



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

TÍTULO DE LA TESIS

CICLO DE ACTIVIDAD Y USO DE MICROHÁBITAT DE UN
ENSAMBLE DE LAGARTIJAS EN UN BOSQUE TROPICAL
CADUCIFOLIO

Tesis que para obtener el título de

MAESTRA EN CIENCIAS
PRESENTA:

María Alejandra Guzmán Torres

DIRECTORA: M. en C. María Guadalupe Gutiérrez Mayén



ENERO 2025



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

H. Puebla de Z. a 23 de enero de 2025

Asunto: Voto Aprobatorio

Comité Académico del Posgrado
PRESENTE

Por medio de la presente se hace constar que se revisó y aprobó la tesis titulada:

“Ciclo de actividad y uso de microhábitat de un ensamble de lagartijas en un bosque tropical caducifolio”

Que presenta la estudiante **María Alejandra Guzmán Torres** con número de matrícula **222470469**, aspirante al grado de **Maestra en Ciencias Biológicas**, de la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento: **“Ecología y Aprovechamiento de Recursos Bióticos”**, notificamos que la tesis reúne los requisitos y se aprueba para su réplica oral en el examen de grado.

Por lo tanto, emitimos los **VOTOS APROBATORIOS** como miembros del **Comité de Jurado de Examen de Grado** como a continuación se indica:

Tutor Interno: Dr. Juan Héctor García Chávez

Tutor Externo: Dr. José Luis Aguilar López

Revisor: Dr. Adrian Leyte Manrique

Agradecemos de antemano la atención que se sirva prestar a la presente.



DECLARATORIA

Por el presente documento, yo María Alejandra Guzmán Torres, con número de matrícula: 222470469, alumna de la Maestría en Ciencias Biológicas, de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, informo que he elaborado la tesis titulada: "Ciclo de actividad y uso de microhábitat de un ensamble de lagartijas en un bosque tropical caducifolio"

Declaro que este trabajo ha sido desarrollado íntegramente la autora que lo suscribe y afirmo, que no existe plagio de ninguna naturaleza. Así mismo, dejo constancia de que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo, por lo que no se ha asumido como propias las ideas vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos o en Internet.

Así mismo, afirmo que soy responsable de todo su contenido y asumo, como autora, las consecuencias ante cualquier falta, error u omisión de referencias en el documento. Sé que este compromiso de autenticidad y no plagio puede tener connotaciones éticas y legales.

El trabajo de investigación que pongo a su disposición para su evaluación no ha sido presentado previamente para obtener ningún grado académico, título y cuya información no ha sido publicada. Dicho esto, estoy plenamente consciente de que el no respetar los derechos de autor y obra e incurrir en plagio, son motivos de sanciones universitarias y/o legales, por lo que, en caso de incurrir en alguna de estas acciones, asumo la responsabilidad de cualquier sanción que se presente por estas acciones. Así mismo, asumo cualquier responsabilidad o daño que pudiera derivarse por incumplir lo declarado en la presente.

H. Puebla de Zaragoza a 29 de enero de 2025

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido parte de este proceso y que han contribuido, de alguna manera, al desarrollo de esta tesis.

Al Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tecnologías (CNHCYT) por haberme otorgado la beca con número de apoyo 1240885 la cual hizo posible desarrollar el presente trabajo

A la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado, a la Maestría en Ciencias Biológicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla PNPC (Clave 005671) y al comité académico de la Maestría en Ciencias Biológicas-BUAP por

A mi directora de tesis M. en C. Guadalupe Gutiérrez Mayén por todo el apoyo, orientación y paciencia a lo largo de este trabajo. Su dedicación ha sido fundamental para llevar este proyecto a buen término

Al Dr. Juan y Dr. Jose Luis por haber aceptado ser parte del comité tutorial, por su guía a lo largo de este proyecto, siempre dando aportaciones y resolviendo mis dudas para obtener un mejor trabajo

Al Dr. Adrián Leuye Manrique por aceptar ser revisor de este trabajo, gracias por sus aportaciones e ideas para lograr un mejor trabajo.

A las autoridades de Santiago Quiotepec Oaxaca por darme las facilidades para poder trabajar en la comunidad.

A mi familia, a mi mamá, hermanos, por apoyarme en las decisiones que tomo, por darme ánimos para seguir y terminar este proyecto. A mi papá que no está presente, pero sé que desde el cielo me da todo el apoyo y ánimo para poder seguir con mis objetivos y metas.

A David por aconsejarme, guiarme, enseñarme y ayudarme a ser mejor bióloga y persona sabiendo que todo lo que hacemos es por el bienestar de los animales.

A Abril, Susana, Neto, Joel y Daniel por apoyarme en todos los momentos, darme ánimos y escucharme cuando lo necesito, por enseñarme y recordarme el trabajo con animales, por la compañía en campo y seguirme en las salidas.

A Karla, Andrés, Gibran por acompañarme a las salidas de campo ya que sin su ayuda hubiera sido más difícil obtener los datos para el proyecto.

A Janirt por ser una excelente amiga y compañera en la maestría, por la guía a lo largo de esta locura, por compartir tus conocimientos sobre estadística y apoyarme en R para lograr la conclusión de este proyecto. A Carlos y Ericka por el apoyo en la maestría por los consejos y compartir su conocimiento conmigo, por sus tips y observaciones en las presentaciones y proyectos.

A los invertebrados: Frida, Majo, Sara, Ana y Osmar por el apoyo a pesar de la distancia, por las pláticas y los ánimos que me brindan todos los días, no importa que nos reunamos una vez al año, sé que siempre puedo contar con ustedes.

A Majo por estar siempre presente en todos los momentos, por los consejos y la ayuda siempre que lo necesito.

A Geovanna por estar siempre en las buenas y malas, por las pláticas, por darme ánimos para no rendirme, creer en mí cuando yo no lo hago y poder seguir y terminar con este proyecto

A Cut por el apoyo y consejos sobre herpetología, por las pláticas y los ánimos de todos los días.

A Josué por la compañía en los congresos, por ser un excelente guía turístico, por las pláticas en los momentos adecuados.

A Doña Chabe y don Pedro por brindarme su casa en Santiago Quiotepec, Oaxaca para poder quedarme ahí en las salidas de campo, por procurarme y preocuparse por mí en las semanas de muestreos.

ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
CAPÍTULO 1: CICLO DE ACTIVIDAD	4
INTRODUCCIÓN	4
MATERIAL Y MÉTODOS	7
ZONA DE ESTUDIO.....	7
ESPECIES DEL ESTUDIO.....	8
MUESTREO	9
ANÁLISIS DE DATOS	11
RESULTADOS	12
CICLO DE ACTIVIDAD	12
PRESUPUESTO DE ACTIVIDAD.....	21
AMPLITUD DE NICHOS.....	27
SOBREPOSICIÓN DE NICHOS	27
DISCUSIÓN	28
CICLO DE ACTIVIDAD	28
PRESUPUESTO DE ACTIVIDAD.....	32
AMPLITUD DE NICHOS.....	33
SOBREPOSICIÓN DE NICHOS	34
CONCLUSIONES	35
REFERENCIAS	35
CAPÍTULO 2: USO DE MICROHÁBITAT	41
INTRODUCCIÓN	41
MATERIAL Y MÉTODOS.....	43
MUESTREO	43
ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	43
RESULTADOS	45
USO DE MICROHÁBITAT	45
CARACTERÍSTICAS DE LOS MICROHÁBITATS	47
AMPLITUD DE NICHOS.....	49
SOBREPOSICIÓN DE NICHOS	50
DISCUSIÓN	51

CONCLUSIONES	53
REFERENCIAS	54

RESUMEN

Los ecólogos han estudiado la coexistencia de las especies en función de espacio, tiempo y alimento. En reptiles los periodos de actividad están asociados con aspectos de su desplazamiento, alimentación, reproducción, ámbito hogareño y uso del microhábitat, así como factores ambientales. Este estudio analiza el ciclo de actividad y uso de microhábitat de cuatro especies de lagartijas (*Sceloporus gadoviae*, *Urosaurus bicarinatus*, *Aspidoscelis parvisocius* y *A. sackii*) en Santiago Quiotepec, Oaxaca. Se realizaron cuatro muestreos en 2023, dos para cada estación (secas y lluvias). Cada muestreo tuvo una duración de siete días. La búsqueda de los lacertilios se efectuó de las 8:00 a las 18:00 hrs, considerando los hábitos diurnos de las especies. Durante cada búsqueda se registraron los organismos observados y las actividades que realizaban por medio de grabaciones tomadas con una cámara réflex NIKON, se registró el microhábitat donde se localizaban y posteriormente se registraron variables ambientales (temperatura, humedad, velocidad del viento) y la hora de observación, se registraron los microhábitats donde se encontraban los organismos. Se revisaron los videos para determinar las actividades (termorregulación, forrajeo, descanso, desplazamiento, reproducción y comportamiento social) y el tiempo que tardan realizándolas. Se elaboraron gráficas de rosas para representar el periodo de actividad de cada especie en temporada de secas y lluvias, con la finalidad de establecer el tipo de actividad y su actividad (unimodal y/ o bimodal) para cada especie, así como también modelos lineales generalizados y comparar la actividad de las especies entre temporadas. Se obtuvieron un total de 413 grabaciones. Para *Sceloporus gadoviae* se encontró un periodo bimodal en temporada de secas y unimodal en lluvias, utilizando rocas, arboles, y suelo; *Urosaurus bicarinatus* muestra un periodo unimodal en ambas temporadas, ocupando árboles y troncos; *Aspidoscelis parvisocius* tiene un periodo bimodal en ambas temporadas; *A. sackii* presenta un periodo unimodal en temporada de secas y bimodal en lluvias, ambas especies de *Aspidoscelis* se encontraron en rocas y suelo. La actividad a la que destinan más tiempo en ambas temporadas es la termorregulación; *A. parvisocius* presenta un periodo de actividad igual entre temporadas, mientras que en *A. sackii* su periodo de actividad difiere entre temporadas, ya que este periodo no comienza ni termina a la misma hora. En ambas especies de teidos la actividad más importante en temporada de secas es el forrajeo y en temporada de lluvias la termorregulación. El análisis de las variables ambientales se mostró que la temperatura influye en la frecuencia de actividad de *Sceloporus gadoviae*, *A. parvisocius* y *A. sackii*; la humedad afecta a *A. parvisocius* y *A. sackii* y la velocidad del viento incide en *U. bicarinatus* y *A. sackii*. En ambientes semiáridos, algunas especies presentan ciclos unimodales con alta actividad al medio día, coincidiendo con las temperaturas preferidas mientras que otras presentan periodos bimodales como estrategia para evitar las altas temperaturas al medio día y reducir el riesgo de deshidratación. Una de las conclusiones de este trabajo fue que la actividad predominante en las cuatro

especies fue la termorregulación, ya que esta les permite obtener la temperatura de actividad adecuada para realizar otras actividades.

Palabras clave: Nicho espacial, nicho temporal, Teiidae, Prhynosomatidae

Ciclos de actividad y uso de microhábitat de un ensamble de lagartijas en un bosque tropical caducifolio

INTRODUCCIÓN GENERAL

Los ecólogos han investigado los patrones de diversidad y los mecanismos de ensambles de comunidades, estos definidos como grupos de especies relacionadas filogenéticamente que usan un conjunto de recursos similares dentro de una comunidad (Acosta, 2007). El estudio de la dinámica de comunidades se enfoca en evaluar la forma en que los organismos utilizan los recursos de su entorno, por ejemplo, la forma en la que se reparten los recursos disponibles ya sea de hábitat o alimento (James y Closkey, 2002).

El reparto de recursos disponibles en un ecosistema puede ayudar a comprender la manera en que las especies se segregan a lo largo de ejes de alimento, espacio y tiempo (García-de La Peña *et al.*, 2007), para su estudio en reptiles los recursos se dividen de manera tradicional en tres categorías: dieta, hábitat y tiempo (Mamou *et al.*, 2016). La dieta dividida en tipo y tamaño de alimento, el hábitat subdividido en macrohábitat, microhábitat y el tiempo subdividido en actividad estacional y diaria (Santoyo-Brito y Lemos- Espinal, 2010).

Enfocándonos en el eje de tiempo, podemos hablar del desarrollo de un periodo de actividad, este es una estrategia que ha moldeado la estructura de las comunidades, la actividad de un animal es un concepto muy amplio, un organismo se encuentra “activo” cuando este sale de su refugio para realizar una actividad que requiere un mayor gasto energético con respecto al estado de reposo (Porto, 2021). Los momentos en el que los organismos salen de su refugio y se involucran en actividades se restringen a ciertos periodos del día y del año (Telenchev *et al.*, 2017). Los patrones de actividad de las lagartijas están relacionados con factores abióticos y bióticos que pueden clasificarse en: variables ambientales por ejemplo temperatura, humedad y tipos de vegetación; ecológicas como la disponibilidad de presas y riesgo de depredación; intrínsecas como el sexo, edad, tamaño corporal y modo de alimentación (Gómez *et al.*, 2021).

Por otra parte el uso del hábitat proporciona información ecológica sobre el organismo, por ejemplo, la especie *Chlamydosaurus kingii* modifica estacionalmente la ubicación de sus perchas en respuesta a los regímenes naturales de incendios y la cobertura herbácea, ocupando arboles con follajes densos y mínima cobertura de pasto (Lahti, Beck y Cottrell, 2010). Específicamente el microhábitat es la escala más fina del paisaje relevante para un individuo que está asociado con sus sitios de alimentación, percha o refugio, el uso de microhábitat está directamente influenciado por factores micro climáticos, así como la disponibilidad de alimento, refugio y la variación de estacional de las condiciones climáticas (Atencia, Castillo y Montes, 2020).

La interacción entre ecología térmica, uso del hábitat y ciclos de actividad es vital en saurios que viven en medios desérticos y semidesérticos donde existe una menor disponibilidad de temperaturas operativas favorables, trayendo como consecuencia la restricción de la actividad y uso del hábitat (Velázquez *et al.*, 2011).

Específicamente conocer el ciclo de actividad y el uso de microhábitat es de suma importancia para entender la estructura y organización de los ensamblajes. En Santiago Quiotepec, Oaxaca, se han realizado trabajos de dieta en *Aspidoscelis parvisocius* (Saldaña-Rivermar *et al.*, 2016) dieta en un ensamblaje de lagartijas, *Sceloporus gadoviae*, *Urosaurus bicarinatus*, *Aspidoscelis parvisocius* y *A. sackii* (Guzmán, 2021), y forrajeo (Tlahuice, 2024), sin embargo, se carece de información sobre el uso de los recursos tiempo y espacio y con ello se busca contribuir y complementar el conocimiento de la ecología de ensamblajes de lagartijas de zonas semiáridas.

El presente estudio se integra de dos capítulos, uno donde se determinan y comparan los ciclos de actividad y otro donde se analiza el uso de microhábitat para cuatro especies de lagartijas en un bosque tropical caducifolio en Santiago Quiotepec, Oaxaca.

REFERENCIAS

Acosta G. A. (2018). Estructura y composición de un ensamblaje de reptiles del Piedemonte Llanero (Aguazul-Casanare). (Tesis licenciatura). Pontificia Universidad Javeriana.

Atencia L. P., C., J., Castillo y L., F., Montes. (2020). Use of microhabitat and activity patterns of two lizard species from a seasonal dry forest in northern Colombia. *Neotropical Biology and Conservation*, 15: 153-164

Lahti M., E., D., D., Beck y T., R., Cottrell. (2010). Ecology of the pygmy short-horned lizard (*Phrynosoma (Tapaja) Douglas*) in Washington. *Northwestern naturalist*, 91:134-144.

García-de la Peña, C., H. Gadsden, A. J. Contreras- Balderas y G. Castañeda (2007). Ciclos de actividad diaria y estacional de un gremio de saurios en las dunas de arena de Viesca, Coahuila, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78(1),141-147.

Gómez, A., C. A. Mastachi, A. S. Velázquez, J. L. Rheubert y O. H. Hernández. (2021). Spatial- Temporal activity patterns of the Mexican plateau horned lizard in a natural protected area. *Journal of Herpetology*, 55(3), 271-278.

Guzmán, M.A. (2021). Ecología trófica de un ensamblaje de lagartijas en un bosque

tropical caducifolio al noroeste de Oaxaca. (Tesis licenciatura) Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

James, S. y R. T. Closkey. (2002). Patterns of microhabitat use in a sympatric lizard assemblage. *Journal Zoological*, 80, 2226- 2234.

Mamou, R., F. Marniche, M. Amroun y A. Herrel. (2016). Trophic ecology of two sympatric lizard species: The Algerian sand lizard and the wall lizard in Djurdjura, Northern Algeria. *Zoology and Ecology*, 26(4), 256-264.

Porto, S., L., (2021). Uso del hábitat y tiempo de actividad en lagartijas diurnas en sitios perturbados por un huracán en Chamela, Jalisco. (Tesis de Maestría) Universidad d Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.

Ribeiro, L., B. Sousa y S. Gomides. (2009). Range structure, microhabitat use, and activity patterns of the saxicolous lizard *Tropidurus torquatus* (Tropiduridae) on a rock outcrop in Minas Gerais, Brazil. *Revista chilena de Historia Natural*, 82, 577-588.

Saldaña-Rivermar, T., M. G. Gutiérrez-Mayén y H. R. Eliosa-León. (2016). Nicho Trófico de una población de *Aspidoscelis parvisocius* (Squamata: Teiidae) en Santiago Quiotepec, Oaxaca. Pp. 25-27. En: Gutiérrez- Mayén, M. G., Ramírez -Bautista, A. y Pineda-Arredondo (eds). *Ecología y conservación de anfibios y reptiles de México*. Sociedad Herpetológica Mexicana A. C., y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Santoyo-Brito, E. y J. A. Lemos-Espinal. (2010). Reparto de recursos de los gremios de lagartijas en el cañón de Chínipas, Chihuahua, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 26(2), 435-450.

Telenchev, I., D. Simeonovska-Nikolova y Tzonev R. (2017). Habitat use and activity of European glass lizard *Pseodopus apodus* (Pallas, 1775), in southeastern Bulgaria. *Turkish Journal of Zoology*, 41, 286-293.

Tlahuice, M., E. (2024). Análisis del modo de forrajeo de un ensamble de lagartijas en un bosque tropical caducifolio. (Tesis maestría). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Velázquez, J., L. J. Gonzales y A. Prieto. (2011). Ecología térmica y patrón de actividad del lagarto *Anolis onca* (Squamata: Polychrotidae) en la península de Araya, Venezuela. *Saber*, 23(1), 5-12.

CAPÍTULO 1: CICLO DE ACTIVIDAD

INTRODUCCIÓN

La coexistencia entre especies en comunidades ecológicas ha sido bien estudiado y cierto consenso indica que esta coexistencia se promueve si las especies se segregan en función del alimento, espacio y tiempo (Pianka, 1973; Gordon *et al.*, 2010; Pianka *et al.*, 2017). En estudios con reptiles se ha encontrado que los ciclos de actividad están asociados con las actividades que los organismos realizan, como su alimentación (forrajeo), su reproducción, desplazamiento, escape de depredadores, buscar sitios para regular su temperatura (perchas), entre otros (Bejarano-Bonilla y Bernal-Bautista, 2019), cuando hablamos de ciclos de actividad estos serán de tiempo más largo en comparación a los periodos de actividad (Foa y Bertolucci, 2001). En estudios de ciclos de actividad particularmente en lagartijas el concepto de “organismo activo” se define como toda aquella lagartija cuya presencia puede detectarse visualmente dentro de su hábitat. Esto incluye lagartijas en movimiento o perchando (Foa *et al.*, 1992). Los ciclos de actividad en lagartijas se han relacionado con variables como el tipo de clima, intensidad de luz solar, fotoperiodo, temperatura, y hora de actividad de sus presas (García-de La Peña *et al.*, 2012).

Dado que las lagartijas son organismos ectotermos, la temperatura limita la actividad a un rango de tiempo, se ha observado que el aumento paulatino de las temperaturas del aire y del suelo que se presentan conforme avanzan las horas del día, determinan sus periodos de actividad de tal modo que los organismos que emergen más temprano tienden a presentar menores temperaturas corporales que las que aparecen más tarde (García-de La Peña *et al.*, 2007).

En estudios que analizan el recurso tiempo se han descrito las horas en la que los organismos comienzan, terminan y tienen una alta actividad, por ejemplo, *Cnemidophorus abaeensis*, *C. ocellifer*, inician su periodo de actividad a las 8:00 hrs. y tienen una máxima actividad entre las 10:00 y 11:00 hrs. (Días y Rocha, 2004). Especies como *Uta steynegeri*, *Uma. exsul* y *Aspidoscelis marmorata*, presentan periodos de actividad similares (García-de la Peña, *et al.*, 2007); y en el caso de *Anolis forbesi*, se registran periodos de actividad más cortos, de las 7:00 y hasta las 9:30 hrs. (Díaz, 2016).

De acuerdo con algunos autores, los patrones de actividad pueden ser unimodales o bimodales. El patrón de actividad unimodal se caracteriza por la existencia de un pico de actividad, es decir los organismos están activos en un solo periodo de tiempo; mientras que el patrón de actividad bimodal, se caracteriza por la existencia de dos picos de actividad, lo que implica que los organismos están activos en dos periodos de tiempo con un descenso notorio en la actividad (Foa y Bertolucci, 2001), estos periodos varían dependiendo de la especie e incluso cambia entre poblaciones de la misma especie que viven en diferentes condiciones climáticas y

ubicaciones geográficas (Bustos-Zagal *et al.*, 2013). Se ha reportado para especies como *Sceloporus merriami*, *Anolis nebulosus*, *Uta steynegeri*, *Uma exsul* y *A. marmorata* que presentan un periodo de actividad bimodal, esta actividad permite a las lagartijas evitar las temperaturas altas que ocasionan deshidratación a medio día (Grant y Dunham, 1988; García-de La Peña *et al.*, 2007; Siliceo-Cantero y García, 2015). Por otra parte, en especies como *Microlophus peruvianus*, y *M. theresiae* se ha reportado un periodo de actividad unimodal, este tipo de actividad puede ser común en especies de desierto (Pérez y Balta, 2007). En algunos casos los periodos de actividad pueden cambiar dependiendo ello de la estación del año, por ejemplo, *Podarcis sicula* presenta una actividad bimodal en verano, con picos en la mañana y tarde, sin embargo, en primavera presenta una actividad unimodal, por lo que los cambios en los patrones de actividad, se asocia a las variaciones de temperatura estacionales (Burke y Ner, 2005). También se han reportado cambios de un patrón unimodal durante la estación de secas a bimodal durante la estación de lluvias, como en el caso de *Tropidurus itambere*, (Van Sluys, 1992). La estacionalidad ambiental puede influir en muchos aspectos de la ecología, biología y comportamiento en lagartijas, ello debido a las variaciones de temperatura y humedad entra las estaciones de secas y lluvias, lo que repercute directamente en la disponibilidad de recursos como el alimento y refugios (Valdez, 2013; Siliceo-Cantero y García, 2015), por ejemplo en el caso de *Ameiva ameiva* su actividad es más amplia durante la estación de secas en comparación a la estación de lluvias (Zaluar y Rocha, 2000).

La elección apropiada del periodo de actividad diario y estacional puede tener un efecto importante en la temperatura corporal del organismo (Winne y Keck, 2004; Díaz, 2016), por ejemplo, se ha encontrado que algunas especies de *Aspidoscelis* salen de sus refugios cuando el suelo alcanza determinadas temperaturas y cesan su actividad cuando las temperaturas aumentan (Pianka, 1970). De acuerdo con lo mencionado anteriormente, en los reptiles la temperatura influye en su comportamiento y fisiología, abarcando ello, sus patrones de actividad, por ejemplo, se ha observado que en *Cnemidophorus abaetensis* y *C. ocellifer* así como en *Uta steynegeri*, *U. exul* y *Aspidocelis marmorata*, su actividad inicia a las 8:00 hrs., con temperaturas de 10 °C, y por la tarde a temperaturas de 30 °C, (Días y Rocha, 2004; García-de la Peña *et al.*, 2007). Por otra parte, se ha registrado que, en especies neotropicales, con un forrajeo activo, tienden a tener un periodo de actividad más amplio y frecuentemente evitan permanecer expuestos a periodos de altas temperaturas en los meses más cálidos del año; sin embargo, pueden concentrar su actividad en las horas más calurosas del día durante los meses más fríos (Filogonio *et al.*, 2010).

La segregación temporal diaria entre especies que conforman un ensamble puede favorecer la coexistencia, al evitar una confrontación directa de los individuos o bien reducir el traslape en el uso de los recursos. Se ha observado que cuando las especies presentan poco traslape en sus patrones de actividad diaria, la

competencia por otro tipo de recurso como espacio es menor (Hatano *et al.*, 2001; García-de la Peña, *et al.*, 2007). Se ha determinado el traslape entre especies de desierto, por ejemplo, entre *Microlophus peruvianus*, *M. theresiae*, *M. thoracicus* y *Ctenoblepharis adspera* (Pérez y Balta, 2007) y entre tres especies de la Viesca, Coahuila, *Uta stejnegeri*, *U. exsul* y *A. marmorata*, en ambos casos encontraron una baja sobreposición por lo que hay una división de horas luz entre las especies, esto implica un importante mecanismo de división de recursos entre las especies (García-de la Peña *et al.*, 2007).

La variación en los presupuestos de actividades individuales puede tener implicaciones para la supervivencia dependiendo de cómo los organismos equilibran el tiempo dedicado a adquirir energía con otras necesidades como el comportamiento anti depredador o la defensa territorial (Lattanzio y LaDuke, 2012). Existen múltiples factores que pueden influir en los periodos de actividad, estos se agrupan en dos categorías, la primera son intrínsecas a los organismos como: edad, estado reproductivo y sexo; la segunda son extrínsecas como: competidores, riesgos de depredación, estructura del hábitat, disponibilidad de presa y clima (Gómez *et al.*, 2021). En el mismo contexto, se sabe que la estacionalidad ambiental, tiene un gran impacto en la ecología, biología y comportamiento en lagartijas (Valdez, 2013), en el que algunas de las estrategias desarrolladas por este grupo para enfrentar los efectos de la estacionalidad incluyen modificaciones en su ciclo y niveles de actividad, uso del hábitat, tasa de crecimiento y su condicional corporal, en zonas tropicales, la cantidad y frecuencia de la precipitación tiene gran impacto en la dieta de los lacertilios a través de los cambios en la disponibilidad de alimento y en su actividad por cambios en la cobertura de dosel (Siliceo-Cantero y García, 2015). Santiago Quiotepec, Oaxaca, se caracteriza por presenta una alta estacionalidad, con lluvias marcadas en verano, por ello es de gran importancia realizar estudios y aportar información a la ecología de lacertilios en este tipo de zonas. En este trabajo se analizó el periodo de actividad de un ensamble de lagartijas en un bosque tropical caducifolio, con el fin de caracterizar el periodo de actividad para cada una de las especies y determinar las actividades que realizan mientras se encuentran activas. Por otra parte, se buscó determinar la amplitud y sobreposición de nicho temporal en ambas temporadas (secas y de lluvias).

MATERIAL Y MÉTODOS

ZONA DE ESTUDIO

Santiago Quiotepec (17° 54' latitud norte y 96° 59' longitud oeste; altitud 506 msnm.) pertenece al municipio de San Juan Bautista Cuicatlán, ubicado al Noroeste del Estado de Oaxaca, México (Fig. 1.1). Se encuentra enclavado en la Sierra Madre Oriental, dentro de la depresión denominada Cañada Poblano-Oaxaqueña, donde se unen los ríos Grande, Salado, Cacahuatal y Chico para formar el río Santo Domingo, uno de los principales afluentes del río Papaloapan, la zona forma parte de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (Pérez-Negrón y Casas, 2007). Los suelos corresponden a una combinación de luvisol vértico, litosol y regosol eútrico en la región de Cuicatlán, en tanto que los suelos faeozem se encuentra en la región de Quiotepec (Saldaña-Rivermar *et al.*, 2016). El clima es semiárido con condiciones de temperatura cálida y semicálida, con un régimen de lluvias en verano (Jaramillo y Gonzáles, 1983). Tiene una precipitación anual de 508 mm y una temperatura media anual de 25 °C, alcanzando temperaturas en verano de hasta de 36 °C (Saldaña-Rivermar *et al.*, 2016). La vegetación incluye bosques de cactus columnares llamados “cardonales” (*Pachycereus weberi*), “tetechera

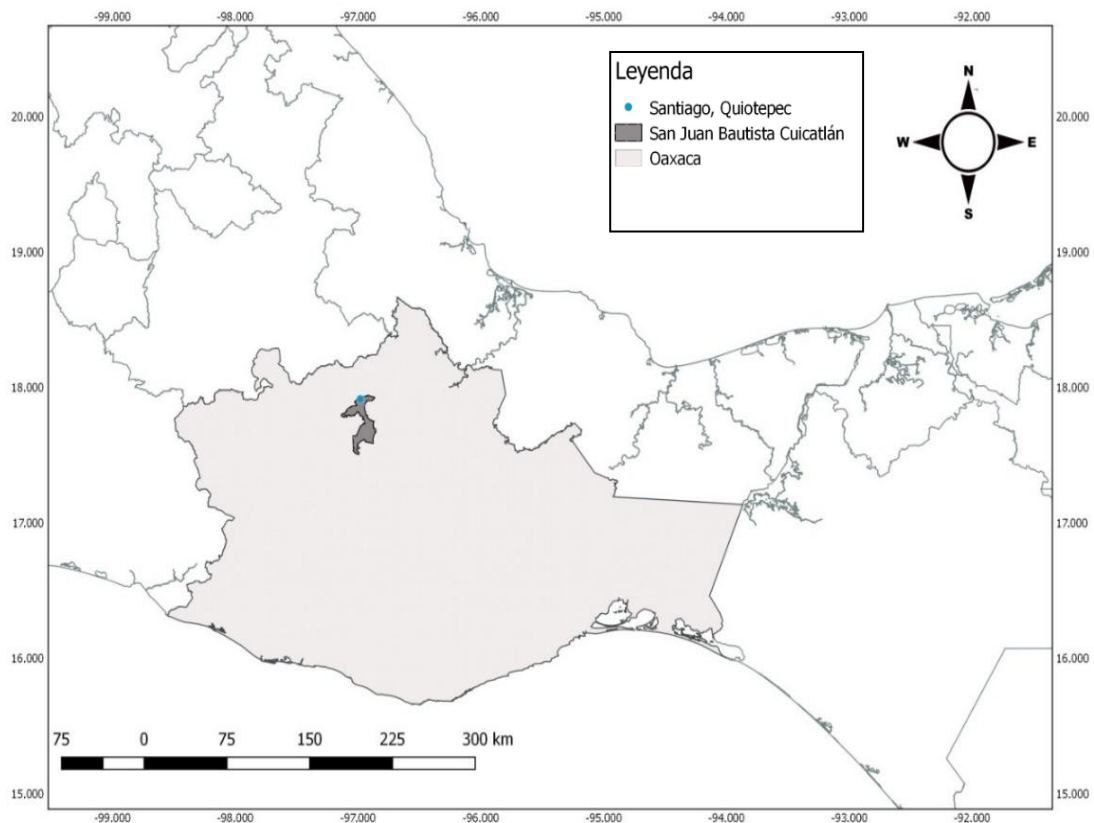


Figura 1. 1: Ubicación de Santiago Quiotepec, Oaxaca. Mapa elaborado por María Alejandra Guzmán Torres

(*Neobuxbaumia tetetzo*) y “jiotilla” (*Escontria chiotilla*), el bosque de encino dominado por *Quercus urbani* (Pérez-Negrón y Casas, 2007).

ESPECIES DEL ESTUDIO

En Santiago Quio-tepec, Oaxaca se han registrado varias especies de lagartijas: *Phyllodactylus bordai*, *Basiliscus vittatus*, *Hemidactylus frenatus*, *Ctenosaura acanthura*, *Iguana iguana*, *Sceloporus horridus*, *Sceloporus jalapae*, *Scincella silvícola* (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010), sin embargo, el ensamble de lagartijas seleccionado está conformado por cuatro especies, dos pertenecientes a la familia Phrynosomatidae (*Sceloporus gadoviae* y *Urosaurus bicarinatus*) y dos a la familia Teiidae (*Aspidoscelis parvisocius* y *A. sackii*), ya que estas cuatro especies tienen una alta abundancia en la zona.

La familia Phrynosomatidae tiene aproximadamente 138 especies, dentro de esta familia encontramos las lagartijas del género *Sceloporus*, siendo este el más diverso de México (Carbajal-Márquez y Quintero-Díaz, 2016). La familia Teiidae comprende 18 géneros, todas son terrestres con actividad diurna y la mayoría son forrajeadores activos que realizan sus actividades dentro de un rango térmico óptimo que varía de acuerdo con el organismo y la zona (Srebek-Araujo *et al.*, 2020).

Sceloporus gadoviae (Boulenger, 1905) es una lagartija de tamaño mediano, con una longitud hocico-cloaca de 67 mm (Figura 1.2A) Es endémica de México, solo se encuentra en el centro del país, en el sureste de Puebla y noroeste de Oaxaca. Es de hábitos saxícolas, suele ser vista en sitios con paredes rocosas o zonas erosionadas (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén 2010).

Urosaurus bicarinatus (Dumeril, 1856), es una lagartija que alcanza una longitud hocico-cloaca de 53.2 mm, la cola es robusta (Figura 1.2B). Es una especie endémica de México, se distribuye en la vertiente del Pacífico, desde Sonora hacia Michoacán, al centro y este de Guerrero, sobre la base de la Cuenca del Balsas hacia el sur de Puebla, estando presente tanto en el Valle de Tehuacán como en el de Cuicatlán, en Oaxaca y Oeste de Chiapas, Es de hábitos arborícolas encontrándose sobre cardones y árboles (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

Aspidoscelis parvisocius (Zweifel, 1960) es una lagartija de talla mediana, cuerpo esbelto, alcanza una longitud hocico-cloaca de 80 mm, la cabeza es triangular, estrecha y el hocico es puntiagudo; la cola es larga y delgada (Figura 1.2C). Esta especie es endémica de México y se distribuye al norte del estado de Oaxaca y sur de Puebla, exclusivamente en el Valle de Tehuacán–Cuicatlán (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

Aspidoscelis sackii, es una lagartija de talla grande y cuerpo robusto; alcanza una longitud hocico-cloaca de 152 mm, la cabeza es triangular, ancha y con hocico

puntiagudo, la cola es robusta y larga (Figura 1.2D). Los machos son notoriamente más robustos que las hembras. Es una especie endémica de México, se distribuye

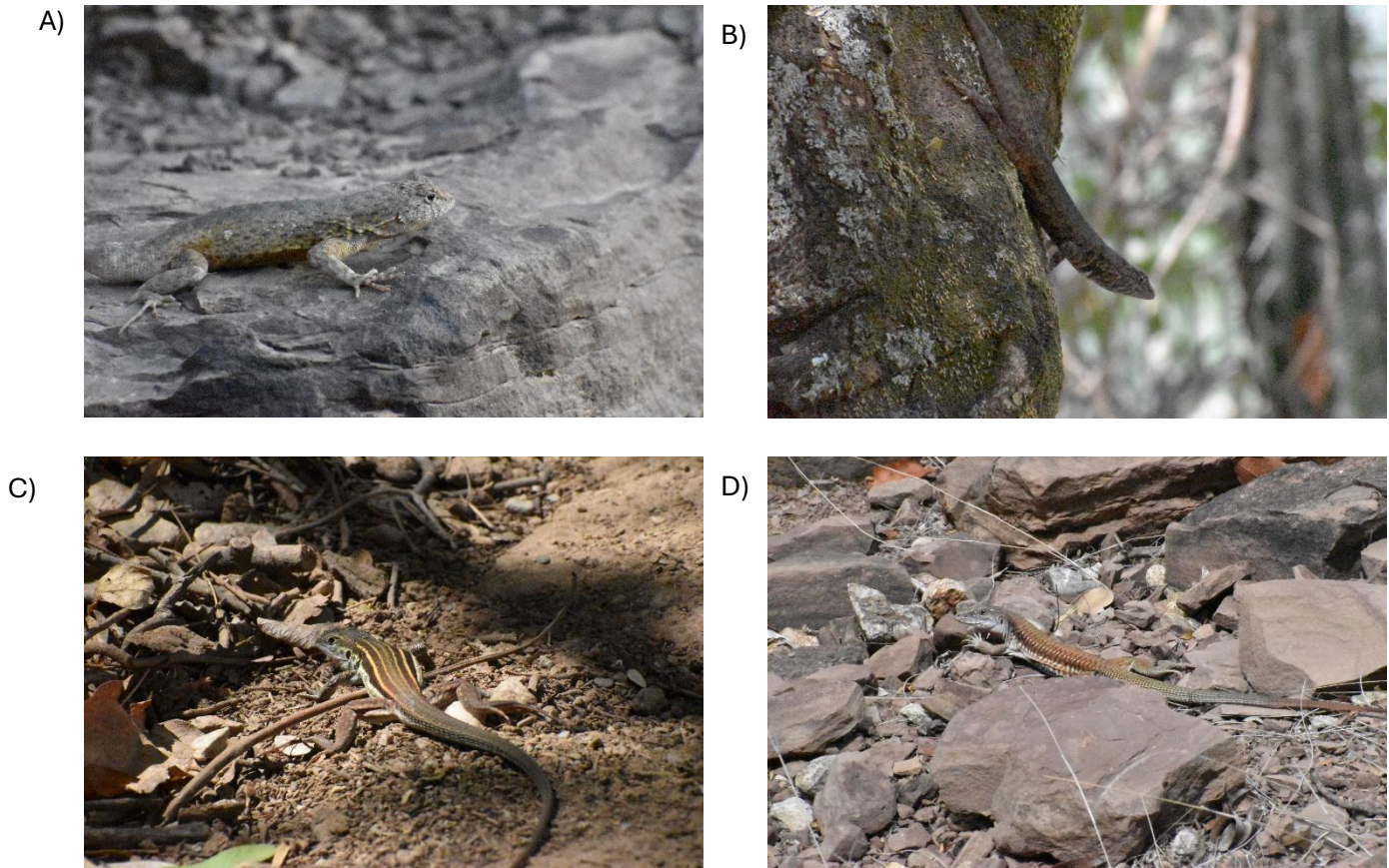


Figura 1.2 Fotos de las especies del ensamble. A) *Sceloporus gadoviae*, B) *Urosaurus bicarinatus*, C) *Aspidoscelis parvisocius* y D) *Aspidoscelis sackii*

en las partes semiáridas del sur de Puebla, se encuentra tanto en el Valle de Tehuacán como en el de Cuicatlán, norte y centro de Oaxaca, así como en la Cuenca alta del Balsas de Guerrero y Morelos (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén 2010).

MUESTREO

El trabajo de campo se llevó a cabo entre abril y septiembre de 2023, cubriéndose la estación de secas (abril a junio), y la de lluvias (julio a septiembre) (CONAGUA, 2016). La toma de datos se realizó durante siete días, haciendo recorridos de 8:00 a las 18:00 hrs.

Mediante una búsqueda intensiva se localizaron las cuatro especies de lagartijas (Figura 1.3), no se distinguió entre clase de edad o sexo, las especies fueron identificadas in situ en campo, con apoyo claves especializadas, por ejemplo, la de Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén (2010). Los organismos observados se registraron por medio de grabaciones, siendo sus actividades documentadas con

apoyo de una cámara réflex NIKON D3500 y un lente AF-P DX NIKKOR 70-300mm f4.5-6.3G ED., a una distancia aproximada de 3 a 5 m. (Belliure *et al.*, 1996), cada grabación tuvo una duración mínima de 1 minuto y un máximo de 15 minutos (Grant y Dunham, 1988).

Asimismo, se registró la hora en la que fue observado el organismo, posteriormente en el punto de avistamiento, se registraron datos ambientales de la humedad, velocidad del viento, y temperatura con apoyo de una estación meteorológica portátil Kestrel modelo 3000 (García-de la Peña *et al.*, 2007).

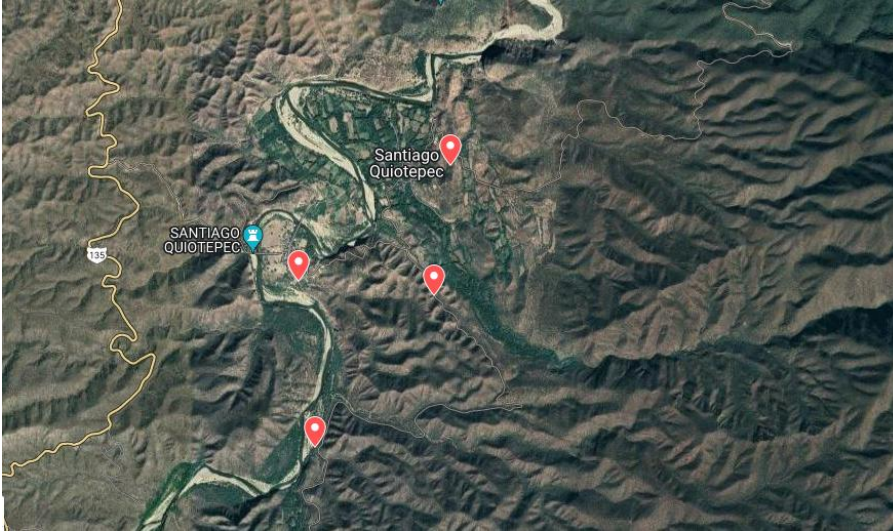


Figura 1.3. Puntos de muestreo en Santiago Quioitepec, Oaxaca. En color rojo se marca los puntos donde se realizaron los muestreos.

A partir de los videos grabados se identificó el tipo de actividad que los organismos estaban realizando tales como: termorregulación, forrajeo, reproducción, comportamiento social, defensa, desplazamiento, descanso. La termorregulación implica que el organismo esté expuesto al sol, y vientre en contacto con el sustrato (Vicenzi, *et al.*, 2019). El forrajeo, incluye la búsqueda y captura de presas, en lagartijas se han descrito dos modos de búsqueda de alimento, forrajeo activo, cuando se desplazan ampliamente en busca de presas y forrajeo de acecho, cuando los organismos permanecen relativamente sedentarios hasta que emboscan a su presa (Taylor, 1986; Donihue, 2016). En especies de *Aspidoscelis* se ha observado que la reproducción incluye que el macho, rodea a la hembra e involucra mordida en la espalda o en el flanco de la hembra (Costa *et al.*, 2013). Comportamiento social implica exhibiciones como cabeceo, flexiones, también se ha observado persecución y carreras alrededor del área con organismos de otras especies e incluso de la misma especie, mismo o diferente sexo (Lister y García, 1992). La defensa incluye que los individuos cuando están cerca se persigan inmediatamente, exhiben un aumento en la frecuencia de comportamiento y exhibiciones agresivas (Carpenter, 1960). El desplazamiento es definido como el cambio en la posición espacial, influenciado por factores bióticos y abióticos (De Andrade *et al.*, 2022).

Durante el descanso se ha observado que los organismos no presentan movimiento (Lister y García, 1992). Para cada video que se revisó se obtuvo el tiempo total por actividad, esto se hizo para ambas temporadas y para cada especie, utilizando el programa VideoPad.

ANÁLISIS DE DATOS

Para representar los periodos de actividad se elaboraron diagramas de rosa para cada una de las especies, por temporada. Posteriormente se aplicó una prueba de Mardia-Watson-Wheeler correspondiente a estadística circular para comparar las horas a las que están activos los organismos entre temporadas, para cada una de las especies (Srebek-Araujo *et al.*, 2020).

Se clasificó el periodo de actividad como unimodal o bimodal, no existe una prueba estadística que ayude a determinar si es bimodal o unimodal, esto se realizó por análisis visual (Burke y Ner, 2005), para ello se identificó un pico de actividad en la mañana y otro en la tarde, separados por un creciente aumento de la actividad y periodos descendientes de actividad (Foa *et al.*, 1992). Un pico de actividad es cuando el porcentaje de observaciones en una hora determinada es un 50% mayor que la hora con el mayor número de observaciones (Srebek-Araujo *et al.*, 2020).

Se realizaron modelos lineales generalizados con distribución Poisson para determinar si las variables ambientales: temperatura del aire, humedad del aire y velocidad del viento están relacionadas con la frecuencia de aparición de los organismos por hora dentro de su periodo de actividad en temporada de lluvias y secas (Crawley, 2013).

Para determinar si existen diferencias entre el tiempo destinado a cada una de las actividades registradas (Forrajeo, desplazamiento, descanso, reproducción, comportamiento social, termorregulación y defensa), entre temporadas para cada una de las especies, se realizó un modelo lineal generalizado con distribución binomial y se representaron los datos del presupuesto de actividad mediante gráficas de pastel donde se detallaron los porcentajes del tiempo que dedicaron los organismos a las diferentes actividades: Forrajeo, desplazamiento, descanso, reproducción, comportamiento social, termorregulación y defensa. Se realizaron regresiones para determinar si había una dependencia de la proporción del tiempo de actividad respecto a las variables ambientales para cada una de las especies por temporada (Crawley, 2013; Srebek-Araujo *et al.*, 2020).

Se utilizaron los paquetes estadísticos “Emmeans”, y “Performance” para las comparaciones de los modelos lineales generalizados. Para los análisis de estadísticas circular se utilizó el paquete “circular”, todo ello dentro del programa estadístico R (R Core Team, 2023).

Para cada especie y cada temporada (secas y lluvias), se calculó la amplitud de nicho temporal mediante el índice de Levin´s estandarizado por Hulbert (1978)

$$B = \frac{1}{\sum p_j^2}$$

$$p_j = \frac{N_j}{Y}$$

$$B_s = \frac{B - 1}{n - 1}$$

Donde:

p_j = Proporción de individuos de una especie en un periodo de tiempo j

N_j = Número de individuos de una especie en un periodo de tiempo j

B_s = Índice estandarizado de Levin's

n= número total del recurso (horas)

Y= Número total de individuos

El traslape de nicho temporal entre las especies del ensamble, se calculó mediante el índice de Pianka (1973)

$$o_{jk} = \frac{\sum p_{ij} p_{ik}}{\sqrt{\sum p_i^2 \sum i_k^2}}$$

Donde:

p_{ij} =Proporción del recurso i es el número de horas usados por la especie j entre el total de horas usados por la especie j más k

p_{ik} = Proporción del recurso i, es el total de horas usados por la especie k entre el total de horas usados por la especie j más k

N= número total del recurso

Los recursos para este caso son el número de horas.

Se obtuvieron valores de 0 a 1 donde 0 indica que no existe traslape de la dimensión evaluada, y valor de 1 cuando el traslape es máximo.

RESULTADOS

CICLO DE ACTIVIDAD

Se obtuvieron un total de 413 grabaciones de diferentes organismos, teniendo 100 para *Sceloporus gadoviae* (50 en temporada de secas y 50 en temporada de lluvias), 104 grabaciones para *Urosaurus bicarinatus* (50 en temporada de secas y 54 en temporada de lluvias), 110 grabaciones para *Aspidoscelis sackii* (50 en

temporada de secas y 60 en lluvias), 99 grabaciones para *A. parvisocius* (51 en temporada de secas y 48 en lluvias).

Sceloporus gadoviae, presentó en ambos periodos el mismo número de horas de duración ($W= 4.15$, $df=2$, $P=0.12$), sin embargo, no fueron las mismas horas ya que presentó un periodo de actividad bimodal en temporada de secas y unimodal en temporada de lluvias, comenzando a las 8:00 hrs. y terminando a las 17 hrs. En temporada de secas (Figura 1.4) se presentan dos picos de actividad, el primero inicia a las 8:00 hrs. y termina a las 10:00 hrs y el segundo comienza a las 17:00 hrs y finaliza a las 18:00 hrs. En temporada de lluvias (Figura 1.4) el pico de actividad es a las 9:00 hrs. después de esta hora, la actividad de los organismos disminuye, hasta las 16:00 hrs cuando se observa nuevamente un aumento de organismos, aunque sin alcanzar un pico elevado de actividad.

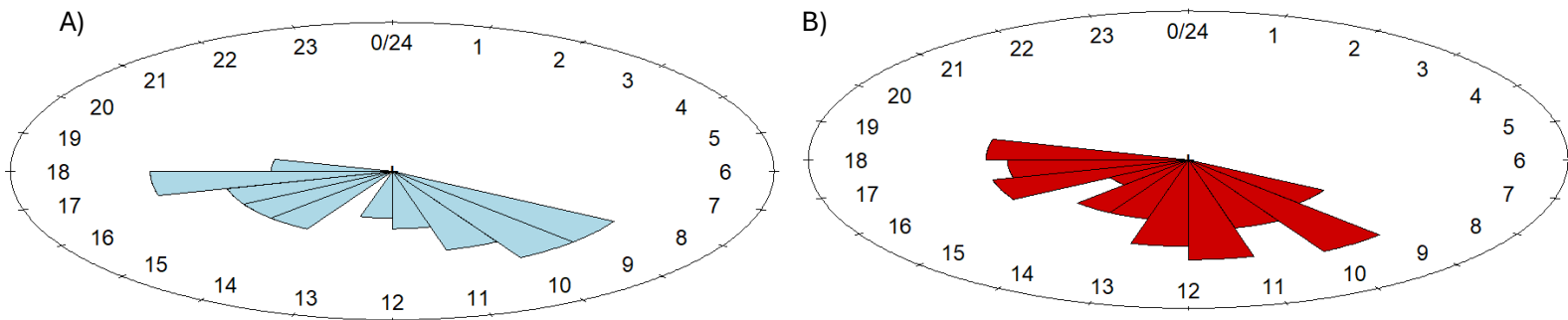


Figura 1.4. Ciclo de actividad de *Sceloporus gadoviae* A) Temporada de secas. B) Temporada de lluvias

En el análisis de las variables ambientales (Figura 1.5) se encontró que en temporada de secas el mayor número de organismos activos a lo largo del día se observaron a velocidades del viento menores a 5 km/h., se registró un solo individuo activo alrededor de las 16:00 hrs a una velocidad del viento de 14 km/h. Con respecto a la temperatura se encontró una mayor actividad entre 30 y 38° C entre las 8:00 y 18:00 hrs y con una humedad entre 30 y 55 %. Sin embargo, con los análisis del modelo lineal generalizado con distribución binomial se encontró que no hay una dependencia de la actividad de *S. gadoviae* respecto de la temperatura ($P = 0.05$), velocidad del viento ($P = 0.7$) y humedad ($P = 0.07$).

En temporada de lluvias al igual que en temporada de secas, con los datos obtenidos se observó una actividad de la especie a velocidades del viento menores a 5 km/h. y la máxima velocidad del viento en la que fueron encontrados dos organismos activos fue de 17 km/h. La actividad de la especie se encontró entre las 8:00 y 18:00 hrs cuando la temperatura se encontraba en un rango entre 30 y 37°C y una humedad de 35% a 58%. Para esta temporada (Figura 1.6) al igual que en la temporada de secas, no se encontró una relación de la actividad de esta especie respecto a la temperatura ($P = 0.48$), velocidad del viento ($P = 0.29$) y humedad del aire ($P = 0.14$).

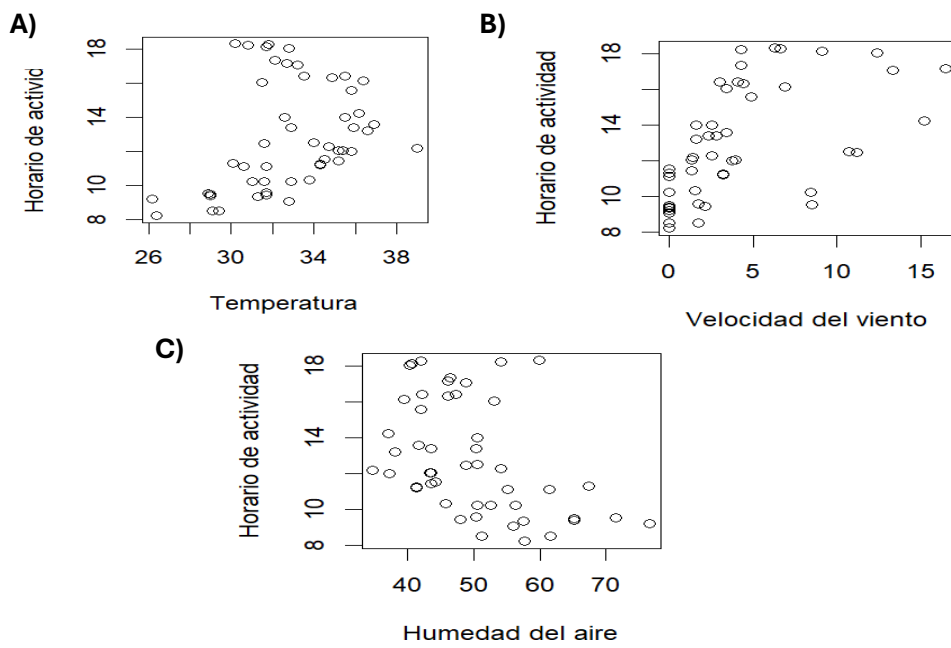
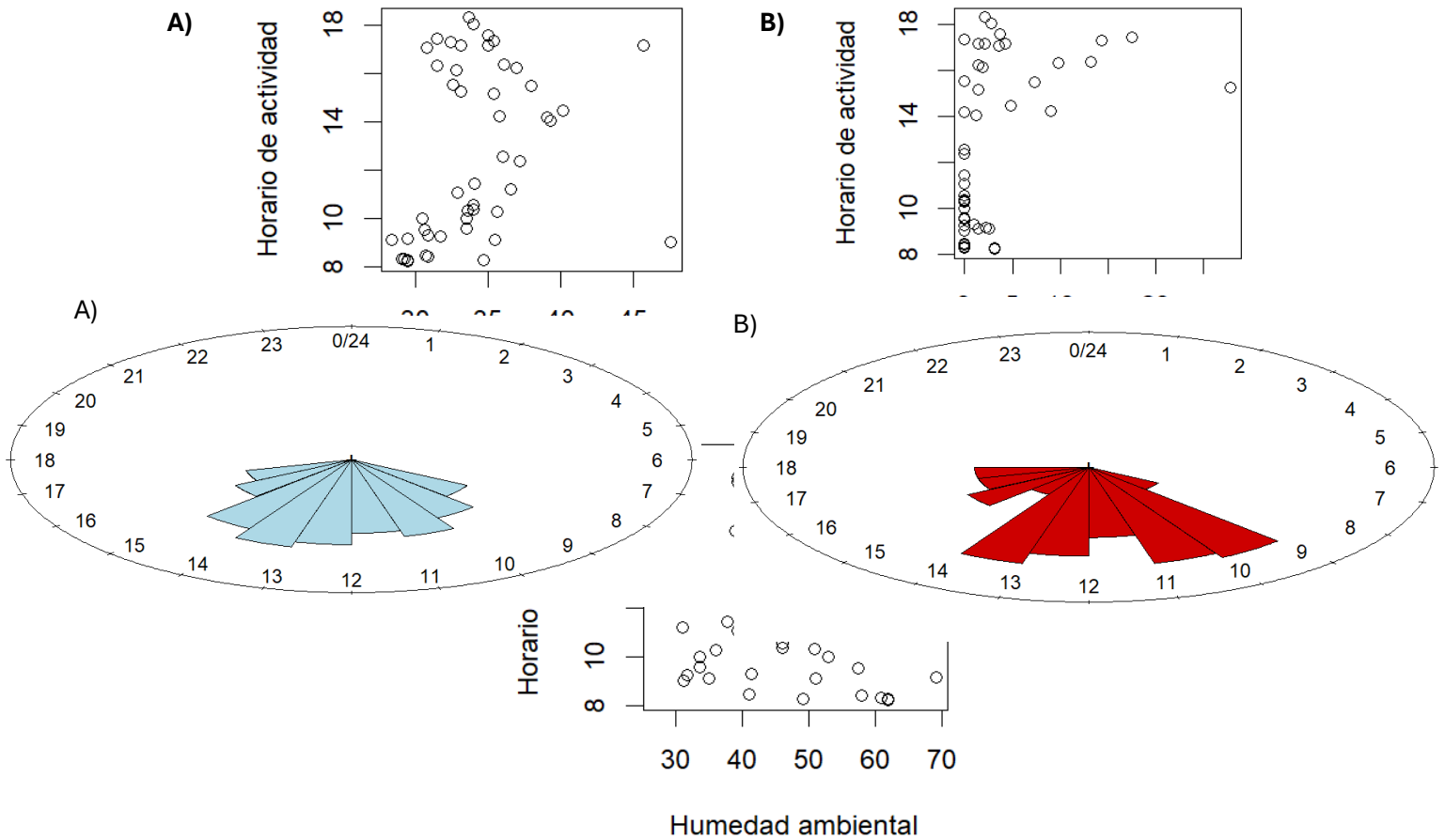


Figura 1.5. Gráfica de las variables ambientales con la actividad de *Sceloporus gadoviae* en temporada de secas. Relación de A) temperatura ambiental, B) velocidad del viento y C) humedad ambiental con el horario de actividad

Para *Urosaurus bicarinatus* su ciclo de actividad fue unimodal en ambas temporadas



pc Figura 1.6. Gráfica de las variables ambientales con la actividad de *Sceloporus gadoviae* en temporada de lluvias.
 = Relación entre A) temperatura ambiental, B) velocidad del viento y C) humedad ambiental con el horario de actividad

las 8:00 hrs a las 17:00 hrs, con una máxima actividad de las 13:00 a 14:00 hrs. Para la temporada de lluvias (Figura 1.7) la actividad inicia a las 8:00 hrs. y termina antes de las 18:00 hrs. La máxima actividad se encuentra entre las 9:00 y las 11:00 hrs., posterior a esta hora hay una disminución en la actividad hasta las 12:00 hrs, cuando hay pequeño incremento que se mantiene hasta las 14:00 hrs. cuando la actividad comienza a disminuir.

Figura 1.7. Ciclo de actividad *Urosaurus bicarinatus*. A) Temporada de secas. B) Temporada de lluvias

Para *U. bicarinatus* en la temporada de secas (Figura 1.8), se encontró una dependencia de la frecuencia en las horas de actividad con la velocidad del viento ($P = 0.02$), no así para la temperatura ($P = 0.71$) y humedad ($P = 0.84$). Se observó que la mayor actividad se presentó a velocidades de viento menores a 2 km/h., aunque se registró un segundo grupo de organismos activos entre las 14:00 y 16:00 hrs. con un rango de velocidad del viento entre 4 y 6 km/h. Por otra parte, la mayor actividad también se registró a temperaturas entre 32°C a 40°C entre las 8:00 y 16:00 hrs., con una humedad entre el 31% y 55%

Durante la temporada de lluvias (Figura 1.9) la actividad de los organismos se registró entre las 8:00 y 18:00 hrs., la mayor actividad se observó con velocidades del viento entre 0 y 6 km/h, y temperaturas de 31 a 38°C y un porcentaje de humedad de entre 40 a 58% y una humedad entre el 40 y 58%. En esta temporada no se encontró una relación de la temperatura ($P = 0.71$), humedad del aire ($P = 0.84$) y velocidad del viento ($P = 0.02$) con respecto a las horas de actividad.

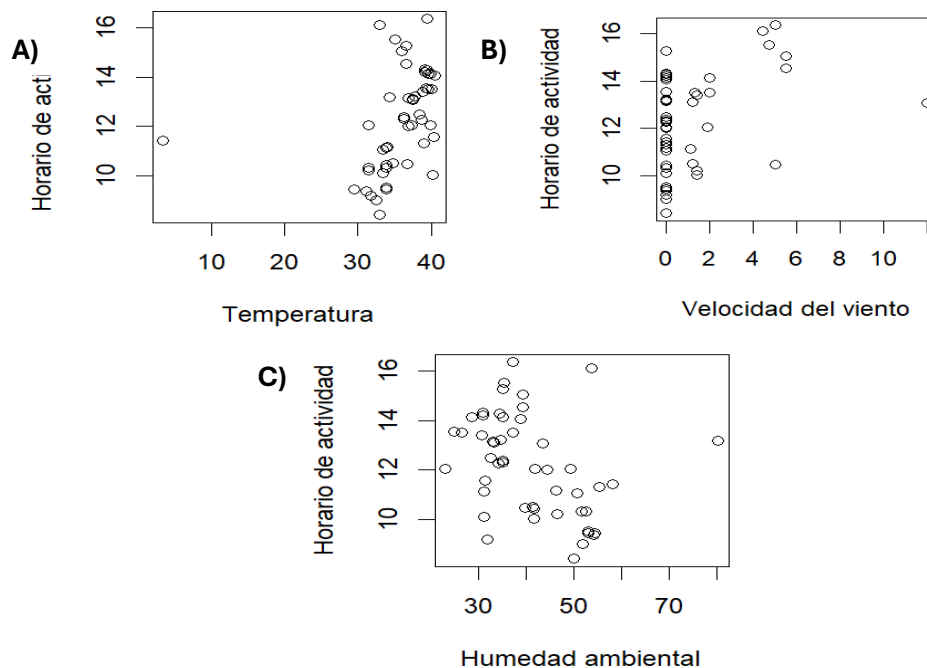


Figura 1.7. Gráfica de las variables ambientales con el ciclo de actividad de *Urosaurus bicarinatus* en temporada de secas. Relación de A) temperatura ambiental, B) velocidad del viento y C) humedad ambiental con el horario de actividad

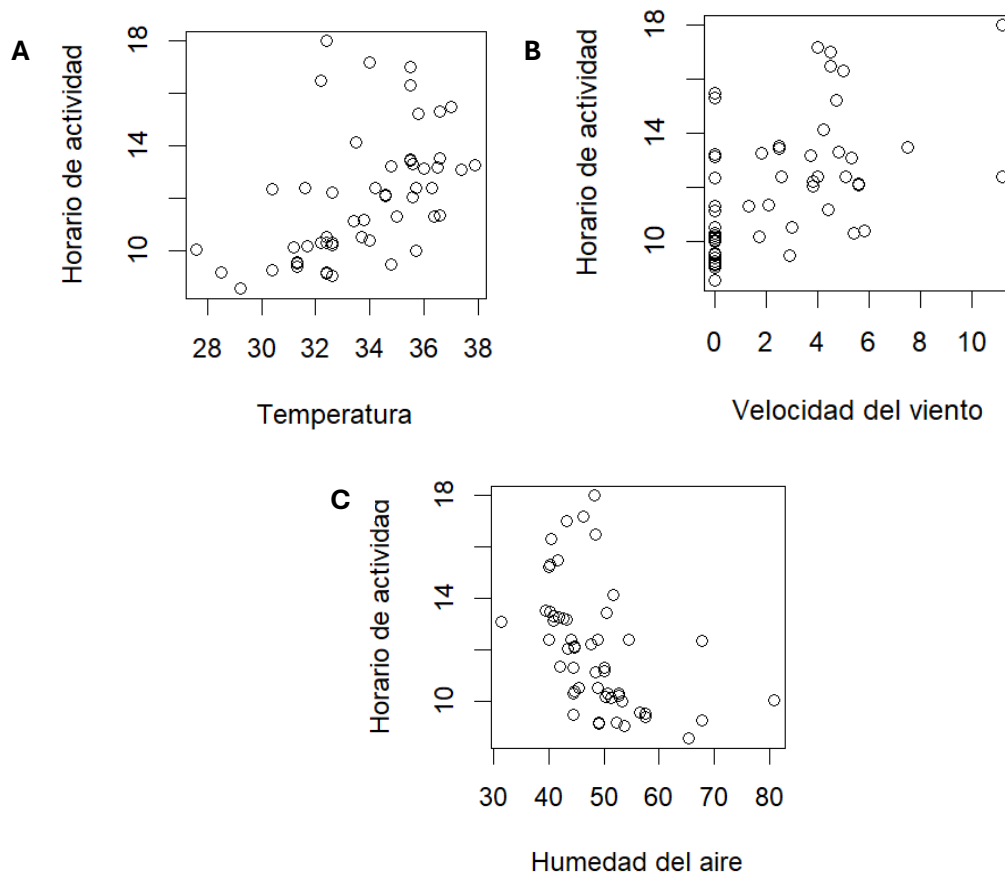


Figura 1.9 Gráfica de las variables ambientales con el horario de actividad de *U. bicarinatus*, en temporada de lluvias. Relación de A) temperatura ambiental. B) velocidad del viento y C) humedad del aire con el horario de actividad

Aspidoscelis parvisocius presentó un ciclo de actividad bimodal en ambas temporadas mostrando diferencias significativas ($W = 4.98$, $df = 2$, $P = 0.08$). En ambas estaciones, la actividad fue de las 8:00 a las 18:00 hrs, con una máxima actividad en secas, que fue de las 9:00 a las 12:00 hrs (Figura 1.10). Durante la época de lluvias el ciclo de actividad es similar al de la temporada de secas, sin embargo, en este periodo la mayor actividad se registró entre las 9:00 y las 10:00 hrs, disminuyendo progresivamente hasta las 14:00 hrs, posteriormente, la actividad aumentó nuevamente hasta las 17:00 hrs y concluyó a las 18:00 hrs (Figura 1.10).

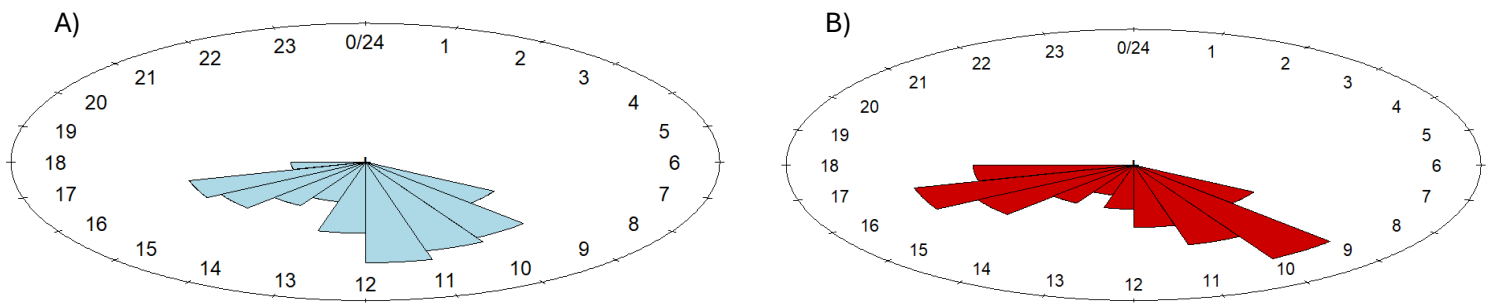


Figura 1.10. Ciclo de actividad de *Aspidoscelis parvisocius*. A) Temporada de secas. B) Temporada de lluvias

En la temporada de secas (Figura 1.11) la actividad de la especie se presenta entre las 8:00 y 18 hrs., la mayor actividad se registró en un rango de temperatura entre 32°C y 38°C con velocidades del viento entre 0 y 5 Km/h y una humedad entre los 32 y 55%. Se presentó una relación de las horas de actividad respecto de las variables ambientales, temperatura ($P = 0.004$), humedad del aire ($P = 0.008$) y velocidad del viento ($P = 0.008$)

En la temporada de lluvias (Figura 1.12) al igual que en la temporada de secas se registró la actividad de la especie entre las 8:00 y 18:00 hrs., la mayor actividad se registró a una temperatura entre los 32 y 37°C, 42 a 60 % de humedad y una velocidad del viento entre los 0 a 6 km/h. En temporada de lluvias el ciclo de actividad de *A. parvisocius* presenta relación con las tres variables ambientales temperatura ($P = 0.004$), velocidad del viento ($P = 0.01$) y humedad ($P = 0.04$).

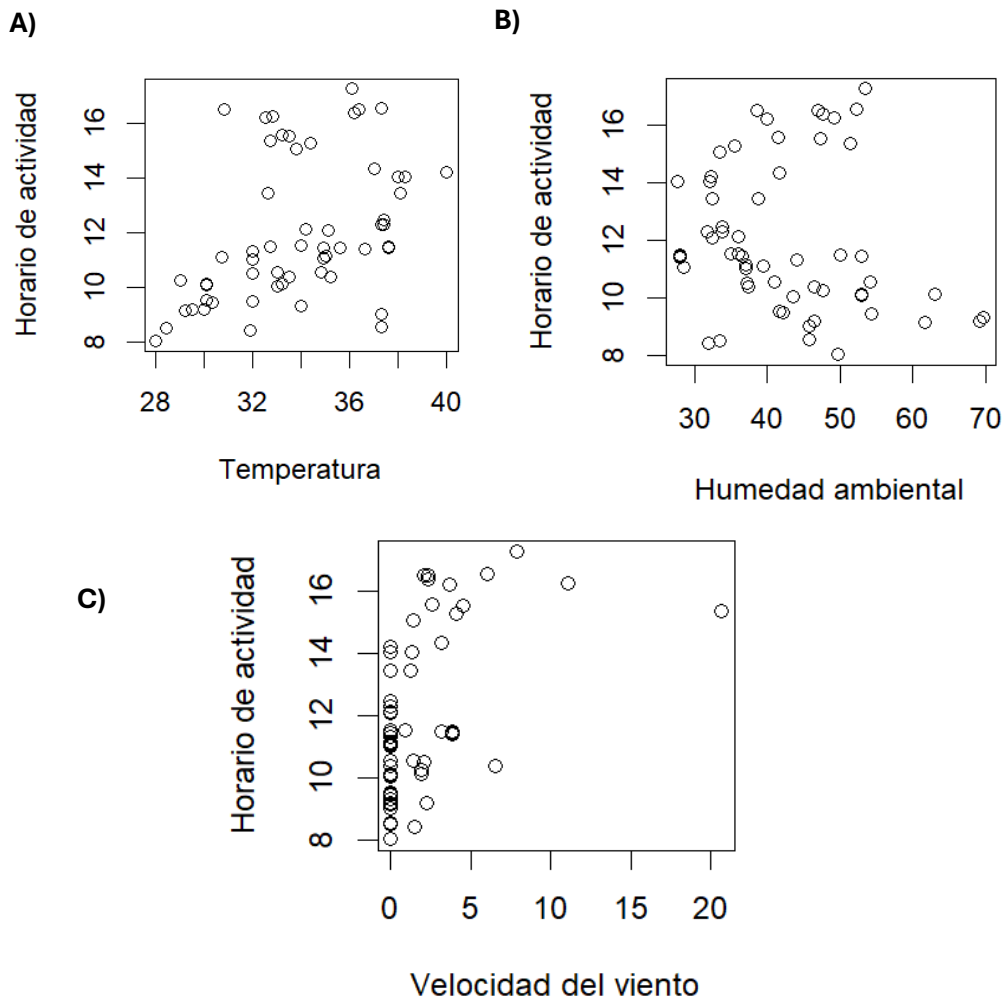


Figura 1.11. Gráfica de las variables ambientales con el horario de actividad de *Aspidoscelis parvisocius* en temporada de secas. Relación de A) temperatura ambiental, B) humedad del aire y C) velocidad del viento con el horario de actividad

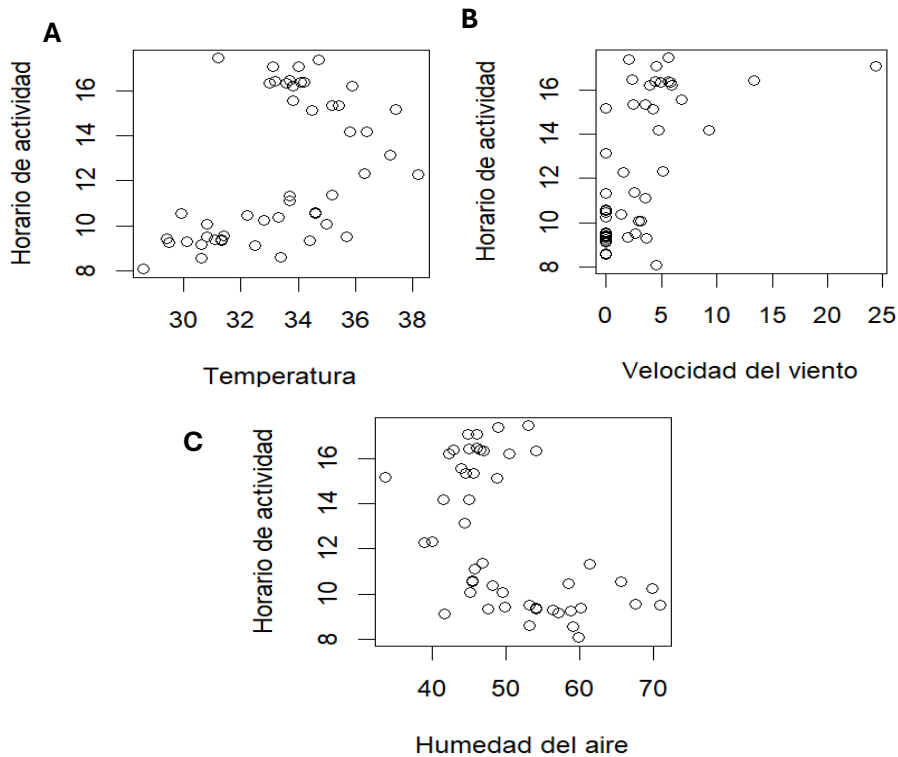


Figura 1.12. Gráfica de las variables ambientales con el horario de actividad de *Aspidoscelis parvisocius* en temporada de lluvias. Relación de A) temperatura ambiental, B) velocidad del viento y C) Relación de la humedad del aire con el horario de actividad

Aspidoscelis sackii presenta un ciclo de actividad unimodal en ambas temporadas, sin embargo, no se encuentran activos a las mismas horas los organismos ya que existen diferencias significativas ($W = 10.31$, $df = 2$, $P = 0.0005$). En temporada de secas el ciclo inicia a las 7:00 hrs y concluye a las 16:00 hrs, con un pico de actividad de 9:00 a 13:00 hrs. A partir de este punto, la actividad disminuye progresivamente hasta finalizar a las 16:00 hrs. (Figura 1.13), mientras que en la temporada de lluvias la actividad comienza un poco más tarde, a las 8:00 hrs, y también finaliza más tarde sientiendo esto a las 18:00 hrs, a diferencia de la época de secas, en esta temporada se presenta un pico de actividad de 9:00 a 11:00 hrs. posterior a esta hora la actividad disminuye y se mantiene constante hasta que finaliza a las 18:00 hrs (Figura 1.13).

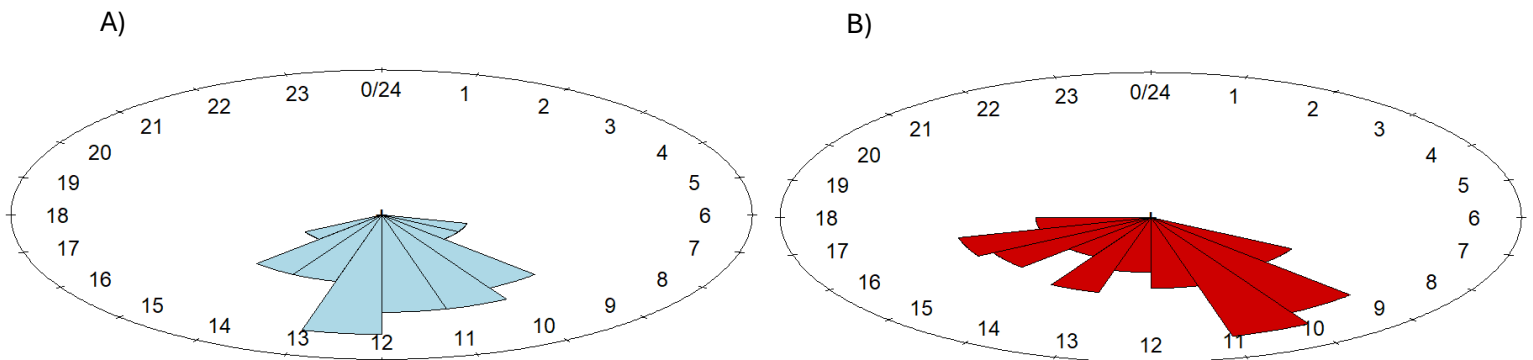


Figura 1.13. Ciclo de actividad de *Aspidoscelis sackii*. A) Temporada de secas. B) Temporada de lluvias

La actividad de la especie en temporada de secas (Figura 1.14) se observó entre las 8:00 y 15:00 hrs., siendo mayor entre las 9:00 y 14:00 horas cuando la temperatura se registró en un rango entre los 32 y 40 °C, la humedad ambiental osciló entre el 30 % y 50%, y la velocidad del viento se registró entre los 0 a 6 km/h, aunque el mayor número de organismos se encontró activo a 0 km/h. Sin embargo, no se encontró una dependencia de la frecuencia de organismos en el periodo de actividad, y las variables ambientales, la temperatura ($P = 0.75$), humedad del aire ($P = 0.56$) y velocidad del viento ($P = 0.5$).

En temporada de lluvias (Figura 1.15), se observó que la actividad de la especie depende de la temperatura ambiental ($P = 0.003$), la humedad ($P = 0.006$) y la velocidad del viento ($P = 0.04$), en esta temporada se registró la actividad de *A. sackii* entre las 8:00 y 17:00 hrs. con una velocidad del viento entre 0 y 6 km/h, una temperatura entre 32 y 37 °C y una humedad ambiental que osciló entre el 38 % y 62%.

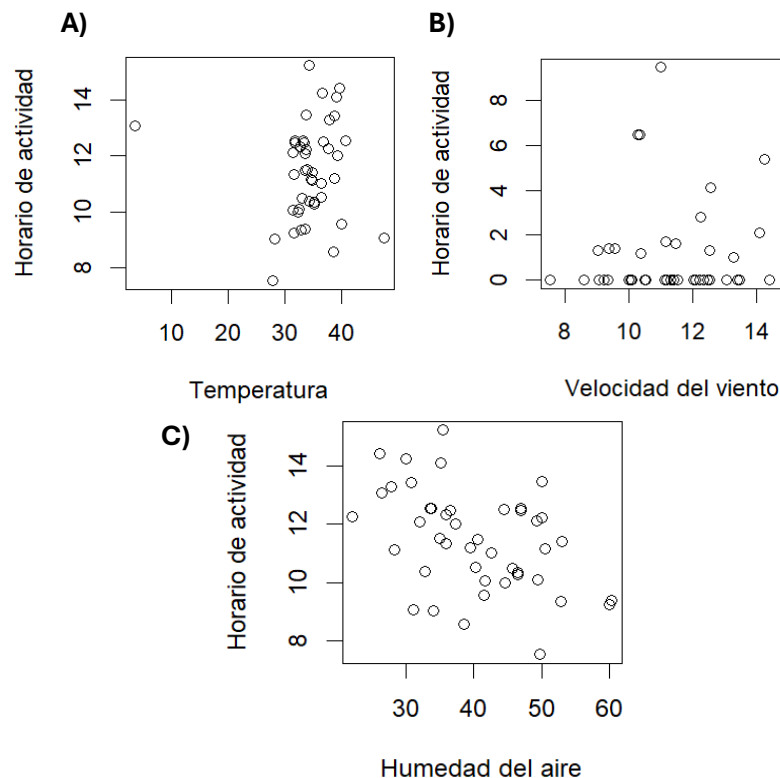


Figura 1.13. Gráfica de las variables ambientales con el horario de actividad de *Aspidoscelis sackii* en temporada de secas. Relación de A) temperatura ambiental, B) velocidad del viento y C) humedad del aire con el horario de actividad

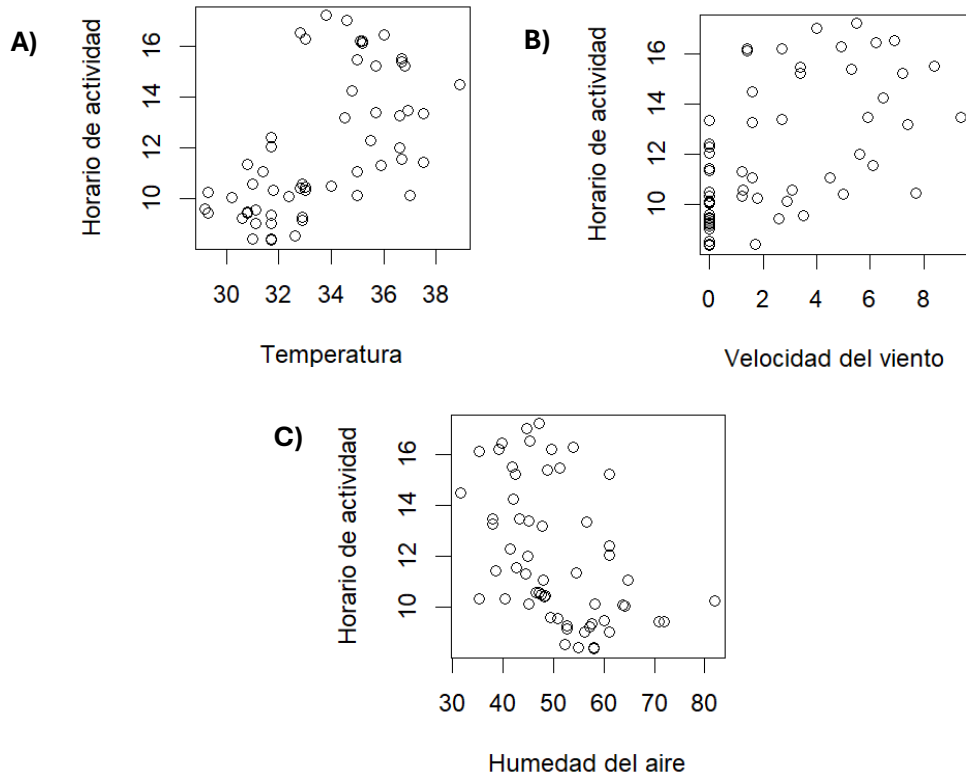


Figura 1.15. Gráfica de las variables ambientales con el horario de actividad de *Aspidoscelis sackii* en temporada de lluvias. Relación de A) temperatura ambiental B) velocidad del viento y C) humedad del aire con el horario de actividad

PRESUPUESTO DE ACTIVIDAD

Para el presupuesto de actividad se analizaron 30 videos de organismos distintos de cada especie, en cada una de las temporadas, siendo 60 videos para cada especie, con un total de 240 grabaciones para el ensamble. Esto debido a que se observó que a partir de este número de videos se repetían las tendencias en las actividades de cada una de las especies.

Para *Sceloporus gadoviae* se registraron las actividades de termorregulación, comportamiento social, forrajeo, desplazamiento y defensa. En temporada de secas (Figura 1.16) la actividad a la que dedican más tiempo es la termorregulación (90.22%), seguida de defensa y forrajeo, destinan menos tiempo al comportamiento social y casi no se desplazan. En temporada de lluvias de igual manera, la actividad a la que dedican más tiempo es a la termorregulación (91.35%) aumentando significativamente en comparación con la temporada de secas ($P = 0.0002$), la defensa es la siguiente actividad a la que dedican más tiempo, mientras que el desplazamiento es la actividad en la que invierten menos tiempo (Figura 1.16). No se encontró diferencia entre las actividades de defensa, desplazamiento, comportamiento social y forrajeo entre temporada de secas y lluvias (Tabla 1.1).

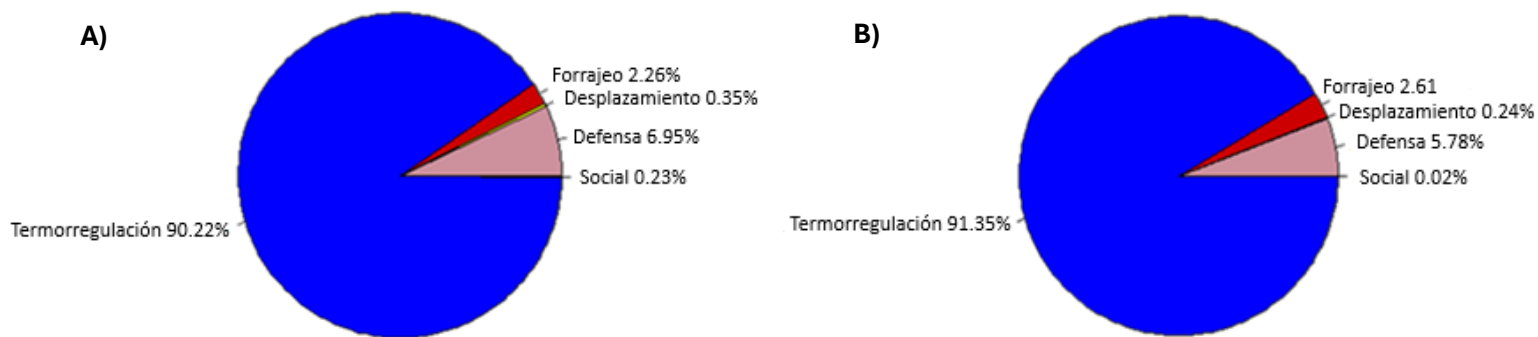


Figura 1.16. Presupuesto de actividad de *Sceloporus gadoviae*. A) Temporada de secas. B) Temporada de lluvias.

En la tabla de Devianza (Tabla 1.1) para *S. gadoviae*, se muestra el efecto de los diferentes factores en la proporción de tiempo, los resultados indican que la actividad tiene un efecto significativo ($P = 0.00001$) e importante (64.17%), mientras que la temporada no muestra un efecto relevante ($P = 0.2357$). Sin embargo, la interacción entre la temporada con la actividad si muestra un efecto en la proporción de tiempo ($P = 0.00001$).

Tabla 1.1 Devianza (X^2) producida por el modelo lineal generalizado con distribución binomial para la proporción de tiempo por actividad por temporada de *Sceloporus gadoviae*

Términos	gl	X^2	P	%
Temporada	1	1.4059	0.2357	0.004
Actividad	4	20899	0.00001	64.17
Temporada × Actividad	4	164.74	0.00001	0.50
Error	97	11498.1		35.31
Total	106	32,563.2459		

Para el caso de *U. bicarinatus* en temporada de secas (Figura 1.17) se registraron las actividades de forrajeo, descanso, reproducción, defensa, desplazamiento y termorregulación, la actividad en la que invierten más tiempo es la termorregulación (71.69%) y la actividad con menos tiempo es el descanso (0.1%), en la temporada de lluvias (Figura 1.17) se registraron las actividades de defensa, desplazamiento, forrajeo y termorregulación. De acuerdo con el análisis de los modelos lineales generalizados con distribución binomial, la termorregulación sigue siendo la actividad a la que destinan más tiempo (88.39%) incluso es mayor el tiempo que en temporada de secas ($P < 0.0001$), la actividad que menos se registró es el desplazamiento (0.25%). En ambas temporadas se observó que defienden su

territorio, sin embargo, es mayor el tiempo destinado a esta actividad en temporada de secas ($P < 0.0001$) en comparación a temporada de lluvias. Las actividades de forrajeo, desplazamiento y descanso no presentan diferencias entre las temporadas (Tabla 1.2).

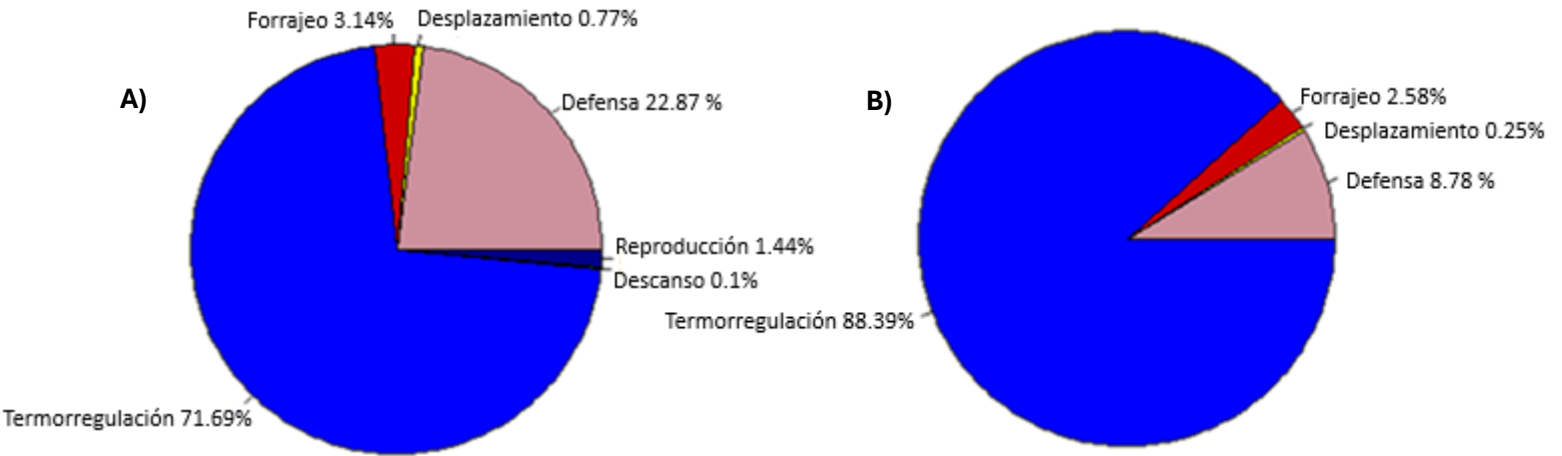


Figura 1.17.-Presupuesto de actividad de *Urosaurus bicarinatus* A) Temporadas de secas. B) Temporada de lluvia

En la tabla de Devianza se muestran los factores que influyen en la proporción de tiempo de *U. bicarinatus*, siendo la actividad el término más relevante (55.40%) que influye en la proporción de tiempo para la especie ($P = 0.00001$). Por otro lado, la temporada no muestra un efecto en la proporción de tiempo ($P = 0.1095$), sin embargo, la interacción entre la actividad y la temporada si tiene un efecto importante ($P = 0.00001$).

Tabla 1.2. Devianza (X^2) producida por el modelo lineal generalizado con distribución binomial para la proporción de tiempo por actividad por temporada de *Urosaurus bicarinatus*

	Gl	X^2	P	%
Temporada	1	2.5607	0.1095	0.01
Actividad	4	13091	0.00001	55.40
Temporada × Actividad	3	280.16	0.00001	1.18
Error	107	10256.0		43.40
Total	115	23,629.7207		

A. parvisocius en temporada de secas (Figura 1.18) presenta las actividades de defensa, descanso, desplazamiento, forrajeo y termorregulación, de estas actividades registradas, dedica más tiempo al forrajeo (66.97%) siendo la actividad con un valor más bajo la defensa (0.26%), además se observó que los organismos casi no se desplazan. En temporada de lluvias (Figura 1.18) no se presentaron las actividades de defensa, sin embargo, se registraron actividades de comportamiento social y reproducción. De acuerdo con el GLM con distribución binomial, se encontró que los organismos destinan más tiempo a la termorregulación (48.66%), incluso este es mayor que en temporada de secas ($P < 0.0001$), seguido del forrajeo que es menor en temporada de lluvias en comparación con la temporada de secas ($p < 0.0001$), el comportamiento social (1%) es la actividad a la que dedican menos tiempo. No se encontraron diferencias entre la proporción de tiempo de las actividades de desplazamiento, reproducción entre temporada de secas y lluvias (Figura 1.18)

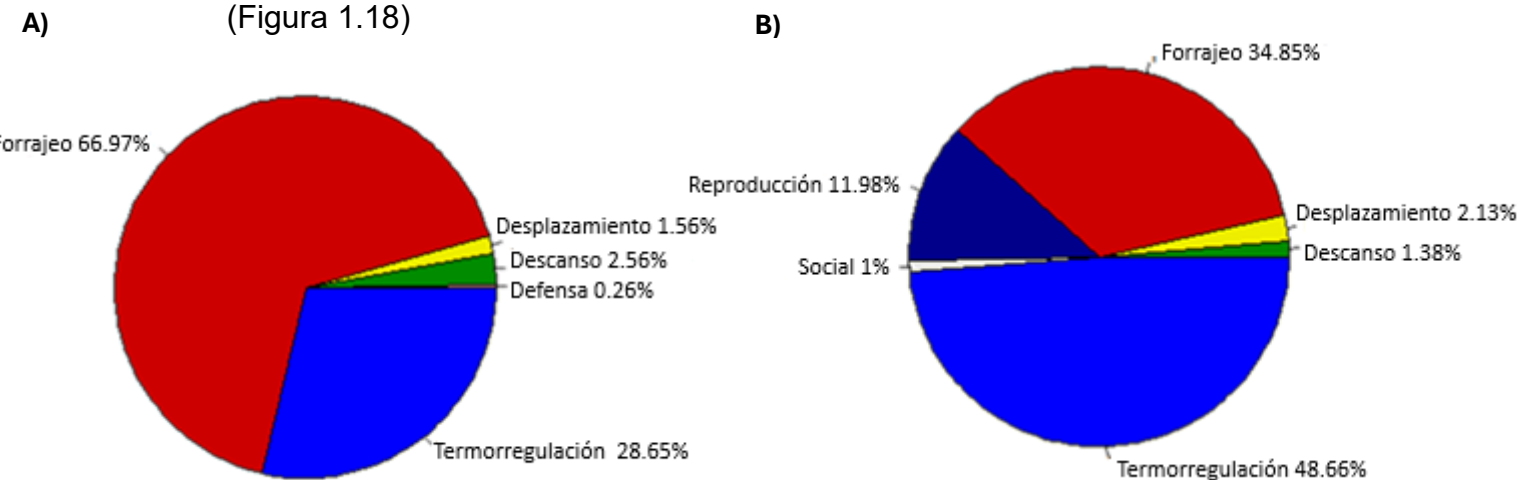


Figura 1.18. Presupuesto de actividad de *Aspidoscelis parvisocius*. A) Temporada de secas. B) Temporada de lluvias

En la tabla de Devianza (Tabla 1.3) para *Aspidoscelis parvisocius* se presentan los factores que influyen en la proporción de tiempo de actividad de la especie, se encontró que la temporada ($P = 0.00001$) y la actividad ($P = 0.00001$) muestran un efecto relevante en la proporción de tiempo que destinan a las actividades, lo mismo sucede con la interacción de la temporada y la actividad ($P = 0.00001$). La actividad es la variable que influye en mayor porcentaje (46.60%) a la proporción de tiempo

Tabla 1.3. Devianza (X^2) producida por el modelo lineal generalizado con distribución binomial para la proporción de tiempo por actividad por temporada de *Aspidoscelis parvisocius*

	gl	X^2	P	%
Temporada	1	44.11	0.00001	0.005
Actividad	5	8905.9	0.00001	46.60
Temporada × Actividad	3	1097.4	0.00001	5.74
Error	129	9063.4		47.42
Total	138	19,110.81		

Para *A. sackii* en ambas temporadas se registraron las actividades de forrajeo, reproducción, desplazamiento, descanso, defensa, termorregulación y comportamiento social. De acuerdo con los GLM con distribución binomial, en temporada de secas (Figura 1.19) la especie presentó un mayor tiempo dedicado al forrajeo (48.28%), seguido de la termorregulación (45.16) y el menor tiempo es destinado al desplazamiento, en la temporada de lluvias (Figura 1.19) aumentó el tiempo dedicado a la reproducción ($p < 0.0001$), en cuanto al desplazamiento, descanso y defensa son las actividades en las que invierten menos tiempo. La termorregulación (39.52%) es una de las actividades más importantes, sin embargo, no hay diferencia entre ambas temporadas ($p = 1.000$), es decir dedican proporciones similares de tiempo a esta actividad en ambas épocas. En las actividades de defensa, descanso no se encontraron diferencias entre temporadas

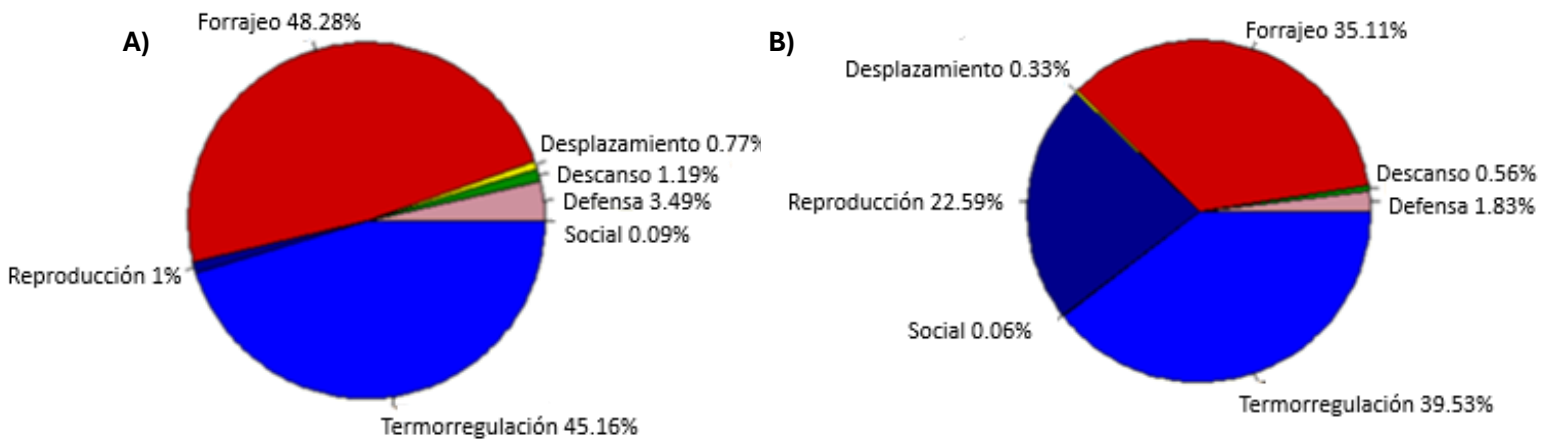


Figura 1.19 Presupuesto de actividad de *Aspidoscelis sackii* A) Temporada seca. B) Temporada de lluvias

En la tabla de Devianza de *A. sackii* (Tabla 1.4) se muestran los factores que afectan la proporción de tiempo de las actividades dedica a las actividades de la especie. Se observa que la temporada ($P = 0.2482$) no muestra un efecto significativo, mientras que la actividad ($P = 0.0001$) si muestra un impacto relevante en la

proporción de tiempo. Además, la interacción entre la temporada y la actividad también muestra un efecto significativo

Tabla 1.4. Devianza (X^2) producida por el modelo lineal generalizado con distribución binomial para la proporción de tiempo por actividad por temporada de *Aspidoscelis sackii*

	GI	X^2	P	%
Temporada	1	1.391	0.2382	
Actividad	5	10454	0.00001	46.47
Temporada × Actividad	6	623.53	0.00001	2.77
Error	128	11146.0		49.55
Total	140	22494		

Se realizaron regresiones entre las variables ambientales (temperatura, velocidad del viento y humedad) y la proporción de tiempo para cada una de las especies en ambas temporadas. Para las dos especies de la familia Teiidae y *Urosaurus bicarinatus* no se encontró una relación entre las variables de la proporción del tiempo de actividad respecto de las variables ambientales en ninguna de las temporadas, sin embargo, para *Sceloporus gadoviae* en temporada de secas (figura 1.20) se encontró que la proporción de tiempo de las actividades que realizan los organismos depende de la temperatura ($P= 0.02$),

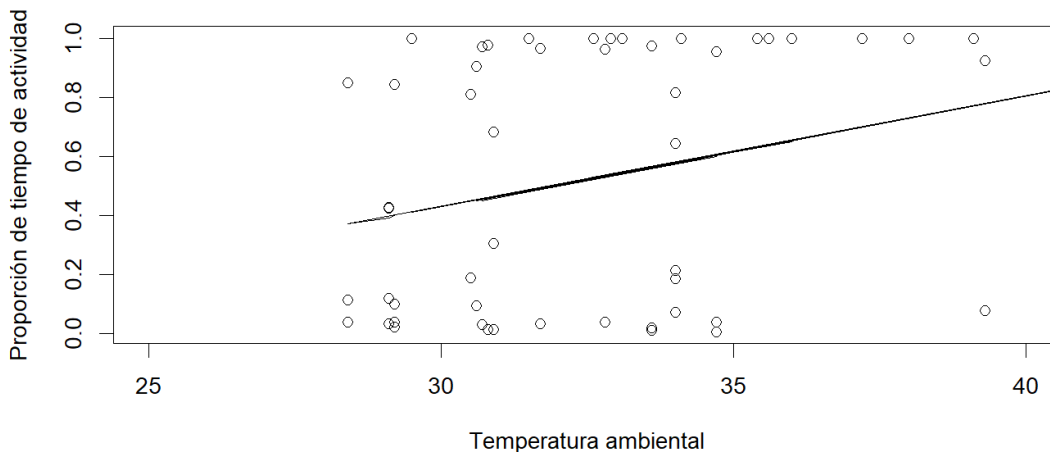


Figura 1.20. Regresión de la temperatura ambiental con la proporción de tiempo para *Sceloporus gadoviae* en temporada de secas

En el caso de la humedad (Figura 1.21) se encontró que conforme esta aumenta, disminuye el tiempo de actividad de los organismos ($P = 0.023$), mientras no se encontró una dependencia del tiempo de actividad en función de la velocidad del viento ($P = 0.06$), en temporada de lluvia no se registró dependencia de la proporción

del tiempo de actividad respecto a alguna de las variables ambientales.

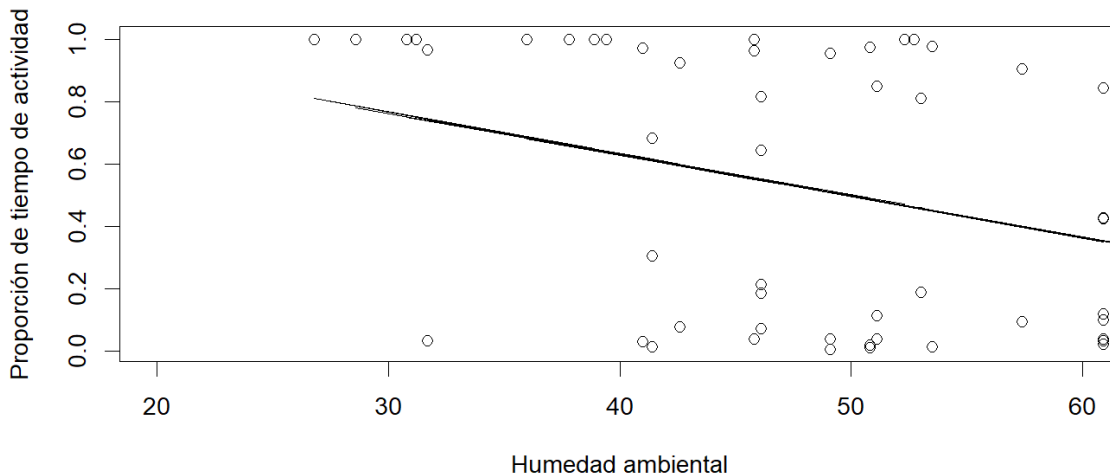


Figura 1.21. Regresión de la humedad con la proporción de tiempo de actividad de *Sceloporus gadoviae* en temporada de secas

AMPLITUD DE NICHOS

La amplitud de nicho temporal (Tabla 1.5) nos indica que, si bien todas las especies tienden a comportarse como generalistas ya que los valores están más cercanos a 1 en ambas temporadas, no todas las especies presentan los mismos valores de amplitud, en el caso de *U. bicarinatus* ($B = 0.78$) y *A. parvisocius* ($B = 0.71$) presentaron mayor amplitud de nicho temporal en la temporada de secas, contrario a lo observado en *A. sackii* cuya amplitud es mayor en época de lluvias ($B = 0.67$), y *S. gadoviae* es la especie que presentó la mayor amplitud y esta es igual en ambas temporadas ($B = 0.78$)

Tabla 1.5 Amplitud de nicho por especie y temporada

Especie	Temporada de secas	Temporada de lluvias
<i>Sceloporus gadoviae</i>	0.78	0.78
<i>Urosaurus bicarinatus</i>	0.78	0.61
<i>Aspidoscelis parvisocius</i>	0.71	0.65
<i>Aspidoscelis sackii</i>	0.60	0.67

SOBREPOSICIÓN DE NICHOS

En el análisis de la sobreposición de nicho temporal por temporadas se observa que durante ambas temporadas (Tabla 1.6) las dos especies de la familia Phrynosomatidae presentan una alta sobreposición, en secas ($O_{jk} = 0.79$) y en

lluvias (0.78) ya que tienen horas de actividad similares, de igual manera, las dos especies de la familia Teiidae presentan una alta sobreposición tanto en temporada de secas (Ojk = 0.84) como de lluvias (Ojk = 0.89). En época de secas la mayor sobreposición se da entre *A. sackii* y *U. bicarinatus* (Ojk= 0.89) que están activas en las mismas horas a lo largo de su periodo de actividad, la menor sobreposición se presenta entre *S. gadoviae* y *A. sackii* (Ojk = 0.52). En lluvias la mayor sobreposición se registró entre las dos especies de *Aspidoscelis* (Ojk = 0.89), mientras que la menor ocurre entre *S. gadoviae* y *A. sackii* (Ojk = 0.15), siendo además el valor más bajo registrado entre las especies del ensamble

Tabla 1.6. Sobreposición de nicho. Temporada de secas (esquina superior derecha), temporada de lluvia (esquina inferior izquierda)

	<i>S. gadoviae</i>	<i>U. bicarinatus</i>	<i>A. parvisocius</i>	<i>A. sackii</i>
<i>S. gadoviae</i>	_____	0.79	0.76	0.52
<i>U. bicarinatus</i>	0.78	_____	0.76	0.89
<i>A. parvisocius</i>	0.81	0.70	_____	0.84
<i>A. sackii</i>	0.15	0.88	0.89	_____

DISCUSIÓN

CICLO DE ACTIVIDAD

En los ciclos de actividad encontramos periodos de actividad unimodales y bimodales, en algunos casos cambiaron dependiendo de la estación del año, las condiciones ambientales también influyeron en estos periodos de actividad.

En este trabajo se encontró que *Sceloporus gadoviae* que presenta un ciclo de actividad bimodal en temporada de secas, en tanto que para la temporada de lluvias cambia a un periodo de actividad unimodal, sin embargo, debido a las limitaciones de las observaciones realizadas, no fue posible llegar a una conclusión definitiva, por lo tanto, se requiere la recopilación de más datos para una conclusión adecuada. Los datos encontrados para *Sceloporus gadoviae* coincide con lo que menciona Grant (1990) para *S. merriami*, de una zona árida de Boquillas en el Parque Nacional de Big Bend, Texas ya que esta especie presenta una combinación de ambos periodos, siendo bimodal en verano y unimodal en primavera, debido a los cambios en la temperatura tanto ambientales como micro ambientales. Las especies presentan un periodo de actividad bimodal cuando las temperaturas son muy altas principalmente al medio día, lo que les ayuda a evitar la deshidratación (García, 2012; Silíceo-Cantero y García, 2015), una vez que las temperaturas comienzan a disminuir por la tarde, los periodos de actividad se incrementan (Foa *et al.*, 1994;

Grimm-Seyfarth *et al.*, 2017). Lo mismo reportaron Telenchev *et al.* (2017) en la región del sureste de Bulgaria, donde la temperatura media anual es de 12.8° C y la más alta es de 23.4° C, para *Pseudopus apodus*, ya que esta especie presenta un periodo de actividad bimodal cuando las temperaturas son altas, y así evitar el calor del medio día y estar activos en horas más frescas, similar a lo observado en *S. gadoviae* en la temporada de secas. Gifford *et al.*, (2012), reportaron para *Ameiva exsul*, localizada en un bosque seco subtropical de las islas de Guana una combinación de patrón unimodal y bimodal, esto permite hasta cierto punto que las lagartijas eviten momentos del día cuando las temperaturas son más inadecuadas y la termorregulación presumiblemente sería más difícil o energéticamente más costosa. Srebek-Araujo *et al.* (2020) mencionan que estos cambios en los patrones de bimodal o unimodal, sugieren plasticidad conductual y fisiológica en respuesta a las diferencias en las temperaturas anuales.

Para *Urosaurus bicarinatus* se encontró que en ambas temporadas la especie presenta un periodo de actividad unimodal, coincidiendo con lo observado por García en 2012, quien reportó que *U. bicarinatus*, *Sceloporus melanorhinus* y a *S. utiformis*, con una alta actividad a mediodía cuando se encuentran las temperaturas más altas, ya que a estas horas se encuentran más cercanas las temperaturas óptimas de las especies. Por otra parte Bejarano-Bonilla y Bernal-Bautista (2019) reportaron que *Anolis hillae*, es una especie arborícola, con un patrón de actividad unimodal y picos máximos de actividad a mediodía cuando las temperaturas ambientales son altas, esto puede atribuirse a que las lagartijas en zonas abiertas están más expuestas a temperaturas ambientales, en tanto que las especies arborícolas habitan zonas sombreadas y se localizan en perchas que las protegen de la exposición directa de la radiación solar ofreciéndoles temperaturas microambientales significativamente menores que las ambientales. De acuerdo con Telenchev *et al.*, (2017), la cobertura vegetal es un factor importante ya que ayuda a evitar la deshidratación, en temporada de lluvia la cobertura es mayor por lo que las protege de los rayos del sol permitiéndoles permanecer activas por más tiempo, esto coincide con lo encontrado en este trabajo para *U. bicarinatus* al ser una especie arborícola se protege principalmente bajo por la cubierta de los árboles, lo que le permite estar activa incluso a medio día, en comparación con las demás especies del ensamble, que disminuye su actividad a esta hora, por lo que *U. bicarinatus* presenta un periodo de actividad unimodal, además, durante la temporada de lluvias, su periodo es más largo que en temporada de secas, debido a que las temperaturas son más bajas.

Así mismo autores como Viera *et al.* (2008) reportan que las lagartijas de la familia Teiidae presentan periodos cortos de actividad, por ejemplo, *Cnemidophorus natio* tienen un periodo de actividad entre 8:00 hrs y 14:00 hrs. el inicio de la actividad coincide con el aumento de la temperatura del aire (29 °C) , y el cese de la actividad se presenta cuando se encuentran las temperaturas máximas (35 °C), sin embargo, también se ha observado que la temperatura del suelo es importante para que los

organismos comiencen y mantengan su actividad. En este trabajo, se observó que las dos especies de la familia Teiidae; *Aspidozelis sackii* y *A. parvisocius* presentan una actividad alta en la mañana y disminuye cuando las temperaturas ambientales aumentan. Por otra parte, Winne y Keck (2004) mencionan que los ambientes donde se presentan temperaturas extremas como los desiertos pueden limitar la actividad de organismos ectotermos, debido a la alta tasa de pérdida de agua, que se incrementa con la temperatura ambiental y actividad de los organismos, encontraron para *A. gularis* y *A. inornata* que los periodos de actividad pueden estar influenciados por una serie de factores adicionales como la cantidad de parejas disponibles, alimento, variables ambientales, etc. En este trabajo se midió la velocidad del viento y la humedad, en el caso de esta última se encontró para *A. sackii* y *A. parvisocius* una correlación negativa entre el periodo de actividad y la humedad, Vicenzi, Ibarquengoytia y Corbalán (2019), mencionan que en organismos ectotermos terrestres las variables ambientales como la humedad, velocidad del viento y temperatura son buenos predictores del periodo de actividad

En este trabajo se registró una mayor temperatura y menor humedad durante la estación seca al tratarse de un bosque tropical caducifolio, en el cual la vegetación pierde la mayoría del follaje durante dicha estación, permitiendo la entrada de los rayos del sol y el aumento de la temperatura, Siliceo-Cantero y García (2015) trabajaron en la Reserva de la Biósfera Chamela-Cuixmala y en la isla San Agustín que pertenece al Santuario de las Islas de la Bahía, ambos sitios localizado en la costa de Jalisco, México, reportaron altas temperaturas y baja humedad para la temporada de secas, mencionan que para las especies insulares como *Anolis nebulosus* las corrientes de aire permiten que las temperaturas disminuyan por lo que pueden permanecer más tiempo activas. Es importante destacar que la actividad debe comenzar en la mañana cuando las temperaturas favorables estén disponibles (Grant y Dunham, 1988), García-de la Peña *et al.*, (2007) menciona que el aumento paulatino de la temperatura del aire y del sustrato conforme avanzan las horas del día determina el orden de aparición de las especies, y las especies que emergen en la mañana tienden a presentar temperaturas más bajas, además la hora de emergencia se retrasa cierto tiempo en las estaciones frías permitiendo que la temperatura aumente. En Santiago Quiotepec, se encontró que todas las especies emergen a la misma hora siendo esta las 8:00 hrs, sin embargo, se observó que, durante su periodo de actividad, no todas las especies presentan la misma abundancia a lo largo de su periodo de actividad ya que para *Sceloporus gadoviae* se registró un mayor número de individuos entre las 8:00 y 9:00 hrs., mientras que para las dos especies de *Aspidozelis* se observó una menor abundancia y esta aumenta en horas posteriores. Siliceo-Cantero y García (2015) mencionan que, en los bosques tropicales caducifolios durante la temporada de secas se registran temperaturas ambientales más altas y una menor humedad. Sin embargo, el aumento de la humedad puede amortiguar las altas temperaturas. En el caso de *A. parvisocius* y *A. sackii* la humedad fue una variable importante en la temporada de lluvias, en esta temporada se registró un mayor porcentaje de

humedad y menor temperatura, por lo que dos especies permanecieron activas un mayor periodo de tiempo en esta temporada.

En este trabajo se encontró que para *Urosaurus bicarinatus*, *Aspidoscelis parvisocius* y *A. sackii* la velocidad del viento está relacionado con la frecuencia de aparición dentro del horario de actividad, Spears *et al.*, (2024) realizaron un experimento con *Podarcis muralis*, en laboratorio expusieron a organismos a tratamiento con viento y sin viento, y reportaron que el viento obliga a las lagartijas a ajustar su presupuesto de actividad, sin embargo, puede ser benéfico si lo utilizan como herramienta termorreguladora. Las lagartijas expuestas al viento tenían más probabilidades de encontrarse en las zonas más cálidas con una temperatura corporal más baja, las lagartijas sin viento tenían temperaturas corporales más altas, otro factor que podría influir son las posturas y la posición de las extremidades para mitigar la pérdida de agua en relación con la exposición a la radiación. Por otra parte, en especies como *Anolis forbesi* (Díaz, 2016) se ha reportado que las variables ambientales tienen gran importancia en su actividad, ya que esta se ajusta en función de la variación estacional y diaria principalmente de la temperatura ambiental, coincidiendo con lo encontrado para las cuatro especies del ensamble estudiadas en este trabajo donde el periodo de actividad se asoció con la temperatura y la humedad. Encontrándose por otra parte se encontró una dependencia de la proporción del tiempo con la temperatura para *Sceloporus gadoviae*, así como una dependencia negativa de la proporción del tiempo con respecto a la humedad, de tal modo que las variables ambientales tienen una influencia en el nicho temporal en las especies.

En este contexto, autores como García (2012), quien analizó aspectos de la termorregulación y actividad en cuatro especies de lagartijas, encontró que las temperaturas ambientales en las que se pueden observar a la mayoría de los organismos, en el caso de *U. bicarinatus* fue de 29.2 °C en promedio, siendo su temperatura óptima por debajo de los 36 °C lo que concuerda con el presente estudio, en las que los valores de temperatura en los que se encuentra activa la especie, están en el intervalo de 27 °C a 38 °C. Srebek-Araujo, Jardim y Costa-Braga (2020) mencionan que para especies de la familia Teiidae, se requieren valores más altos de temperatura en comparación con otras especies, por ejemplo; *Salvator merianae* cuya temperatura varía entre 36.24° ±1.49 °C y en el caso de *S. gadoviae* en este trabajo se encontró que permanece activo en temperaturas de entre los 26 ° y 40 °C. Para *Aspidoscelis parvisocius*, la temperatura de actividad se encuentra entre los 28° y 40 °C, sin embargo, para *Aspidoscelis sackii* la temperatura en la que se están activos oscila entre los 28 ° y 48 °C. En otra especie tropical como *Tropidurus torquatus* se han reportado temperaturas ambientales promedio de 31.5 °C. (Caetano *et al.*, 2020), en especies de zonas áridas como *Sceloporus merriami* se reportó que la especie esta activa a temperaturas promedio de 32.2°C (Grant *et al.*, 1988).

PRESUPUESTO DE ACTIVIDAD

La actividad a la que dedicaron más tiempo las cuatro especies del ensamble es la termorregulación, esto lo hacen para poder obtener energía y realizar otras actividades como forrajeo (Ellinger *et al.*, 2001). A ello, se añade lo mencionado por Gifford, Clay y Powell (2012), quienes encontraron en *Ameiva exsul* tres mecanismos como modos de termorregulación conductual, esto incluye selección de hábitat, cambios en postura y en los tiempos de actividad. En el caso de las cuatro especies, se encontró que una de las actividades altamente llevadas a cabo, fue el forrajeo. Al respecto, autores como, Macip-Rios *et al.*, (2013) reportaron para *Ameiva undulata*, que, durante la temporada de secas, presentan recorridos más largos o bien pueden optar por concentrarse en parches donde existe una mayor disponibilidad de presas debido a que en esta temporada hay una disminución de la diversidad y disponibilidad de presas, por lo que alterna simultáneamente una estrategia de buscador activo, o bien, oportunista (sit and wait “sentarse y esperar”). En el presente trabajo las dos especies del género *Aspidoscelis* dentro de su presupuesto de actividad, dedican un mayor porcentaje de tiempo al forrajeo en temporada de secas comparado con la temporada de lluvia, que coincide con lo reportado por Guzmán, (2021), en temporada de secas comen principalmente hormigas y a pesar de que son presas muy abundantes y están agrupadas, requieren mayor tiempo para buscarlas, sin embargo, en temporada de lluvias se encuentran una mayor abundancia de larvas de lepidóptero y coleópteros, por lo que en menor tiempo pueden obtener el alimento que requieren, es decir, un menor gasto energético.

En este sentido, autores como Jaman *et al.*, (2024) mencionan que cuando la temperatura promedio es baja, lagartos como los varanos (*Varanus bengalensis*), tienden a pasar más tiempo tomando el sol, encontrando, además, que el forrajeo y la locomoción juegan un papel predominante y marcado en la estación de secas. En contraste con el presente estudio, se observó que durante la época de lluvias cuando la temperatura es menor, pero con una mayor humedad en el ambiente, *A. parvisocius* y *A. sackii* dedicaron mayor tiempo a la termorregulación en comparación con la temporada de secas, respecto a la búsqueda de alimento dedican más tiempo a esta actividad en la temporada de lluvias en comparación con la temporada de secas.

Para el presupuesto de actividad de *Sceloporus gadoviae* y *Urosaurus bicarinatus*, el presupuesto de actividad se direccionó principalmente a la termorregulación, y en menor tiempo a otras, como por ejemplo el forrajeo, Watters (2009) señala que, en especies de acecho como *S. jarrovi* y *S. virgatus* no se sabe con certeza si los movimientos que realizan son utilizados específicamente para termorregulación ya que es difícil diferenciar entre estos y otros movimientos aleatorios. Foa, Tasini y Avery (1992) mencionan que los organismos pueden permanecer sin movimiento en la sombra en las horas más calurosas, sin embargo, cuando están expuestos a una mayor radiación solar solo pueden permanecer periodos de tiempo más cortos,

en estos casos donde casi no hay movimiento para poder identificar entre las diferentes actividades que realizan los organismos como comportamiento social, forrajeo, termorregulación, se necesita realizar una interpretación más detallada de la conducta del individuo por lo que se necesita grabar más tiempo. Algo similar sucedió con las dos especies de la familia Phrynosomatidae ya que podían pasar largos periodos de tiempo sin movimiento en la sombra y se podría considerar termorregulación, sin embargo, falta analizar los movimientos específicos para diferenciar de otras actividades, por otra parte, la conducta de desplazamiento fue registrada en un bajo porcentaje en comparación con las demás actividades ya que las dos especies no presentan movimiento.

Watters (2009) reporta para *S. jarrovii* y *S. virgatus* que una de las actividades más frecuentes es la defensa del territorio la cual se manifiesta en movimientos de cabeza y flexiones, además observó diferencias de esta actividad entre adultos y crías ya que los machos grandes no necesitan proteger su territorio solo necesitan mostrar ocasionalmente conductas agresivas. Este autor también reporta para la conducta de desplazamiento que está asociado a otros comportamientos, como búsqueda de alimento, selección de perchas, escapar de depredadores, entre otras. En este trabajo, *S. gadoviae* presentó conductas de defensa de territorio, sin embargo, se encontró que dedican poco tiempo a esta conducta.

Lewis y Saliva (1987), consideran que *Ameiva exsul* no es una especie territorial, esta ausencia de territorialidad en esta especie y en Teiidos se ha atribuido a su hábito de vivir en el suelo y a su estilo de búsqueda de alimento que interfiere con la detección de intrusos, aunque un área podría defenderse eficazmente, puede no contener los recursos suficientes por lo que podría ser un territorio no económico. En Santiago Quiotepec, para las dos especies de *Aspidoscelis*, la defensa fue una actividad poco frecuente, con un 0.26 % en *A. parvisocius* durante la temporada de secas y sin registro en la temporada de lluvias, para *A. sackii* representó un 3.49 % en temporada de secas y 1.83 % en temporada de lluvias, como se mencionó anteriormente, estas especies no defienden activamente su territorio, y la defensa solo se observa cuando se encuentran con otro organismo durante otras actividades como el forrajeo o la termorregulación.

AMPLITUD DE NICHOS

De acuerdo con García-de la Peña (2007) la amplitud de nicho de *Uta steynegeri* y *U. exsul* es mayor que la de *Aspidoscelis marmorata* esto puede deberse a que *A. marmorata* presenta un forrajeo activo por lo cual necesita mayores temperaturas ambientales para alcanzar su temperatura de actividad, lo que hace que esté activo menor tiempo en comparación con las especies de forrajeo pasivo como *U. steynegeri* y *U. exsul* que no requieren temperaturas ambientales muy elevadas para alcanzar y mantener temperatura de actividad, esto les permite mantenerse activas durante periodos más largos en el día. En el presente trabajo las dos especies de la familia Phrynosomatidae muestran una mayor amplitud de nicho temporal en

comparación con las dos especies del género *Aspidoscelis*, se observa que *S. gadoviae* y *U. bicarinatus* presentan un forrajeo pasivo por lo que no requieren temperaturas muy altas, En el caso de *S. gadoviae*, se ha registrado una temperatura de $31.5 \pm 3^{\circ}\text{C}$ (Woolrich-Piña *et al.*, 2012), para *U. bicarinatus* se han registrado temperaturas de $34.6 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ (Lemos-Espinal *et al.*, 1997), por lo que pueden permanecer activos durante periodos de tiempo más prolongados, en contraste en el género *Aspidoscelis* se han registrado temperaturas más altas, por ejemplo en *A. parvisocius* se han registrado temperaturas de $37.16 \pm 0.40^{\circ}\text{C}$ (Woolrich-Piña *et al.*, 2011), por lo que los *Aspidoscelis* están activos menos horas a lo largo de su periodo de actividad.

SOBREPOSICIÓN DE NICHOS

Las lagartijas que viven en los mismos ambientes generalmente se separan en uno o más de los ejes de nicho: tiempo, espacio o alimento, en el caso de la familia Teiidae se ha observado que es probable que interactúen directa o indirectamente debido a las grandes áreas que cubren mientras buscan alimento, ya que son forrajeadores activos por lo que recorren más áreas, por lo que presentan nichos similares (Vitt *et al.*, 2008), en este trabajo se encontró para las dos especies de la familia Teiidae una alta sobreposición tanto en temporada de secas como en lluvias, esto es debido a que ambas presentan el mismo tipo de forrajeo por lo que las dos especies tienen requerimientos térmicos similares. Gordon, Dickman y Thompson (2010) mencionan que el propósito de la repartición de nicho temporal reduce la competencia entre especies lo que permite la coexistencia entre organismos. Agarwal, Goyal y Qureshi (2015) mencionan que en especies diurnas como *Bufo* y *Trapelis* y especies de geckos presentan el mismo uso de hábitat y coexisten dentro de los mismos microhábitats, sin embargo, están separadas por una división en los picos de actividad. En el ensamble analizado, se encontró que *Sceloporus gadoviae* puede llegar a ocupar los mismos microhábitats que *Urosaurus bicarinatus*, además presentan el mismo tipo de forrajeo que es de acecho, sin embargo, hay diferencia en los picos de actividad pues no son iguales en ambas especies. En el caso de *U. bicarinatus* y *Aspidoscelis sackii* presentaron una alta sobreposición de nicho temporal, ya que mostraron actividad en las mismas horas, sin embargo, ocupan diferentes microhábitats, por lo que están expuestos a distintas temperaturas y niveles de radiación solar. Filogonoio *et al.*, (2010) encontraron para *Tropidurus monatus* y *T. hispidus* una alta sobreposición de nicho debido a que ambos tienen patrones similares de uso de microhábitat. En las dos especies de *Aspidoscelis* presentaron una alta sobreposición de nicho en ambas temporadas ya que son especies que se encuentran en el mismo microhábitat y además también presentan una alta sobreposición en el nicho de alimento (Guzmán, 2021), por lo que también comparten el nicho temporal.

CONCLUSIONES

- *Urosaurus bicarinatus* y *Aspidoscelis sackii* presentan un periodo de actividad unimodal en ambas temporadas, *Sceloporus gadoviae* presenta un periodo de actividad bimodal en temporada de secas y unimodal en temporada de secas y *A. parvisocius* presenta un periodo de actividad bimodal en ambas temporadas.
- La actividad a la que dedican más tiempo *S. gadoviae* y *U. bicarinatus* en ambas temporadas es la termorregulación, *A. parvisocius* y *A. sackii* en temporada de secas dedican más tiempo al forrajeo y en lluvias a la termorregulación.
- Las cuatro especies del ensamble son generalistas en el nicho temporal
- *U. bicarinatus* y *A. sackii* presentan una alta sobreposición de nicho temporal en ambas temporadas. La menor sobreposición de nicho la presenta *A. sackii* y *S. gadoviae*.
- La temperatura se relacionó con la frecuencia de aparición en el periodo de actividad de *S. gadoviae* en temporada de secas, con *A. sackii* en temporada de lluvias y con *A. parvisocius* en ambas temporadas; la humedad se relacionó con la frecuencia de actividad de *A. parvisocius* y *A. sackii* en temporada de lluvias y la velocidad del viento se relacionó con la frecuencia de actividad de *U. bicarinatus* y *A. sackii* en temporada de lluvias

REFERENCIAS

- Agarwal I., S. P. Goyal y Q. Qureshi (2015), Lizards of the thar desert. Resource partitioning and community composition. *Journal of Arid Environments*, 118, 58-64.
- Bejarano-Bonilla D.A., y M. H. Bernal-Bautista. (2019). Patrón de actividad diaria y de temperaturas ambientales y microambientales en una población de la lagartija endémica colombiana *Anolis huilae* (Squamata, Dactyloidae). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 43(166), 38-43.
- Belliure J., L. M. Carrascal y A. J. Díaz (1996). Covariation of thermal biology and foraging mode in two mediterranean lacertid lizards. *Ecology*, 77(4), 1163-1173.
- Braña, F. (1991). Summer activity patterns and thermoregulation in the wall lizard, *Podarcis muralis*. *Herpetology Journal*, 1, 544-549
- Burke, R. L. y S. E. Ner (2005). Seasonal and diel activity patterns of Italian wall lizards, *Podarcis sicula campestris*, in New York. *Northeastern Naturalist*, 12(3), 349-360.
- Bustos-Zagal M. G., J. Manjarrez, y R. Castro-Franco (2013). Uso de microhábitat y termorregulación en *Sceloporus horridus horridus* (Wiegmann 1939). *Acta Zoológica Mexicana*, 29(1), 153-163.
- Caetano G. H. O., J. Santos, L. B. Godinho L. B., V. H. G. L. Cavalcante, L. M. Diele-Viegas, P. H. Campelo y B. R. Sinervo (2020). Time of activity is a better predictor

of the distribution of a tropical lizard than pure environmental temperatures. *Oikos*, 129(7), 953-963.

Canseco-Márquez L. y M. G. Gutiérrez Mayén. (2010). Anfibios y reptiles del valle de Tehuacán- Cuicatlán. Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fundación para la Reserva de la Biosfera Cuicatlán A. C. y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 302 pág.

Carbajal-Márquez R. A. y G. E. Quintero-Díaz. (2016). Poblaciones nuevas de *Sceloporus goldmani* (Squamata: Phrynosomatidae), especie considerada extinta. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 1395-1398.

Carpenter C. (1960). Aggressive behaviour and social dominance in the six-lined racerunner (*Cnemidophorus sexlineatus*). *Animal Behaviour*, 8, 61-66.

CONAGUA. (2016). Comisión Nacional del Agua. Recuperado en diciembre de 2023 de <https://smn.conagua.gob.mx/tools/RECURSOS/Mensuales/oax/00020096.TXT>

Costa H. C., L. O. Drummond, J. F. R. Tonini y J. Zaldívar-Rae (2013). *Kentropyx calcarata* (Squamata: Teiidae): Mating behavior in the wild. *North-Western Journal of Zoology*, 9(1), 198-200.

Crawley, M. J. (2013). *The R Book* (2nd ed.). John Wiley & Sons

De Andrade Lima J. H., M. A. T. De Oliveira, M. E. De A. Almeida, P. M. De A. Oliveira, A. V. A. De Mello, Í. T. F. De Sousa y M. N. De C. Kokubum (2022). Short-term movement is different in two syntopic *Tropidurus* (Squamata, Tropiduridae) species in a semiarid habitat. *Journal of Natural History*, 56(45), 1997-2010.

Dias E. J. R. y C. F. D. Rocha. (2004). Thermal ecology, activity patterns, and microhabitat use by two sympatric whiptail lizards (*Cnemidophorus abaetensis* and *Cnemidophorus ocellifer*) from northeastern Brazil. *Journal of Herpetology*, 38(4), 586-588.

Díaz M. C. A. (2016). Ecología térmica y uso del microhábitat de una población de *Anolis forbesi* (Squamata: Dactyloidae) en un matorral rosetófilo de Tecali de Herrera, Puebla. (Tesis licenciatura). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Donihue C. M. (2016). Aegean wall lizards switch foraging modes, diet, and morphology in a human-built environment. *Ecology and Evolution*, 6, 7433-7442.

Ellinger N., G. Schlatte, N. Jerome y W. Hold (2001). Habitat use and activity patterns of the Neotropical Arboreal Lizard *Tropidurus* (=Uracentron) azures werneri (Tropiduridae). *Journal of Herpetology*, 35(3), 395-402.

Foa A., G. Tocasini y R. Avery. (1992). Seasonal and diel cycles of activity in the ruin lizard, *Podarsi sícula*. *Herpetological Journal*, 2, 86-89.

- Foa A., G. Monteforti, L. Minutini, A. Innocenti, C. Quagliari y M. Flamini (1994). Seasonal changes of locomotor activity patterns in ruin lizards *Podarcis sicula*. *Behavior Ecology Sociobiology*, 34, 267-274.
- Foà A. y C. Bertolucci (2001). Temperature cycles induce a bimodal activity pattern in Ruin lizards: Masking or clock-controlled event? A seasonal problem. *Journal of Biological Rhythms*, 2(16), 574-584.
- Fenner, A. L. y C. M. Bull. (2007). Short-term impact of grassland fire on the endangered pygmy bluetongue lizard. *Journal of Herpetology*, 272, 444-450.
- Filogonio R., F. S. Del Lama, L.L. Machado, M. Drumond, I. Zanon, N. A. Mezzetti, y C. A. B. Galdino (2010). Daily activity and microhabitat use of sympatric lizards from Serra do Cipò, southeastern Brazil. *Iheringia, serie zoológica*, 100(4), 336-340.
- García A. (2012). The use of hábitat and time by lizards in a tropical deciduous forest in western Mexico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 43(2), 107-115
- García-de la Peña C., H. Gadsden, A. J. Contreras- Balderas, y G. Castañeda. (2007). Ciclos de actividad diaria y estacional de un gremio de saurios en las dunas de arena de Viesca, Coahuila, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78(1), 141-147.
- García-de la Peña C., H. Gadsden, R. Palomo Ramos, A. B. Gatica-Colima, P. A, Lavín-Mauricio y G. Castañeda (2012). Spatial segregation of microhabitats within a community of lizards in Medanos de Samalayuca, Chihuahua, Mexico. *The southwestern naturalist*, 57(4), 430-434.
- Gifford M. E., T. A Clay y R. Powell (2012). Habitat use and activity influence thermoregulation in a tropical lizard, *Ameiva exsul*. *Journal of Thermal Biology*, 37, 496-501
- Grant B. W. y Dunham A. E. (1988). Thermally imposed time constraints on the activity of the desert lizard *Sceloporus merriami*. *Ecological Society of America*, 69(1), 167-179.
- Grant B. (1990). Trade-offs in activity time and physiological performance for thermoregulation desert lizards, *Sceloporus merriami*. *Ecology*, 71(6). 2323-2333.
- Grimm-Seyfarth A., M. Jean-Baptiste y K. Henle (2017). Too hot to die? The effects of vegetation shading on past, present, and future activity budgets of two diurnal skinks from arid Australia. *Ecology and Evolution*, 6804-6812.
- Gómez B. A., C. A. Mastachi, A. S, Velázquez, J. L. Rheubert y O. Hernández (2021). Spatial-Temporal activity patterns of the mexican plateauhorned lizard in a natural protected area. *Journal of Herpetology*, 55(3), 271-278

Gordon C. E., C. R. Dickman y M. B. Thompson (2010). Partitioning of temporal activity among desert lizards in relation to prey availability and temperature. *Austral Ecology*, 35, 41-52.

Guzmán, M.A. (2021). Ecología trófica de un ensamble de lagartijas en un bosque tropical caducifolio al noroeste de Oaxaca. (Tesis licenciatura) Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Hatano F. H., D. Vrcibradic, C. A. B. Galdino, M. Cunha-Barros, C. F. Rocha y S. Van. (2001). Thermal ecology and activity patterns of the lizard community of the restinga of Jurubatiba, Macaé, RJ. *Brazilian Journal of Biology*, 61(2), 287-294.

Hurlbert, S. H. (1978). The measurement of niche overlaps and some relatives. *Ecology*, 59, 67-77.

Jaman M. F., S. Ahmed, S. Hossain y M. F. Rabbe (2024). Activity budget of Bengal Monitor *Varanus bengalensis*: Effect of daytime, season, age and temperature. *Heliyon*, 10(7).

Jaramillo L. V. y M. E. González. (1983). Análisis de la vegetación arbórea en la provincia florística de Tehuacán-Cuicatlán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 45, 49-64.

Lattanzio M. S. y T. C. LaDuke (2012). Microhabitat use and activity budgets of Emerald Basilisk (*Basiliscus plumifrons*) in Northeast Costa Rica. *Copeia*, 3, 465-471.

Lemos-Espinal, J. A., G. R. Smith y E. B. Royce (1997). Temperature relationships of the tropical tree lizard (*Urosaurus bicarinatus*) from the Cañón del Zopilote Guerrero, México. *Herpetological Journal*, 7, 26-27.

Lewis A. R. y J. E. Saliva (1987). Effects of sex and size on home range, dominance, and activity budgets in *Ameiva exsul* (Lacertilia: Teiidae). *Herpetological*, 43(3), 374-383

Lister B., C. y A. A. Garcia (1992). Seasonality, predation, and the behavior of a tropical mainland anole. *Journal of Animal*, 61, 717- 733.

Macíp-Ríos R., S. López-Alcaide y A. Muñoz-Alonso (2013). Abundancia, uso de hábitat, microhábitat y hora de actividad de *Ameiva undulata* (Squamata: Teiidae) en un paisaje fragmentado del Soconusco chiapaneco. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84, 622-629.

Pérez J. y K. Balta. (2007). Ecología de la comunidad de saurios diurnos de la Reserva Nacional de Paracas, Ica, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 13(3), 169-176.

Pérez-Negrón E. y A. Casas (2007). Use, extraction rates and spatial availability of plant resources in the Tehuacán- Cuicatlán Valley, México: The case of Santiago Quiotepec, Oaxaca. *Journal of Arid Environments*, 70 (2), 356- 379.

Pianka E. A. (1970) Comparative autoecology of the lizard *Cnemidophorus tigris* in different parts of its geographic range. *Ecology*, 51, 703–720.

Pianka E. R. (1973). The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 53-74

Pianka E. R., L. J. Vitt, N. Pelegrin, D. B. Fitzgerald y K. O Winemiller. (2017). Toward a Periodic Table of Niches or Exploring the lizard Niche Hypothesis. *The American Naturalist*, 190(5), 601-616.

R Core Team (2023). R: A Language and Environment for statistical Computing. <https://www.R-project.org/>

Saldaña-Rivermar T., M. G. Gutiérrez-Mayén y H. R. Eliosa-León. (2016). Nicho Trófico de una población de *Aspidoscelis parvisocius* (Squamata: Teiidae) en Santiago Quiotepec, Oaxaca. Pp. 25-27. En: Gutiérrez- Mayén, M. G., Ramírez -Bautista, A. y Pineda-Arredondo (eds). *Ecología y conservación de anfibios y reptiles de México*. Sociedad Herpetológica Mexicana A. C., y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Siliceo-Cantero H. H. y A. García. (2015). Actividad y uso del hábitat de una población insular y una continental de lagartijas *Anolis nebulosus* (Squamata: Polychrotidae) en un ambiente estacional. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86, 406-411.

Spears S., C. Pettit, S. Berkowitz, S. Collier, C. Colwell, E. H. Livingston, W. McQueen, P.L. Vaughn, B. L. Bodensteiner, V. Leos-Barajas y E. J. Gangloff (2024). Lizards in the wind: The impact of wind on the thermoregulation of the common wall lizard. *Journal of Thermal Biology*, 121.

Srebek-Araujo A. C., L. Guimarães y D. Costa-Braga. (2020). Activity pattern of the Black-and-White Tegu, *Salvator merianae* (Squamata, Teiidae), in an Atlantic Forest remnant in southeastern Brazil. *Herpetology notes*, 13, 93-99.

Taylor J. A. (1986). Food and foraging behavior of the lizard *Ctenotus taeniolatus*. *Australian Journal of Herpetology*, 11, 49-54.

Telenchev I., D. Simeonovska-Nikolova y R. Tzonev (2017). Habitat use and activity of European glass lizard *Pseudopus apodus* (Pallas, 1775), in southeastern Bulgaria. *Turkish Journal of Zoology*. 41, 286-293.

Valdez V. J. (2013). *Ecología térmica y uso de microhábitat de Sceloporus hunsakeri y Sceloporus licki* (Sauria: Prynomatidae) en la región del Cabo Baja California Sur. (Tesis de maestría). Centro de investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.

Van Sluys, M. (1992). Aspectos da ecologia do lagarto *Tropidurus itambere* (Tropiduridae), em uma área do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biología*, 52(1), 181-185.

Velásquez J., L. A. González y A. Prieto. (2011). Thermal ecology and activity patterns of the lizard *Anolis onca* (Squamata: Polychrotidae) in araya peninsula, Venezuela. *Revista multidisciplinaria del consejo de investigación de la Universidad de oriente*. 23(1), 5-12.

Vicenzi, N., N. Ibarzüengoytía, V. Corbalan. (2019). Activity Patterns and Thermoregulatory Behavior of the Viviparous Lizard *Phymaturus palluma* in Aconcagua Provincial Park, Argentine Andes. *Herpetological Conservation and Biology*, 14(2), 337-348.

Vitt L. J., G. R. Colli, J. P. Caldwell, D. O. Mesquita, A. A. Garda y F. G. R. Franca (2008). Detecting variation in microhabitat use in low-diversity lizard assemblages across small-scale habitat gradients. *Journal Herpetology*. 41(4), 654-663

Vieiria P. L., C. F. Duarte, S. E. Pavan y S. L. Mendes (2008). Activity and microhabitat use by the endemic whiptail lizard, *Cnemidophorus nattereri* (Teiidae), in a restinga habitat (Setiba) in the state of Espírito Santo, Brazil. 3(2), 89-95

Watters J. L. (2009). Daily activity budgets for neonate and adult *Sceloporus jarrovi* and adult *Sceloporus virgatus* in southeastern Arizona. *Journal of Herpetology*, 43(4): 665- 675

Winne C. T. y M. B. Keck. (2004). Daily activity patterns of Whiptail Lizards (Squamata: Teiidae: *Aspidoscelis*): a proximate response to environmental conditions or an endogenous rhythm? *Functional Ecology*, 18, 314-321.

Woolrich-Piña, G. A y G. R. Smith y K. Lemos Espinal (2011). Body temperatures of two species of *Aspidoscelis* from Zapotitlán Salinas, Puebla, Mexico. *Herpetology Notes*, 4, 387-390.

Woolrich-Piña, G. A y J. A. Lemos-Espinal, G. R. Smith, L Oliver-López, F. Corre-Sanchez, T. A. Altamirano-Álvarez, R. Montoya-Ayala (2012). *Phyllomedusa*, 11(1), 21-27.

Zaluar H. L. T y C. F. D Rocha (2000). Ecology of the wide-foraging lizard *Ameiva ameiva* (Teiidae) in a sand dune habitat of southeast Brazil: Ontogenetic, sexual and seasonal trends in food habits, activity, thermal biology and microhabitat use. *Ciência e Cultura*, 52(2), 101-107.

CAPÍTULO 2: USO DE MICROHÁBITAT

INTRODUCCIÓN

Las comunidades de lagartijas suelen mostrar una división de recursos en tres dimensiones; espacial, trófica y temporalmente (Howard y Hailey, 1999). La ecología espacial revela como los organismos responden a los riesgos de depredación, interacciones conespecíficas y la heterogeneidad espacial en la distribución de recursos y la temperatura, todo afectando la aptitud de los individuos (Rowe, *et al.*, 2019). La mayoría de las comunidades de reptiles suelen dividir el recurso espacial, en una amplia variedad de hábitats (Rouag, *et al.*, 2007), específicamente el uso de microhábitats ha recibido gran atención por los ecólogos de lagartijas (Adolph, 1990), ya que, dada su sensibilidad a los cambios ambientales y su dependencia térmica, estos organismos son de particular interés para estudiar la selección de nichos y microhábitats (Prieto-Ramírez, *et al.*, 2018). El uso de microhábitat se refiere a la manera en que un animal usa el espacio disponible en su ambiente, este es utilizado como refugio ante condiciones adversas y depredadores, para forrajear, anidar y reproducirse (Porto, 2021), no es posible utilizar todos los microhábitats simultáneamente, deben darse compensaciones entre actividades como la termorregulación, búsqueda de alimento, las interacciones sociales y evitar depredadores (Rowe, *et al.*, 2019). Las características del microhábitat son importantes ya que influyen sobre las estrategias de supervivencia y la conducta de las especies (García- De La Peña, *et al.*, 2007) por lo cual los animales tienen preferencia por ciertos microhábitats, resultando en abundancias relativamente más altas en ciertos microhábitats y menor en otros (Porto, 2021). El uso de microhábitats puede ser influenciado por el tamaño, morfología, temperatura, distribución de las presas, interacciones sociales, competencia intraespecífica e interespecífica, abundancia de depredadores, preferencias por sustratos particulares, alturas de las perchas, densidad de vegetación u otros aspectos de la estructura del hábitat, estos factores pueden incrementar la supervivencia y la oportunidad de éxitos de apareamiento (Adolph, 1990; García-De La Peña, *et al.*, 2012). Estas múltiples influencias dan como resultado que muchas especies tengan requisitos de microhábitats bastante específicos hasta el punto de que las especies puedan presentar densidades reducidas si este microhábitat disminuye (Kerr, *et al.*, 2003).

Para lagartijas, las diferencias de temperatura entre los microhábitats es importante ya que les permite aumentar su temperatura corporal, sin embargo las condiciones térmicas varían entre los distintos microhábitats, por ejemplo, durante el medio día, los microhábitats terrestres son más calientes que los microhábitats arbóreos (Valdez, 2013), esto ocasiona que distintas especies busquen los mismos microhábitats para poder termorregular, en algunos casos para poder reducir la posible competencia, algunas especies modifican su periodo de actividad y el uso de los distintos microhábitats a lo largo del día (Bustos-Zagal, *et al.*, 2013). En *Sceloporus graciosus* y *S. occidentalis*, se ha observado que el comportamiento de

termorregulación parece ser un determinante importante del uso del microhábitat, por lo que en este caso la biología térmica restringe los patrones de uso de diferentes microhábitats (Adolph, 1990). En el caso de especies del género *Anolis*, reflejan diferentes preferencias de temperatura, por lo tanto, los requisitos de termorregulación podrían restringir especies similares a patrones similares de uso de microhábitat o pueden promover diferencias de microhábitat si las especies tienen diferentes preferencias térmicas (Grover, 1996).

Las lagartijas son eficientes termorreguladores, sus diferentes mecanismos de termorregulación dependen de la selección de microhábitat con diferentes condiciones climáticas, por ejemplo, en un estudio realizado con *Podarcis guadarramae*, los microhábitats seleccionados dependieron de la velocidad del viento y la temperatura (Ortega y Pérez-Mellado, *et al.*, 2016).

La abundancia de lagartijas que habitan en las rocas se pueden predecir por la disponibilidad de alimento, las necesidades de evitar depredadores, y restricciones termorreguladoras (Hedman, *et al.*, 2021) por ejemplo, *Lacerta monticola*, se encuentra en microhábitats rocosos, ya que estos cuentan con una alta disponibilidad de grietas, lo que evita el riesgo de depredación mientras realiza otras actividades, por lo que la selección de una distancia adecuada al refugio durante el asoleo es importante, principalmente en la mañana cuando el rendimiento locomotor es bajo (Martín y Salvador, 1995). *Platysaurus intermedius*, *Agama kikij*, *Mabuya quinquetaeniata*, *M. varia*, *M. striata* son especies de lagartijas que viven en microhábitats rocosos, y entre estos microhábitats existen diferencias, por ejemplo, el tipo de roca ocupada, tamaño, forma, número de grietas, cercanía a otras rocas, y cobertura vegetal, haciendo que el traslape de nicho disminuya (Howard y Hailey, 1999).

En los microhábitats que seleccionan los organismos, algunas especies toman mejores decisiones, por ejemplo los geckos de terciopelo (*Oeduras monelis*) eligen un subconjunto de rocas para refugiarse en función del tamaño, el sustrato y las rocas adecuadas para poder termorregular (Kerr, *et al.*, 2003), las lagartijas cornudas (*Prhynosoma*), prefieren microhábitats abiertos, ya que así pueden emboscar a sus presas e incrementar su eficiencia de forrajeo, además este tipo de microhábitats les permiten termorregular, sin embargo las horas de mayor temperatura pueden ser perjudiciales pues aumenta su temperatura corporal (Delaney, 2016). En el caso de las lagartijas arbóreas exhiben capacidades de termorregulación más limitadas que las lagartijas que viven en zonas abiertas (Souza, *et al.*, 2018).

En este trabajo se busca analizar el uso de microhábitat de un ensamble de lagartijas (*Sceloporus gadoviae*, *Urosaurus bicarinatus*, *Aspidoscelis sackii*, *A. parvisocius*) en un bosque tropical caducifolio, determinando cuales son los microhábitats más usados en temporadas de lluvias y secas, evaluando además la amplitud y sobreposición en ambas temporadas

El trabajo se realizó en Santiago Quiotepec, Oaxaca, zona en la que se han registrado varias especies de lagartijas: *Phyllodactylus bordai*, *Basiliscus vittatus*, *Hemidactylus frenatus*, *Ctenosaura acanthura*, *Iguana iguana*, *Sceloporus horridus*, *Sceloporus jalapae*, *Scincella silvícola* (Canseco- Márquez y Gutiérrez- Mayén, 2010), sin embargo, el ensamble de estudio está integrado por cuatro especies, dos pertenecientes a la familia Phrynosomatidae (*Sceloporus gadoviae* y *Urosaurus bicarinatus*) y dos a la familia Teiidae (*Aspidoscelis parvisocius* y *A. sackii*), ya que estas cuatro especies tienen una alta abundancia en la zona.

MATERIAL Y MÉTODOS

MUESTREO

El trabajo de campo se llevó a cabo entre abril y septiembre de 2023, para abarcar la temporada de secas se realizaron los muestreos en los meses de abril a junio y la temporada de lluvias en los meses de julio a septiembre. La toma de datos se realizó durante siete días, mediante una búsqueda intensiva de 8:00 a 18:00 hrs.

Los organismos observados se identificaron por medio de las claves de Canseco- Márquez y Gutiérrez- Mayén (2010). Se registraron los microhábitats donde se observaron los organismos (rocas, arbustos, árboles, troncos, suelo, ramas). Se realizaron cuadrantes de 5x5m tomando como centro el punto donde se encontró a las lagartijas, posteriormente se registraron datos de la estructura del hábitat siguiendo las propuestas de Martín y López (1998); Lujan (2021) con modificaciones, para ello se tomó el ancho y largo de la vegetación que cubría el suelo, rocas, suelo desnudo, hojarasca, ramas secas y posteriormente se obtuvo el porcentaje de cada una de estas. Posteriormente se tomó la altura de la percha que es la medida entre el suelo y el punto donde se observó al organismo. Se tomaron variables ambientales a nivel microhábitat: temperatura, velocidad del viento y humedad con una estación climática portátil Kestrel modelo 3000. Por último, se tomó la cantidad de luz mediante la aplicación physics toolbox suite.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para determinar las posibles diferencias entre el uso de microhábitat de cada una de las especies entre temporadas, se usó un modelo lineal generalizado con distribución Poisson. El uso de microhábitat se representó mediante gráficas de mosaico.

Para determinar si había diferencias entre la cobertura de los microhábitats en cada temporada, se realizó un modelo lineal generalizado con distribución binomial. Con las variables de luminosidad, altura de la percha, velocidad del viento, temperatura y humedad del microhábitat, se realizó un análisis de correspondencia canónica para determinar cuáles son las variables que más influyen en la selección de microhábitat para cada una de las especies entre temporadas (Venegas, 2003).

Para cada especie y en cada temporada (secas y lluvias), se obtuvo la amplitud de nicho espacial mediante el índice de Levin's estandarizado por Hulbert (1978)

$$B = \frac{1}{\sum p_j^2}$$

$$p_j = \frac{N_j}{Y}$$

$$B_s = \frac{B - 1}{n - 1}$$

Donde:

p_j = Proporción de individuos de una especie en un tipo de microhábitat j

N_j = Número de individuos de una especie encontrados en los microhábitats

Y = Número total de individuos

B_s = Índice estandarizado de Levin's

n = Número de microhábitat usados

El traslape de nicho espacial entre las especies del ensamble, se calculó mediante el índice de Pianka (1973)

$$o_{jk} = \frac{\sum p_{ij} p_{ik}}{\sqrt{\sum p_i^2 \sum i_k^2}}$$

Donde:

p_{ij} =Proporción del recurso i es el total de microhábitats usados por la especie j entre el total de microhábitats usados por la especie j más k.

p_{ik} = Proporción del recurso i, es el total de microhábitats usados por la especie k entre el total de microhábitats usados por la especie j más k.

N = número total de recurso

Los recursos para este caso son los tipos de microhábitat

Los valores del índice van de 0 a 1 donde, 0 indica que no existe traslape de la dimensión evaluada, y un valor de 1 indica que el traslape es máximo.

RESULTADOS

USO DE MICROHÁBITAT

Se obtuvieron un total de 413 registros de organismos, teniendo para *Sceloporus gadoviae*, 100 registros, 50 en temporada de secas y 50 en temporada de lluvias; para *Urosaurus bicarinatus*, se obtuvieron 104 registros, 50 en temporada de secas y 54 en temporada de lluvias; para *Aspidoscelis sackii*, se obtuvieron 110 registros 50 en temporada de secas y 60 en lluvias; para *A. parvisocius* se obtuvieron 99 registros, 51 en temporada de secas y 48 en lluvias.

En el caso de *Sceloporus gadoviae* (Figura 2.1), en ambas temporadas se registró el uso de cuatro microhábitats, destacando los árboles y rocas como los más utilizados tanto en temporada de secas como en temporada de lluvias. Las rocas son utilizadas de igual manera en ambas temporadas ($P= 0.33$) al igual que los árboles ($P=0.38$) por lo que no hubo diferencias en el uso de microhábitats entre épocas. Los microhábitats menos utilizados por la especie son los troncos y el suelo.

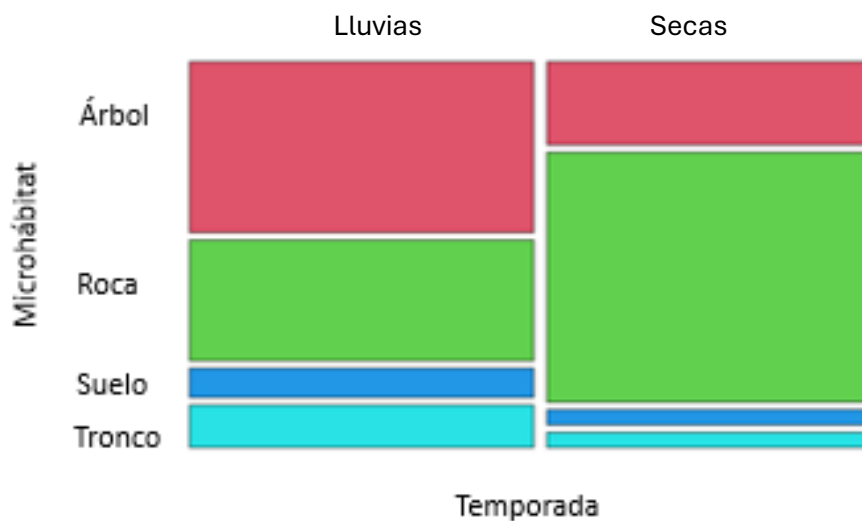


Figura 2. 1. Uso de microhábitat de *S. gadoviae* en cada temporada.

Para el caso de *Urosaurus bicarinatus* en temporada de lluvias se encontró que utilizan dos microhábitats y tres en temporada de secas. Tanto en lluvias ($P=0.001$) como en secas ($P=0.0001$) los árboles son el microhábitat más usado en comparación con los troncos, para la temporada de lluvias solo se encontró un organismo en una roca.

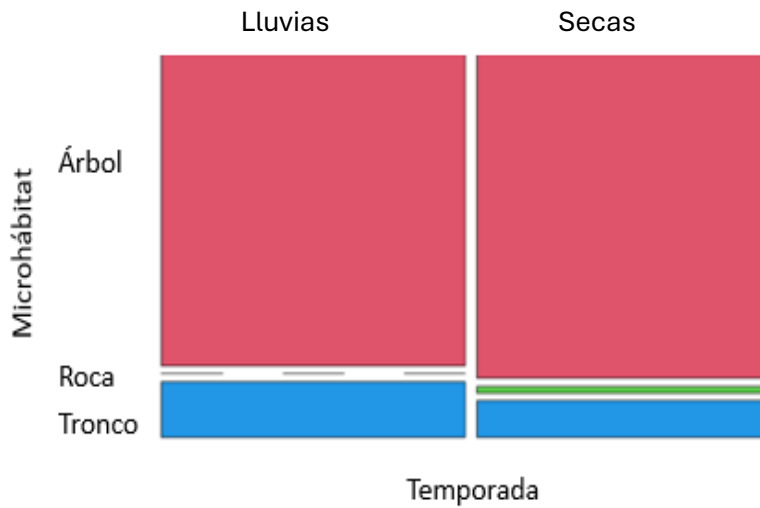


Figura 2.2. Gráfica de mosaico de uso de microhábitat de *U. bicarinatus* en cada temporada

Para *Aspidoscelis parvisocius*, en ambas temporadas se registró el uso de solo dos microhábitats, rocas y suelo, siendo el suelo el más utilizado tanto en temporada de secas ($P < 0.0001$) como en temporada de lluvias ($P = 0.01$), sin embargo, no se registró diferencia en el uso de rocas ($P = 0.10$) y en el uso de suelo ($P = 0.12$) entre temporadas, por lo que usan estos microhábitats de igual manera en ambas épocas (Figura 2.3).

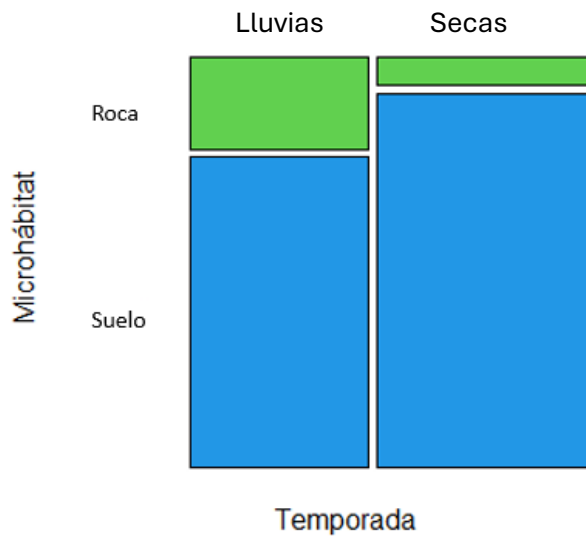


Figura 2.3. Gráfica de mosaico de uso de microhábitat de *A. parvisocius* en cada temporada

Aspidoscelis sackii, en ambas temporadas utiliza solo dos microhábitats, que son las rocas, y el suelo (Figura 2.4). En ambas temporadas se registraron un mayor número de individuos en el suelo ($p < 0.0001$), sin embargo, no hay diferencia en el uso de este microhábitat entre ambas temporadas ($P = 0.9877$), en cuanto al uso de rocas entre ambas temporadas si se encontró una diferencia, siendo mayor el uso en temporada de lluvias que en temporada de secas.

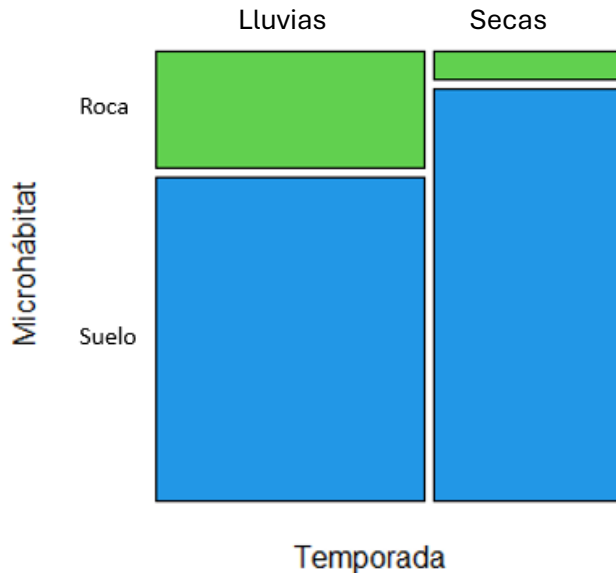


Figura 2.4. Gráfica de mosaico de uso de microhábitat de *A. sackii* en cada temporada.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MICROHÁBITATS

El análisis de la cobertura vegetal de los microhábitats usados por las especies del ensamble mostró variaciones. En el caso de *Sceloporus gadoviae* se encontró que durante la temporada de secas, los microhábitats que utiliza, presentaron cobertura de vegetación, rocas, arbustos, ramas, hojarasca y microhábitats desnudos, sin embargo, durante la temporada de lluvias los microhábitats solo incluyeron rocas, vegetación y suelo desnudo. De acuerdo con el análisis del modelo lineal generalizado con distribución binomial se encontró que los microhábitats que utiliza van a presentar mayor porcentaje de rocas ($P = 0.04$). El microhábitat de suelo presenta mayor luminosidad en comparación a los árboles en temporada de secas ($P = 0.0004$), al igual que los troncos también presentan mayor luminosidad que los árboles. ($P = 0.02$).

Para *U. bicarinatus* no se encontró diferencia en la luminosidad, entre los troncos y árboles, no hubo diferencias en la luminosidad de troncos entre temporadas ($P = 0.99$), lo mismo ocurrió en los árboles, ya que no se encontró diferencia en la luminosidad entre temporadas ($P = 0.98$).

En el caso de *Aspidoscelis parvisocius*, tanto en temporada de secas como en temporada de lluvias los microhábitats que utiliza presentan vegetación, arbustos secos, hojas, ramas, rocas y algunos microhábitats son desnudos. No se encontró diferencia entre la cobertura de los microhábitats ($P = 0.9$), pero si existe diferencia

en la luminosidad del microhábitat de suelo entre la temporada de secas y la de lluvias ($P=0.05$), siendo mayor la luminosidad durante la temporada de secas que en la de lluvias.

Para *A. sackii* se observó que los microhábitats que utiliza presentan vegetación, arbustos secos, hojas, ramas, rocas y microhábitats desnudos. En el análisis se encontró que los microhábitats que más utiliza presentan suelo desnudo ($P=0.0001$) o presentan mayor proporción de hojas ($P=0.0002$) y ramas ($P=0.002$). De acuerdo con los análisis no hubo diferencias en la luminosidad en los microhábitats de suelo y rocas, tanto en temporada de secas ($P = 0.27$) como en temporada de lluvias ($P=0.95$).

En el análisis de correspondencia canónica para la temporada de secas (Figura 2.5), el eje 1 ($P= 0.001$) está fuertemente relacionado con la temperatura del microhábitat, por lo que se puede observar que especies como *Aspidoscelis parvisocius* y *A. sackii* tienden a ocupar microhábitats con mayor temperatura y luminosidad además de menor humedad. Por otro lado *U. bicarinatus* y *S. gadovie* prefieren microhábitats con menor temperatura. En el caso de *U. bicarinatus* y *S. gadoviae* los microhábitats que utilizan presentan características similares, lo mismo sucede con *A. sackii* y *A. parvisocius*.

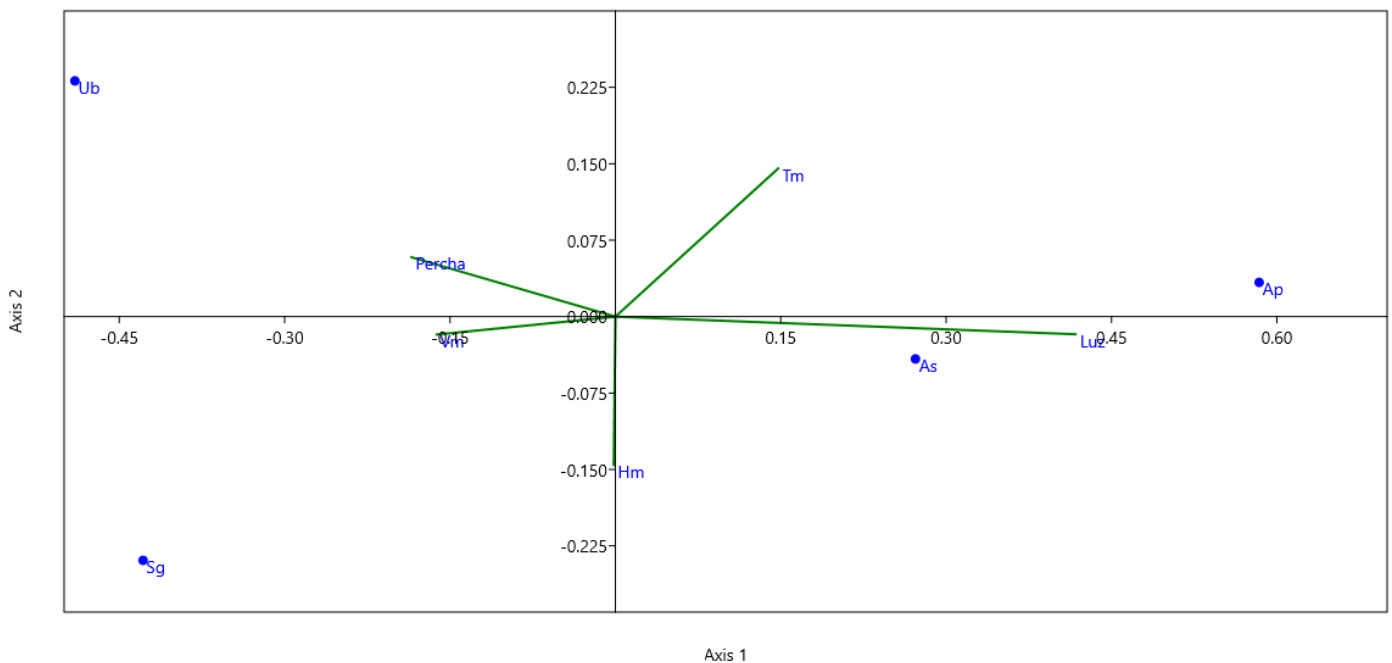


Figura 2.5. Análisis de correspondencia canónica. Se presentan la relación de las variables de percha, temperatura del microhábitat (Tm), humedad del microhábitat (Hm), velocidad del viento (Vm) y luminosidad (luz) para cada una de las especies *Sceloporus gadoviae* (Sg), *Urosaurus bicarinatus* (Ub), *Aspidoscelis sackii* (As) y *Aspidoscelis parvisocius* (Ap) en temporada de secas

En la temporada de lluvias (Figura 2.6), se observa que *Sceloporus gadoviae* están asociados con alta luminosidad. La temperatura se orienta hacia el cuadrante izquierdo, con mayor influencia en *A. sackii*, mientras que la variable de altura de la percha se dirige hacia el cuadrante inferior, cercana a *U. bicarinatus*. Sin embargo, los ejes 1 ($P=0.1$) y 2 ($P=0.2$) no fueron significativos

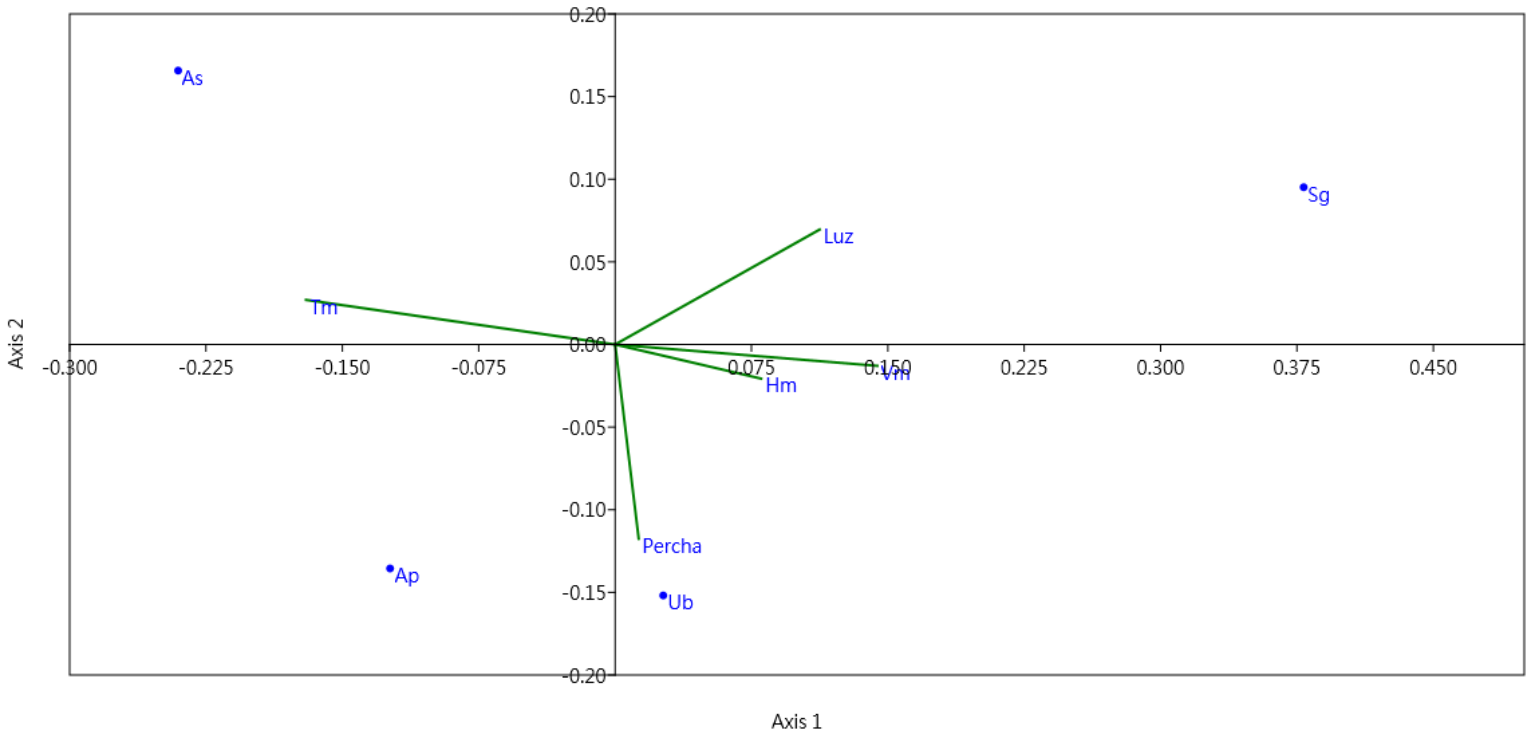


Figura 2.6. Figura 3.5. Análisis de correspondencia canónica. Se presentan la relación de las variables de percha, temperatura del microhábitat (Tm), humedad del microhábitat (Hm), velocidad del viento (Vm) y luminosidad (Luz) para cada una de las especies *Sceloporus gadoviae* (Sg), *Urosaurus bicarinatus* (Ub), *Aspidoscelis sackii* (As) y *Aspidoscelis parvisocius* (Ap) en temporada de lluvias

AMPLITUD DE NICHOS

En la amplitud de nicho espacial para la temporada seca las especies exhibieron en general una amplitud baja, mostrando un comportamiento especialista. Sin embargo, esta tendencia cambia durante la temporada de lluvia ya que aumenta de manera importante la amplitud, volviéndose *A. sackii*, *A. parvisocius* y *S. gadoviae* más generalistas en este periodo. En el caso de *Urosaurus bicarinatus*, aunque su amplitud aumenta durante la temporada de lluvias, sigue comportándose como un especialista (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1 Amplitud de nicho del uso de microhábitat del ensamble entre temporadas

Especies	Secas	Lluvia
<i>Aspidoscelis sackii</i>	0.19	0.68
<i>Aspidoscelis parvisocius</i>	0.10	0.65
<i>Sceloporus gadoviae</i>	0.29	0.61
<i>Urosaurus bicarinatus</i>	0.13	0.34

SOBREPOSICIÓN DE NICHOS

En el análisis de la sobreposición de nicho en la temporada de secas (Cuadro 2.2), se observó que las dos especies de la familia Teiidae mostraron la mayor sobreposición ($O_{jk}=1$) por lo que comparten los mismos microhábitats, Por el contrario, no hay sobreposición entre las dos especies de la familia Teiidae con *Urosaurus bicarinatus* ($O_{jk}=0$) por lo que no comparten ningún microhábitat. Las dos especies de la familia Phrynosomatidae también presentaron una sobreposición alta ($O_{jk}= 0.91$) lo que indica que comparten el uso de algunos microhábitats.

Cuadro 2.2. Sobreposición de nicho en el uso de microhábitat. Temporada de secas (triángulo superior derecho), temporada de lluvias (triángulo inferior izquierdo)

	<i>A. sackii</i>	<i>A. parvisocius</i>	<i>S. gadoviae</i>	<i>U. bicarinatus</i>
<i>A. sackii</i>	-----	1	0.15	0
<i>A. parvisocius</i>	1	-----	0.11	0
<i>S. gadoviae</i>	0.33	0.32	-----	0.91
<i>U. bicarinatus</i>	0	0	0.91	-----

Durante la temporada de lluvias (Cuadro 2.2) la sobreposición sigue siendo similar a la observada durante la temporada secas, ya que entre las dos especies de la familia Teiidae y *U. bicarinatus* no existe sobreposición ($O_{jk}=0$), por lo que no comparten ningún microhábitat, la mayor sobreposición se registró entre las dos especies de la familia Teiidae ($O_{jk}=1$) indicando que utilizan los mismos

microhábitats. Las dos especies de la familia Phrynosomatidae presentan una sobreposición alta ($O_{jk}=0.91$) por lo que comparten el uso de algunos microhábitats

DISCUSIÓN

En este trabajo se documentó la selección de microhábitat de cuatro especies de lagartijas. *Sceloporus gadoviae* se encuentra en árboles, suelo, roca y troncos; *Urosaurus bicarinatus* habita principalmente en árboles y rocas; *Aspidoscelis parvisocius* y *A. sackii* fueron observadas en rocas y suelo

En especies del género *Sceloporus* como *S. horridus*, Bustos *et al.*, (2013) reportan que es una especie arborícola que también puede utilizar distintos microhábitats como rocas, esta es una estrategia observada en varias especies del género *Sceloporus*, que se ha interpretado como un mecanismo para facilitar la termorregulación, lo que permite a las lagartijas estar activas durante más tiempo a lo largo del día y del año. Algo similar ocurre con *S. gadoviae*, una especie saxícola, que ha sido observada utilizando otros microhábitats, como árboles, troncos o suelo, lo que podría contribuir a su termorregulación. De acuerdo con Ribeiro *et al.*, (2009) las rocas funcionan como perchas y sitios reproductivos, además brindan refugios y sitios de termorregulación para las lagartijas. De acuerdo con Adolph (1990) *S. occidentalis* y *S. graciosus* muestran flexibilidad conductual ya que cambian sus microhábitats de acuerdo con la temporada, se vuelven más terrestres a finales de primavera que a mediados de verano, tal vez porque las temperaturas del suelo son más favorables durante esta época del año, en el caso de *Sceloporus gadoviae* no se encontró una diferencia entre el uso de microhábitats entre temporada, sin embargo se observa un incremento en la frecuencia en el uso de rocas en temporada de secas, esto puede explicarse por la diferencia de temperaturas, ya que las temperaturas en temporada de secas son mayores y esto les ayuda en su termorregulación, por otra parte este tipo de microhábitats les proporcionan alimento (Hedman *et al.*, 2021). Terán-Juárez *et al.*, (2020), en un estudio en Tamaulipas, en ambientes no perturbados que incluyen pequeños cultivos, bosques secundarios y áreas de bosque tropical, encontraron que el género *Sceloporus* utilizó áreas abiertas modificadas con abundantes restos leñosos caídos y/o una cubierta de dosel reducida, esta estrategia aumenta su exposición a la radiación solar para obtener calor de varios tipos de sustratos leñosos o rocosos lo que les permite mantener su temperatura corporal preferida. Porto (2021) menciona que los cambios de microhábitats ayudan a que las especies puedan mantener la temperatura corporal dentro de pequeños intervalos óptimos, a pesar de que la temperatura pueda fluctuar ampliamente, estrategia que les permite mantener sus patrones de actividad sin o con pocos cambios.

Días y Rocha (2004) reportaron que *Cnemidophorus ocellifer* se encontró en microhábitats con menor altura de vegetación y sitios poco sombreados en comparación con *C. abaetensis*, algunos Teiidos, principalmente del género *Cnemidophorus*, de talla similar que habitan en una misma zona, comparten tiempo

y recursos espaciales, de modo que las especies más grandes usan microhábitats con más vegetación que las especies más pequeñas. En el caso de este estudio se encontró que las dos especies de *Aspidoscelis* utilizan los mismos microhábitats (suelo y rocas) sin embargo, *A. sackii* presentó mayor número de microhábitats con cubierta vegetal que *A. parvisocius*, siendo *A. sackii* la especie más grande del ensamble. Porto (2021) reportó que las especies de *A. communis* y *A. lineattisimus* utilizaron microhábitats terrestres, donde se encuentran hierbas y arbustos ya que estos microhábitats les permiten realizar sus actividades de manera óptima. Sathe y Husak (2018) mencionan que se ha demostrado que las especies utilizan sustratos que puedan maximizar su velocidad, ya que por ejemplo el pasto disminuye la velocidad, encontraron que *Aspidoscelis sexlineata* utiliza hábitats abiertos lejos del pasto en donde había suelo desnudo, arena y rocas, debido a los sitios abiertos ayudan a maximizar su velocidad en comparación con las áreas con pasto que la disminuye. También para *A. sexlineata*, Howze y Smith (2022) reportaron que usa microhábitats abiertos, con menos hojarasca para tomar el sol, buscar presas subterráneas y realizar movimientos rápidos, esta especie necesita sitios abiertos y arenosos para cavar madrigueras que les proporcione refugios y protección contra los depredadores y las condiciones ambientales desfavorables, en el caso de las dos especies de *Aspidoscelis* a pesar que algunos microhábitats presentaron cubierta vegetal, también se encontraron microhábitats con una proporción considerable de suelo desnudo, esto les permite poder hacer movimientos rápidos.

Bradley *et al.*, (2022) mencionan que, en las especies de desierto, se ha observado que la variabilidad del microhábitat facilita la termorregulación conductual de los ectotermos. Es probable que la cobertura vegetal contribuya a este proceso, ya que los microhábitats sombreados aumentan el presupuesto de actividad de algunas especies de lagartijas durante el clima cálido, así mismo la vegetación actúa como un amortiguador durante los meses más fríos. Díaz-Marín, *et al.*, (2021) reportaron para *Anolis carlliebi*, que la altura de la percha es importante, ya que es una especie arborícola, observaron que los machos utilizan perchas más altas durante la estación cálida, esto les permite proteger su territorio y las exhibiciones de defensa y cortejo son más visibles. James y Closkey (2002) mencionan que *Urosaurus ornatus*, se distingue por una mayor altura en la percha y un sustrato más vertical, esto puede estar relacionado al cuerpo largo y delgado de la especie que le permite usar con agilidad perchas más altas. De manera similar el análisis de correspondencia canónica mostró que la altura de la percha es la variable más importante en la selección del microhábitat en *Urosaurus bicarinatus*, lo que podría permitirle monitorear su territorio, así como mayor visibilidad en sus exhibiciones de defensa o de cortejo.

La luz es una variable más relacionada con la selección de microhábitat en *S. gadoviae*, similar a lo registrado por Ortega y Pérez-Mellado (2016) para *Podarcis guadarrame*, especie que evita los microhábitats sombreados durante la primavera y el otoño, sin embargo, la exposición a la luz fue irrelevante para la elección de

microhábitats durante verano, estos resultados enfatizan la flexibilidad conductual de los lagartos para adaptarse a las variaciones climáticas estacionales. Otras de las variables medidas en este trabajo fue la temperatura y la velocidad del viento, en *Aspidoscelis sackii* se encontró que la temperatura influye en la selección de microhábitat, no obstante, en las demás especies, son más importantes otras variables como la percha, la luz o la cobertura. Martín y Salvador (1995) mencionan que la disponibilidad de presas puede afectar la distribución de las especies en los diferentes microhábitats, por ejemplo, *Lacerta monticola* en artrópodos, utiliza los arbustos que presenta una gran cantidad de insectos que constituyen la mayor parte de su dieta y evita las zonas de hierbas durante su búsqueda de alimento. James y Closkey (2002) trabajaron en un ensamble de lagartijas (*U. ornatus*, *S. undulatus*, *S. graciosus* y *U. stansburiana*) localizado en el monumento Nacional de Colorado con un clima semidesértico. Encontraron diferencias en el uso de microhábitat, lo que sugiere que las combinaciones de características del microhábitat son importantes para la búsqueda de alimento, el asoleamiento y la exploración del territorio. Las similitudes entre las especies en la dimensión espacial pueden complementarse con la segregación ecológica en la dimensión temporal o trófica, reduciendo la competencia real o potencial entre especies. En este trabajo no encontramos una sobreposición de nicho entre las especies de *Aspidoscelis* y *U. bicarinatus*, estas especies tienen diferentes formas de búsqueda de alimento y diferentes requerimientos térmicos, sin embargo, como se encontró en el capítulo 1, los resultados indican que pueden tener sobreposición en otros nichos como lo es el nicho temporal ya que comparten las mismas horas de actividad, como lo menciona, Agarwal, Goyal y Qureshi (2015), aunque las especies puedan usar un mismo nicho pueden estar separadas por otros como horas de actividad, microhábitat o alimento, la sobreposición entre las dos especies del género *Aspidoscelis* fue alta, sin embargo se pueden diferenciar en otros nichos como el trófico, ya que consumen diferentes familias de termitas y diferente cantidad de hormigas (Guzmán, 2021).

CONCLUSIONES

- *Sceloporus gadoviae* es una especie que utiliza rocas, arboles, suelo y troncos como microhábitats, *Urosaurus bicarinatus* utiliza troncos y árboles. *Aspidoscelis sackii* y *A. parvisocius* utilizan suelos y rocas.
- La temperatura es un factor importante en la selección de microhábitat para *A. parvisocius* en temporada de secas y para *A. sackii* en temporada de lluvias
- La altura de la percha es la variable más importante en la selección de microhábitat en *Urosaurus bicarinatus*.
- El suelo desnudo es el microhábitat que más utiliza *A. sackii*, mientras que las rocas que utiliza *Sceloporus gadoviae* no tiene cobertura vegetal.
- *U. bicarinatus* es una especie especialista en el uso de microhábitat en ambas temporadas, *Sceloporus gadoviae* es una especie que es más

generalista y las dos especies de *Aspidoscelis* son más especialistas en temporada de secas y más generalistas en temporada de lluvias.

- Las dos especies de la familia Teiidae tienen la mayor sobreposición de nicho espacial. Las dos especies de *Aspidoscelis* presentan baja sobreposición de nicho con *Sceloporus gadoviae* y nula sobreposición con *Urosaurus bicarinatus*. La sobreposición espacial es alta entre las dos especies de Phrynosomatidos

REFERENCIAS

Adolph, S. C. (1990). Influence of behavior thermoregulation on microhabitats use by two *Sceloporus* lizard. *Ecology*, 71(1), 315-327.

Agarwal I., S. P. Goyal y Q. Qureshi (2015), Lizards of the thar desert. Resource partitioning and community composition. *Journal of Arid Environments*, 118, 58-64.

Bradley H. S., D. M. Craig, A. T. Cross, M. Bamford y P. W. Bateman. (2022). Revealing microhabitat requirements of an endangered specialist lizard with LIDAR. *Natureportafolio*, 12 (51),

Bustos-Zagal, M. G., J. Manjarrez y R. Castro-Franco. (2013). Uso de microhábitat y termorregulación en *Sceloporus horridus horridus* (Wiegmann 1939). *Acta Zoológica Mexicana*, 29(1), 153-163.

Canseco-Márquez, L. y M. G. Gutiérrez Mayén. (2010). Anfibios y reptiles del valle de Tehuacán- Cuicatlán. Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fundación para la Reserva de la Biosfera Cuicatlán A. C. y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 302 pp.

Delaney, D. (2016). Age and sex specific variations in microhabitat and macrohabitat use in a territorial lizard. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 70, 981-991.

Dias, E. J. R. y C. F. D. Rocha. (2004). Thermal Ecology, Activity Patterns, and Microhabitat Use by Two Sympatric Whiptail Lizards (*Cnemidophorus abaetensis* and *Cnemidophorus ocellifer*) from Northeastern Brazil. *Journal of Herpetology*, 38(4), 586-588.

Díaz-Marín, C., A., R. Luría-Manzano, M. G. Gutierrez-Mayén y A. Ramírez-Bautista. (2021). Seasonal variation in thermal ecology and microhabitat use of *Anolis carlliebi* (Squamata: Dactyloidae) from a Xeric Scrubland in a Central Mexico. *Ichthyology & Herpetology*, 109(2), 598-607.

García-de la Peña, C., H. Gadsden, A. J. Contreras- Balderas y G. Castañeda. (2007). Ciclos de actividad diaria y estacional de un gremio de saurios en las dunas de arena de Viesca, Coahuila, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78(1), 141-147.

- García-de la Peña, C., H. Gadsden, A. B. Palomos-Ramo, P. A. Gatica-Colima, P. A. Lavín-Murcio y G. Castañeda. (2012). Spatial segregation of microhabitats within a community of lizards in Médanos de Samalayuca, Chihuahua, México. *The Southwestern Naturalist*, 57(4), 430-434.
- Grover, M. C. (1996). Microhabitat use and thermal ecology of two narrowl sympatric *Sceloporus* (Phrynosomatidae) lizards. *Journal of Herpetology*, 30(2), 152-160.
- Guzmán, M.A. (2021). Ecología trófica de un ensamble de lagartijas en un bosque tropical caducifolio al noroeste de Oaxaca. (Tesis licenciatura) Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Hedman, H. D., S.C. Chuga, D. A. Eifler, G. P. Hanghome, M. A. Eifler. (2021). Microhabitat use of two sympatric geckos, Turner's thick-toed, gecko (*Chondrodactylus turneri*) and the common Namib day gecko (*Rhoptropus afer*). *Journal of arid environments*, 188.
- Howard, K. E. y A. Hailey. (1999). Microhabitat separation among diurnal saxicolous lizards in Zimbabwe. *Journal of tropical ecology*, 15, 367- 378.
- Howze, J. y L. Smith. (2022). Habitat use for two heliothermic lizards in Longleaf Pine Savannas. *Southeastern Naturalist*, 21, 246-257.
- Hurlbert, S. H. (1978). The measurement of niche overlaps and some relatives. *Ecology*, 59, 67-77.
- James, S. y R. T. Closkey. (2002). Patterns of microhabitat use in a sympatric lizard assemblage. *Journal Zoological*, 80, 2226- 2234.
- Kerr, G. D, C. M. Bull y D. Burzacott. (2003). Refuge sites used by the scincid lizard *Tiliqua rugosa*. *Austral Ecology*, 28, 152-160
- Lujan, L. M. (2021). Diseño de un monitoreo, incorporando al hábitat, usando de caso a la lagartija *Microlophus tigris* en las lomas de Mangamarca, Sjl, Lima. (Tesis licenciatura) Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Martín, J., y P. López. (1998). Shifts in Microhabitat Use by the Lizard *Psammmodromus algirus*: Responses to Seasonal Changes in Vegetation Structure. *Copeia*, 1998(3), 780–786.
- Martín, J. y Salvador. (1995). Microhabitat slection by the Iberian rock lizard *Lacerta monticola*: effects on density and spatial distribution of individuals. *Biological conservation*, 70, 303-307.
- Ortega, Z., V. Pérez-Mellado. (2016). Seasonal patterns of body temperature and microhabitat selection in a lacertid lizard. *Acta Oecologica*, 201-206.
- Pianka E. R. (1973). The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 53-74

Porto, S. L. (2021). Uso del hábitat y tiempo de actividad en lagartijas diurnas en sitios perturbados por un huracán en Chamela, Jalisco. (Tesis de Maestría) Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa.

Prieto-Ramírez, A. M., Pe´er, G., Rodder, D. y K. Henle. (2018). Realized niche and microhabitat selection of the Eastern green lizard (*Lacerta viridis*) at the core and periphery of its distribution range. *Ecology and evolution*, 8(2), 11322-11336.

Ribeiro, L., B. Sousa y S. Gomides. (2009). Range structure, microhabitat use, and activity patterns of the saxicolous lizard *Tropidurus torquatus* (Tropiduridae) on a rock outcrop in Minas Gerais, Brazil. *Revista chilena de Historia Natural*, 82, 577-588.

Rouag, R., Djilali, H., Gueraiche, H. y L. Luiselli. (2007). Resource partitioning patterns between two sympatric lizard species from Algeria. *Journal of Arid environments*, 69, 158-168.

Rowe, J. W., C.E. Martin y D. Clark. (2019). Habitat Use and Spatial Ecology of Three Microlophus Lizard Species from Santa Cruz and San Cristóbal, Galápagos, and the Coastal Dry Forest of Machalilla, Ecuador. *Herpetological Review*, 50(1), 43-51.

Sathe, E. y J. Husak. (2018). Substrate-specific locomotor performance is associated with habitat use in six-lined racerunners (*Aspidoscelis sexlineata*). *Biological Journal of the Linnean Society*, 20.

Souza, J., Z. Ortega y V. L. Ferreira. (2018). Thermal ecology and microhabitat use of an arboreal in two different Pantanal wetland phytophysionomies. *Journal of Thermal Biology*, 75, 81-87.

Terán-Juárez, S. A., E. Pineda, J. V. Horta-Vega, J. R. Cedeño-Vázquez, A. Correa-Sandoval y C. S. Venegas-Barrera. (2020). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 56(1), 40-52.

Valdez, V., J. (2013). Ecología térmica y uso de microhábitat de *Sceloporus hunsakeri* y *Sceloporus licki* (Sauria: Prynomatidae) en la región del Cabo Baja California Sur. (Tesis de maestría). Centro de investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.

Venegas B. (2003). Abundancia, distribución y nicho espacial de las lagartijas diurnas de Isla Coronado, Baja California Sur, México (Maestría). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.