocico – cloaca (LHC) de los individuos adultos, para clasificar a las especies por tamaño. De acuerdo a las mediciones, las especies se clasificaron en pequeñas (<60mm), medianas (60-100mm) y grandes (>100mm).

7. RESULTADOS

7.1 Representatividad de especies

En la figura 4 se muestra la curva de acumulación de especies basada en puntos de muestreo para los 97 días totales y 119 puntos de muestreo. Se registraron 27 especies de reptiles en los muestreos sistemáticos, 14 de ellas del suborden Lacertilia; tomando en cuenta los encuentros incidentales, hubo registro de 35 especies, 17 lacertilios distribuidos en seis familias, en su mayoría miembros de la familia Phrynosomatidae. De las 17 especies, una es introducida y 11 son endémicas: tres endémicas a la península, dos endémicas a Baja California Sur y seis endémicas a la Región del Cabo, 13 se encuentran en algún estatus de protección en La Norma Oficial Mexicana SEMARNAT-059-2019 (Tabla 1, anexo a).

Adicionalmente se muestra el número de individuos muestreados por especie de reptiles por método de muestreo (fig. 5), donde las especies con mayor número de individuos son los lacertilios. En la Tabla 3 se observa el número total de lacertilios registrados, por especie y método de muestreo. El mayor número de observaciones individuales fue en los cuadrantes.

Sauromalus ater, *Hemidactylus frenatus* y *Elgaria paucicarinata* sólo se registraron mediante encuentros incidentales. Para las especies registradas en trampas y cuadrantes, *S. licki* fue la especie con menor número de individuos registrados. Por otro lado, las especies con mayor número de observaciones fueron *A. hyperythrus*, *U. nigricaudus* y *U. stansburiana*, con el 29.5, 20.2 y 16% del total de registros, respectivamente (Tabla 3).

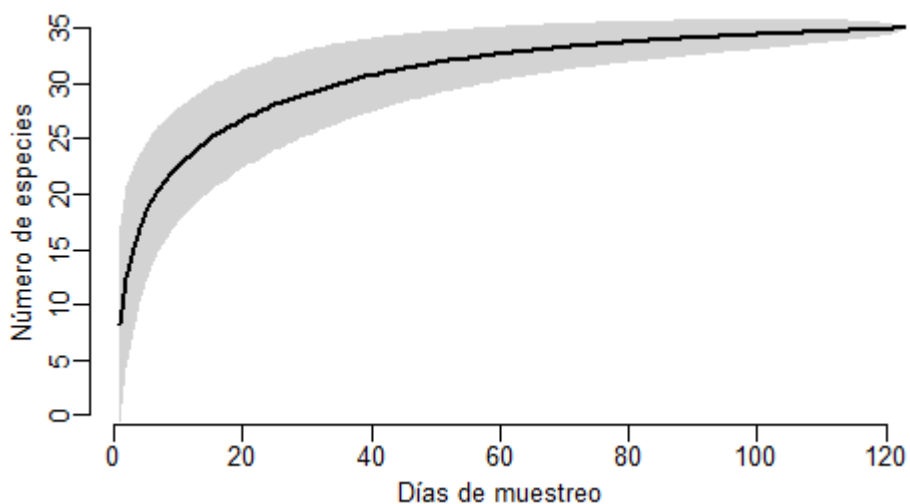


Figura 4. Curva de acumulación de especies de reptiles para los muestreos realizados en Sierra Las Cacachilas, de noviembre de 2013 a noviembre de 2016.

Tabla 3. Número de lacertilios registrados por especie (en orden alfabético) para los muestreos en Sierra Las Cacachilas, de noviembre de 2013 a noviembre de 2016.

Especie	Abreviatura	Método de muestreo		
		Incidental	Cuadrantes	Trampas
<i>Aspidoscelis hyperythrus</i>	ASHY	37	880	1029
<i>Aspidoscelis maximus</i>	ASMA	11	53	368
<i>Callisaurus draconoides</i>	CADR	56	518	178
<i>Coleonyx variegatus</i>	COVA	4	3	19
<i>Ctenosaura hemilopha</i>	CTHE	61	11	3
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	DIDO	51	90	23
<i>Elgaria paucicarinata</i>	ELPA	11	0	0
<i>Hemidactylus frenatus</i>	HEFR	18	0	0
<i>Petrosaurus thalassinus</i>	PETH	55	29	10
<i>Phrynosoma coronatum</i>	PHCO	72	3	7
<i>Phyllodactylus unctus</i>	PHUN	72	27	17
<i>Sauromalus ater</i>	SAAT	1	0	0
<i>Sceloporus hunsakeri</i>	SCHU	41	44	187
<i>Sceloporus licki</i>	SCLI	9	0	2
<i>Sceloporus zosteromus</i>	SCZO	24	41	92
<i>Urosaurus nigricaudus</i>	URNI	55	1012	261
<i>Uta stansburiana</i>	UTST	26	831	233
	Suma	613	3542	2431
	Total		6586	

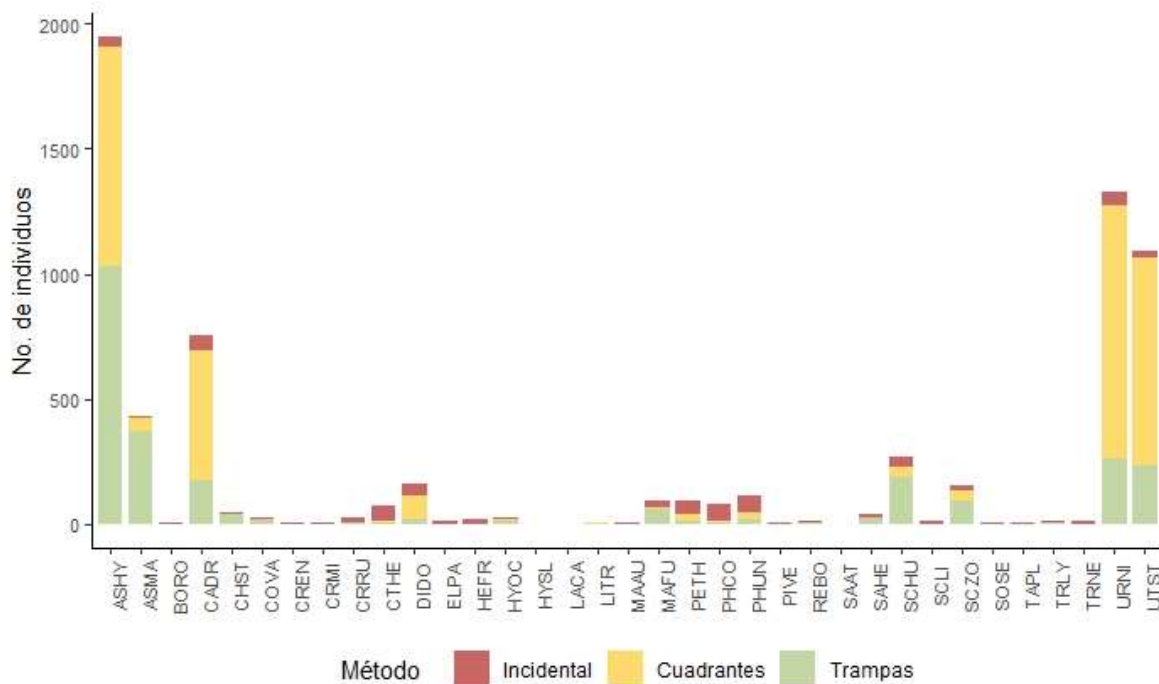


Figura 5. Número de individuos registrados por especie de reptiles en el sitio de muestreo en Sierra Las Cacachilas, de noviembre de 2013 a noviembre de 2016. BORO = *Bogertophis rosaliae*. CHST = *Chilomeniscus stramineus*. CREN = *Crotalus enyo*. CRMI = *Crotalus mitchellii*. CRRU = *Crotalus ruber*. HYOC = *Hypsiglena ochrorhynchus*. HYSL = *Hypsiglena slevini*. LACA = *Lampropeltis californiae*. LITR = *Lichanura trivirgata*. MAAU = *Masticophis aurigulus*. MAFU = *Masticophis fuliginosus*. PIVE = *Pituophis vertebralis*. REBO = *Rena boettgeri*. SAHE = *Salvadora hexalepis*. SOSE = *Sonora semiannulata*. TAPL = *Tantilla planiceps*. TRLY = *Trimorphodon lyrophanes*. TRNE = *Trachemys nebulosa*. Ver Tabla 3 para abreviaturas restantes.

7.2 Covariables

En la Tabla 4 se enlistan las covariables consideradas para el sitio de muestreo. Asimismo, se generaron matrices de correlación y colinealidad entre estas posibles variables predictoras. La matriz de correlación muestra fuertes relaciones entre la mayoría de las variables, particularmente sustrato y vegetación (Tabla 5), aunque no llegan a presentar colinealidad (anexo c).

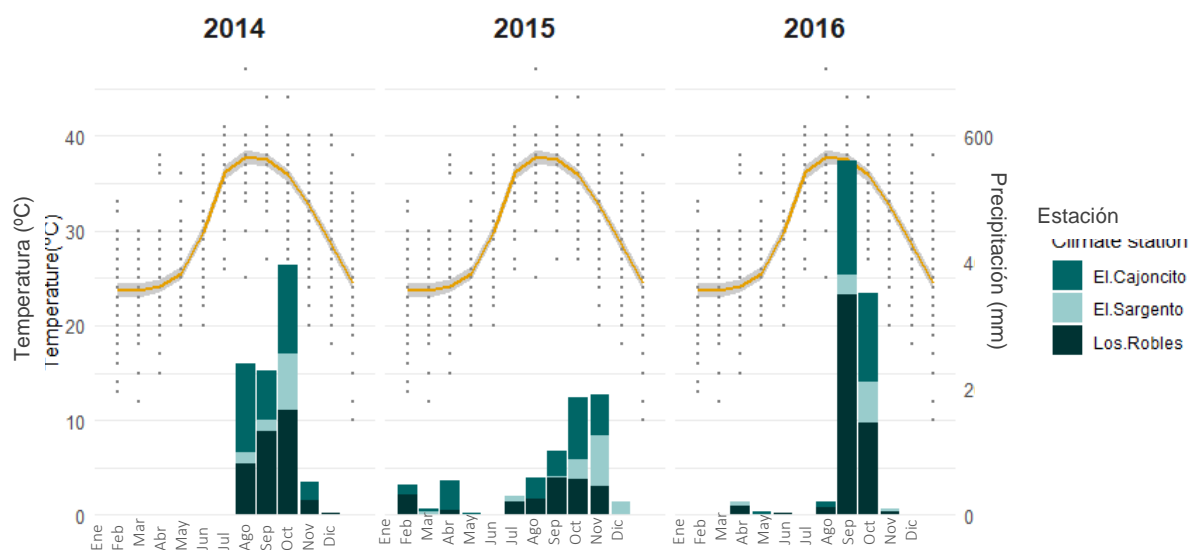
En cuanto a las variables climáticas, la temperatura mínima registrada durante el periodo de muestreo fue de 5°C, en invierno, mientras que la temperatura máxima fue de 47°C, en el verano. Respecto a la precipitación, los meses con pocas a nulas lluvias fueron de noviembre a junio, con más días lluviosos en 2015, y los meses con mayor precipitación fueron de julio a octubre, con una precipitación máxima acumulada de 561 mm en agosto de 2016 (fig. 6).

Tabla 4. Covariables para el área de muestreo en Sierra Las Cacachilas (INEGI, 2016).

Vegetación	Metros sobre el nivel del mar	Sustrato	Geoforma	Cobertura vegetal	Porcentaje de cobertura vegetal
Selva baja caducifolia	0	Rocoso	Parte alta de monte	Arbórea	~50
Matorral sarcocaula	200	Sustrato mixto	Fondo de arroyo	Arbustiva	<50
Vegetación de galería	400	Arenoso	Planicie		>50
	600		Abanico aluvial		

Tabla 5. Matriz de correlación para las covariables.

	Vegetación	Msnm	Sustrato	Geoforma	Cobertura vegetal
Vegetación	1	0.5562389	0.643667	0.4665285	0.03905829
Msnm	0.5562389	1	0.5377162	0.5344212	0.31849415
Sustrato	0.64366704	0.5377162	1	0.5146369	0.12463112
Geoforma	0.46652848	0.5344212	0.5146369	1	0.46366477
Cobertura vegetal	0.03905829	0.3184941	0.1246311	0.4636648	1

**Figura 6.** Diagrama de dispersión y tendencia de temperaturas máximas registradas en la estación climatológica Los Robles (3104) y gráficas de barras de precipitación acumulada en las tres estaciones climatológicas cercanas al sitio de muestreo: El Cajoncito (3011), El Sargento (3167) y Los Robles (3104), de 2014 a 2016. Fuente: Conagua, 2020.

7.3 Partición de la diversidad

Se generaron mapas de diversidad alfa y beta (fig. 7) de especies, tomando los cuadrantes de muestreo como subcomunidades individuales.

De los 107 cuadrantes muestreados, el mayor valor de diversidad alfa fue de 6.96 en el cuadrante 6, que se asocia a vegetación de selva baja caducifolia a 400 msnm, sustrato rocoso y arenoso, y alta cobertura vegetal. Por otro lado, la menor diversidad local fue de 1.78 en el cuadrante 60, al suroeste del sitio de muestreo, que corresponde a vegetación de matorral sarcocaule al nivel del mar, con sustrato arenoso en planicie aluvial (fig. 7).

Para el índice beta, que representa la diferencia de una subcomunidad en relación al ecosistema, se obtuvo el mayor valor (14.87) en el cuadrante 1, al noroeste del sitio de muestreo, el cual se encuentra a la mayor altura registrada (600 msnm), vegetación de selva baja caducifolia, con sustrato rocoso, mientras que los menores valores ocurren en la parte sur del sitio de muestreo, en sitios de planicie arenosa (fig. 7).

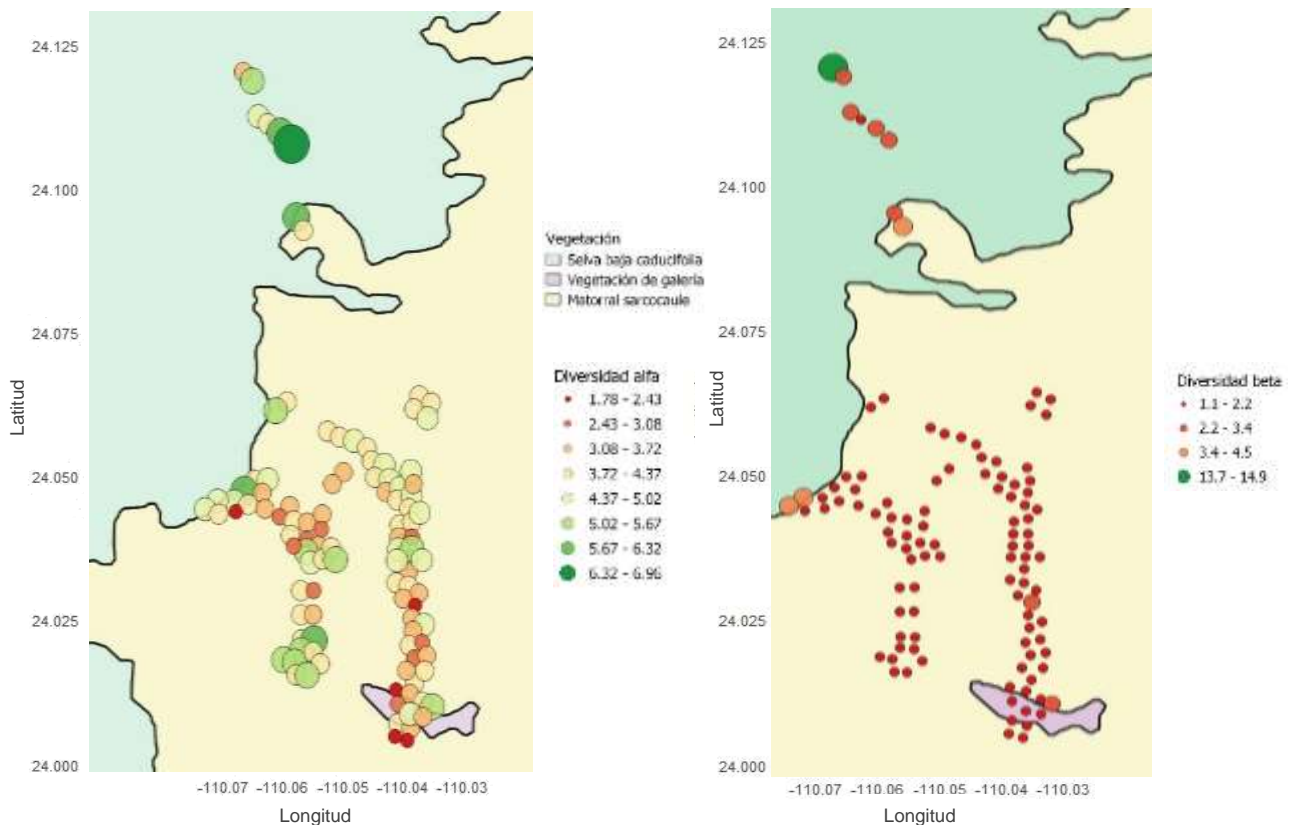


Figura 7. Mapas de diversidad alfa (izquierda) y beta (derecha) de especies de lacertilios y vegetación para el área de muestreo en Sierra Las Cacachilas.

7.4 Relación de las covariables a nivel espacial con la diversidad alfa

Los datos de diversidad alfa resultaron normales ($D=0.065$, $p\text{-valor}=0.3237$) y con varianzas homogéneas respecto a las covariables: geofoma ($K^2 = 7.36$, $p\text{-valor}=0.11$), vegetación ($K^2=1.15$, $p\text{-valor}=0.56$), sustrato ($K^2=3.75$, $p\text{-valor}=0.29$), por lo que se aplicaron pruebas paramétricas.

De acuerdo al análisis de varianza ANOVA (Tabla 6), dentro de las variables vegetación, sustrato y msnm, se encontraron diferencias significativas respecto a la diversidad alfa, mientras que en las variables geofoma y cobertura vegetal no hubo diferencias significativas entre grupos.

En la prueba post-hoc de Tukey se obtuvo que, para la vegetación, en la selva baja caducifolia la diversidad alfa es significativamente mayor; la diversidad en sustrato rocoso/arenoso es también mayor, y la diversidad local entre los 0 y 200 msnm es significativamente distinta.

Tabla 6. Análisis de varianza ANOVA para la diversidad alfa en el sitio respecto a las covariables espaciales.

Variable respuesta: diversidad alfa

	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Valor F	Valor P	
Vegetación	2	10.424	5.2122	7.9811	0.0006326	***
Sustrato	3	7.017	2.3391	3.5817	0.0167672	*
Msnm	3	7.487	2.4957	3.8216	0.0124586	*
Geofoma	4	5.569	1.3922	2.1318	0.0829973	.
Cobertura vegetal	1	0.777	0.7768	1.1895	0.2782444	
Residuales	93	60.735	0.6531			

Significancia: 0 '***'0.001 '**'0.01 '*'0.05 '.'0.1 ' ' 1

7.5 Relación de la temperatura con la diversidad alfa y ocurrencia de especies

Para evaluar la relación de la diversidad y ocurrencia de especies con la temperatura se utilizaron los datos de las trampas de caída por ser los sitios muestreados periódicamente.

Tanto los datos de temperatura ($D=0.114$, $p\text{-valor}=0.011$) como los de diversidad alfa ($D=0.213$, $p\text{-valor}=0.01$) resultaron no normales, por lo que se evaluaron mediante métodos no paramétricos.

La correlación entre la diversidad de especies y la temperatura resultó significativa ($\rho=0.56$, $p\text{-valor}=0.006$). En la figura 8 se muestra el índice de diversidad alfa a nivel temporal respecto a las temperaturas registradas en las trampas durante los muestreos. Los valores más altos se registraron en los meses de julio, septiembre y noviembre (fig. 8), con temperaturas diarias máximas entre 35 y 40°C en julio y septiembre, y entre 25 y 27°C en noviembre. La menor diversidad se encontró durante los meses de enero y marzo, a temperaturas de entre 17 y 30°C.

Las especies con correlaciones significativas se muestran en la Tabla 7 (fig. 9). En el caso de *A. hyperythrus* y *C. draconoides*, aumentan el número de individuos durante los meses de julio y septiembre, y disminuyen en el invierno. Para *D. dorsalis* y *C. variegatus* solo se encontraron individuos durante los meses de verano, así como de *P. thalassinus*, a excepción de un individuo que se encontró en noviembre. Para *A. maximus* y *S. zosteromus* el mayor número de registros fue durante los meses de mayo a noviembre. Aunque *Phyllodactylus unctus* no tuvo una relación significativa con la temperatura, los registros de esta especie también ocurrieron solo en los meses de verano. *Sceloporus licki*, *P. coronatum* y *C. hemilopha* fueron omitidas del análisis debido a que el número de individuos encontrados fue menor a 10.

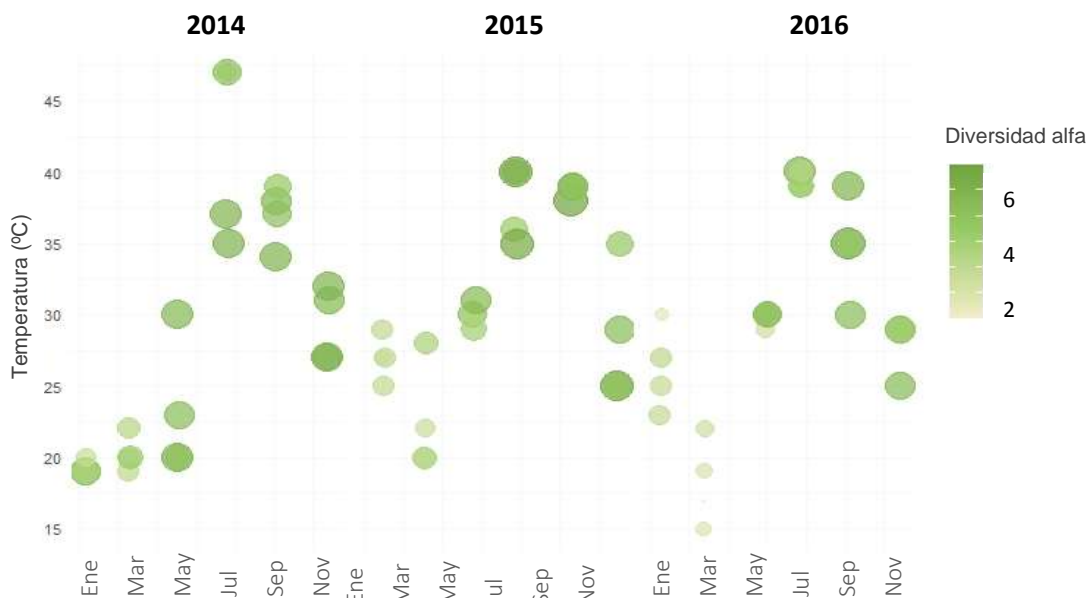


Figura 8. Diversidad alfa de especies de lacertilios registrados en Sierra Las Cacachilas a nivel temporal respecto a las temperaturas registradas durante los muestreos de enero de 2014 a noviembre de 2016.

Tabla 7. Correlaciones de Spearman entre abundancia de especies y temperatura.

Especie	Abreviatura	RHO	Valor P
<i>Sceloporus hunsakeri</i>	SCHU	0.124	0.273
<i>Urosaurus nigricaudus</i>	URNI	0.072	0.523
<i>Uta stansburiana</i>	UTST	0.015	0.892
<i>Aspidoscelis hyperythrus</i>	ASHY	0.243	0.029*
<i>Phyllodactylus unctus</i>	PHUN	0.178	0.114
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	DIDO	0.462	1.588e-05*
<i>Sceloporus zosteromus</i>	SCZO	0.315	0.004*
<i>Aspidoscelis maximus</i>	ASMA	0.483	5.49e-06*
<i>Callisaurus draconoides</i>	CADR	0.414	0.0001*
<i>Coleonyx variegatus</i>	COVA	0.340	0.001*
<i>Petrosaurus thalassinus</i>	PETH	0.27	0.015*

*Significativo

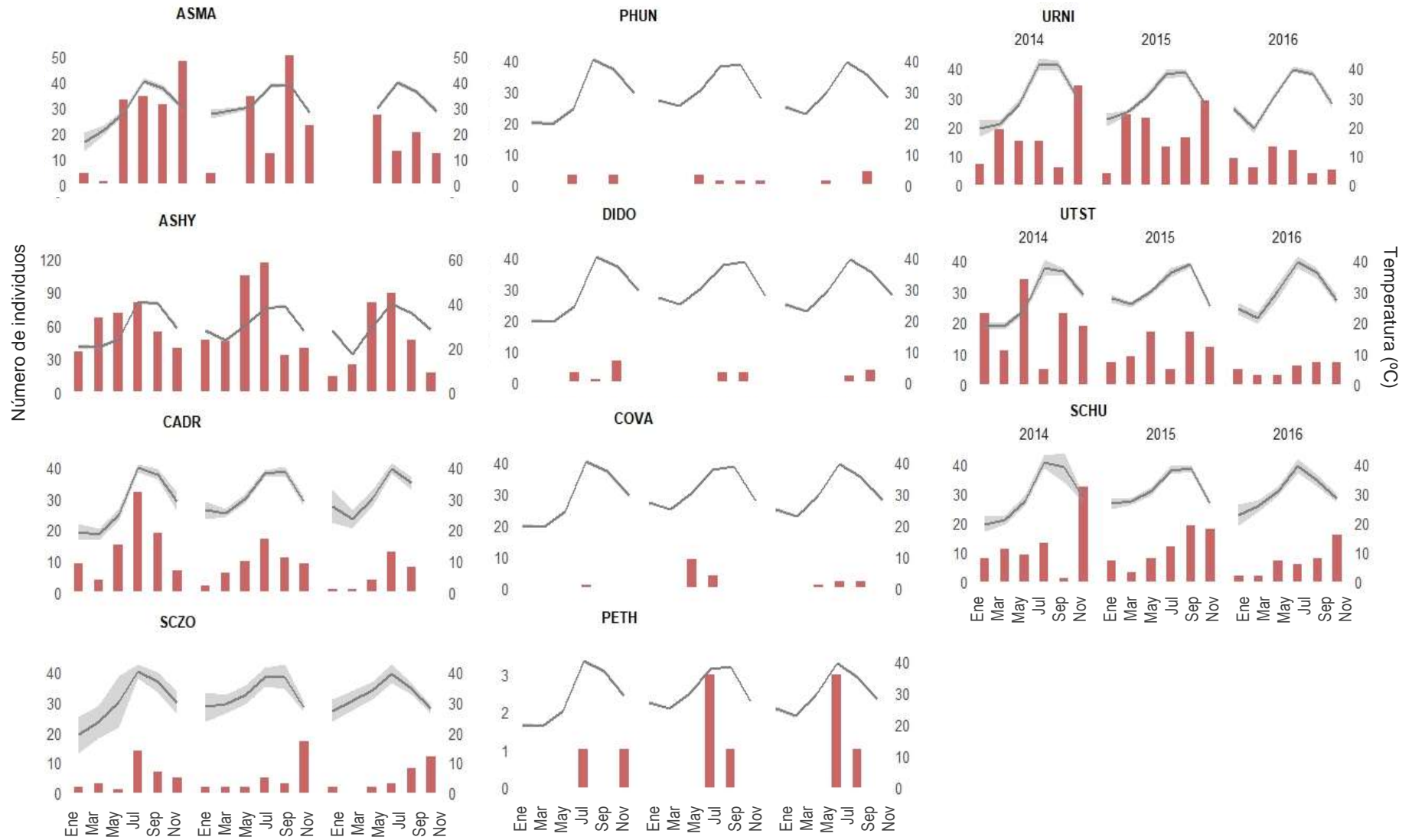


Figura 9. Incidencia de lacertilios registrados en Sierra Las Cacachilas a nivel temporal respecto a las temperaturas registradas de enero de 2014 a noviembre de 2016. Las barras representan número de individuos y las líneas la temperatura media registrada durante los muestreos. Ver Tabla 7 para abreviaturas.

7.6 Modelos de ocupación dinámicos

En los anexos d y e se muestran los distintos modelos evaluados, con su respectivo valor de AIC y bondad de ajuste. Los modelos seleccionados (Tabla 8) fueron los ajustados para que la probabilidad de detección fuera específica a la temporada (fig. 12, anexo f) y al tipo de vegetación (anexo g), y la probabilidad de ocupación inicial solo al tipo de vegetación (fig. 14, anexo h).

Los modelos para la probabilidad de detección anual se muestran en la Tabla 9 (fig. 13, anexo i), solo para las especies que tuvieron un buen ajuste para dicho modelo.

Tabla 8. Bondad de ajuste para los modelos de ocupación dinámicos seleccionados por especie de acuerdo a detección (p) por temporada (y). ψ_0 = ocupación inicial. col = colonización. ext = extinción. p = detección. y = temporadas. V = vegetación. Ver Tabla 3 para abreviaturas de especies.

Espece	Presencias	Sitios con al menos una detección	Modelo	c-hat	P-valor
ASHY	425	12	$\Psi_0(V)col(.)ext(.)p(y+V)$	1.29	0.15
SCHU	113	10	$\Psi_0(V)col(.)ext(.)p(y+V)$	4	0.06
URNI	177	12	$\psi_0(V)col(.)ext(.)p(y)$	1.92	0.07
UTST	120	8	$\Psi_0(V)col(.)ext(.)p(y+V)$	1.62	0.07
PETH	9	7	$\Psi_0(V)col(.)ext(.)p(y+V)$	0.92	0.07
DIDO	16	5	$\psi_0(V)col(.)ext(.)p(y)$	0.49	0.24
SCZO	62	7	$\psi_0(V)col(.)ext(.)p(y)$	2.96	0.08
COVA	17	10	$\psi_0(V)col(.)ext(.)p(y)$	0.56	0.32
ASMA	208	12	$\psi_0(V)col(.)ext(.)p(y)$	0.66	0.76

Tabla 9. Bondad de ajuste para los modelos de ocupación dinámicos seleccionados por especie de acuerdo a detección (p) por año (y). ψ_0 = ocupación inicial. col = colonización. ext = extinción. p = detección. y = temporadas. V = vegetación. Ver Tabla 3 para abreviaturas de especies.

Especie	Presencias	Sitios con al menos una detección	Modelo	c-hat	P-valor
ASHY	425	12	$\Psi_0(V)col(.)ext(.)p(y+V)$	1.29	0.15
URNI	177	12	$\psi_0(V)col(.)ext(.)p(y+V)$	1.92	0.07
UTST	120	8	$\Psi_0(V)col(.)ext(.)p(y+V)$	1.62	0.07
SCZO	62	7	$\psi_0(V)col(.)ext(.)p(y)$	2.96	0.08
COVA	17	10	$\psi_0(V)col(.)ext(.)p(y)$	0.56	0.32
ASMA	208	12	$\psi_0(V)col(.)ext(.)p(y)$	0.66	0.76

La especie con mayor probabilidad de detección en las trampas fue *A. hyperythrus*, siendo la especie dominante en el sitio, con mayor probabilidad durante la temporada de secas. Por otro lado, *A. maximus* y *U. stansburiana* tuvieron las mayores probabilidades de detección en la temporada de monzón, contrario a *U. nigricaudus*. Las especies *S. hunsakeri* y *S. zosteromus* presentan un patrón similar, con mayor probabilidad durante las equipatas y menor en secas.

En cuanto a los patrones de ocupación de acuerdo al tipo de vegetación, *A. hyperythrus*, *A. maximus* y *U. nigricaudus* no tuvieron variaciones, con cerca del 100% de probabilidad de ocupar cualquier sitio; *C. variegatus*, *D. dorsalis*, *S. zosteromus* y *U. stansburiana* son más probables de ocupar sitios en matorral sarcocaulé que en selva baja caducifolia. Por el contrario, *P. thalassinus* y *S. hunsakeri* son más probables de ocupar la selva baja caducifolia.

Los patrones de detección anuales son muy similares para *A. hyperythrus*, *U. stansburiana* y *U. nigricaudus*, con la mayor probabilidad de detección en 2015, y la menor en 2016. Por el contrario, la menor probabilidad de detección para *S. zosteromus* fue en 2015, y aumentó para 2016. *A. maxima* presenta un patrón de declive en la probabilidad de detección de 2014 a 2016.

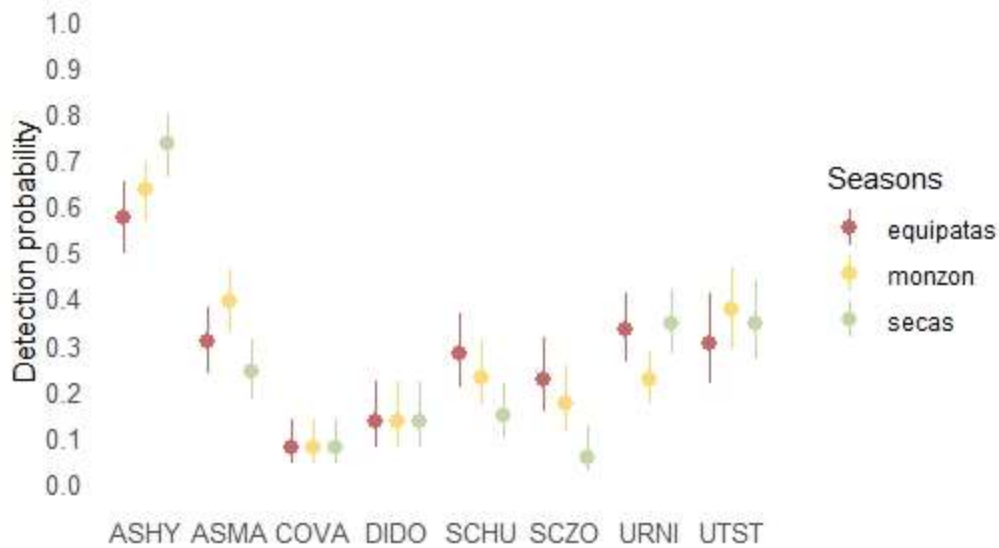


Figura 10. Probabilidad de detección (p) por temporada (y) de acuerdo a los modelos de ocupación dinámicos seleccionados para cada especie. Rojo = equipatas. Amarillo = monzón. Verde = secas. Ver Tabla 3 para abreviaturas de especies.

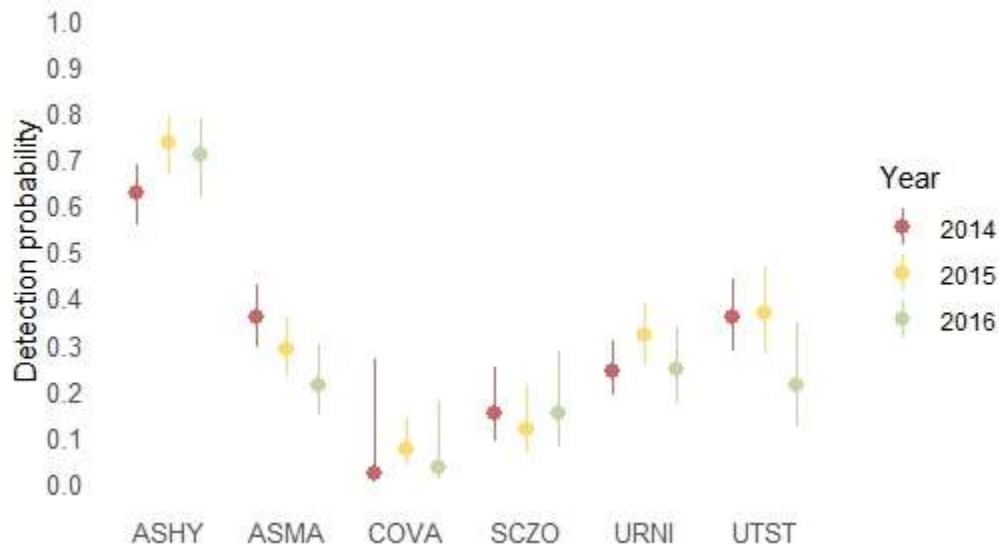


Figura 11. Probabilidad de detección (p) por año (y) de acuerdo a los modelos de ocupación dinámicos seleccionados para cada especie. Rojo = 2014. Amarillo = 2015. Verde = 2016. Ver Tabla 3 para abreviaturas de especies.

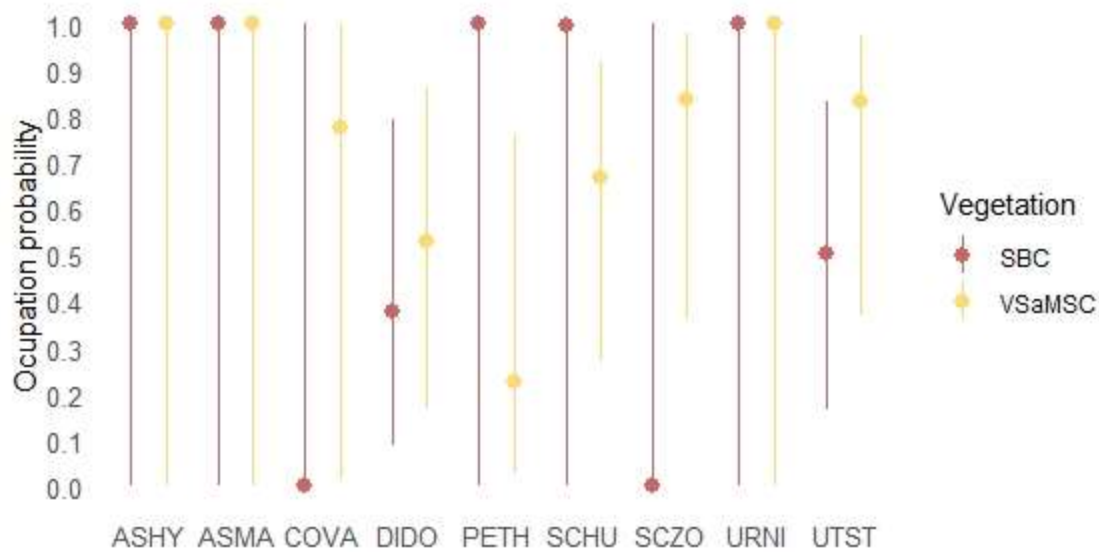


Figura 12. Probabilidad de ocupación (psi) por tipo de vegetación (V) de acuerdo a los modelos de ocupación dinámicos seleccionados para cada especie. SBC = selva baja caducifolia. VSaMSC = matorral sarcocaule. Ver Tabla 3 para abreviaturas de especies.

7.7 Estructura poblacional de las especies

La información sobre el total de individuos para cada estadio de vida y sexo por especie se presenta en las Tablas 8 y 9. La presencia de adultos fue dominante para todas las especies. Para la mayoría de las especies se encontraron individuos en más de una etapa de vida, con variación a lo largo del año y entre años, a excepción de *S. licki*, para la cual solo se registraron dos individuos adultos. Se encontraron más ejemplares machos que hembras para nueve de las 14 especies de lacertilios, las especies con mayor número de individuos tuvieron casi tres veces más registros de machos que hembras.

La figura 10 muestra las medidas de longitud hocico – cloaca (LHC) de los individuos adultos registrados en las trampas de caída. La mayoría de las especies se clasificaron como pequeñas (*A. hyperythrus*, *C. variegatus*, *C. draconoides*, *U. nigricaudus*, *P. unctus*, *U. stansburiana*) y estuvieron activas todo el año, con excepción de *C. variegatus*; el género *Sceloporus* agrupa a las especies medianas junto con *P. coronatum*, mientras que las especies de mayor tamaño fueron *D. dorsalis*, *C. hemilopha* y *P. thalassinus*, que se observaron activas casi solo durante el verano. *Aspidoscelis maxima* presentó el rango más amplio en tamaño de sus individuos.

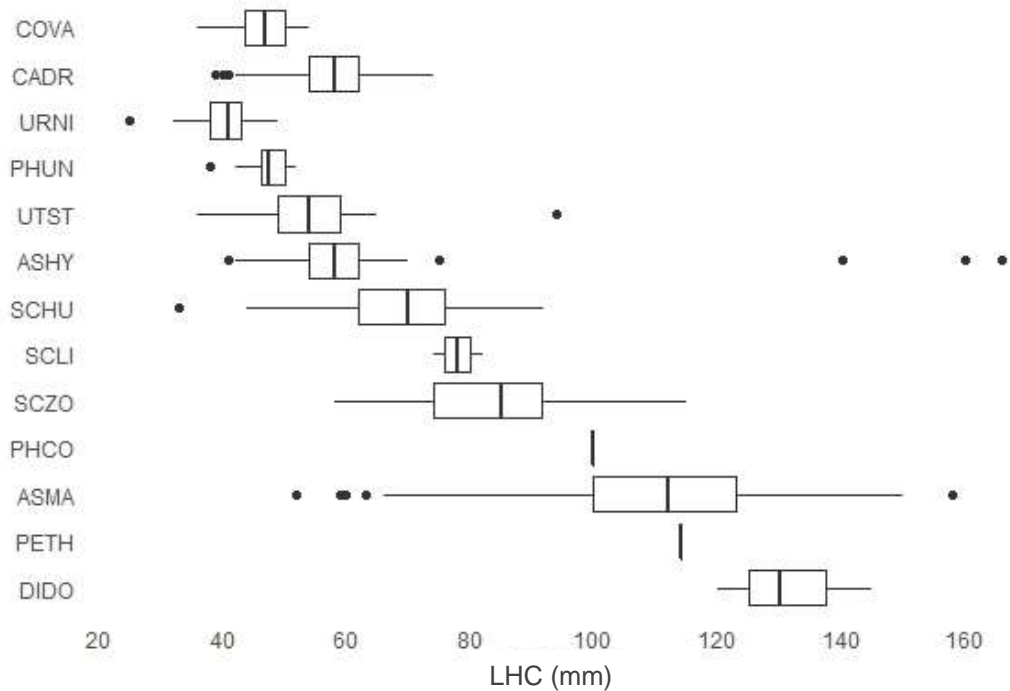


Figura 13. Diagrama de caja para el tamaño de los individuos adultos registrados por especie en las trampas de caída. LHC = Longitud hocico-cloaca. Ver Tabla 10 para abreviaturas de las especies.

7.7.1 Cambios temporales en la estructura poblacional de las especies

En la figura 11 se muestran los gráficos de estructura poblacional relativa mensual por especie, durante el periodo de muestreo. Se encontraron crías para todas las especies excepto *S. licki* y *C. variegatus*, de quienes solo se registraron individuos adultos; sin embargo, para *C. variegatus* se observaron crías en septiembre de 2014 y enero de 2015 en los cuadrantes.

La mayoría de las especies presentes todo el año muestran un patrón de dominancia de adultos en el verano, de mayo a septiembre, y crías y juveniles en el invierno, de noviembre a marzo, con excepción de *U. stansburiana* que presenta un patrón opuesto, con un pico en abundancia de crías en mayo de todos los años, siendo la especie con el mayor número de crías registrado.

De las especies que se encontraron parte del año activas, de *P. coronatum* se observaron crías en noviembre de 2014 y julio de 2015; de *P. thalassinus* en julio de todos los años, y juveniles en septiembre. De estas especies se observaron más ejemplares crías que adultos.

Asimismo, *D. dorsalis* registró juveniles y subadultos en julio y septiembre, con presencia de crías en julio de 2015. Para *P. unctus* hubo presencia de crías y juveniles en septiembre.

Por otra parte, *S. zosteromus* y *S. hunsakeri* presentaron un patrón muy similar; hubo dominancia de juveniles y subadultos en noviembre, enero y marzo, y de adultos en mayo, julio y septiembre, excepto en 2015 para *S. hunsakeri* donde también hubo mayor presencia de juveniles en septiembre. Para ambas especies se observaron crías entre noviembre y enero de 2014 y 2016, y en 2015 en noviembre y julio.

Los patrones de *A. maximus* y *A. hyperythrus* fueron distintos; para *A. maximus* hubo presencia de crías, juveniles y subadultos en julio, septiembre y noviembre de 2014 y 2015, y juveniles en 2016, mientras que de *A. hyperythrus* se registraron mayormente juveniles y subadultos en invierno, de noviembre a marzo, y crías en los meses de enero, mayo, julio y noviembre.

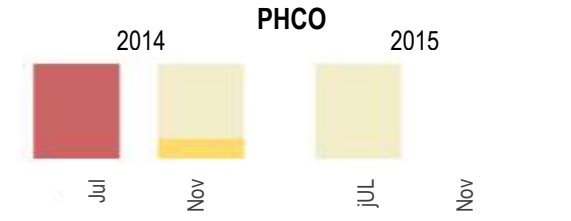
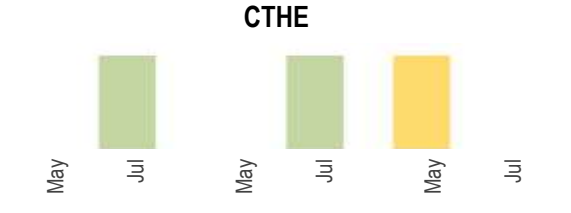
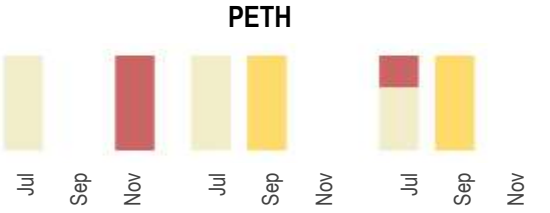
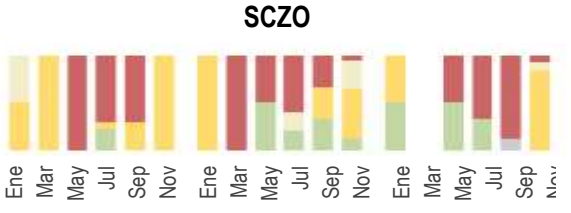
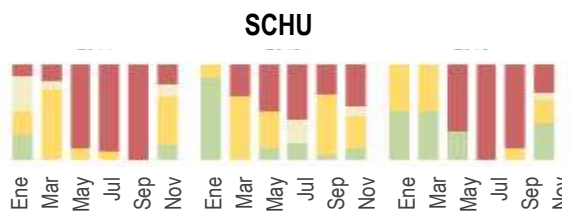
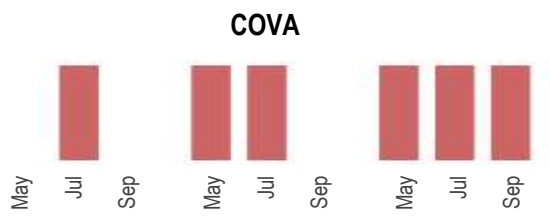
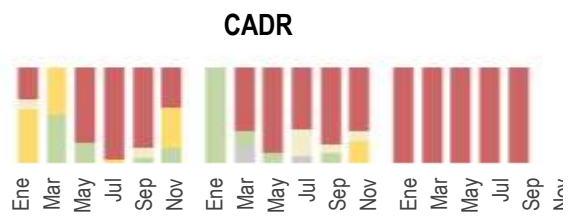
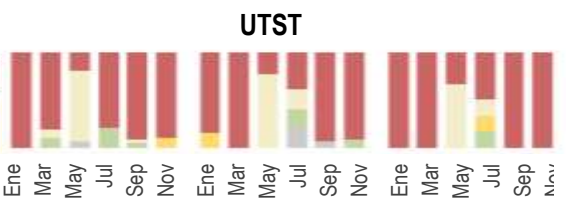
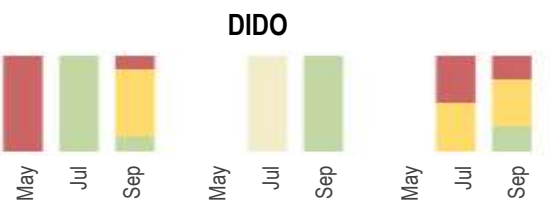
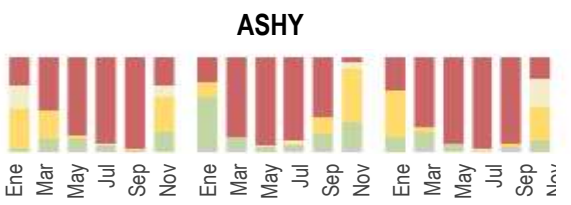
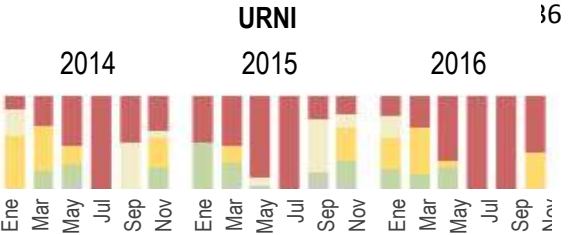
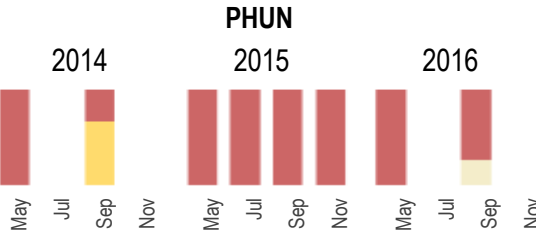
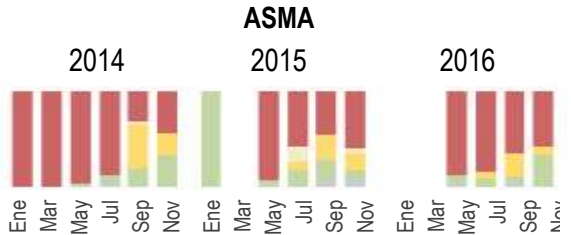
Para *C. draconoides* se registraron crías y juveniles en enero, marzo y septiembre de 2014, y julio, septiembre y noviembre de 2015. Aunque en 2016 solo hubo registro de adultos en las trampas, en los cuadrantes se observaron crías y juveniles en enero, marzo y noviembre de ese año. De *U. nigricaudus* se encontraron crías en enero, mayo, septiembre y noviembre; en 2016 solo se encontraron en enero.

Tabla 10. Número de individuos por estadio de vida de lacertilios en Sierra Las Cacachilas de enero de 2014 a noviembre de 2016.

Especie	Clave	Adultos	Subadultos	Juveniles	Crías	Desconocido
<i>Aspidoscelis hyperythrus</i>	ASHY	774	102	108	30	15
<i>Aspidoscelis maximus</i>	ASMA	247	58	51	4	8
<i>Callisaurus draconoides</i>	CADR	136	12	15	13	2
<i>Coleonyx variegatus</i>	COVA	19	0	0	0	0
<i>Ctenosaura hemilopha</i>	CTHE	0	2	1	0	0
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	DIDO	6	6	8	3	0
<i>Petrosaurus thalassinus</i>	PETH	2	0	2	6	0
<i>Phrynosoma coronatum</i>	PHCO	1	0	1	5	0
<i>Phyllodactylus unctus</i>	PHUN	14	0	2	1	0
<i>Sceloporus hunsakeri</i>	SCHU	83	29	61	14	0
<i>Sceloporus licki</i>	SCLI	2	0	0	0	0
<i>Sceloporus zosteromus</i>	SCZO	36	11	36	6	1
<i>Urosaurus nigricaudus</i>	URNI	140	37	51	26	7
<i>Uta stansburiana</i>	UTST	175	6	4	44	4

Tabla 11. Número de individuos por género de lacertilios en Sierra Las Cacachilas de enero de 2014 a noviembre de 2016.

Especie	Abreviatura	Hembras	Machos	Desconocido
<i>Aspidoscelis hyperythrus</i>	ASHY	111	371	522
<i>Aspidoscelis maximus</i>	ASMA	58	110	178
<i>Callisaurus draconoides</i>	CADR	42	105	21
<i>Coleonyx variegatus</i>	COVA	7	7	5
<i>Ctenosaura hemilopha</i>	CTHE	2	0	1
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	DIDO	8	2	13
<i>Petrosaurus thalassinus</i>	PETH	1	3	6
<i>Phrynosoma coronatum</i>	PHCO	1	2	4
<i>Phyllodactylus unctus</i>	PHUN	3	2	12
<i>Sceloporus hunsakeri</i>	SCHU	77	82	23
<i>Sceloporus licki</i>	SCLI	1	1	0
<i>Sceloporus zosteromus</i>	SCZO	32	45	13
<i>Urosaurus nigricaudus</i>	URNI	46	166	42
<i>Uta stansburiana</i>	UTST	82	94	37



8. DISCUSIONES

8.1 Representatividad de especies

La comunidad de lagartijas en el sitio de estudio abarca un total de 17 especies (Tabla 3, anexo a) que, a pesar de ser un menor número de especies que en otros hábitats al norte de la península, el número de especies endémicas es mayor. Esto se adjudica en parte a la historia evolutiva y el aislamiento geográfico de la misma, así como la única vegetación de selva baja caducifolia de la península, por lo que este alto grado de endemismos también coincide con la gran diversidad biológica de otras especies en el área (Barrows *et al.* 2013).

Aunque la mayoría de las especies observadas en el sitio se lograron registrar tanto en trampas de caída como cuadrantes de observación, *S. ater*, *H. frenatus* y *E. paucicarinata* sólo se registraron mediante encuentros incidentales (Tabla 3). En el caso de *E. paucicarinata*, es un anguido cuya distribución es restringida a la región del Cabo, especialmente a Sierra La Laguna y, en Sierra Las Cacachilas se observó en las partes elevadas de bosque de encino, existiendo pocos registros de observaciones en campo para esta especie; la iguana saxícola *S. ater* se encuentra comúnmente en lugares rocosos (Galina *et al.* 2002), se observó en un arroyo con grandes rocas. Los encuentros incidentales de ambas especies ocurrieron fuera de los límites del área de muestreo, en las áreas altas y rocosas. El gecko *H. frenatus* es una especie introducida y se encuentra principalmente en zonas urbanas (Díaz-Pérez *et al.* 2017). Los encuentros con esta especie se registraron en áreas urbanas fuera de la zona de muestreo, pero en el área de estudio. Aunque en el estudio se incluyeron áreas rocosas y elevadas, fue menor el esfuerzo de muestreo en esas zonas debido a la accesibilidad, y los muestreos se llevaron a cabo principalmente buscando debajo de ramas caídas, troncos caídos, entre otros, en áreas alejadas de la zona urbana.

Cabe señalar que previo al proyecto de investigación del cual forma parte este trabajo, *S. ater*, *E. paucicarinata* y *S. licki*, que fue la especie con menor número de individuos registrados (Tabla 3), no se habían registrado en esta área, probablemente por falta de muestreo. Por otro lado, las especies dominantes, *A. hyperythrus*, *U. nigricaudus* y *U. stansburiana* (Tabla 3, figura 5), coinciden con trabajos previos en la región que mencionan a estas especies como las más abundantes a nivel local (Álvarez *et al.*, 1989; Blázquez y Ortega-

Rubio, 1996; Vázquez-Reyes, 2006). Estos patrones de pocas especies dominantes se han observado en otros estudios sobre ensamblajes de lagartijas en distintas zonas (Mota Rodrigues et al. 2016, Carvajal-Cogollo y Urbina-Cardona, 2018).

8.2 Relación de las covariables con la diversidad alfa y probabilidad de ocupación de las especies por tipo de vegetación

Las variables que influyen sobre la diversidad de especies de lagartijas en un sitio a nivel local son espaciales (ej. tipo de vegetación, sustrato, disponibilidad de refugios) y temporales (ej. temperatura, humedad, precipitación). Estas variables pueden definir el número de especies que coexisten en una comunidad, ya que las lagartijas generalmente se asocian a microhábitats particulares, algún sustrato o vegetación específica, y los sitios donde hay mayor heterogeneidad espacial generan un mayor número de microhábitats, lo que a su vez genera mayor disponibilidad de recursos y con ello una mayor riqueza de especies (Pianka, 1973; Vitt *et al.* 2007; Medina-Rangel y Cárdenas-Árevalo, 2015). Los valores más altos de diversidad local para los cuadrantes se registraron en la selva baja caducifolia con sustrato mixto/rocoso (Fig. 7), lo cual coincide con los sitios de mayor variedad en tipos de vegetación, sustrato y geoformas. La probabilidad de ocupación por tipo de vegetación también concuerda con los registros de individuos por sitio y observaciones, así como con los hábitos de cada especie.

Especies como *P. thalassinus*, *S. licki* y *S. hunsakeri* se asocian a sitios rocosos (Romero-Schmidt *et al.*, 1994; Grismer, 2002), y la probabilidad de ocupación para estas especies es casi totalmente en la selva baja caducifolia y no así en matorral sarcocaulé (fig. 14); *C. hemilopha*, además de rocas, se encuentra comúnmente sobre los árboles y requiere lugares con mayor vegetación (Blázquez y Rodríguez-Estrella, 1997). Las especies mencionadas, a excepción de *C. hemilopha*, se encontraron solo en las zonas mayores a los 200 msnm, en la zona de transición o dentro de la selva baja caducifolia. Por otro lado, *P. coronatum* y *S. zosteromus*, se encontraron principalmente en áreas abiertas, sobre caminos y bajo cortezas de árboles caídos; *C. variegatus*, *D. dorsalis*, *S. zosteromus* y *U. stansburiana* fueron mucho más probables de ocupar sitios con vegetación de matorral sarcocaulé, la cual está asociada a las planicies aluviales, abiertas, con sustrato arenoso y debajo de los 400 msnm (fig. 14).

Las especies que se encontraron en todo el sitio de estudio muestran preferencias por distintos microhábitats: *U. nigricaudus* es principalmente arborícola (Galina 1994), por otro lado, *A. hyperythrus* y *A. maximus* generalmente se encuentran sobre el suelo; *A. hyperythrus* cerca o debajo de árboles y arbustos, y *A. maximus* se asocia a rocas además de vegetación (Galina, 1994; Grismer, 2002; López-Acosta, 2006), mientras que *C. draconoides* se asocia al sustrato arenoso, generalmente ocupando espacios abiertos entre arbustos (Pianka y Parker, 1972; Galina-Tessaro *et al.*, 2002).

La diversidad se evaluó tomando en cuenta los individuos muestreados dentro de los cuadrantes, sin embargo, el número de cuadrantes muestreados para cada tipo de hábitat no fue homogéneo, ya que el mayor porcentaje del área de muestreo lo ocupan sitios de planicie aluvial, con vegetación de matorral sarcocaulé y sustrato arenoso. A pesar de ello, los índices de diversidad reflejan lo esperado en el área, pues varias especies encontradas se restringieron a las zonas rocosas y/o con mayor densidad de vegetación.

Por otro lado, se esperaba encontrar una mayor diversidad y abundancia durante los meses de verano ya que, al ser organismos ectotermos, los lacertilios dependen de las condiciones de su entorno para regular su temperatura corporal, por lo que son más activos en climas cálidos (Mota-Rodrigues *et al.*, 2016), además de ser la temporada reproductiva esperada para muchas especies. Aunque la mayor diversidad de especies se encontró en el mes de julio, donde se encontraron todas las especies activas excepto *S. licki*, también hubo alta diversidad en los meses de septiembre y noviembre, aunque con mayor variación entre las especies activas, lo que coincide con los periodos de actividad de algunas especies como *P. thalassinus*, *P. unctus*, *C. variegatus*, *D. dorsalis* y *P. coronatum*, que solo se encontraron activas entre mayo y noviembre. Asimismo, estos fueron los meses en que hubo presencia de crías y juveniles para la mayoría de las especies.

8.3 Cambios temporales en abundancia y estructura poblacional de las especies y modelos dinámicos

De las especies que se mantienen activas todo el año, la mayoría son especies pequeñas (*A. hyperythrus*, *U. stansburiana*, *U. nigricaudus*, *C. draconoides*) siendo *S. hunsakeri* y *S. zosteromus* las especies medianas que se mantienen activas, aunque todas disminuyen el

número de individuos. Asimismo, para estas especies, los individuos con mayor actividad durante los meses de invierno, noviembre y enero, e incluso marzo, son principalmente juveniles y subadultos, excepto en *U. stansburiana*, donde dominaron los individuos adultos prácticamente todo el año, con un pico de presencia de crías en el mes de mayo de todos los años. Los individuos de menor tamaño se pueden calentar más rápidamente tomando el sol que un individuo de mayor tamaño, lo que les confiere una ventaja para termorregular a bajas temperaturas ambientales y mantenerse activas (Blázquez y Ortega-Rubio, 1996). Especies que no estuvieron activas todo el año, pero se observaron algunos individuos adultos en el invierno, específicamente en el mes de noviembre, fueron *P. unctus*, *P. thalassinus*, *P. coronatum* y *S. licki*.

Lo anterior coincide con previos autores respecto a la actividad de lagartijas en zonas cercanas al área de estudio (Galina, 1994; Blázquez y Ortega-Rubio, 1996; Grismer, 2002). Aunque en uno de los trabajos sobre actividad en el invierno no hubo observaciones de *S. hunsakeri*, *P. unctus*, *P. coronatum* ni *S. licki*, esta última debido a su distribución restringida, sí se registró actividad de tres adultos y un juvenil de *D. dorsalis* (Blázquez y Ortega-Rubio, 1996); en este estudio, también se observaron muy pocos individuos en invierno y todos de manera incidental. Esta especie ha sido registrada como activa de febrero a octubre, cuya temporada reproductiva inicia en abril y termina en agosto, con variaciones poblacionales a lo largo de su distribución (Lara-Reséndiz *et al.*, 2019), en este trabajo se encontraron crías y juveniles en los meses de julio y septiembre.

La actividad en invierno para las especies en esta región se atribuye entonces a su tamaño y actividad de forrajeo, así como a las temperaturas que se mantienen un poco más cálidas, a diferencia de regiones más norteñas donde estas especies muestran periodos de dormancia (Blázquez y Ortega-Rubio, 1996).

Particularmente, para *A. hyperythrus* que es una especie muy activa y fue una de las dominantes, los picos de actividad ocurrieron durante los meses de mayo y julio, lo que concuerda con previos autores (Galina, 1994; Romero-Schmidt y Ortega-Rubio, 2000). Para esta especie se han reportado condiciones climáticas óptimas con lluvias entre 200 y 400 mm, que mantengan la cobertura vegetal, ya que es una de las variables más importantes

para el hábitat de la especie (Jacome-Flores *et al.*, 2015), y 2015 fue el año con la mayor probabilidad de detección, lo que coincide con que hubo lluvias de manera constante durante todo el año. Asimismo, el ciclo reproductivo reportado para la especie en el área va de julio a octubre (Romero-Schmidt y Ortega-Rubio, 2000; Jacome-Flores *et al.*, 2015), y las crías se observaron en noviembre y enero.

Otras especies como *S. zosteromus* y *S. hunsakeri* presentan un patrón muy similar en la estructura poblacional y actividad a lo largo del año; un estudio sobre *S. occidentalis* y *S. graciosus*, en California, menciona que, aunque ocurren de manera simpátrica, ambas especies explotan diferentes rangos elevacionales y microhábitats (Adolph, 1990), lo que también ocurre en el área de estudio.

Para la mayoría de las especies se encontraron crías hasta en dos temporadas distintas en el mismo año, generalmente en los meses de noviembre, enero y julio, lo que concuerda con previos autores respecto a las temporadas reproductivas de las especies en esta región (Romero-Schmidt *et al.*, 1999; Grismer, 2002; Goldberg, 2004; Goldberg, 2011; Lannacone, 2020). Sin embargo, para *U. stansburiana* se ha reportado una temporada reproductiva en el sur de la península de marzo a octubre, y juveniles en distintas temporadas del año (Grismer, 2002), aunque en este estudio solo se registró un pico de abundancia de juveniles en el mes de mayo y algunos en julio, con el mismo patrón los tres años de muestreo.

9. CONCLUSIONES

La Sierra Las Cacachilas, a pesar de ser un área con antecedentes de pastoreo por ganado, mantiene una buena riqueza de especies de reptiles (35 especies). Se registraron 17 especies de lagartijas, que representan el 80% de las especies reportadas para la región, una especie introducida y 11 de ellas endémicas: tres endémicas a la península, dos endémicas a Baja California Sur y seis endémicas a la Región del Cabo; 13 se encuentran en algún estatus de protección en la NOM-059- SEMARNAT-2019 (SEMARNAT, 2019), lo que resalta la importancia del área para la conservación de estas especies.

Las especies dominantes fueron *A. hyperythrus*, *U. nigricaudus* y *U. stansburiana*, con el 29.5, 20.2 y 16% del total de registros, respectivamente, y se distribuyen en toda el área de estudio, excepto *U. stansburiana* que se encuentra principalmente en el matorral sarcocaulé.

La mayor diversidad local de especies a nivel espacial se registró en la selva baja caducifolia, asociada a sustrato rocoso y mayor densidad de vegetación, y la mayor diversidad a nivel temporal se registró en los meses de julio, septiembre y noviembre.

Al menos siete especies tuvieron actividad restringida a un periodo del año (*P. unctus*, *C. variegatus*, *D. dorsalis*, *P. thalassinus*, *C. hemilopha*, *P. coronatum* y *S. licki*). Las especies que tuvieron actividad durante todo el año fueron en su mayoría de tamaño pequeño, mientras que los individuos con mayor actividad en el invierno fueron juveniles y subadultos de las diferentes especies.

Hubo mucha variación en la estructura poblacional de las especies respecto a los estadios de vida a lo largo del año, y para algunas especies hubo presencia de crías al menos en dos temporadas distintas.

9.1 Recomendaciones

La Sierra Las Cacachilas es un área con gran variedad de hábitats, lo que ha permitido la presencia de una gran diversidad de especies, a pesar de las actividades que ahí se han desarrollado (ej. ganadería extensiva, minería), constituyendo un refugio para éstas ante el crecimiento urbano que se ha incrementado en los poblados cercanos, constituyendo un atractivo más para visitantes.

Las áreas elevadas de bosque de encino, así como los arroyos y cañones rocosos con palmares deben ser conservadas por el ambiente húmedo que los caracteriza, ya que pueden resguardar especies méxicas y saxícolas endémicas asociadas a afloramientos rocosos y constituir una alternativa ante los cambios climáticos.

Actualmente, el área de estudio está destinada al ecoturismo, turismo de aventura y ganadería holística, por lo que es importante que dichas actividades estén restringidas a ciertos sitios y recorridos, para así mantener conservada el resto de la zona y con ello a las especies de flora y fauna que ahí se encuentran.

Se recomienda seguir monitoreando especialmente a las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2019, para poder detectar cambios a largo plazo como posibles respuestas al cambio climático o a las perturbaciones naturales y humanas.

10. LITERATURA CITADA

- Aguirre-Léon, G., Morafka, D. J. y Murphy, R. W. (1999) "The peninsular archipelago of Baja California: A thousand kilometers of tree lizard genetics", *Herpetologica*, 55(3), pp. 369–381.
- Alvarez, S., Galina, P. y Ortega-Rubio, A. (1989) "Structure and composition of two lizard communities of the Cape Region, Baja California Sur, Mexico.", *Bulletin of the Maryland Herpetological Society*, 25(2), pp. 40–48.
- Asplund, K. K. (1967) "Ecology of lizards in the Relictual Cape Flora, Baja California", *The American Midland Naturalist*, 77(2), pp. 462–475.
- Banner, K. M. *et al.* (2019) "Statistical power of dynamic occupancy models to identify temporal change: Informing the North American Bat Monitoring Program", *Ecological Indicators*, 105(November 2018), pp. 166–176. doi: 10.1016/j.ecolind.2019.05.047.
- Barrows, C. W. *et al.* (2013) "Patterns of lizard species richness within National Parks and Biosphere Reserves across North America's deserts", *Journal of Arid Environments*, 95, pp. 41–48. doi: 10.1016/j.jaridenv.2013.03.012.
- Blázquez, M. C. y Ortega-Rubio, A. (1996) "Lizard winter activity at Baja California Sur, Mexico", *Journal of Arid Environments*, 33(2), pp. 247–253. doi: 10.1006/jare.1996.0060.
- Carvajal-Cogollo, J. E. y Urbina-Cardona, J. N. (2008) "Patrones De Diversidad Y Composición De Reptiles En Fragmentos De Bosque Seco Tropical En Córdoba, Colombia", *Tropical Conservation Science*, 1(4), pp. 397–416. doi: 10.1177/194008290800100407.
- Chandler, R. *et al.* (2021) "Package 'unmarked'". CRAN R project, p. 158. Disponible en: <https://github.com/ianfiske/unmarked>.
- Crump, M.L. y Scott, N.Y. (1994) Visual Encounter Surveys. En: Heyer, W., *et al.* (eds.) *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution. pp. 84-92.
- Feldman, C. R., Flores-Villela, O. y Papenfuss, T. J. (2011) "Phylogeny, biogeography, and display evolution in the tree and brush lizard genus *Urosaurus* (Squamata: Phrynosomatidae)", *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 61(3), pp. 714–725. doi: 10.1016/j.ympev.2011.08.008.
- Flores-Villela, O. y García-Vázquez, U. O. (2014) "Biodiversidad de reptiles en México", *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(SUPPL.), pp. 467–475. doi: 10.7550/rmb.43236.
- Fujita, H., Bulhusen-Muñoz, K. (2014) "Landscape, raw material, and prehistoric settlement patterns in the area of La Paz, Baja California Sur", *SCA Proceedings*, 28, pp. 117–134.
- Galina-Tessaro, P. *et al.* (2003) "Lizard assemblages in the Vizcaino Biosphere Reserve, Mexico", *Biodiversity and Conservation*, 12(7), pp. 1321–1334. doi: 10.1023/A:1023604300033.
- Gomis-Covos, F. J. F. (2016) *Evaluación De Respuestas Tempranas Del Hábitat En Un Diseño De Manejo Holístico De Ganado En La Sierra Cacachilas, B.C.S.* Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Disponible en: https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/78/1/gomis_f.pdf.
- Grenot, C. J., Galina-Tessaro, P. y Álvarez-Cardenas, S. (1995) "Field metabolism of lizards from lower altitude regions of Baja California Sur (Mexico)", *Amphibia Reptilia*, 16, pp. 11–23.
- Grismer, L. L. (2002) *Amphibians and reptiles of Baja California including its Pacific Islands and the Islands in the Sea of Cortés*. University of California Press.
- Grismer, L. L., McGuire, J. A. y Hollingsworth, B. D. (1994) "A Report on the Herpetofauna of

the Vizcaino Peninsula, Baja California, Mexico, with a Discussion of its Biogeographic and Taxonomic Implications”, *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences*, 93(2), pp. 45–80.

Grismer, L. L. y Mellink, E. (1994) “The addition of *Sceloporus occidentalis* to the Herpetofauna of Isla de Cedros, Baja California, México and its historical and taxonomic implications”, *Journal of Herpetology*, 28(1), pp. 120–126.

Hall, D. (2006) *Conservation Biology ECOL 406/506*. University of Arizona. Disponible en: http://www.eebweb.arizona.edu/Courses/Ecol406R_506R/406n506_aquaticconservationAZ_2006_DavidHall.pdf.

Hall, W. P. y Smith, H. M. (1979) “Lizards of the *Sceloporus orcutti* complex of the cape region of Baja California”, *Breviora*, 1979(June), pp. 1–26.

Hernández-Salinas, U., Ramírez-Bautista, A. y Mata-Silva, V. (2014) “Species richness of squamate reptiles from two islands in the Mexican Pacific”, *Check List Journal of species lists and distribution*, 10(6), pp. 1264–1269. doi: 10.15560/10.6.1264.

Hill, M. O. (1973) “Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences”, *Ecology*, 54(2), pp. 427–432. doi: 10.2307/1934352.

Hollingsworth, B. D. *et al.* (2015) “Amphibians and reptiles from the Sierra Las Cacachilas, Baja California Sur, Mexico”, en. doi: 10.13140/RG.2.1.3687.7682.

Jácome-Flores, M. E. *et al.* (2015) “Type of soil and temperature range explain the preferred habitat and current distribution of the endemic lizard *Aspidoscelis hyperythra* in southern Baja California peninsula”, *Journal of Arid Environments*, 113, pp. 126–133. doi: 10.1016/j.jaridenv.2014.10.008.

Jost, L. (2007) “Partitioning diversity into independent alpha beta concepts”, *Ecology*, 88(10), pp. 2427–2439.

Kéry, M. y Chandler, R. (2016) “Dynamic occupancy models in unmarked”, *R package*. Swiss Ornithological Institute and University of Georgia, pp. 1–24.

Lara-Resendiz, R. A. *et al.* (2019) “Efectos del cambio climático en una especie de lagartija termófila de amplia distribución (*Dipsosaurus dorsalis*): un enfoque ecofisiológico”, *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90(1). doi: 10.22201/ib.20078706e.2019.90.2888.

Leaché, A. D., Crews, S. C. y Hickerson, M. J. (2007) “Two waves of diversification in mammals and reptiles of Baja California revealed by hierarchical Bayesian analysis”, *Biology Letters*, 3(6), pp. 646–650. doi: 10.1098/rsbl.2007.0368.

Leaché, A. D. y Mulcahy, D. G. (2007) “Phylogeny, divergence times and species limits of spiny lizards (*Sceloporus magister* species group) in western North American deserts and Baja California”, *Molecular Ecology*, 16(24), pp. 5216–5233. doi: 10.1111/j.1365-294X.2007.03556.x.

Leavitt, D. H. *et al.* (2017) “Multilocus phylogeny of alligator lizards (*Elgaria*, Anguillidae): Testing mtDNA introgression as the source of discordant molecular phylogenetic hypotheses”, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 110, pp. 104–121. doi: 10.1016/j.ympev.2017.02.010.

Leinster, T., Cobbold, C. A. (2012) “Measuring diversity: the importance of species similarity”, *Ecology*, 93(3), pp. 477–489.

León de la Luz, J. L., Domínguez-Cadena, R. y Medel-Narváez, A. (2012) “Florística de la Selva Baja Caducifolia de la Península de Baja California, México”, *Botanical Sciences*, 90(2), p. 143. doi: 10.17129/botsci.480.

- León de la Luz, J. L., Pérez-Navarro, J. J. y Breceda, A. (2000) "A transitional xerophytic tropical plant community of the Cape Region, Baja California", *Journal of Vegetation Science*, 11(4), pp. 555–564. doi: 10.2307/3246585.
- Lindell, J., Méndez-De La Cruz, F. R. y Murphy, R. W. (2008) "Deep biogeographical history and cytonuclear discordance in the black-tailed brush lizard (*Urosaurus nigricaudus*) of Baja California", *Biological Journal of the Linnean Society*, 94(1), pp. 89–104. doi: 10.1111/j.1095-8312.2008.00976.x.
- López-Acosta, D. (2011) *Distribución, uso de hábitat y estado de conservación de las especies endémicas *Sceloporus licki* y *Sceloporus hunsakeri* en la Región del Cabo*, B.C.S. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- MacKenzie, D. I. *et al.* (2003) "Estimating site occupancy, colonization and local extinction when a species is detected imperfectly", *Ecology*, 84(8), pp. 2200–2207. doi: 10.1002/cpa.3160360305.
- McSweeney, T. (2017) *Modified Cholesky Decomposition and Applications*. The University of Manchester.
- Mitchell, S. N., Reeve, R. y White, T. (2020) "Package 'rdiversity'". CRAN R project. Disponible en: <http://arxiv.org/abs/1404.6520>.
- Medina-Rangel, G.F., Cárdenas-Árevalo, G. (2015) "Relaciones espaciales y alimenticias del ensamblaje de reptiles del complejo cenagoso de Zapatosá, Departamento del Cesar (Colombia)", *Papéis Avulsos de Zoologia*, 55(10), pp. 143 - 165.
- Mota-Rodrigues, J. F., Borges-Leite, M.J. y Borges-Nojosa, D.M. 2016. "Does climate change influence assemblages of anurans and lizards in a coastal area of north-eastern Brazil?", *Acta Oecologica*, 77, pp. 187-192.
- Murphy, R. W. (1983) "Paleobiogeography and genetic differentiation of the Baja California herpetofauna", *Occasional Papers of the California Academy of Sciences*, 137, pp. 1–48.
- Oksanen, A. J. *et al.* (2020) "Package 'vegan'". CRAN R project, p. 298.
- Ortega-Rubio, A., Álvarez-Cárdenas, S. y Galina-Tessaro, P. (1989) "Possible Effects of Microhabitat Availability on Lizard Diversity and Density at Baja California Sur", *Miscellanea Zoologica*, 13, pp. 133–139.
- Ortega, A., Maury, E. y Barbault, R. (1982) "Spatial organization and habitat partitioning in a mountain lizard community of Mexico", *Acta Oecologica*, 3(3), pp. 323–330.
- Pianka, E. R. (1973) "The structure of lizard communities", en *Annual Review of Ecology and Systematics*, pp. 53–73.
- Pianka, E. R. *et al.* (2017) "Toward a periodic table of niches, or exploring the lizard niche hypervolume", *American Naturalist*, 190(5), pp. 601–616. doi: 10.1086/693781.
- Pough, F. H. (1980) "The Advantages of Ectothermy for Tetrapods", *The American Naturalist*, 115(1), pp. 92–112. doi: 10.1086/283547.
- Ramírez, A. y Gutiérrez-Fonseca, P. E. (2016) "Sobre ensambles y ensamblajes ecológicos - Respuesta a Monge-Nájera", *Revista de Biología Tropical*, 64(2), pp. 817–819. doi: 10.15517/rbt.v64i2.21232.
- Rebman, J. P., Roberts, N.C. (2012). *Baja California Plan Field Guide*. Tercera edición. San Diego Natural History Museum. San Diego, California.
- Reeve, R. *et al.* (2014) "How to partition diversity", *Cornell University*, pp. 1–10. Disponible en: <http://arxiv.org/abs/1404.6520>.
- Renyi, A. (1961) "On measures of entropy and information", *Entropy*, 4, pp. 547–561.

- Riddle, B. R. *et al.* (2000) "Cryptic vicariance in the historical assembly of a Baja California Peninsular Desert biota", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97(26), pp. 14438–14443. doi: 10.1073/pnas.250413397.
- Robinson, M. D. (1973) "Chromosomes and systematics of the Baja California whiptail lizards *Cnemidophorus hyperythrus* and *C. ceralbensis* (Reptilia: Teiidae)", *Systematic Zoology*, 22(1), pp. 30–35.
- Romero-Schmidt, H. *et al.* (1994) "The Effect of Two Years of Livestock Grazing Enclosure upon Abundance in a Lizard Community in Baja California Sur, México", *Bulletin of Chicago Herpetology Society*, 29(11), pp. 245–248. Disponible en: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:The+effect+of+livestock+grazing+upon+abundance+of+the+lizard,+Sceloporus+scalaris,+in+Southeastern+Arizona#0%5Cnhttp://www.bashanfoundation.org/ortega/ortegaeffectgrazing.pdf>.
- Romero-Schmidt, H. L. y Ortega-Rubio, A. (1999) "Changes in lizard abundance on protected versus grazed desert scrub in Baja California Sur, Mexico", *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 42(2), pp. 175–180. doi: 10.1590/S1516-89131999000200007.
- Royle, J. A. y Kéry, M. (2007) "A Bayesian state-space formulation of dynamic occupancy models", *Ecology*, 88(7), pp. 1813–1823. doi: 10.1890/06-0669.1.
- Savage, J. M. (1952) "Studies on the Lizard Family Xantusiidae I. The Systematic Status of the Baja California Night Lizards Allied to *Xantusia vigilis*, with the Description of a New Subspecies", *The American Midland Naturalist*, 48(2), pp. 467–479.
- SEMARNAT (2019) MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010. Diario Oficial de la Federación 11 de noviembre de 2019.
- Sillero, N. *et al.* (2009) "Biogeographical patterns derived from remote sensing variables: The amphibians and reptiles of the Iberian Peninsula", *Amphibia Reptilia*, 30(2), pp. 185–206. doi: 10.1163/156853809788201207.
- Sinervo, B. *et al.* (2010) "Erosion of lizard diversity by climate change and altered thermal niches", *Science*, 328(5980), pp. 894–899. doi: 10.1126/science.1184695.
- Toft, C. A. (1985) "Resource Partitioning in Amphibians and Reptiles", *Copeia*, p. 1. doi: 10.2307/1444785.
- Trimble, M. J. y van Aarde, R. J. (2014) "Amphibian and reptile communities and functional groups over a land-use gradient in a coastal tropical forest landscape of high richness and endemism", *Animal Conservation*, 17(5), pp. 441–453. doi: 10.1111/acv.12111.
- Upton, D. E. y Murphy, R. W. (1997) "Phylogeny of the Side-Blotched Lizards (Phrynosomatidae: *Uta*) Based on mtDNA Sequences: Support for a Midpeninsular Seaway in Baja California", *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 8(1), pp. 104–113. doi: 10.1006/mpev.1996.0392.
- Valdez Villavicencio, J. H. (2013) *Ecología térmica y uso de microhabitat de Sceloporus hunsakeri Y Sceloporus licki (Sauria: Phrynosomatidae) en la región del Cabo Baja California Sur, Tesis de Maestría*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- Valle-Jiménez, F. I. (2018) *Ecología térmica de Bipes biporus (Squamata: amphisbaenia) en Baja California Sur, Tesis de Maestría*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- Vázquez-Reyes, C. J. (2006) *Patrones de uso de microhábitat de Aspidoscelis hyperythra en*

Baja California Sur. Implicaciones para su distribución y conservación. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.

Vitt, L. J. *et al.* (2007) "Detecting variation in microhabitat use in low-diversity lizard assemblages across small-scale habitat gradients", *Journal of Herpetology*, 41(4), pp. 654–663. doi: 10.1670/06-279.1.

Vitt, L. J., Sels, R. C. V. L. y Ohmart, R. D. (1981) "Ecological Relationships Among Arboreal Desert Lizards", *Ecological Society of America*, 62(2), pp. 398–410.

Wilson, L., Mata-Silva, V. y Johnson, J. (2013) "A conservation reassessment of the reptiles of Mexico based on the EVS measure", *Amphibian & Reptile Conservation*, 7(1), pp. 1–47.

11. ANEXOS

Anexo a. Especies del suborden Lacertilia presentes en Sierra Las Cacachilas. A = *Uta stansburiana*. B = *Phyllodactylus unctus*. C = *Aspidoscelis maximus*. D = *Dipsosaurus dorsalis*. E = *Prynosoma coronatum*. F = *Sceloporus zosteromus*. G = *Coleonyx variegatus*. H = *Callisaurus draconoides*. I = *Ctenosaura hemilopha*. J = *Sceloporus licki*. K = *Urosaurus nigricaudus*. L = *Sceloporus hunsakeri*. M = *Sauromalus ater*. N = *Hemidactylus frenatus*. O = *Elgaria paucicarinata*. P = *Aspidoscelis hyperythrus*. Q = *Petrosaurus thalassinus*. *Especie endémica. ***Especie introducida.



Anexo b. Medidas de ejemplares registrados en las trampas de caída, por especie y estadio de vida, durante los muestreos en Sierra Las Cacachilas de 2014 a 2016. ASHY: *Aspidoscelis hyperythryus*. ASMA: *Aspidoscelis maxima*. CADR: *Callisaurus draconoides*. COVA: *Coleonyx variegatus*. CTHE: *Ctenosaura hemilopha*. DIDO: *Dipsosaurus dorsalis*. PETH: *Petrosaurus thalassinus*. PHCO: *Phrynosoma coronatum*. PHUN: *Phyllodactylus unctus*. SCHU: *Sceloporus hunsakeri*. SCLI: *Sceloporus licki*. SCZO: *Sceloporus zosteromus*. URNI: *Urosaurus nigricaudus*. UTST: *Uta stansburiana*. SVL: Largo hocico-cloaca. N: Número de individuos.

Especie	Estadio	SVL (mm)			Cola completa (mm)			Cola regenerada		Peso (gr)		
		media $\pm\sigma$	rango	N	media $\pm\sigma$	rango	N	%	N	media $\pm\sigma$	rango	N
ASHY	Adulto	58.49 \pm 9.25	41-166	501	154.1 \pm 18.22	97-198	282	26.45	115	4.57 \pm 1.28	1.5-8.6	482
	Subadulto	46.71 \pm 5.34	32-57	82	122.97 \pm 18.69	70-150	61	11.6	8	2.53 \pm 1.16	0.5-9.5	81
	Juvenil	40.64 \pm 5.93	27-66	90	102.33 \pm 23.13	53-168	54	8.47	5	1.61 \pm 0.88	0.3-6.5	90
	Cría	32.08 \pm 9.11	4-55	26	74.71 \pm 20.14	48-137	14	12.5	2	0.99 \pm 1	0.4-4.5	24
ASMA	Adulto	110.03 \pm 17.67	52-158	161	286 \pm 48.13	155-460	106	19.08	25	45.15 \pm 19.61	3-90	158
	Subadulto	79 \pm 14.76	45-117	46	204.8 \pm 48	105-287	36	21.74	10	15.36 \pm 8.70	3-39	46
	Juvenil	65.2 \pm 10.5	42-85	44	161.93 \pm 32.66	113-234	32	21.95	9	7.53 \pm 3.58	2.5-17	43
	Cría	44.33 \pm 2.51	42-47	3	112 \pm 5.29	106-116	3	-	-	2.2 \pm 0.26	2-2.5	3
CADR	Adulto	58.24 \pm 6.74	39-74	90	69.33 \pm 9.74	45-84	42	34.37	22	5.66 \pm 1.70	1.5-9.9	90
	Subadulto	43.63 \pm 6.48	34-58	11	45.66 \pm 5.03	41-51	3	40	2	2.67 \pm 1.04	1-5	11
	Juvenil	38.27 \pm 6.63	28-53	11	51.75 \pm 13.37	40-71	4	-	-	2.48 \pm 2.3	0.8-8.5	11
	Cría	26.4 \pm 1.83	23-30	10	33.37 \pm 2.92	28-37	8	11.11	1	0.57 \pm 0.17	0.4-1	10
COVA	Adulto	46.39 \pm 5.34	36-54	18	42.42 \pm 6.39	30-50	7	30	3	1.97 \pm 0.46	1.1-2.9	18
CTHE	Subadulto	131.5 \pm 26.16	113-150	2	192	-	1	-	-	71.25 \pm 44.9	39.5-103	2
	Juvenil	89	-	1	-	-	-	100	1	21	-	1
DIDO	Adulto	131.67 \pm 12.58	120-145	3	246	-	1	0	-	65.67 \pm 6.65	58-70	3
	Subadulto	82.6 \pm 5.17	77-87	5	171 \pm 12.67	156-186	4	20	1	18.7 \pm 4.17	14-23.5	5
	Juvenil	68.57 \pm 7.65	57-77	7	140 \pm 19.69	118-156	3	40	2	11.11 \pm 3.50	6.2-16	6
	Cría	47 \pm 2.64	44-49	3	104.33 \pm 14	90-118	3	-	-	4.37 \pm 1.95	3-6.6	3
PETH	Adulto	114	-	1	-	-	0	100	1	37.5	-	1
	Juvenil	58	-	1	-	-	0	100	1	5.5	-	1
	Cría	33.33 \pm 3.07	28-36	6	59 \pm 7.54	51-66	3	40	2	1.15 \pm 0.22	0.9-1.5	6
PHCO	Adulto	100	-	1	52	-	1	-	-	49	-	1
	Juvenil	32	-	1	15	-	1	-	-	1.9	-	1

	Cría	29±1.73	28-31	3	11.66±2.51	9-14	3	-	-	1±0.5	0.5-1.5	3
PHUN	Adulto	47±4.22	38-52	10	49±5.29	45-55	3	40	2	1.94±0.32	1.3-2.5	9
	Juvenil	36	-	1			-	-	-	1.1	-	1
SCHU	Adulto	69.87±11.83	33-92	56	96.88±22.46	41-135	27	34.15	14	15.96±7.86	1.2-38.5	55
	Subadulto	42.31±9.68	28-61	22	57.35±15.27	40-86	17	15	3	3.39±2.44	1-9	22
	Juvenil	42.17±7.86	28-58	47	58.94±14.23	39-91	35	7.9	3	3.42±2.05	1-9.4	48
	Cría	30.5±4.54	22-37	12	39.66±4.8	34-45	6	25	2	1.09±0.43	0.6-1.8	12
SCLI	Adulto	78±5.65	74-82	2	105±7.07	100-110	2	-	-	23.15±4.45	20-26.3	2
SCZO	Adulto	84.52±14.33	58-115	23	122.13±20.77	96-160	15	25	5	28.63±16.56	6.6-63	22
	Subadulto	63±14.45	41-84	9	90±23.25	56-129	8	11.11	1	13.63±8.25	2.2-30	9
	Juvenil	43.44±7.93	29-66	34	56.11±16.3	15-85	27	6.9	2	3.51±2.36	1-14	34
	Cría	31.75±3.28	28-39	8	38.42±4.61	32-47	7	-	-	1.14±0.59	0.6-2.5	8
URNI	Adulto	40.42±3.79	25-49	109	69.84±9.05	52-93	69	15.85	13	2.14±0.59	0.9-3.5	107
	Subadulto	34.02±3.24	27-40	34	58.04±7.8	38-73	22	12	3	1.28±0.49	0.6-2.8	34
	Juvenil	28±4.64	11-37	43	46.6±12.63	13-67	25	10.71	3	0.76±0.35	0.3-2	43
	Cría	20.65±4.95	2.6-27	24	31.9±9.28	6-47	22	-	-	0.52±0.66	0.1-3.4	22
UTST	Adulto	54.01±7.55	36-94	109	91.36±15.53	54-127	53	30.26	23	5.82±2.6	1.2-19	109
	Subadulto	41.6±6.1	35-49	5	62±13.85	54-78	3	-	-	2.2±0.93	1.4-3.7	5
	Juvenil	33.75±3.4	29-37	4	57.75±7.8	47-64	4	-	-	1.4±0.50	0.8-2	4
	Cría	24.02±2.35	16-31	39	42.9±4.48	37-49	11	26.66	4	0.44±0.1	0.3-0.8	39

Anexo c. Matriz de colinealidad basada en la descomposición de Cholesky para las covariables.

	Vegetación	Msnm	Sustrato	Geoforma	Cobertura vegetal
Vegetación	1	0.5562389	0.643667	0.4665285	0.03905829
Msnm	0	0.8310224	0.2162199	0.3308213	0.35711239
Sustrato	0	0	0.7341265	0.1945411	0.03034326
Geoforma	0	0	0	0.7969079	0.40330829
Cobertura vegetal	0	0	0	0	0.84105107

Anexo d. Resultados de la selección de modelos dinámicos que explican el efecto de las variables independientes sobre la detección de hábitat para cada especie. Los modelos se presentan ordenados de acuerdo al valor de AIC. AIC = Criterio de Información de Akaike. Delta = diferencia entre los valores AIC de los modelos. AICwt = peso del modelo. CumltvWt = peso acumulado. K = número de parámetros. psi0= ocupación inicial. col = colonización. ext = extinción. p = detección. y = temporadas. V = vegetación. n = metros sobre el nivel del mar. S = sustrato. SCHU = *Sceloporus hunsakeri*. UTST = *Uta stansburiana*. URNI = *Urosaurus nigricaudus*. ASHY = *Aspidoscelis hyperythrus*. ASMA = *Aspidoscelis maximus*. COVA = *Coleonyx variegatus*. DIDO = *Dipsosaurus dorsalis*. SCZO = *Sceloporus zosteromus*. PETH = *Petrosaurus thalassinus*.

Especie	Modelo	K	AIC	delta	AICwt	cumltvWt
ASHY	psi0(.)col(.)ext(.)p(y+V)	7	696.68	0	0.3231	0.32
	psi0(V)col(.)ext(.)p(y)	7	697.42	0.74	0.2232	0.55
	psi0(n)col(.)ext(.)p(y)	7	697.6	0.92	0.204	0.75
	psi0(V)col(.)ext(.)p(y+V)	8	698.67	2	0.1191	0.87
	psi0(V+n)col(.)ext(.)p(y)	8	699.59	2.92	0.0752	0.94
	psi0(S)col(.)ext(.)p(y)	9	701.41	4.74	0.0303	0.97
	psi0(V+S)col(.)ext(.)p(y)	10	703.41	6.74	0.0111	0.99
	psi0(S+n)col(.)ext(.)p(y)	10	703.59	6.92	0.0102	1
	psi0(V+S+n)col(.)ext(.)p(y)	11	705.59	8.92	0.0037	1
SCHU	psi0(V)col(.)ext(.)p(y+V)	8	445.01	0	6.30E-01	0.63
	psi0(.)col(.)ext(.)p(y+V)	7	446.17	1.15	3.50E-01	0.98
	psi0(V)col(.)ext(.)p(y)	7	452.74	7.72	1.30E-02	1
	psi0(S)col(.)ext(.)p(y)	9	456.38	11.36	2.10E-03	1
	psi0(V+S)col(.)ext(.)p(y)	10	457.69	12.68	1.10E-03	1
	psi0(n)col(.)ext(.)p(y)	7	470.37	25.35	2.00E-06	1
	psi0(V+n)col(.)ext(.)p(y)	8	472.37	27.35	7.20E-07	1
	psi0(S+n)col(.)ext(.)p(y)	10	476.37	31.35	9.80E-08	1
		psi0(V+S+n)col(.)ext(.)p(y)	11	478.37	33.35	3.60E-08
URNI	psi0(.)col(.)ext(.)p(y+V)	7	644.34	0	0.66234	0.66
	psi0(V)col(.)ext(.)p(y+V)	8	646.34	2	0.24346	0.91
	psi0(V)col(.)ext(.)p(y)	7	650.07	5.73	0.03774	0.94

	psi0(n)col(.)ext(.)p(y)	7	650.25	5.91	0.03443	0.98
	psi0(V+n)col(.)ext(.)p(y)	8	652.25	7.91	0.01269	0.99
	psi0(S)col(.)ext(.)p(y)	9	654.07	9.73	0.00511	1
	psi0(V+S)col(.)ext(.)p(y)	10	656.07	11.73	0.00188	1
	psi0(S+n)col(.)ext(.)p(y)	10	656.25	11.91	0.00172	1
	psi0(V+S+n)col(.)ext(.)p(y)	11	658.25	13.91	0.00063	1
UTST	psi0(.)col(.)ext(.)p(y+V)	7	412.78	0	6.50E-01	0.65
	psi0(V)col(.)ext(.)p(y+V)	8	414.03	1.25	3.50E-01	1
	psi0(S+n)col(.)ext(.)p(y)	9	441.23	28.46	4.30E-07	1
	psi0(V+S)col(.)ext(.)p(y)	9	441.24	28.46	4.30E-07	1
	psi0(S)col(.)ext(.)p(y)	9	442.79	30.01	2.00E-07	1
	psi0(V+S+n)col(.)ext(.)p(y)	10	443.35	30.57	1.50E-07	1
	psi0(V+n)col(.)ext(.)p(y)	7	444.5	31.73	8.40E-08	1
	psi0(n)col(.)ext(.)p(y)	7	446.34	33.56	3.40E-08	1
	psi0(V)col(.)ext(.)p(y)	7	449.49	36.72	6.90E-09	1
DIDO	psi0(.)col(.)ext(.)p(y+V)	7	125.38	0	0.429	0.43
	psi0(n)col(.)ext(.)p(y)	7	126.7	1.32	0.2215	0.65
	psi0(V)col(.)ext(.)p(y)	7	126.7	1.33	0.2207	0.87
	psi0(V+n)col(.)ext(.)p(y)	8	128.88	3.51	0.0742	0.95
	psi0(S)col(.)ext(.)p(y)	9	130.7	5.33	0.0299	0.98
	psi0(V+S)col(.)ext(.)p(y)	10	132.7	7.33	0.011	0.99
	psi0(S+n)col(.)ext(.)p(y)	10	132.88	7.51	0.01	1
	psi0(V+S+n)col(.)ext(.)p(y)	11	134.88	9.51	0.0037	1
SCZO	psi0(n)col(.)ext(.)p(y)	7	273.94	0	0.273	0.27
	psi0(V+S)col(.)ext(.)p(y)	10	274.59	0.65	0.1975	0.47
	psi0(V+n)col(.)ext(.)p(y)	8	275.08	1.14	0.1541	0.62
	psi0(S)col(.)ext(.)p(y)	9	275.3	1.36	0.1382	0.76
	psi0(V+S+n)col(.)ext(.)p(y)	11	276.56	2.62	0.0737	0.84
	psi0(.)col(.)ext(.)p(y+V)	7	277.13	3.19	0.0554	0.89
	psi0(S+n)col(.)ext(.)p(y)	10	277.28	3.34	0.0514	0.94
	psi0(V)col(.)ext(.)p(y+V)	8	277.32	3.38	0.0504	0.99
	psi0(V)col(.)ext(.)p(y)	7	281.44	7.5	0.0064	1
COVA	psi0(.)col(.)ext(.)p(y+V)	7	115.87	0	0.2825	0.28
	psi0(V)col(.)ext(.)p(y)	7	115.89	0.02	0.2797	0.56
	psi0(n)col(.)ext(.)p(y)	7	116.01	0.14	0.2634	0.83
	psi0(V+n)col(.)ext(.)p(y)	8	117.88	2.01	0.1034	0.93
	psi0(S)col(.)ext(.)p(y)	9	119.89	4.02	0.0379	0.97
	psi0(S+n)col(.)ext(.)p(y)	10	121.88	6.01	0.014	0.98
	psi0(V+S)col(.)ext(.)p(y)	10	121.89	6.02	0.0139	0.99
	psi0(V+S+n)col(.)ext(.)p(y)	11	123.88	8.01	0.0051	1

ASMA	psi0(.)col(.)ext(.)p(y+V)	7	655.52	0	7.30E-01	0.73
	psi0(V)col(.)ext(.)p(y+V)	8	657.51	2	2.70E-01	1
	psi0(V)col(.)ext(.)p(.)	7	670.27	14.75	4.60E-04	1
	psi0(n)col(.)ext(.)p(y)	7	670.45	14.93	4.20E-04	1
	psi0(V+n)col(.)ext(.)p(y)	8	672.44	16.93	1.50E-04	1
	psi0(S)col(.)ext(.)p(y)	9	674.26	18.75	6.20E-05	1
	psi0(V+S)col(.)ext(.)p(y)	10	676.26	20.75	2.30E-05	1
	psi0(S+n)col(.)ext(.)p(y)	10	676.44	20.93	2.10E-05	1
	psi0(V+S+n)col(.)ext(.)p(y)	11	678.44	22.93	7.70E-06	1
PETH	psi0(.)col(.)ext(.)p(y+V)	7	78.18	0	0.96316	0.96
	psi0(n)col(.)ext(.)p(y)	7	86.65	8.47	0.01398	0.98
	psi0(V)col(.)ext(.)p(.)	7	86.66	8.47	0.01392	0.99
	psi0(V+n)col(.)ext(.)p(y)	8	88.65	10.47	0.00514	1
	psi0(S)col(.)ext(.)p(y)	9	90.66	12.47	0.00188	1
	psi0(V+S)col(.)ext(.)p(y)	10	91.99	13.81	0.00097	1
	psi0(S+n)col(.)ext(.)p(y)	10	92.65	14.47	0.0007	1
	psi0(V+S+n)col(.)ext(.)p(y)	11	94.65	16.47	0.00026	1

Anexo e. Resultados de la selección de modelos dinámicos que explican el efecto de las variables independientes sobre la detección de hábitat para cada especie. Los modelos se presentan ordenados de acuerdo al valor de AIC. AIC = Criterio de Información de Akaike. Delta = diferencia entre los valores AIC de los modelos. AICwt = peso del modelo. CumltvWt = peso acumulado. K = número de parámetros. psi0= ocupación inicial. col = colonización. ext = extinción. p = detección. y = años. V = vegetación. n = metros sobre el nivel del mar. S = sustrato. UTST = *Uta stansburiana*. URNI = *Urosaurus nigricaudus*. ASHY = *Aspidoscelis hyperythrus*. ASMA = *Aspidoscelis maximus*. COVA = *Coleonyx variegatus*. SCZO = *Sceloporus zosteromus*.

Especie	Modelo	K	AIC	delta	AICwt	CumltvWt
ASHY	psi0(.)col(.)ext(.)p(y+V)	7	630.4	0	0.2857	0.29
	psi0(V)col(.)ext(.)p(y)	7	630.71	0.32	0.2438	0.53
	psi0(n)col(.)ext(.)p(y)	7	630.9	0.5	0.2226	0.75
	psi0(V)col(.)ext(.)p(y+V)	8	632.39	1.99	0.1056	0.86
	psi0(V+n)col(.)ext(.)p(y)	8	632.89	2.5	0.082	0.94
	psi0(S)col(.)ext(.)p(y)	9	634.71	4.32	0.033	0.97
	psi0(V+S)col(.)ext(.)p(y)	10	636.71	6.32	0.0121	0.98
	psi0(S+n)col(.)ext(.)p(y)	10	636.89	6.5	0.0111	1
	psi0(V+S+n)col(.)ext(.)p(y)	11	638.89	8.5	0.0041	1
URNI	psi0(.)col(.)ext(.)p(y+V)	7	581.78	0	0.70423	0.7
	psi0(V)col(.)ext(.)p(y+V)	8	583.77	1.99	0.26007	0.96
	psi0(V)col(.)ext(.)p(0+y)	7	589.57	7.8	0.01427	0.98
	psi0(n)col(.)ext(.)p(0+y)	7	589.75	7.97	0.01308	0.99
	psi0(V+n)col(.)ext(.)p(0+y)	8	591.74	9.97	0.00482	1

	psi0(S)col(.)ext(.)p(0+y)	9	593.57	11.8	0.00193	1
	psi0(V+S)col(.)ext(.)p(0+y)	10	595.57	13.8	0.00071	1
	psi0(S+n)col(.)ext(.)p(0+y)	10	595.74	13.97	0.00065	1
	psi0(V+S+n)col(.)ext(.)p(0+y)	11	597.74	15.97	0.00024	1
UTST	psi0(.)col(.)ext(.)p(y+V)	7	393.7	0	6.40E-01	0.64
	psi0(V)col(.)ext(.)p(y+V)	8	394.82	1.12	3.60E-01	1
	psi0(n)col(.)ext(.)p(.)	5	414.66	20.97	1.80E-05	1
	psi0(V+S)col(.)ext(.)p(.)	8	415.26	21.57	1.30E-05	1
	psi0(V+n)col(.)ext(.)p(.)	6	415.74	22.04	1.00E-05	1
	psi0(S)col(.)ext(.)p(.)	7	415.99	22.29	9.20E-06	1
	psi0(V+S+n)col(.)ext(.)p(.)	9	417.29	23.59	4.80E-06	1
	psi0(S+n)col(.)ext(.)p(.)	8	417.99	24.29	3.40E-06	1
	psi0(V)col(.)ext(.)p(.)	5	418.41	24.71	2.70E-06	1
SCZO	psi0(S)col(.)ext(.)p(y)	9	224.79	0	0.387	0.39
	psi0(S+n)col(.)ext(.)p(y)	10	226.78	1.99	0.143	0.53
	psi0(V+S)col(.)ext(.)p(y)	10	226.79	2	0.142	0.67
	psi0(V)col(.)ext(.)p(y)	7	227.76	2.97	0.088	0.76
	psi0(n)col(.)ext(.)p(y)	7	228.42	3.63	0.063	0.82
	psi0(V+S+n)col(.)ext(.)p(y)	11	228.79	4	0.052	0.88
	psi0(V+n)col(.)ext(.)p(y)	8	228.88	4.09	0.05	0.93
	psi0(V)col(.)ext(.)p(y+V)	8	229.15	4.36	0.044	0.97
	psi0(.)col(.)ext(.)p(y+V)	7	229.84	5.05	0.031	1
COVA	psi0(V)col(.)ext(.)p(y)	7	126.33	0	0.4231	0.42
	psi0(n)col(.)ext(.)p(y)	7	126.83	0.5	0.3301	0.75
	psi0(V+n)col(.)ext(.)p(y)	8	128.82	2.49	0.1218	0.87
	psi0(.)col(.)ext(.)p(y+V)	7	129.84	3.51	0.0732	0.95
	psi0(S)col(.)ext(.)p(y)	9	132.48	6.15	0.0196	0.97
	psi0(S+n)col(.)ext(.)p(y)	10	132.82	6.49	0.0165	0.98
	psi0(V+S)col(.)ext(.)p(y)	10	133.88	7.55	0.0097	0.99
	psi0(V+S+n)col(.)ext(.)p(y)	11	134.82	8.49	0.0061	1
ASMA	psi0(.)col(.)ext(.)p(y+V)	7	603.39	0	7.20E-01	0.72
	psi0(V)col(.)ext(.)p(y+V)	8	605.38	1.99	2.70E-01	0.99
	psi0(V)col(.)ext(.)p(y)	7	614.32	10.93	3.10E-03	1
	psi0(n)col(.)ext(.)p(y)	7	614.5	11.11	2.80E-03	1
	psi0(V+n)col(.)ext(.)p(y)	8	616.5	13.1	1.00E-03	1
	psi0(S)col(.)ext(.)p(y)	9	618.32	14.92	4.20E-04	1
	psi0(V+S)col(.)ext(.)p(y)	10	620.32	16.92	1.50E-04	1
	psi0(S+n)col(.)ext(.)p(y)	10	620.5	17.1	1.40E-04	1
	psi0(V+S+n)col(.)ext(.)p(y)	11	622.5	19.1	5.10E-05	1

Anexo f. Parámetro de detección (p) temporada (y) evaluado en los modelos por especie, promedio de coeficientes y errores estándar. Intervalos de confianza de 95%.

Especie	Temporada	Coficiente	EE	Intervalos	
ASHY	equipatas	0.5741958	0.0397163	0.4951526	0.6496205
	secas	0.7325584	0.03374978	0.6615046	0.7933564
	monzon	0.6328541	0.03350315	0.5650955	0.69574
SCHU	equipatas	0.2785127	0.04063285	0.20616868	0.3645833
	secas	0.1448281	0.02923149	0.09635983	0.2119571
	monzon	0.227967	0.03592016	0.16522645	0.3058041
URNI	equipatas	0.329028	0.03774004	0.2596791	0.4067224
	secas	0.3450343	0.03635314	0.277634	0.4192995
	monzon	0.2222677	0.02895346	0.1706853	0.2840985
UTST	equipatas	0.3020516	0.05060959	0.2128108	0.4092591
	secas	0.3448035	0.04414081	0.2640714	0.4356076
	monzon	0.3725293	0.04620853	0.2872389	0.4665673
DIDO	equipatas	0.1310866	0.03534546	0.07588724	0.2170087
	secas	0.1310866	0.03534546	0.07588724	0.2170087
	monzon	0.1310866	0.03534546	0.07588724	0.2170087
SCZO	equipatas	0.22395908	0.04149782	0.15307111	0.3154482
	secas	0.05383241	0.023808	0.02225508	0.1245087
	monzon	0.16866351	0.03691832	0.10801499	0.2536804
COVA	equipatas	0.07500341	0.02311792	0.04049067	0.1348007
	secas	0.07500341	0.02311792	0.04049067	0.1348007
	monzon	0.07500341	0.02311792	0.04049067	0.1348007
ASMA	equipatas	0.3032256	0.03692009	0.2360464	0.3800135
	secas	0.2383726	0.03248888	0.1805891	0.3077023
	monzon	0.3913048	0.03392127	0.3271816	0.459414

Anexo g. Parámetro de detección (p) vegetación (V) evaluado en los modelos por especie, promedio de coeficientes y errores estándar. Intervalos de confianza de 95%.

Especie	Vegetación	Coficiente	EE	Intervalos	
ASHY	SBC	0.6337485	0.03090614	0.5713493	0.6919615
	VSaMSC	0.659796	0.02777332	0.6034537	0.7119541
SCHU	SBC	0.2906848	0.03188829	0.23233334	0.3568785
	VSaMSC	0.1511916	0.03112256	0.09969614	0.2227061
URNI	SBC	0.3430351	0.03051633	0.2859375	0.4050664
	VSaMSC	0.2540083	0.02742074	0.2040822	0.31137
UTST	SBC	0.04697864	0.02043996	0.01974829	0.1076334
	VSaMSC	0.40985646	0.0314847	0.34985267	0.4726696
DIDO	SBC	0.1645535	0.05823825	0.07907206	0.3112163
	VSaMSC	0.1062332	0.0419721	0.0475969	0.2203897
SCZO	SBC	0.03757537	0.01979208	0.01318002	0.1024376
	VSaMSC	0.20369144	0.03010248	0.15095573	0.269013
ASMA	SBC	0.374983	0.03294007	0.3129497	0.4414125
	VSaMSC	0.2411262	0.02548386	0.1947438	0.2945152
COVA	SBC	0.0657467	0.02553342	0.03021672	0.137146
	VSaMSC	0.05133816	0.02024644	0.0233985	0.1089191
PETH	SBC	0.04704212	0.02315777	0.01761899	0.11961799
	VSaMSC	0.00513593	0.00538526	0.00065379	0.03914226

Anexo h. Parámetro de ocupación inicial (ψ_0) vegetación (V) evaluado en los modelos por especie, promedio de coeficientes y errores estándar. Intervalos de confianza de 95%.

Especie	Vegetación	Coficiente	EE	Intervalos	
ASHY	VSaMSC	0.9999787	0.00155474	4.41E-58	1
	SBC	0.9999292	0.00312677	3.67E-34	1
SCHU	VSaMSC	0.6690163	0.19303158	2.68E-01	0.9177612
	SBC	0.9990776	0.01236686	4.09E-09	1
URNI	VSaMSC	0.9999995	8.58E-05	8.73E-152	1
	SBC	0.999994	7.64E-04	8.47E-104	1
UTST	VSaMSC	0.8330039	0.1522686	0.3685793	0.9770776
	SBC	0.502303	0.2048973	0.1683751	0.834189
DIDO	VSaMSC	0.5304985	0.2192286	0.1675636	0.863808
	SBC	0.378812	0.2214719	0.0879225	0.794143
SCZO	VSaMSC	0.83749961	0.15307731	3.62E-01	0.9790468
	SBC	0.00039986	0.00909579	1.70E-23	1
ASMA	VSaMSC	0.9998469	0.00484855	7.12E-24	1
	SBC	0.9997345	0.00640612	1.08E-17	1
COVA	VSaMSC	0.77713881	0.47695972	1.55E-02	0.9987033
	SBC	0.00052707	0.01358826	5.83E-26	1
PETH	VSaMSC	0.2275915	0.21299247	2.67E-02	0.7600113
	SBC	0.9994233	0.01562627	1.45E-20	1

Anexo i. Parámetro de detección (p) año (y) evaluado en los modelos por especie, promedio de coeficientes y errores estándar. Intervalos de confianza de 95%.

Especie	Año	Coficiente	EE	Intervalos	
ASHY	2014	0.6231153	0.03435276	0.553813	0.687723
	2015	0.7315786	0.03214858	0.6641347	0.7897665
	2016	0.7064204	0.0436195	0.6143967	0.7841966
URNI	2014	0.2412057	0.03032696	0.1868146	0.3054838
	2015	0.3157915	0.03372231	0.2536805	0.3852596
	2016	0.2429893	0.04146236	0.1710581	0.3330166
UTST	2014	0.3557526	0.0397075	0.2822334	0.4367692
	2015	0.367073	0.04878593	0.277608	0.4667414
	2016	0.2113059	0.05725932	0.1202068	0.3444174
SCZO	2014	0.15104	0.04013047	0.08787463	0.2472993
	2015	0.1158188	0.03622122	0.06146305	0.2076115
	2016	0.1510343	0.05174227	0.07464571	0.2817899
COVA	2014	0.01744043	0.02639066	0.00086682	0.2664065
	2015	0.06973849	0.02457649	0.03444953	0.1360816
	2016	0.03117662	0.02914734	0.00483143	0.1758013
ASMA	2014	0.3567843	0.03395896	0.2933069	0.4257235
	2015	0.2894739	0.03290164	0.2294414	0.3579179
	2016	0.2110269	0.03909148	0.1444354	0.2976394