



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

---

---

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

**Ecología térmica y uso del microhábitat de una comunidad de  
lagartijas en un bosque de pino-encino del centro de Hidalgo,**

**México**

**TESIS**

**PARA OBTENER**

**EL TITULO DE LICENCIADA EN BIOLOGÍA**

**PRESENTA:**

**ELIZABETH MARTIN MARTIN**

**DIRECTOR DE TESIS: DR. AURELIO RAMÍREZ BAUTISTA**

**CODIRECTOR DE TESIS: CÉSAR ADRIÁN DÍAZ MARÍN**

**MINERAL DE LA REFORMA, HIDALGO., OCTUBRE 2025**



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo  
Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería  
School of Engineering and Basic Sciences

Mineral de la Reforma, Hgo., a 17 de octubre de 2025

Número de control: ICBI-D/1784/2025  
Asunto: Autorización de impresión.

**MTRA. OJUKY DEL ROCÍO ISLAS MALDONADO**  
**DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR DE LA UAEH**

Con Título Quinto, Capítulo II, Capítulo V, Artículo 51 Fracción IX del Estatuto General de nuestra Institución, por este medio, le comunico que el Jurado asignado a la egresada de la Licenciatura en Biología **Elizabeth Martin Martin**, quien presenta el trabajo de titulación **“Ecología térmica y uso del micro hábitat de una comunidad de lagartijas en un bosque de pino-encino del centro de Hidalgo, México”**, ha decidido, después de revisar fundamento en lo dispuesto en el Título Tercero, Capítulo I, Artículo 18 Fracción IV; dicho trabajo en la reunión de sinodales, **autorizar la impresión del mismo**, una vez realizadas las correcciones acordadas.

A continuación, firman de conformidad los integrantes del Jurado:

**Presidente:** Dr. Pablo Octavio Aguilar

**Secretario:** Dr. César Adrián Díaz Marín

**Vocal:** Dr. Aurelio Ramírez Bautista

**Suplente:** Dr. Christian Said Berriozabal Islas

Sin otro particular por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente  
“Amor, Orden y Progreso”

Mtro. Gabriel Vergara Rodríguez  
Director del ICBI



Cludad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo Km. 4.5 Colonia Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México. C.P. 42184  
Teléfono: 771 71 720 00 Ext. 40001  
dirección\_icbi@uah.edu.mx, vergarar@uah.edu.mx

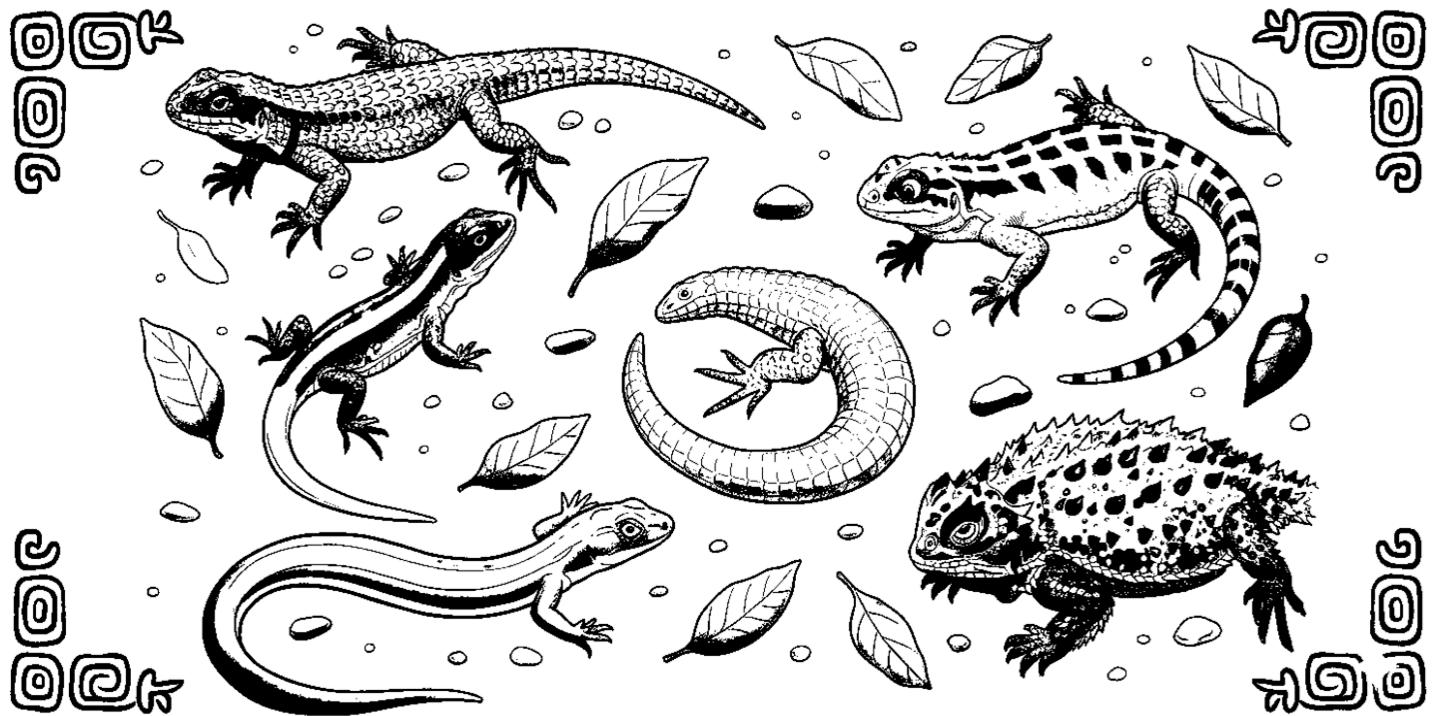
GVR/YCC



2025



uah.edu.mx



Nada en este mundo debe ser temido, solo entendido. Ahora es momento de entender  
más, para temer menos.

**-Marie Curie**

La conservación es un estado de armonía entre hombre y tierra.

**-Aldo Leopold**

## **Dedicatoria**

Dedicada con mucho amor y cariño a mis queridos padres, Aurelia y Paulino, quienes, con su amor incondicional, sacrificio y apoyo hicieron posible este sueño. A mis hermanas Julia Edith y Ana Karen por su invaluable apoyo moral y constante motivación, gracias por creer en mí.

En memoria de mis abuelos Catarina, Ricardo y Telesforo, pilares de mi familia y faros de mi camino, su recuerdo me inspira cada día.

En memoria de mi tío Carlos, quien siempre me acompaña en mis aventuras.

A mi querida abuela Alejandra por su sabiduría y amor que me han guiado en cada paso de mi vida, a mi tío Mario por su apoyo moral durante mis etapas académicas.

A mis queridas amigas Yazmín, Alejandra Guadalupe, Ailyn, Montserrat, Fabiola, y Beth, por ser parte de mi vida, por sus consejos, por su amistad y por cada una de las anécdotas vividas.

A Neto, por estar siempre para mí con su arduo amor, paciencia y apoyo.

## **Agradecimientos**

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a mi director de tesis, El Dr. Aurelio Ramírez Bautista, por aceptarme como tesista, su invaluable apoyo, orientación y paciencia lo cual me permitió culminar con este proyecto, y sobre todo por su amistad.

Agradezco a mi codirector de tesis, El Dr. César Adrián Díaz Marín, por aceptarme como su alumna, por su invaluable apoyo y paciencia durante la elaboración de tesis, por los conocimientos compartidos, y por su amistad.

Agradezco a mi comité tutorial, El Dr. Pablo Octavio Aguilar y al Dr. Christian Said Berriozabal Islas, primero que nada, por aceptar ser parte de comité, por sus observaciones y por cada uno de sus conocimientos compartidos que me han permitido concluir con este proceso.

Un sincero agradecimiento a mis amigas que me acompañaron durante mis salidas de campo a Alejandra, Ailyn, Fernanda, Cryztal, y Keith. Su apoyo fue fundamental para elaboración de mi proyecto.

Es un honor expresar mi más profundo agradecimiento y respeto, a mis profesores y amigos que me han acompañado durante mi vida académica, quienes han contribuido a mi formación personal, mediante sus conocimientos, consejos y momentos compartidos .

## CONTENIDO

RESUMEN .....	v
INTRODUCCIÓN .....	1
ANTECEDENTES .....	4
ESTUDIOS REALIZADOS EN EL MUNDO .....	4
ESTUDIOS REALIZADOS EN MÉXICO .....	7
HIPOTESIS.....	9
JUSTIFICACIÓN .....	9
OBJETIVOS .....	10
Objetivo general .....	10
Objetivos particulares.....	10
ESPECIES DE ESTUDIO .....	11
<i>Barisia imbricata</i> (Wiegmann, 1828) .....	11
<i>Plestiodon lynxe</i> (Wiegmann, 1834) .....	13
<i>Phrynosoma orbiculare</i> (Linnaeus, 1758) .....	15
<i>Sceloporus bicanthalis</i> (Smith, 1937) .....	17
<i>Sceloporus grammicus</i> (Wiegmann, 1828).....	19
<i>Sceloporus mucronatus</i> (Cope, 1885).....	21
MATERIALES Y MÉTODOS .....	23
ÁREA DE ESTUDIO.....	23
TOMA DE DATOS .....	25
ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....	27
RESULTADOS.....	28
ANÁLISIS INTRAESPECÍFICO DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS .....	28
ANÁLISIS INTRA E INTERESPECÍFICO DE EXPOSICIÓN AL SOL.....	32
COMPARACIONES INTERESPECÍFICAS DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS.	36
ANALISIS INTRAESPECÍFICO E INTERESPECÍFICO DEL USO DEL MICROHÁBITAT .....	37

DISCUSIÓN .....	42
ANÁLISIS INTRAESPECÍFICO DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS .....	42
COMPARACIONES INTERESPECÍFICAS DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS.	44
ANÁLISIS INTRA ESPECIFICO EXPOSICIÓN AL SOL .....	45
ANÁLISIS INTRA E INTERSPECÍFICO DEL USO DE MICROHÁBITAT .....	45
CONCLUSIONES .....	48
LITERATURA CITADA .....	49

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Estadística descriptiva de la temperatura corporal (Tc), la temperatura del aire (Ta), la temperatura del sustrato (Ts), y la humedad del microhábitat (H) las especies de lagartijas estudiadas en la presa del Jaramillo, municipio de Mineral del Chico, Hidalgo. Se muestran los valores de cada especie, clase de edad, y sexos machos (M) y hembras (H), con su respectivo tamaño de muestra entre paréntesis. Debajo de la media y el error estándar se muestran valores mínimos..... 31

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Macho (a) y hembra (b) de <i>Barisia imbricata</i> de la Presa del Jaramillo en el municipio de Mineral del Chico, Hidalgo. Fotografías por (a) Elizabeth Martín-Martín, y (b) Ailyn Ramírez-Simón. ....	12
Figura 2. Macho (a) y hembra (b) de <i>Plestiodon lynxe</i> de la Presa del Jaramillo en el municipio de Mineral del Chico, Hidalgo. Fotografías por César Adrián Díaz-Marín. ....	14
Figura 3. Juvenil (a) y adulto (b) de <i>Phrynosoma orbiculare</i> de la Presa del Jaramillo en el municipio de Mineral del Chico. Fotografías por (a) Elizabeth Martín-Martín, y (b) César Adrián Díaz-Marín. ....	16
Figura 4. Macho (a) y hembra (b) de <i>Sceloporus bicanthalis</i> de la Presa del Jaramillo en el municipio de Mineral del Chico. Fotografías por César Adrián Díaz-Marín. ....	18
Figura 5. Adulto (a), macho (b), y hembra (c) de <i>Sceloporus grammicus</i> de la Presa del Jaramillo en el municipio de Mineral del Chico. Fotografías por (a) Elizabeth Martín-Martín, (b) y (c) César Adrián Díaz-Marín.....	20
Figura 6. Adulto (a), macho (b), y hembra (c) de <i>Sceloporus mucronatus</i> de la Presa del Jaramillo en el municipio de Mineral del Chico. Fotografías por (a) César Adrián Díaz-Marín, (b) y (c) Elizabeth Martín-Martín.....	22
Figura 7. Vegetación alrededor de la Presa del Jaramillo en el municipio de Mineral del Chico, Hidalgo. Fotografías por Elizabeth Martín-Martín.....	24
Figura 8. Promedios mensuales de la precipitación (barras azules) y temperaturas (línea naranja) de la estación CONAGUA (1999-2020), de San Miguel Cerezo, Pachuca de Soto, Hidalgo.....	24
Figura 9. Exposición al sol (Sol directo, sol filtrado y sombra) de <i>Sceloporus bicanthalis</i> . ....	33
Figura 10. Exposición al sol (Sol directo, sol filtrado y sombra) de <i>Phrynosoma orbiculare</i> .....	34
Figura 11. Exposición al sol (Sol directo, sol filtrado y sombra) de <i>Sceloporus grammicus</i> . ....	34
Figura 12. Exposición al sol (Sol directo, sol filtrado y sombra) de <i>Sceloporus mucronatus</i> . ....	35
Figura 13. Exposición al sol (Sol directo, sol filtrado y sombra) de <i>Barisia imbricata</i> . ....	35
Figura 14. Ejemplo de las categorías de microhábitats utilizados por el ensamble de lagartijas en el área de estudio; Se muestran (a) <i>Sceloporus mucronatus</i> y (b) <i>Plestiodon lynxe</i> en roca, (c) <i>Barisia imbricata</i> y (d) <i>Sceloporus grammicus</i> en vegetación, (e) <i>Phrynosoma orbiculare</i> y (f) <i>Plestiodon lynxe</i> en suelo. Fotografías por (a) Ailyn Ramírez-Simón, (b, c, d) Elizabeth Martín-Martín, y (e, f) César Adrián Díaz-Marín.....	38
Figura 15. Categoría del microhábitat utilizadas por clases de edad y sexos de <i>Phrynosoma orbiculare</i> en el área de estudio.....	39
Figura 16. Categoría del microhábitat utilizadas por clases de edad y sexos de <i>Sceloporus bicanthalis</i> en el área de estudio.....	39
Figura 17. Categoría del microhábitat utilizadas por clases de edad y sexos de <i>Sceloporus grammicus</i> en el área de estudio.....	40
Figura 18. Categoría del microhábitat utilizadas por clases de edad y sexos de <i>Sceloporus mucronatus</i> en el área de estudio.....	40
Figura 19. Categoría del microhábitat utilizadas por clases de edad y sexos de <i>Barisia imbricata</i> en el área de estudio. ....	41
Figura 20. Categoría del microhábitat utilizadas por clases de edad y sexos de <i>Plestiodon lynxe</i> en el área de estudio. ....	41

## RESUMEN

Se evaluó y comparó la ecología térmica y uso del microhábitat de una comunidad de seis especies de lagartijas), que habitan en el bosque de pino-encino de Mineral del Chico, Hidalgo México. Se realizaron muestreos durante la época seca, de enero a abril de 2023, consistieron en visitas mensuales de dos días, en el horario de actividad de las lagartijas 9:00-18:00 hrs. A cada organismo se le tomo la temperatura corporal (Tc), temperatura ambiental (Ta), temperatura del sustrato (Ts), humedad del microhábitat (H), exposición al sol, y tipo de microhábitat. Se encontró que *S. bicarinatus* mostró diferencias significativas en la Ts entre clases de edad ( $F_{1,76} = 3.97$ ,  $P = 0.04$ ), los juveniles los que prefieren sitios con mayor Ts. *Phrynosoma orbiculare* mostró diferencias significativas entre clases de edad y sexos en Ta ( $Z = 3.13$ ,  $P = 0.01$ ) y en la Ts ( $Z = 2.1$ ,  $P = 0.03$ ), los juveniles y machos presentaron mayor preferencia de Ta y Ts. En *S. grammicus* se encontraron diferencias significativas por clases de edad ( $Z = -1.88$ ,  $P = 0.05$ ) en la Ta, siendo los juveniles presentaron preferencia de sitios con mayor Ta, en la Ts también se encontraron diferencias significativas entre clases de edad ( $Z = -1.88$ ,  $P = 0.05$ ), los juveniles mostraron preferencia de sitios con mayor Ts, y de manera similar, se encontraron resultados significativos por clase de edad en la H ( $Z = 2.01$ ,  $P = 0.04$ ), de cual los adultos los que eligieron sitios con mayor humedad. La exposición al sol en *S. bicarinatus* fue significativamente diferente entre clases de edad y sexos ( $G = 15.47$ ,  $P = 0.01$ ). El uso del microhábitat entre especies fue similar la mayoría de individuos de la comunidad de lagartijas usan el suelo para termorregular. La exposición al sol entre especies fue similar, la mayoría de individuos de la comunidad de lagartijas se exponen al sol directo.

**PALABRAS CLAVE.** Ecología térmica, microhábitat, exposición al sol, humedad, comunidad.

## INTRODUCCIÓN

La ecología es la disciplina encargada de estudiar las interacciones de los organismos con el medio físico o abiótico (p.ej. temperatura, salinidad, gases, energía, humedad, y la geología) y el medio biótico que comprende las relaciones interespecíficas e intraespecíficas (Verdú, 1997). En estas interacciones, los organismos juegan un papel importante dentro de las comunidades y ecosistemas, ya que forman parte del flujo de energía en la cadena trófica; en la dinámica de sus poblaciones, (humedad, temperatura, precipitación) y bióticos (herbivorismo, depredación, parasitismo) para sobrevivir, crecer y reproducirse (Hanski y Gaggiotti, 2004).

En los reptiles existen diferentes factores que influyen en la distribución, persistencia y crecimiento de sus poblaciones. Por lo tanto, los factores extrínsecos (p. ej. tipo de hábitat, cobertura de dosel, y cantidad de hojarasca) e intrínsecos (tamaño corporal, sexo, y clase de edad) pueden llegar a influir en diferentes características ecológicas de las poblaciones de lagartijas (Costa et al., 2013). Es así como la actividad diaria y estacional de las lagartijas se relaciona con los patrones y oscilación diaria de temperaturas ambientales, selección y preferencia de hábitat, regulación de la temperatura corporal, aclimatación y fenología del organismo (Huey et al., 2009; Kearney et al., 2009). Se ha visto que las especies de tallas pequeñas prefieren hábitats abiertos dentro de los bosques ya que esto les permite adquirir mayor temperatura ambiental que aumenta su temperatura corporal, favoreciendo así una mayor actividad durante el medio día y al final de la tarde (Huey y Slatkin, 1976; Sagonas et al, 2013), mientras que las especies de mayor tamaño tienen preferencia por hábitats cerrados con mayor vegetación y menor temperatura ambiental (Pafilis et al, 2019; Brizio et al, 2025).

Por lo tanto, el tiempo que los organismos se exponen a la radiación solar se relaciona con el tamaño del cuerpo y, esto a su vez, depende de la ganancia o pérdida de calor, así como el uso

del microhábitat (Pelegrín et al., 2020). En este sentido, la oferta de temperatura ambiental y el comportamiento termorregulador son factores que influyen en la regulación de temperatura corporal (es decir termorregulación) de las lagartijas debido a que muchas de sus funciones fisiológicas y procesos biológicos dependen de ella (García-Porta et al, 2019; Narayanan, 2025). La termorregulación en lagartijas implica cambios morfológicos determinados por adaptaciones (ajuste de posición corporal, coloración), fisiológicos (ajuste de flujo sanguíneo y metabólico) y conductuales (ciclo de actividad, uso del microhábitat, tipo y altura de la percha), (Waldschmidt, 1980). En las estrategias de termorregulación, las especies consideradas como termorreguladores activos mantienen su temperatura corporal óptima en un rango restringido de temperaturas por heliotermia (ganar calor por radiación solar directa) o tigmotermia (ganancia o pérdida de calor por contacto con diferentes superficies), (Pough y Gans, 1982), mientras que las especies consideradas como termorreguladoras pasivas o termoconformistas mantienen su temperatura corporal similar a la del ambiente (Huey, 1982). Es importante considerar que la morfología y talla de los individuos influyen en la velocidad de intercambio de calor con el ambiente y del sustrato (Herczeg et al., 2007). La mayoría de las lagartijas tienden a regular su temperatura corporal mediante la búsqueda de refugios para evitar el sobrecalentamiento (Huey y Slatkin, 1976; Horváth, 2024), sin embargo, si exceden un tiempo de refugio su temperatura corporal puede disminuir drásticamente y afectar negativamente sus procesos y funciones.

En ecología de comunidades, un ensamble es un grupo de especies relacionadas filogenéticamente que utilizan los mismos recursos y coexisten en tiempo y espacio. En este sentido, las relaciones interespecíficas permiten comprender la estructura de los ensambles y determinar el grado de especialización de las especies que lo conforman (Santoyo-Brito y Lemos-Espinal, 2010). En el caso de las lagartijas, se ha observado que la riqueza de especies en los

ensambles generalmente incrementa cuando existe alta complejidad estructural en la vegetación (Peña-Joya, 2018; Bateman et al, 2020), y el tipo de sustrato los cuales determinan la calidad térmica de los microhábitats ofrezca una temperatura ambiental propia (Hertz et al., 1993; García y Whalen, 2003).

El uso del microhábitat depende de varios factores como; disponibilidad de alimento, rendimiento fisiológico, estrategias de forrajeo, interacciones depredador-presa que a su vez depende de la complejidad del hábitat (Nieva-Cocilio et al., 2020), por lo que la selección y preferencia del microhábitat está en función de las necesidades biológicas y características morfológicas de las especies (Pianka, 1996). La termorregulación varía entre clases de edad y sexos, los juveniles por su tamaño pequeño tienden a seleccionar microhábitats con alta vegetación para evitar las deshidratación y sobrecalentamiento, mientras que los adultos muestran mayor estabilidad térmica (Angilletta, 2009; Vitt y Caldwell, 2014). Entre sexos, los machos tienden a exponerse con mayor frecuencia al sol por actividades reproductivas y territoriales, mientras que las hembras se refugian en microhábitats térmicamente estables en épocas reproductivas (Ortega y Martín-Vallejo, 2019).

La teoría del nicho ecológico de Hutchinson, define al nicho como un hipervolumen n-dimensional, representado por un factor ambiental que afecta la supervivencia y reproducción de una especie. El nicho fundamental comprende las condiciones bajo la cual una especie podría existir sin limitaciones externas, y el nicho realizado refleja las condiciones de competencia y otras interacciones. Este enfoque es fundamental comprender la distribución de especies, la coexistencia en comunidades y la respuesta ante los cambios ambientales (Hutchinson, 1957).

## ANTECEDENTES

### ESTUDIOS REALIZADOS EN EL MUNDO

La ecología térmica comenzó a tomar importancia con los estudios de Cowles y Bogert (1944), el cual dio inicio al registro de temperaturas corporales de reptiles desérticos de California y Coachella, Estados Unidos, lo que demostró que estos vertebrados son capaces de termorregular por mecanismos conductuales.

Cristhian y Weavers (1996) analizó la ecología térmica de tres especies de lagartos tropicales (*Varanus panoptes*, *Varanus gouldii*, y *Varanus mertensi*), y una especie de región templada (*Varanus rosenbergi*), en Australia. Los resultados mostraron que durante la estación húmeda todas las especies estuvieron activas a temperaturas corporales similares, (*V. panoptes*: 36.4°C; *V. gouldii*: 35.9 °C, y *V. mertensi*: 34°C), mientras que, en la estación seca, *V. panoptes* (36.2 °C), y *V. mertensi* (33.4 °C) estuvieron activos a temperaturas diferentes, y *V. gouldii* (28.2 °C), estuvo inactiva. Durante la estación seca-tarida, *V. mertensi* (33.4 °C) fue la única especie activa. En el caso de la especie de región templada (*V. rosenbergi*), estuvo activa a temperaturas corporales similares durante temporadas cálidas de verano (36.3 °C) y en primavera (34.8 °C), mientras que en invierno presentó una temperatura menor (17.5 °C). Los autores concluyen que la diferencia del periodo de actividad de las especies se relaciona la conducta de cada especie, y por la estacionalidad.

Por otro lado, Hatano et al. (2001) analizaron la ecología térmica y patrones de actividad de una comunidad de lagartijas en las dunas de La Restringida de Jurubatida, en Rio de Janeiro, Brasil. La temperatura corporal de las especies *Mabuya macrorhyncha* (32.7 °C) y *Mabuya agilis* (33.3 °C) fue menor que la de *Tropidurus torquatus* (34.8 °C) y de *Cnemidophorus littoralis* (38.6 °C). La diferencia de la temperatura corporal se asoció con el ciclo de actividad de las especies,

por lo que *M. macrorhyncha* tuvo mayor actividad durante la mañana, mientras que *M. agilis* durante medio día y en la tarde, *C. littoralis* durante temperaturas ambientales altas y *T. torquatus* estuvo activo durante el día. Se concluyó que, probablemente la diferencia de actividad de las lagartijas disminuye la competencia intraespecífica permitiendo la coexistencia de las especies costeras.

Angert et al. (2002), estudiaron el uso del microhábitat y la ecología térmica de *Crotaphytus collaris* y *Sceloporus undulatus* en ambientes desérticos de Estados Unidos. Sus observaciones sugirieron que *C. collaris* utilizaban microhábitats abiertos (entre rocas) durante todo el año, mientras que, *S. undulatus* se distribuye en los parches con cobertura vegetal (troncos y ramas) durante la época cálida. La temperatura corporal para *C. collaris* varió entre (35-37 °C), mientras que para *S. undulatus* varió entre (33-34 °C). En las áreas con rocas y mucha cobertura vegetal se encontraron diferencias significativas entre la temperatura corporal y la temperatura del aire, indicando que *C. collaris* tiene una mayor temperatura corporal que *S. undulatus* mientras que, en el área de árboles altos, las temperaturas para ambas especies son similares. Se determinó que la distribución y uso del microhábitat de las especies estudiadas está influenciada, a su vez, por su propia tolerancia térmica (Huey, 1982; Hertz et al., 1982).

Por otro lado, Diele-Viegas et al. (2018) estudiaron la ecología térmica de 69 lagartos amazónicos, los cuales no son estrictamente termorreguladores activos o termoconformistas, ya que, por un lado, prefieren hábitats cálidos para obtener calor adicional para alcanzar temperaturas óptimas, y, por otro lado, presentan rangos térmicos altos. Asimismo, los autores encontraron que las especies de hábitats abiertos tiene buena resiliencia en los climas cálidos actuales y no experimentan un estrés térmico detectable, por lo contrario, las especies que habitan en hábitats

cerrados, como en el bosque, podrían sobrepasar los rangos de temperaturas tolerable, por lo que tienden a ser más sensibles ante cambios de temperaturas.

Las dimensiones temporales, espaciales, y térmicas del microhábitat son fundamentales para las lagartijas, ya que influyen en la regulación de su temperatura corporal (Angilletta, 2009; Gaudenti et al, 2021; Domínguez-Guerrero et al, 2025). Considerando esto Maia-Cameiro y Duarte-Rocha (2021) analizaron las divergencias del nicho térmico de *Tropidurus semitaeniatus* y *Tropidurus hispirudus*, los cuales tienen ciclos de actividad diaria similar, pero con diferentes tasas de movimientos. La temperatura corporal entre las especies fue similar (34 °C), sin embargo, la temperatura del sustrato de *T. semitaeniatus* (33.9 °C) fue mayor que la de *T. hispirudus* (31.6 °C). Además, *T. semitaeniatus* está más activo y habita paredes rocosas de microhábitats abiertos, donde las temperaturas del microhábitat podrían ser más altas que los microhábitats de *T. hispirudus*. Los autores concluyen que la diferencia de sus nichos temporales y térmicos reducen la competencia directa y permiten la coexistencia de estas especies.

Posteriormente, Durán-Salas y Ortega-León (2022) analizaron la calidad térmica del hábitat y termorregulación de *Anolis tropidogaster* en dos fragmentos de bosque seco tropical con diferente grado de perturbación en Córdoba, Colombia. Se encontró que la temperatura corporal (29.96 °C) coincidiendo con los reportes de Sánchez-Hernández et al. (2010). En la localidad Hacienda Pino, que es un lugar más boscoso con menor incidencia de radiación solar, las lagartijas prefieren temperaturas de microhábitats altas y generalmente se protegen de la exposición de solar directa adquiriendo temperaturas micro ambientales menores al del ambiente. Por otro lado, en la localidad Palmeras, un lugar con menor cobertura vegetal, las lagartijas presentan un ciclo de actividad de menor duración, por lo que, se refugian durante las horas de mayores temperaturas

para evitar el sobrecalentamiento. Esto concuerda con los resultados de Sinervo et al. (2010) quienes sugieren que los animales disminuyen su actividad durante las altas temperaturas.

## ESTUDIOS REALIZADOS EN MÉXICO

En la selva baja de Morelos, Bustos-Zagal et al. (2013) realizaron un estudio en una población de *Sceloporus horridus*, en donde se observó que utilizan más los árboles que rocas. Las crías hembras tienen preferencia por las rocas, mientras que, en las juveniles y adultas se asocian a los árboles, en las crías-juveniles machos prefieren las rocas, y los adultos machos se asocian a los árboles. La temperatura corporal promedio de la población fue de 33.52 °C, la temperatura promedio del aire fue de 29.46 °C y de temperatura del sustrato fue de 30.68 °C. La capacidad de calentarse por radiación solar y por contacto con sustratos calientes le permite superar la temperatura del sustrato, indica que la especie puede considerarse como termorreguladora activa.

En el norte del país, en Peñón Blanco, en Durango, Lara-Reséndiz et al. (2014a) estudiaron la ecología térmica de dos especies simpátricas de *Sceloporus* las cuales presentan similitudes en sus temperaturas corporales y seleccionadas. Ya que, *S. lineolateralis* presenta 31.6 °C y 31.2 °C; mientras que *S. poinsentii* presenta 32.7 °C y 31.2 °C de temperaturas corporales y seleccionadas, respectivamente. Sin embargo, *S. poinsentii* tiene mayor eficacia y precisión termorreguladora porque el rango óptimo preferido es variable debido a la selección de perchas que consisten en rocas bajas con grietas más anchas que las que utiliza *S. lineolateralis*, la cual prefiere paredones inclinados con pequeñas grietas, de acuerdo con Gadsen et al. (2005).

En el centro del país, Lara-Reséndiz et al., (2014b) estudiaron la calidad térmica de nueve especies (*Barisia imbricata*, *Phrynosoma orbiculare*, *Sceloporus aeneus*, *S. anahuacus*, *S. mucronatus*, *S. palaciosi*, *S. torquatus* y *Plestiodon copei*) en la Sierra del Ajusco y el Pedregal de

San Ángel, en la Ciudad de México, considerando zonas con vegetación de matorral xerófilo y zonas de bosque encino en las partes altas. Sus resultados arrojaron que la composición vegetal determina la calidad térmica del hábitat, por lo que en las áreas con bosques de coníferas presentan mayor cobertura vegetal y baja calidad térmica para todas las lagartijas, pero principalmente para heliotermos, como *Sceloporus* y *Phrynosoma*, lo cual se relaciona con las estrategias termorreguladoras de los phrynosomátidos de alta montaña que seleccionan perchas con alta incidencia de radiación solar. Por otro lado, las especies tigmotermas, como *B. imbricata* y *P. copei*, tuvieron mayor calidad térmica debido a que presentan ajustes del ambiente térmico mediante la selección de tierra o rocas. En el caso de la vegetación xerófila existe mayor calidad térmica para casi todas las especies, debido a la radiación solar directa.

En la península de Baja California Arenas-Moreno et al. (2021), realizaron un estudio de las estrategias termorreguladoras de tres especies del género *Xantusia* considerando escenarios con temperaturas actuales y futuras. Los autores encontraron que *X. henshawi* prefiere microhábitats como grietas y losas grandes que les ofrecen calidad térmica alta, lo que disminuye su gasto energético en la termorregulación, por el contrario *X. gilberti* y *X. sherbrooke*, prefieren troncos, rocas, y cortezas de palmeras, los cuales no le brindan una buena calidad térmica, por lo que la inversión de tiempo y esfuerzo en la termorregulación conductual es mayor en estas especies. Las temperaturas corporales de las especies fueron similares *X. gilberti* (28.3 °C), *X. henshawi* (29.51 °C), y, *X. sherbrooke* (30.56 °C), mientras que en la temperatura selectiva fue similar entre *X. gilberti* (27.62 °C) y, *X. sherbrooke* (27.43 °C), mientras que, *X. henshawi* (25.4 °C) fue menor. Se intuye que el género *Xantusia* podría afrontar tolerancias térmicas mediante selección y adaptación de microhábitats específicos, así como cambios en los períodos de actividad.

## **HIPOTESIS**

De acuerdo a conocimientos previos, se espera que las características térmicas analizadas (temperatura corporal, temperatura del ambiente, y temperatura del sustrato), y la humedad del microhábitat presentan variación entre clases de edad y sexos en cada especie, debido a sus diferencias fisiológicas, conductuales, y ecológicas. Sin embargo, el uso del microhábitat podría ser similar por especie entre clases de edad y sexos.

Se estima que podría haber diferencias de las características térmicas y la humedad del microhábitat, a nivel interespecífico debido de la filogenia de especies y sus características.

A nivel interespecífico, se anticipa que habrá diferencias en el uso de microhábitat, en relación a los requerimientos térmicos de cada especie, así mismo, se espera que la exposición al sol mostrará diferencias entre especies, de acuerdo a sus estrategias de ganancia de calor (heliotermia y tigmotermia), mientras que, por especie, podría ser similar entre sexos y clases de edad.

## **JUSTIFICACIÓN**

La región centro de Hidalgo presenta una cadena montañosa que se caracteriza por la presencia de bosques de pino-encino y encino los cuales ofrecen diferentes tipos de microhábitats, donde las especies de lagartijas tienden a ser más especialistas en el uso del espacio (Peña-Joya, 2018). Esto ocurre debido a que ciertos tipos de microhábitats favorecen una termorregulación optima mediante el uso de una gran variedad de estrategias conductuales (Bellairs et al., 1975). Actualmente, en México existen pocos estudios sobre ecología térmica de ensambles de lagartijas, por lo que, es importante evaluar la termorregulación de comunidades de especies de lagartijas para determinar cómo se reparten los recursos tiempo y espacio que podrían influir en sus temperaturas corporal, ambiental, y del microhábitat. Por lo que el presente estudio tiene como

finalidad aumentar el conocimiento y mejorar la comprensión sobre la posible relación entre el uso del microhábitat y la ecología térmica a nivel intraespecífico (clases de edad y sexo) e interespecífico, es decir, como ocurre la repartición de los recursos espaciales (microhábitat) y térmicos (temperatura corporal, ambiental y del sustrato) entre especies que coexisten en un mismo tiempo y espacio.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Determinar y comparar la ecología térmica y el uso del microhábitat de un ensamble de lagartijas que habita en un bosque de pino-encino de la región centro de Hidalgo, México.

### **Objetivos particulares**

1. Evaluar si existen diferencias en las características térmicas (temperaturas corporales, ambiental, y del sustrato) y humedad del ambiente, entre clases de edad y sexos de cada especie de lagartija analizada.
2. Determinar y comparar la exposición al sol entre clases de edad y sexos de cada especie de lagartijas analizadas.
3. Comparar las características térmicas y el uso del microhábitat entre las especies de lagartijas estudiadas.
4. Comparar la exposición al sol entre las especies de lagartijas que ocurren el área de estudio.

## ESPECIES DE ESTUDIO

### ***Barisia imbricata* (Wiegmann, 1828)**

La lagartija escorpión *Barisia imbricata* pertenece a la familia Anguidae; las especies de esta familia presentan el cuerpo cubierto de escamas cuadrangulares, lisas y grandes no superpuestas, la característica principal de los anguidos es un pliegue longitudinal ventrolateral en el tronco. (Zug et al, 2001). Esta lagartija es de talla mediana con una longitud hocico-cloaca (LHC) de 125 mm, y la cola llega a ser más larga que el cuerpo, con extremidades delgadas y cortas. Esta especie tiene un patrón de coloración dorsal que varía desde verde olivo hasta café oscuro con bordes blancos a crema, mientras que en la parte ventral presenta tonos grises a cremas, las hembras presentan barras verticales oscuras en la zona dorsal (Fig 1b). La cabeza de los machos es grande, robusta, y triangular, (Fig 1a) que la de las hembras (Fierro-Estrada, 2009). Es una especie endémica de México, que se distribuye en las montañas de la Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre Oriental (Uribe-Peña et al., 1999; Dixon y Lemos-Espinal, 2010). Habita en bosques templados y mesófilos, de hábitos diurnos y terrestres, y por lo general se localizan bajo troncos húmedos o cortezas de árboles caídos (Zaldivar-Riverón et al., 2001). Su modo de reproducción es vivíparo. De acuerdo con la legislación nacional, esta especie se encuentra en la categoría de Protección Especial (PE) por la Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010.



**Figura 1.** Macho (a) y hembra (b) de *Barisia imbricata* de la Presa del Jaramillo en el municipio de Mineral del Chico, Hidalgo. Fotografías por (a) Elizabeth Martín-Martín, y (b) Ailyn Ramírez-Simón.

### ***Plestiodon lynxe* (Wiegmann, 1834)**

El eslizón de bosques de encinos *Plestiodon lynxe* pertenece a la familia Scincidae se caracterizan por presentar escamas lisas y brillantes, cuerpos cilíndricos, así como osteodermos debajo de las escamas (Vitt y Caldwell, 2014). Es una especie de talla pequeña, no mayor a 63 mm de LHC. Presenta de 22 a 26 escamas alrededor del cuerpo, así como cuatro escamas supra-oculares que están en contacto con la frontal, y sus extremidades son delgadas y cortas. Su patrón de coloración en la cabeza es café, en la parte dorsal presenta una línea color crema que ramifica en la cabeza y dos líneas claras de nostrilo a la cola, la coloración del vientre es café en las hembras y en machos es gris (Huitzil-Mendoza, 2007). Las hembras tienen mayor tamaño corporal que los machos (Ramírez-Bautista et al., 1998) (Figura 2). Se distribuye en las montañas de la Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre Oriental, por lo que es endémica de México. Habita en bosques de pino-encino, entre la hojarasca, bajo rocas, y troncos caídos. No se tiene información sobre sus hábitos alimenticios, sin embargo, se sabe que se alimentan de artrópodos. Su modo de reproducción es vivíparo (Ramírez-Bautista et al, 1998) y se encuentra en la categoría de Protección Especial (PE) en la Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010.



**Figura 2.** Macho (a) y hembra (b) de *Plestiodon lynxe* de la Presa del Jaramillo en el municipio de Mineral del Chico, Hidalgo. Fotografías por César Adrián Díaz-Marín.

### ***Phrynosoma orbiculare* (Linnaeus, 1758)**

El camaleón de la montaña *Phrynosoma orbiculare* pertenece a la familia Phrynosomatidae (lagartijas espinosas, que presentan un ojo parietal). Es una especie de talla mediana, con un LHC promedio de 92 mm, con cabeza aplanada, ancha, y larga, sus escamas son rugosas, y se caracterizan por presentar el cráneo modificado en forma de cuernos pequeños (Méndez de la Cruz et al, 2003), ubicando tres poslaterales a la cabeza, dos en región occipital y dos superciliares pequeños (Figura 3). En la parte dorsal presenta escamas en forma de espinas, desde la región axial a la inguinal. Presenta alrededor de 13 poros femorales en cada extremidad posterior. Es una especie endémica de México, distribuyéndose en los estados de Chihuahua, Aguascalientes, Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí, Michoacán, Distrito Federal, Estado de México, Jalisco, Morelos, Tlaxcala y Guanajuato (Smith y Taylor, 1996; Lemos-Espinal y Dixon, 2013). Habita en zonas abiertas de bosque de pino, pino-encino, y matorral xerófilo, donde suelen estar en zonas de pastos pequeños (zacate amacollado) y en floraciones rocosas (Ramírez-Bautista et al, 2014). Es de hábitos diurnos con mayor actividad en las horas cálidas del día. Su dieta se basa en hormigas y su modo de reproducción es vivíparo. Se encuentra en Categoría Amenazada (A) en la Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010.



**Figura 3.** Juvenil (a) y adulto (b) de *Phrynosoma orbiculare* de la Presa del Jaramillo en el municipio de Mineral del Chico. Fotografías por (a) Elizabeth Martín-Martín, y (b) César Adrián Díaz-Marín.

### *Sceloporus bicanthalis* (Smith, 1937)

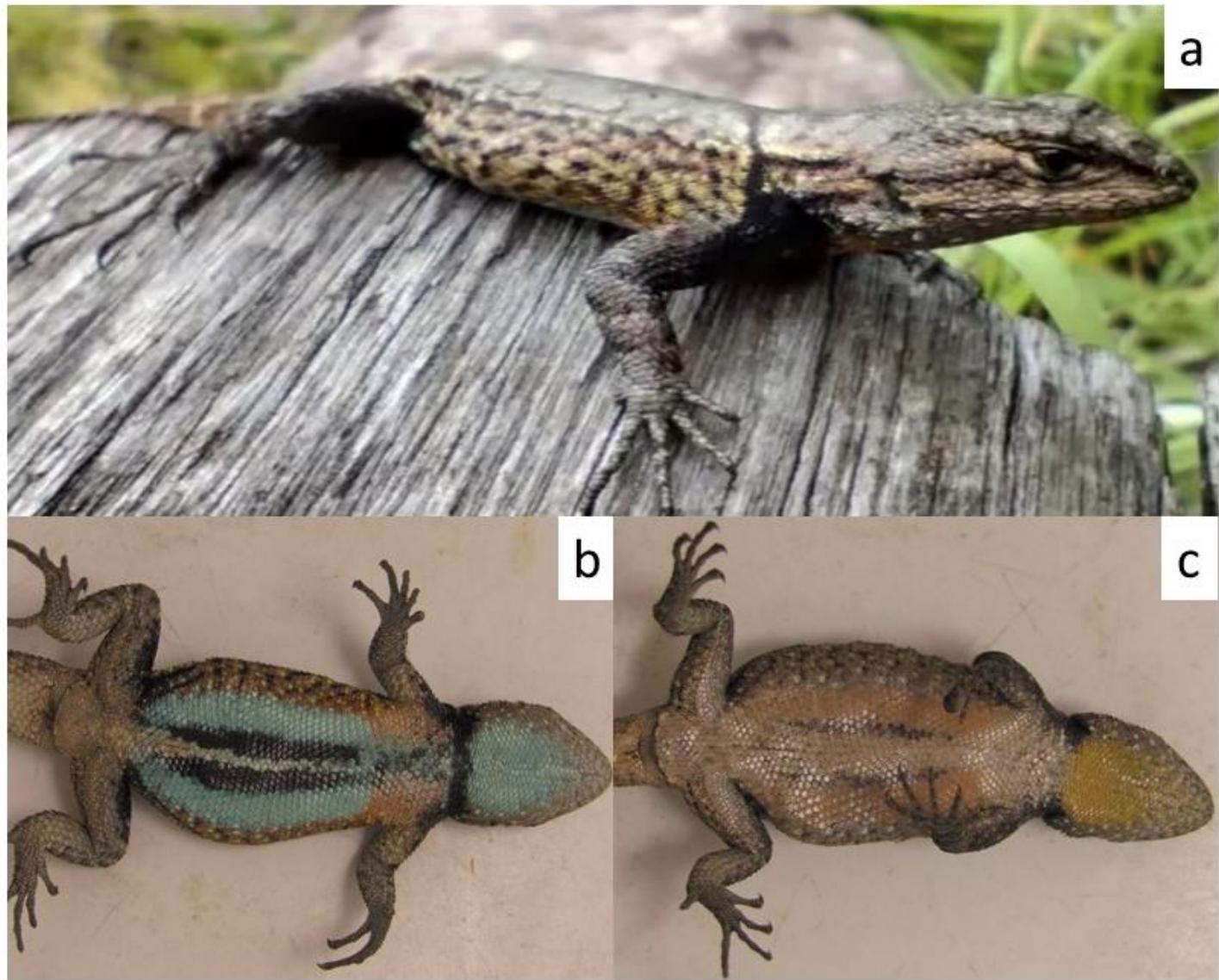
La lagartija espinosa transvolcánica *Sceloporus bicanthalis*, pertenece a la familia Phrynosomatidae (lagartijas espinosas). Es de talla pequeña por lo que presentan un tamaño corporal promedio de 42 mm de LHC, en la cabeza presenta escamas rugosas, y dos pares de escamas cantales, y una frontoparietal en cada lado, las escamas dorsales y laterales se ordenan paralelamente. Su coloración en la parte dorsal varía entre colores plomo, gris y café, la zona lateral presenta una franja amarillo y dos series de líneas transversales de color gris, mientras que en la región gular presentan barras conspicuas en machos. Además, ellos presentan parches ventrales alargados de color azul intenso y presentan entre 13 y 20 foros femorales en las extremidades posteriores (Smith, 1939), mientras que las hembras presentan un patrón blanco, azul claro, o azul oscuro en la región dorso-lateral (Uribe-Peña et al, 1999) (Figura 4). Se distribuye en los estados de Hidalgo, Oaxaca, Estado de México, Puebla y Veracruz, por lo que es una especie endémica de México (Smith y Taylor, 1996; Rodríguez-Romero et al., 2010). Habita en bosques de oyamel, encino, y parches de matorral xerófilo, principalmente en zonas abiertas con pastizal y afloraciones rocosas en zonas no perturbadas. Su dieta se basa en insectos del orden Coleóptera, Himenóptera, Homóptera, y Díptera. Su modo de reproducción es vivíparo (Ramírez-Bautista et al., 2009; Bustos-Liviano, 2015). No considerada en la Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010.



**Figura 4.** Macho (a) y hembra (b) de *Sceloporus bicanthalis* de la Presa del Jaramillo en el municipio de Mineral del Chico. Fotografías por César Adrián Díaz-Marín.

### *Sceloporus grammicus* (Wiegmann, 1828)

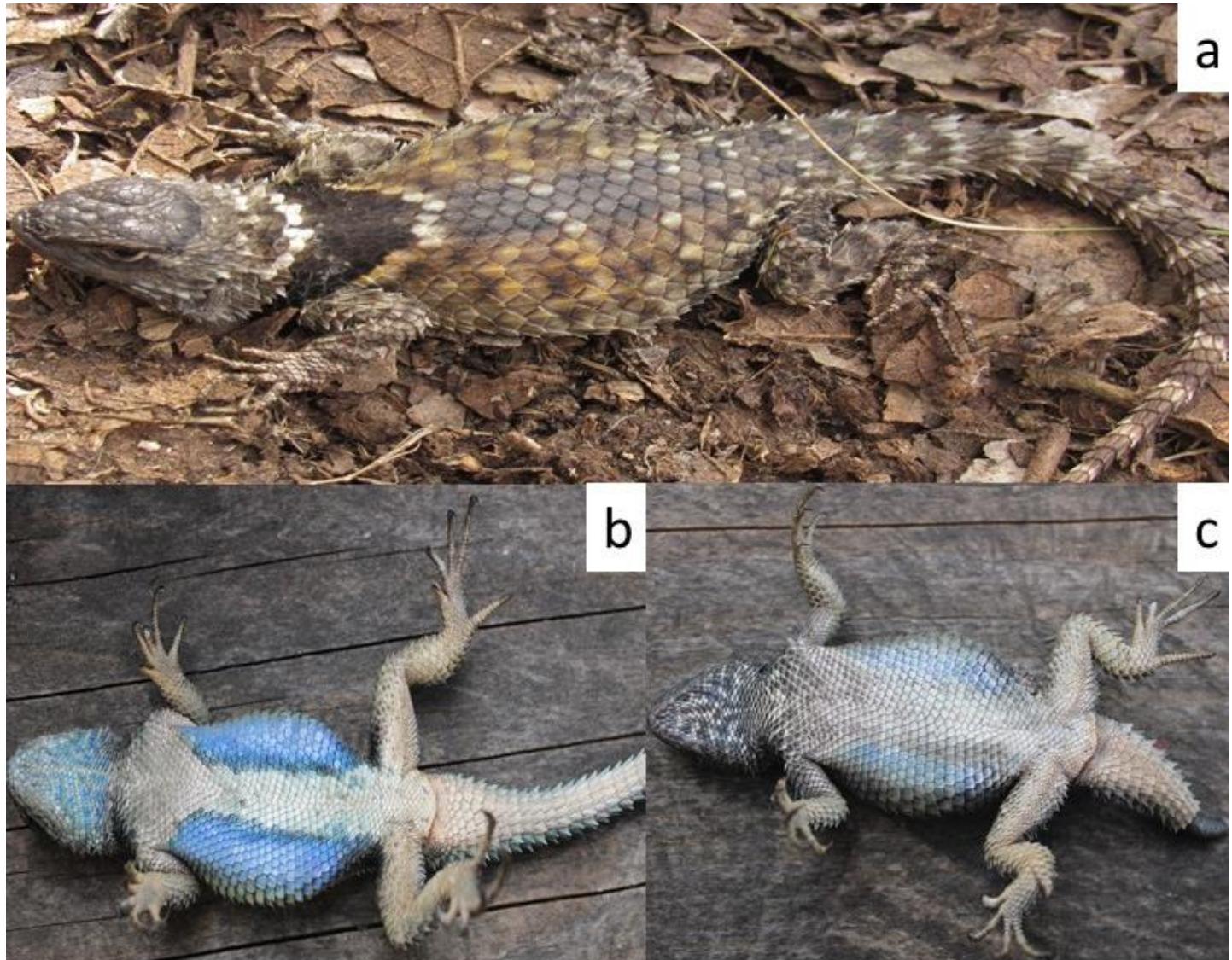
La lagartija del mezquite *Sceloporus grammicus* pertenece a la familia Phrynosomatidae (lagartijas espinosas), y llega a medir en promedio 53.3 mm de LHC (Ramírez- Bautista et al., 2014). Las escamas de la región dorsal son quilladas, y débilmente mucronadas, el número medio de estas escamas es de 73 en hembras, y 74 en machos, el número de poros femorales en machos es de 16-16 (Ramírez-Bautista et al., 2005). Su coloración dorsal varía entre tonos verdes y grises, (Figura 5a), mientras que en la parte gular presenta diferentes coloraciones en machos (naranja puro, amarillo-naranja, amarillo-puro, azul-naranja, azul puro, azul-amarillo, blanco amarillo) y en hembras (naranja puro, amarillo-naranja, amarillo-puro, blanco naranja, blanco puro, blanco amarillo), lo que permite distinguir diferentes morfotipos de color. En la parte ventral, los machos presentan parches azules mientras que las hembras presentan parches anaranjados, crema o amarillo claro (Bastiaans et al., 2013) (Figura 5 b, c). La distribución de la especie es amplia, desde el nivel del mar hasta los 4100 msnm, desde el sur de Estados Unidos al centro-sur de México, habita en bosques de pino-encino, matorral xerófilo, y bosques mesófilos de montaña; donde utilizan rocas, troncos, agaves y bardas de casa (Ramírez-Bautista et al., 2014). Su dieta se basa en artrópodos (himenópteros, lepidópteros, arácnidos, coleópteros, dípteros, hemípteros, y homópteros), material vegetal, y ocasionalmente pueden practicar canibalismo (Leyte- Manrique y Ramírez-Bautista, 2010; Durán-Servín ,2012). Su modo de reproducción es vivíparo y se encuentra en la categoría de Protección Especial (PE) en la Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010.



**Figura 5.** Adulto (a), macho (b), y hembra (c) de *Sceloporus grammicus* de la Presa del Jaramillo en el municipio de Mineral del Chico. Fotografías por (a) Elizabeth Martín-Martín, (b) y (c) César Adrián Díaz-Marín.

### ***Sceloporus mucronatus* (Cope, 1885)**

La lagartija espinosa de grieta *Sceloporus mucronatus* pertenece a la familia Phrynosomatidae (lagartijas espinosas), su cuerpo es robusto y de talla mediana alcanzando los 78 mm de LHC, con cabeza de gran tamaño y dos líneas de escamas supraoculares, las escamas dorsales quilladas y mucronadas, y en la parte ventral, las escamas lisas presentan muescas. Los machos presentan de 10 a 17 poros femorales, mientras que las hembras presentan de 9 a 11 (Retana et al., 2014; Valdez-Lares et al., 2015). La coloración dorsal es negro brillante, con un collar nucal de color oscuro bordeado con un tono claro; la región gular-ventral en machos es de tonos azules oscuros y brillantes, mientras que en las hembras son parches de azules tenues y opacos (Retana et al., 2014) (Figura 6). Se distribuye en altitudes de 1750- 3050 msnm en estados del Centro de México como el Estado de México, Tlaxcala, Veracruz, Puebla, Oaxaca e Hidalgo. Es de hábitos diurnos y su dieta se basa en artrópodos (insectos y arañas), materia vegetal (frutos y flores) (Méndez de la Cruz, 1998; Rodríguez-Tejeda, 2006). Su modo de reproducción es vivípara. No considerada en la Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010.



**Figura 6.** Adulto (a), macho (b), y hembra (c) de *Sceloporus mucronatus* de la Presa del Jaramillo en el municipio de Mineral del Chico. Fotografías por (a) César Adrián Díaz-Marín, (b) y (c) Elizabeth Martín-Martín.

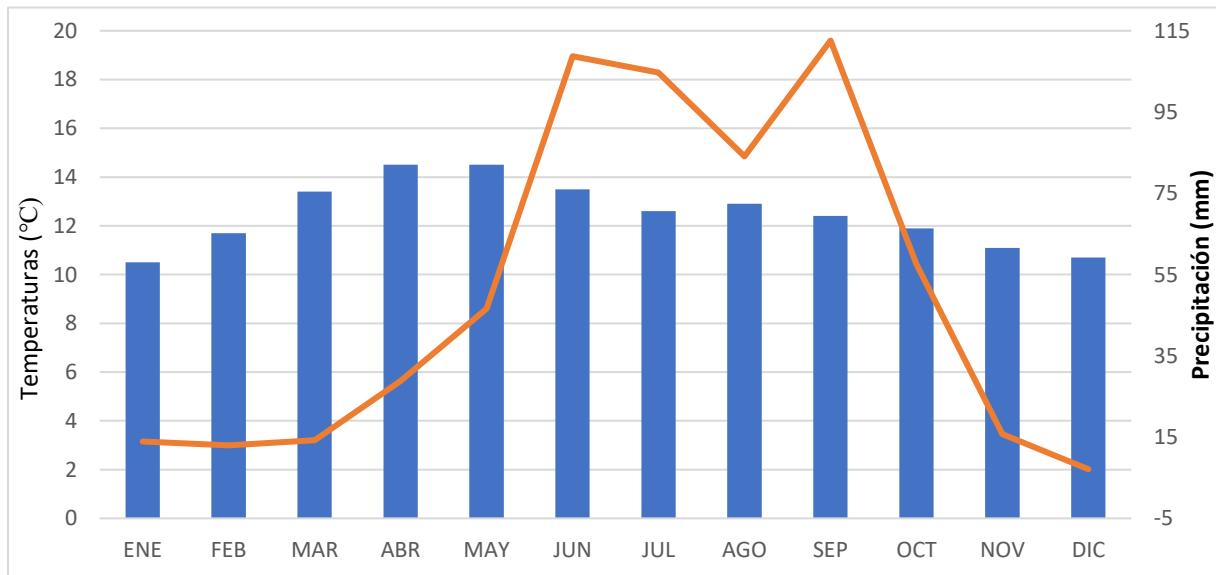
## MATERIALES Y MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDIO

La presa el Jaramillo se localiza entre los límites de San Miguel Cerezo Pachuca y el Municipio de Mineral del Chico, Hidalgo. Fisiogeográficamente se describe como un valle, donde las montañas recargan agua a la presa (SEPLADER, 2011) (Figura 7). Perteneces a la región de la Comarca Minera, con una altitud de 2.846 msnm, con 20° 12' 52" de latitud norte y 98 ° 43' 55" de longitud oeste. El clima es templado con lluvias en el verano (Cw) de acuerdo con la escala de Köppen, presenta una temperatura promedio anual es de 15°C, y una precipitación total anual de 1605 mm (SEPLADER, 2011). El tipo de vegetación es bosque de pino-encino, que se caracteriza por presentar las especies de árboles como *Abies religiosa*, *Pinus rufa* y *Quercus rugosa* (Rzedowski, 2006).



**Figura 7.** Vegetación alrededor de la Presa del Jaramillo en el municipio de Mineral del Chico, Hidalgo. Fotografías por Elizabeth Martín-Martín.



**Figura 8.** Promedios mensuales de la precipitación (barras azules) y temperaturas (línea naranja) de la estación CONAGUA (1999-2020), de San Miguel Cerezo, Pachuca de Soto, Hidalgo.

## TOMA DE DATOS

Para el trabajo de campo se realizaron muestreos mensuales de dos días cada uno, de enero a abril del 2023. Durante estos, se empleó la búsqueda por encuentro visual considerando el periodo de actividad de las lagartijas en el área de estudio; para *Barisia imbricata* de 9:00-17:00 horas, *Plestiodon lynxe* 10:00-16:00 horas, *Phrynosoma orbiculare* 9:00-18:00 horas, *Sceloporus bicanthalis* 9:00-18:00 horas, *Sceloporus mucronatus* 9:00-17:00 horas, y *Sceloporus grammicus* 10:00-17:00 horas. La toma de datos se realizó en la época de secas (enero - abril) con la finalidad de evitar variación estacional en las características térmicas (Maia-Carneiro y Duarte-Rocha, 2020). En cada muestreo se capturaron de forma manual mediante el uso de ligas, y captura directa (atraparlas) a los ejemplares de cada una de las seis especies de estudio (Cabellos-Cano et al, 2013).

Cada ejemplar capturado se clasificó por dos clases de edad (juveniles - adultos) con base en su LHC de las especies, los que presentaron una LHC menor a la de los adultos se consideraron como juveniles. En *B. imbricata*, los machos fueron considerados adultos con una LHC  $\geq$  87.1 mm, mientras que las hembras se consideran con una LHC  $\geq$  77.5 mm, (Muñoz-Brito, 2014), mientras que en *P. orbiculare*, los machos adultos tuvieron una LHC  $\geq$  59.2 mm y las hembras adultas tuvieron una LHC  $\geq$  60.1 mm, (Castro-Franco, 2002). Por otro lado, en *S. bicanthalis*, los machos adultos se consideraron con una LHC  $\geq$  37 mm, y las hembras se consideraban como adultas con una LHC  $\geq$  35 mm (García-Rosales, 2016), mientras que para *S. grammicus* los machos se consideraban como adultos con una LHC  $\geq$  43 mm, mientras que las hembras se consideraban como adultas con un LHC  $\geq$  42 mm (Uribe-Rodríguez, 2008). Mientras que los machos adultos de *S. mucronatus* tuvieron una LHC de  $\geq$  62.5 mm y las hembras adultas tuvieron una LHC  $\geq$  64 mm (Méndez de la Cruz, 1998). En *P. lynxe* los machos se consideran con una LHC  $\geq$  54 mm, mientras que las hembras se tomaron como adultos con una LHC  $\geq$  52 mm (Ruiz-Barrios, 2018). Las

medidas de la LHC se tomaron con un vernier digital ( $\pm 0.01$ ). La identificación de sexo fue considerada por la presencia de dos escamas pos cloacales agrandadas en machos de los Phrynosomátidos (*P. orbiculare*, *S. bicanthalis*, *S. grammicus* y *S. mucronatus*). En *B. imbricata* y *P. lynxe* se tomaron en cuenta características morfológicas mencionados anteriormente.

Una vez capturado el ejemplar, se registró inmediatamente (menos de un minuto) la temperatura corporal (Tc) insertando la sonda de un termómetro digital tipo K ( $\pm 1$  °C) en la cloaca de las lagartijas, en el caso de los juveniles la sonda se colocó de manera cuidadosa en los bordes de la cloaca, durante este proceso los ejemplares se sujetaron por la cabeza o por una extremidad delantera para minimizar la ganancia de calor de la mano del recolector, (Vitt et al., 2003). Posteriormente, se midieron con un termohidrómetro ( $\pm 1$  °C) a temperatura del sustrato (Ts), el lugar donde se visualizó al individuo por primera vez, y la temperatura del aire (Ta), a un metro de altura, además también se capturó el porcentaje de humedad (H) con el termohidrómetro ( $\pm 5$  %). Adicionalmente, se registró la hora, tipo de microhábitat, el estado de tiempo nublado o soleado, tipo de exposición al (sol directo, sol filtrado o en sombra) (Díaz-Marín et al., 2022). Además, se caracterizaron los microhábitats tomando en cuenta los componentes del sustrato; rocas (piedras, zonas pedregosas, muros o bardas de concreto), suelo (tierra, arena, hojarasca), vegetación (arbustos, árboles, troncos, ramas, nopal, magueyes) (Bustos-Zagal et al., 2013; Díaz-Marín et al., 2022).

Después de la toma de datos, a cada individuo de cada especie se le asignó un código alfanumérico por medio de la ectomización de falanges (Woodbury, 1956) y, además, se les colocó una marca de barniz en el dorso a nivel de las extremidades posteriores, con la finalidad de evitar recapturar y medir repetidamente al mismo individuo.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

A todas las variables se les aplicaron las pruebas de Shapiro-Wilks y Levene, para corroborar supuestos de normalidad y homogeneidad y en el caso de las variables que no cumplieron con estos supuestos se transformaron a logaritmo base 10 con la finalidad de ajustarlos a una distribución normal, o se utilizaron pruebas no paramétricas (Zar, 2010). Para contestar el primer objetivo sobre la evaluación de las características térmicas se utilizaron pruebas de ANOVA de dos factores para evaluar; la Tc, Ts, Ta y H (variables dependientes), entre clases de edad y sexos (variables independientes), en muestras grandes ( $n \geq 40$ ) de *S. mucronatus* y *S. bicanthalis*, mientras que, para las especies *B. imbricata*, *P. lynxe*, *P. orbiculare*, *S. grammicus* que presentaron una muestra pequeña ( $n \leq 40$ ), se agruparon las clases de edad y los sexos, con la finalidad de aumentar el tamaño de la muestra de este tipo de comparaciones, las cuales consistieron pruebas de t de student o pruebas de U-Mann-Whitney, para datos no paramétricos. Las pruebas fueron realizadas en Statistica versión 10 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA). Para responder los objetivos comparación de la exposición al sol y uso del microhábitat, se aplicaron prueba de G con el software R 4.5.1 (R Core Team, 2024). Para la evaluación de las características térmicas se utilizó un análisis de varianza de un Factor (ANOVA) para comparar la Tc, Ta, Ts, y H (variables dependientes) entre especies (variable independiente). Finalmente, para comparación de exposición al sol entre especies se aplicó una prueba de G, además se realizaron comparaciones múltiples en *S. bicanthalis* debido a que fue la única especie con diferencias en la exposición al sol entre sexos y clases de edad. En todas las pruebas se consideró a un nivel significancia de (0.05).

## RESULTADOS

Se obtuvieron un total de 188 registros de todas las especies que correspondieron a cuatro adultos de *B. imbricata* (dos machos y dos hembras), 15 de *P. lynxe* (cinco juveniles machos, tres adultos machos, una hembra juvenil, y seis hembras adultas), 33 de *P. orbiculare* (21 juveniles machos, un adulto macho, ocho hembras juveniles, y dos hembras adultas), 80 de *S. bicanthalis* (21 juveniles machos, 12 machos adultos, 13 hembras juveniles, y 34 hembras adultas), 16 de *S. grammicus* (un macho juvenil, tres machos adultos, dos hembras juveniles y 11 hembras adultas), y 40 de *S. mucronatus* (siete machos juveniles, siete machos adultos, 15 hembras juveniles y 11 hembras adultas).

### ANÁLISIS INTRAESPECÍFICO DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS

El ANOVA de dos factores en la Tc de *S. bicanthalis* no mostró efectos significativos por clase de edad ( $F_{1,76} = 2.1$ ,  $P = 0.14$ ), por sexo ( $F_{1,76} = 2.26$ ,  $P = 0.13$ ), ni por interacción de estos dos factores ( $F_{1,76} = 0.77$ ,  $P = 0.38$ ). De manera similar, en la Ta de esta misma especie tampoco se encontraron efectos significativos por clase de edad ( $F_{1,76} = 0.66$ ,  $P = 0.79$ ), por sexo ( $F_{1,76} = 0.18$ ,  $P = 0.66$ ), y tampoco hubo interacción significativa de estos factores ( $F_{1,76} = 0.35$ ,  $P = 0.55$ ). En el caso de la Ts, se encontraron efectos significativos entre clases de edad ( $F_{1,76} = 3.97$ ,  $P = 0.04$ ) donde los juveniles presentaron preferencia de un sustrato con mayor temperatura (Tabla 1), sin embargo, no se encontraron efectos por sexos ( $F_{1,76} = 0.31$ ,  $P = 0.57$ ), ni por interacción de estos factores ( $F_{1,76} = 0.11$ ,  $P = 0.73$ ). En la humedad no se encontraron diferencias significativas entre clases de edad ( $F_{1,76} = 0.76$ ,  $P = 0.38$ ), sexos ( $F_{1,76} = 0.67$ ,  $P = 0.41$ ), e interacción de ambos factores ( $F_{1,76} = 0.01$ ,  $P = 0.91$ ).

En el caso de *S. mucronatus*, el ANOVA de dos factores mostró efectos no significativos en la Tc por clase de edad ( $F_{1,36} = 0.58$ ,  $P = 0.45$ ), ni por sexos ( $F_{1,36} = 0.01$ ,  $P = 0.90$ ), sin

embargo, la interacción de estos dos factores sí fue significativa ( $F_{1,36} = 4.35, P = 0.04$ ), sin embargo, ninguna de las comparaciones múltiples resultó significativas. Del mismo modo, en Ta de la misma especie, no se encontraron diferencias significativas por clase de edad ( $F_{1,36} = 0.57, P = 0.45$ ), por sexo ( $F_{1,36} = 1.17, P = 0.28$ ), ni por interacción de estos dos factores ( $F_{1,36} = 1.38, P = 0.24$ ). De manera similar el ANOVA de la Ts, las diferencias no fueron significativas por clases edad ( $F_{1,36} = 0.58, P = 0.44$ ), por sexo ( $F_{1,36} = 0.88, P = 0.35$ ), ni por interacción de ambos factores ( $F_{1,36} = 2.14, P = 0.15$ ). Asimismo, no se encontraron diferencias significativas por clase de edad ( $F_{1,36} = 0.14, P = 0.70$ ), por sexo ( $F_{1,36} = 0.91, P = 0.34$ ), ni por interacción de estos dos factores ( $F_{1,36} = 2.56, P = 0.11$ ) en la humedad.

En *P. lynxe*, los resultados del ANOVA indicaron que no hubo diferencias significativas en la Tc por clase de edad ( $t = -1.42, P = 0.17$ ), ni por sexos ( $t = -0.41, P = 0.68$ ). De manera similar, los resultados del ANOVA en la Ta de misma especie fueron no significativos considerando la clase de edad ( $Z = -1.23, P = 0.21$ ), y el sexo ( $Z = 0.28, P = 0.77$ ). En la Ts se encontraron efectos no significativos por clase de edad ( $Z = -1.23, P = 0.21$ ), por sexo ( $Z = 25, P = 0.28$ ). De manera similar, no se encontraron efectos significativos por clase de edad ( $Z = 0.82, P = 0.40$ ), ni por sexos ( $Z = -0.28, P = 0.77$ ) en la humedad del micro hábitat de esta especie.

En *P. orbiculare*, la Tc no mostró efectos significativos por clase de edad ( $Z = -0.62, P = 0.53$ ), ni por sexos ( $Z = 0.49, P = 0.61$ ) y, de manera similar, en la humedad no difirió significativamente por clase de edad ( $t = -0.64, P = 0.52$ ), ni por sexos ( $t = -1.34, P = 0.18$ ). Sin embargo, se encontraron efectos significativos en la Ta entre clase de edad ( $Z = 3.13, P = 0.01$ ), del cual los juveniles presentaron mayor aporte térmico por medio del aire Ta (Tabla 1), y por sexos ( $Z = 2.36, P = 0.01$ ), los machos mostraron aporte térmico de aire (Tabla 1), así como en la Ts por clase de edad ( $Z = 2.83, P = 0.004$ ), los juveniles mostraron mayor flujo térmico por medio

del sustrato, y entre sexos ( $Z = 2.1$ ,  $P = 0.03$ ), los machos presentaron mayor adquisición de calor por medio del sustrato.

En *S. grammicus*, la  $T_c$  no difirió significativamente entre clases de edad ( $t = -0.89$ ,  $P = 0.38$ ), y sexos ( $t = -0.98$ ,  $P = 0.34$ ). Sin embargo, sí se encontraron efectos significativos en la  $T_a$  por clase de edad ( $Z = -1.88$ ,  $P = 0.05$ ), los juveniles mostraron mayor  $T_a$ , pero no por sexo ( $Z = -1.27$ ,  $P = 0.20$ ). En la  $T_s$  también hubo diferencias significativas entre clases de edad ( $Z = -1.88$ ,  $P = 0.05$ ) los juveniles indicaron mayor  $T_s$ , pero no por sexos ( $Z = -1.6$ ,  $P = 0.10$ ). En la humedad se encontraron diferencias significativas por clases de edad ( $Z = 2.01$ ,  $P = 0.04$ ), del cual los adultos usaron microhábitats con mayor humedad, pero no hubo diferencias entre sexos ( $Z = 1.75$ ,  $P = 0.07$ ).

**Cuadro 1.** Estadística descriptiva de la temperatura corporal (Tc), la temperatura del aire (Ta), la temperatura del sustrato (Ts), y la humedad del microhábitat (H) las especies de lagartijas estudiadas en la presa del Jaramillo, municipio de Mineral del Chico, Hidalgo. Se muestran los valores de cada especie, clase de edad, y sexos machos (M) y hembras (H), con su respectivo tamaño de muestra entre paréntesis. Debajo de la media y el error estándar se muestran valores mínimos.

Especie	Clase de edad	Sexo	Tc	Ta	Ts	H
<i>Barisia imbricata</i>	<b>Juvenil</b>	<b>H (1)</b>	14.0	23.4	21.3	36.0
		<b>M (2)</b>	28.5 ± 3.4	28.1 ± 3.3	28.25 ± 3.45	29 ± 11
			25.1 - 31.9	24.8 - 31.4	24.8 - 31.7	18.0 - 40.0
<i>Plestiodon lynxe</i>	<b>Juvenil</b>	<b>M (4)</b>	21.02 ± 2.65	21.18 ± 2.63	21.14 ± 2.64	43.4 ± 3.99
			16.28 - 25.34	16.14 - 25.44	16.06 - 25.42	36.8 - 50.6
		<b>H (1)</b>	24.6	24.2	24.2	26
	<b>Adulto</b>	<b>M (4)</b>	26.66 ± 1.53	28.83 ± 0.31	29.16 ± 0.46	25.0 ± 3.5
			25.03 - 29.73	28.46 - 29.46	28.43 - 30.03	18.0 - 29.0
		<b>H (6)</b>	24.1 ± 1.63	23.81 ± 1.42	24.1 ± 1.50	41 ± 2.73
<i>Phrynosoma orbiculare</i>	<b>Juvenil</b>	<b>M (21)</b>	29.28 ± 0.51	28.87 ± 0.46	28.82 ± 0.43	24.95 ± 1.91
			28.24 - 30.19	27.96 - 29.73	27.96 - 29.63	21.09 - 28.42
		<b>H (7)</b>	28.9 ± 1.32	26.98 ± 1.11	27.76 ± 0.94	30.5 ± 4.25
			26.43 - 31.25	24.96 - 29.03	25.92 - 28.37	22.37 - 37.75
	<b>Adulto</b>	<b>M (1)</b>	31.2	23.6	23.5	30
		<b>H (4)</b>	28.92 ± 1.68	26.1 ± 0	25.95 ± 0.05	27.5 ± 0.5
			26.72	26.1	25.9 - 26	27.0 - 28.0
<i>Sceloporus bicanthalis</i>	<b>Juvenil</b>	<b>M (12)</b>	31.17 ± 0.44	31.35 ± 0.61	31.26 ± 0.62	21.83 ± 1.82
			30.35 - 31.99	30.22 - 32.54	30.12 - 32.49	18.25 - 25.08
		<b>H (8)</b>	28.22 ± 1.87	29.25 ± 0.99	29.03 ± 1.17	27.5 ± 3.84
			25.45 - 32.08	27.45 - 31.15	27.0 - 31.37	20.25 - 34.25
	<b>Adulto</b>	<b>M (21)</b>	28.25 ± 1.00	27.13 ± 0.71	26.56 ± 0.73	26.95 ± 1.49
			26.43 - 30.23	25.82 - 28.58	25.20 - 28.01	24.14 - 20.80
		<b>H (39)</b>	27.25 ± 0.59	33.4 ± 6.48	26.88 ± 0.48	27.66 ± 1.68
			26.15 - 28.42	20.00 - 40.60	25.96 - 27.83	24.25 30.74
<i>Sceloporus grammicus</i>	<b>Juvenil</b>	<b>M (1)</b>	29.3	32.3	31.9	17
		<b>H (2)</b>	28.8 ± 0	29.1 ± 0.2	29.35 ± 0.45	20.5 ± 0.5
			28	28.9 - 29.3	28.9 - 0.45	20.0 - 21.0
	<b>Adulto</b>	<b>M (3)</b>	28.66 ± 2.10	27.66 ± 1.66	27.76 ± 1.62	23.33 ± 1.76

<i>Sceloporus mucronatus</i>	<b>Juvenil</b>	<b>M (6)</b>	25.03 - 32.33	24.53 - 30.23	24.83 - 30.43	19.66 - 25.66
		<b>H (10)</b>	26.49 ± 1.19	25.47 ± 0.85	24.94 ± 0.96	31.0 ± 3.62
	<b>Adulto</b>		24.34 - 28.73	23.88 - 27.12	23.14 - 26.72	23.4 - 36.6
		<b>M (8)</b>	26.36 ± 1.36	27.93 ± 1.57	27.86 ± 1.58	26.83 ± 3.57
			24.3 - 29.03	25.05 - 30.4	24.95 - 30.4	20.66 - 33.0
<i>Sceloporus mucronatus</i>	<b>H (14)</b>		28.27 ± 0.77	27.44 ± 0.88	27.58 ± 0.86	25.85 ± 2.09
			26.89 - 29.81	25.8 - 29.17	25.98 - 29.28	21.78 - 29.71
	<b>H (12)</b>		26-68 ± 1.16	27.42 ± 1.21	27.13 ± 1.36	22.87 ± 1.30
<i>Sceloporus mucronatus</i>	<b>Adulto</b>		24.61 - 28.82	25.13 - 29.62	24.77 - 29.7	20.5 - 25.25
		<b>M (12)</b>	25.01 ± 1.11	25.54 ± 1.02	25.21 ± 1.23	27.91 ± 2.72
			23.12 - 27.25	23.62 - 27.44	23.00 - 27.61	22.41 - 32.5

## ANÁLISIS INTRA E INTERESPECÍFICO DE EXPOSICIÓN AL SOL

De acuerdo con la prueba de G, se encontraron diferencias significativas entre sexos y clases de edad de *S. bicanthalis* ( $G = 15.47$ ,  $P = 0.01$ ). Las comparaciones múltiples por clases de edad mostraron diferencias significativas en la exposición al sol directo de juveniles machos y exposición al sol filtrado (luz solar indirecta) de adultos machos ( $P = 0.02$ ), las hembras juveniles con exposición al sol directo mostraron diferencias significativas de las hembras adultas con expuestas al sol directo ( $P = 0.03$ ), las hembras juveniles expuestas al sol directo mostraron diferencias significativas de las hembras adultas expuestas al sol filtrado ( $P = 0.01$ ) (Figura 8). Las comparaciones múltiples por sexos mostraron diferencias los machos con exposición al sol filtrado de las hembras expuestas al sol filtrado ( $P = 0.007$ ) los machos expuestos a la sombra mostraron diferencias significativas de las hembras expuestas al sol directo ( $P = 0.03$ ), los machos expuestos a la sombra mostraron diferencias de las hembras expuestas al sol filtrado ( $P = 0.01$ ) (Figura 8).

Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas por sexos y clases de edad en *P. orbiculare* ( $G = 6.89$ ,  $P = 0.33$ ) (Fig 9), *S. grammicus* ( $G = 6.09$ ,  $P = 0.41$ ) (Figura 10), y *S. mucronatus* ( $G = 7.0$ ,  $P = 0.32$ ) (Figura 11). De los cuatro individuos de *B. imbricata*, dos se encontraron en sol filtrado y dos en sombra, y los 15 individuos de *P. lynxe* estuvieron bajo sombra. De acuerdo con la prueba de G, no existen diferencias significativas entre especies en las categorías de exposición al sol ( $G = 2.77$ ,  $P = 0.25$ ).

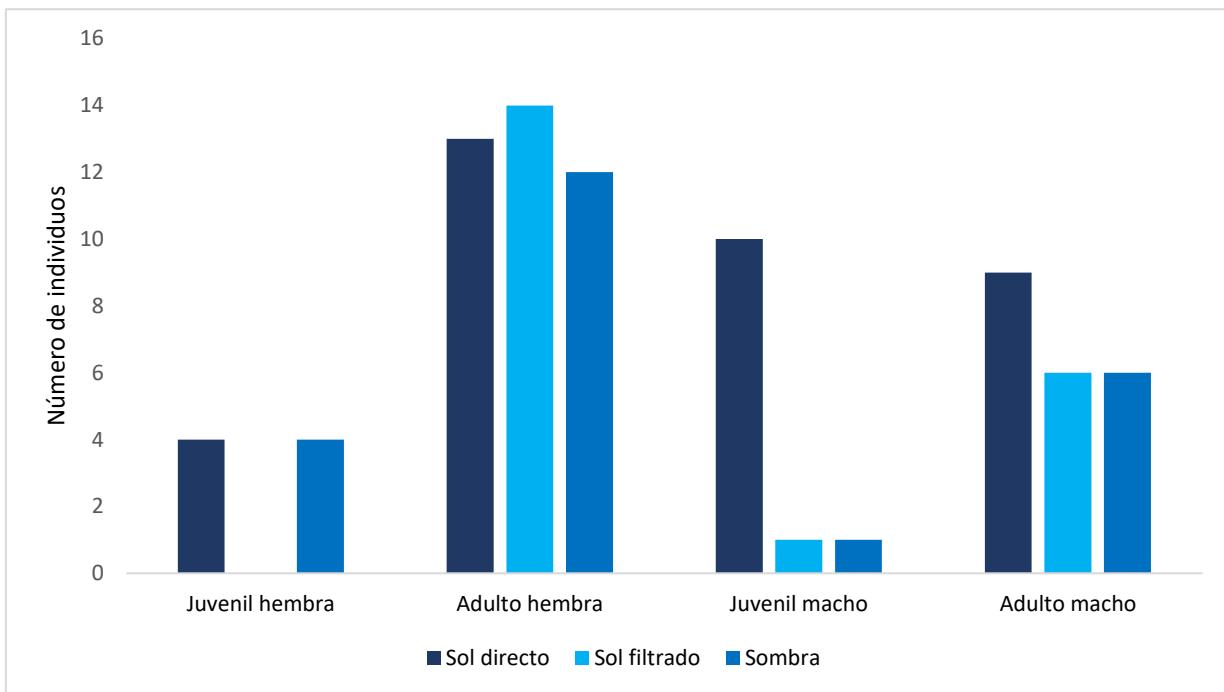


Figura 9. Exposición al sol (Sol directo, sol filtrado y sombra) de *Sceloporus bicanthalis*.

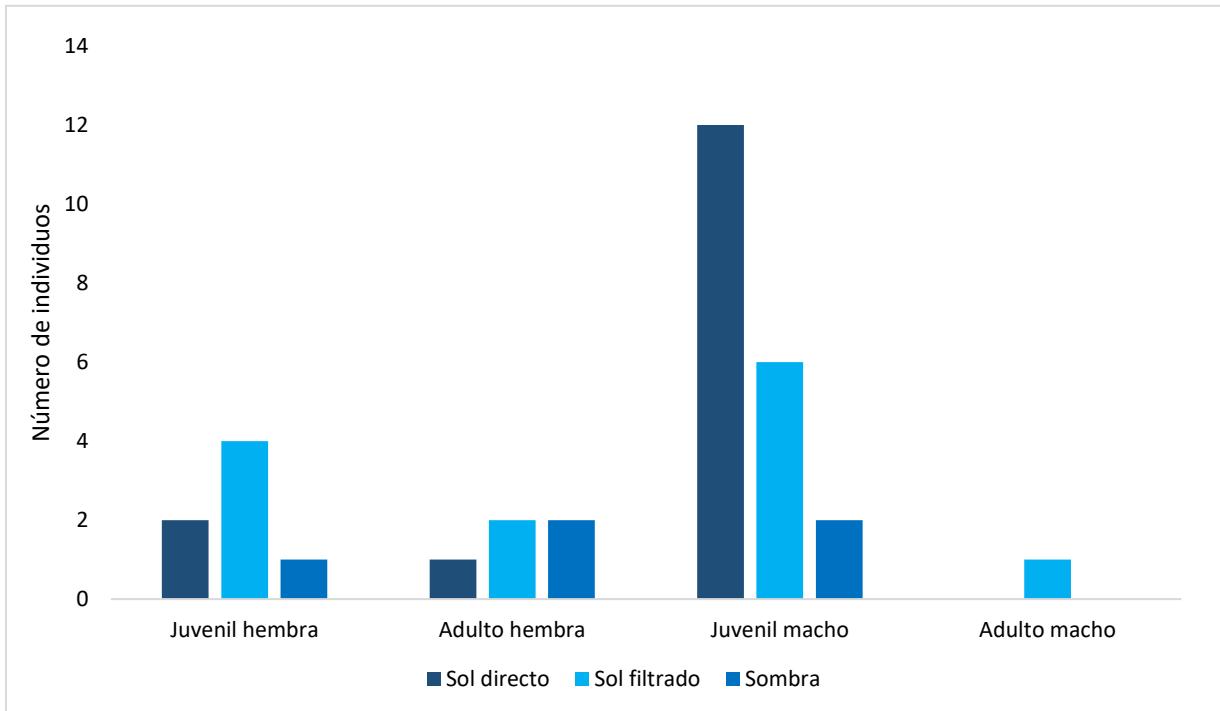


Figura 10. Exposición al sol (Sol directo, sol filtrado y sombra) de *Phrynosoma orbiculare*.

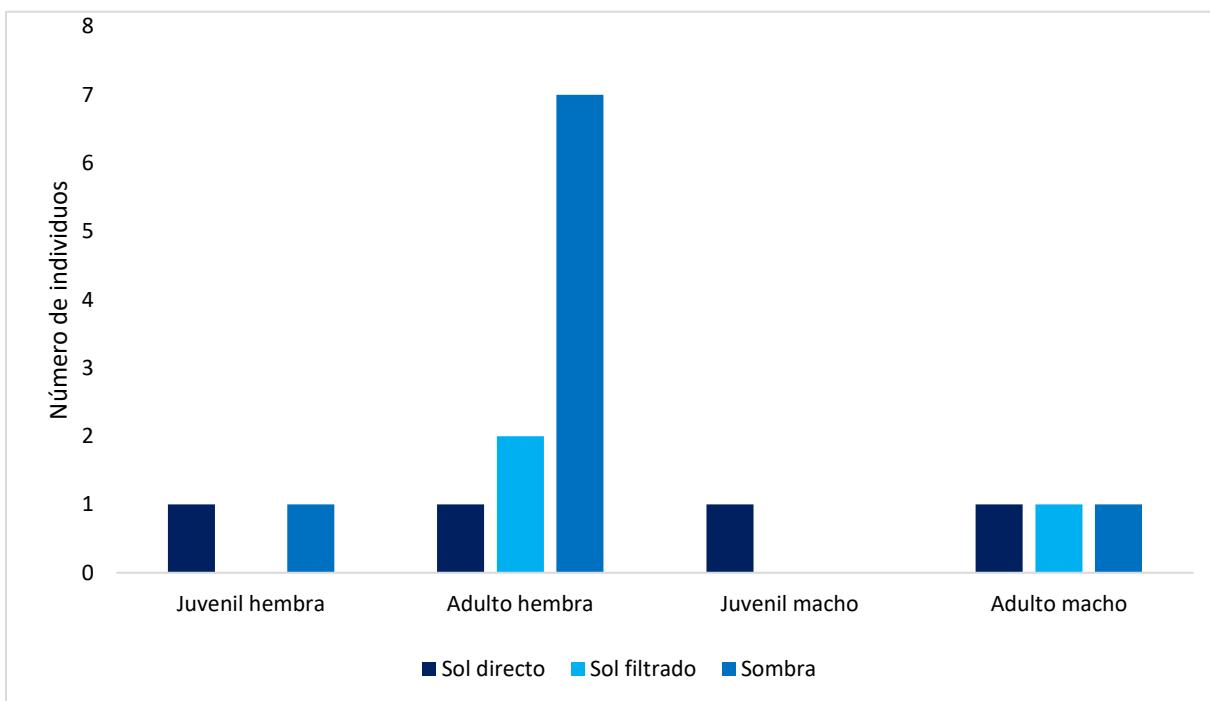
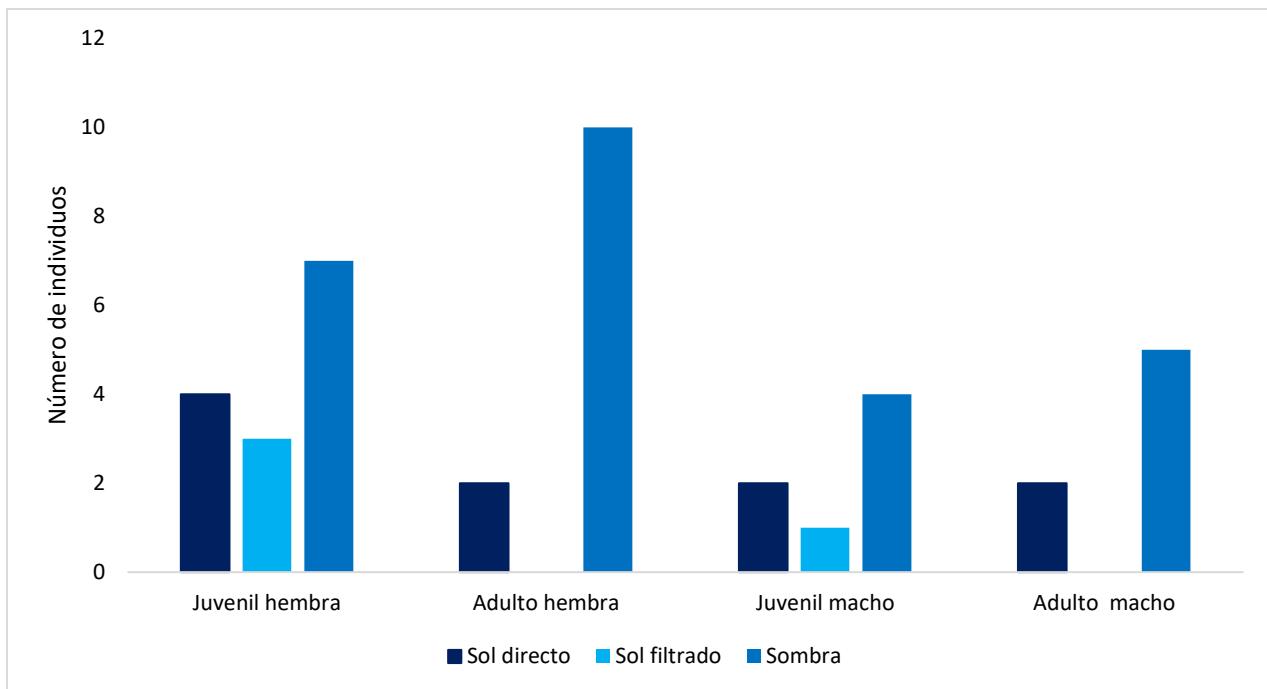
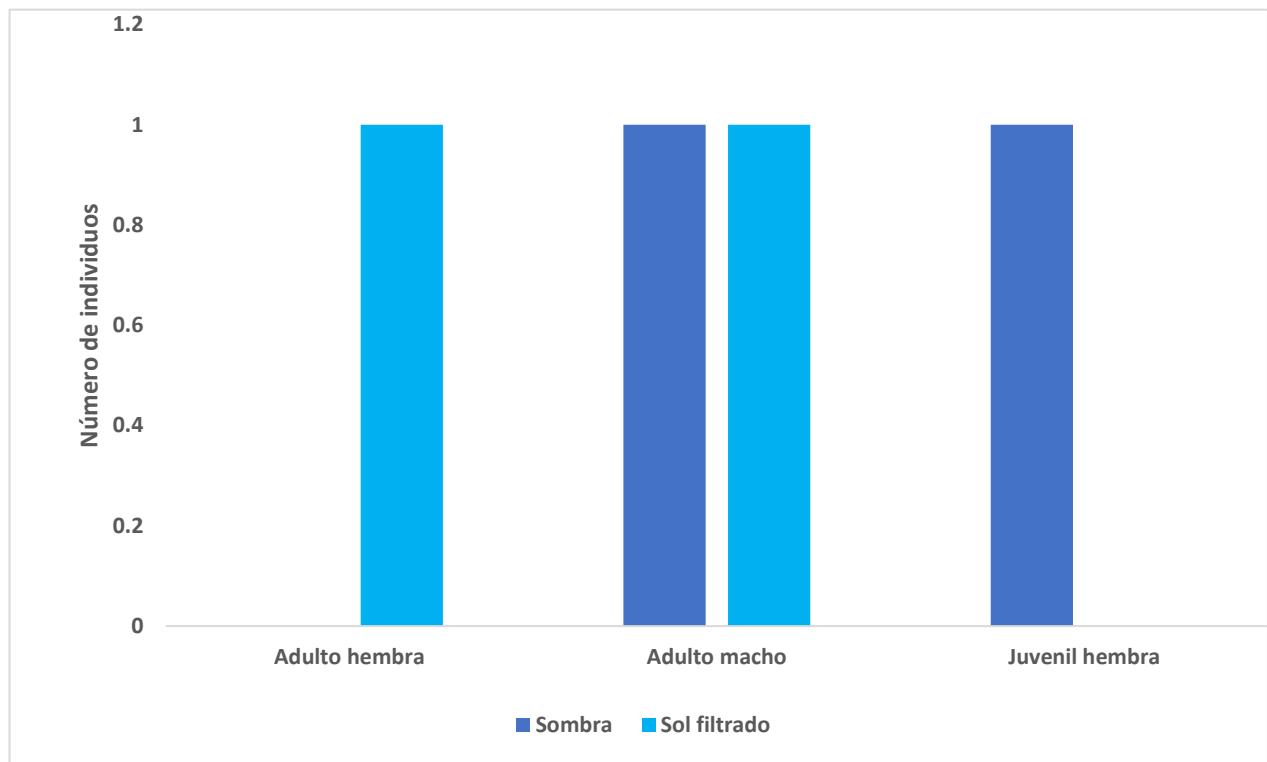


Figura 11. Exposición al sol (Sol directo, sol filtrado y sombra) de *Sceloporus grammicus*.



**Figura 12.** Exposición al sol (Sol directo, sol filtrado y sombra) de *Sceloporus mucronatus*.



**Figura 13.** Exposición al sol (Sol directo, sol filtrado y sombra) de *Barisia imbricata*.

## COMPARACIONES INTERESPECÍFICAS DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS

La prueba de ANOVA de un factor indicó diferencias significativas entre especies en la temperatura corporal ( $F_{1,182} = 5.42, P = 0.01$ ), temperatura del sustrato ( $F_{1,182} = 3.17, P = 0.001$ ), y humedad ( $F_{1,182} = 4.05, P = 0.001$ ). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre especies en la temperatura del aire ( $F_{1,182} = 0.55, P = 0.735$ ).

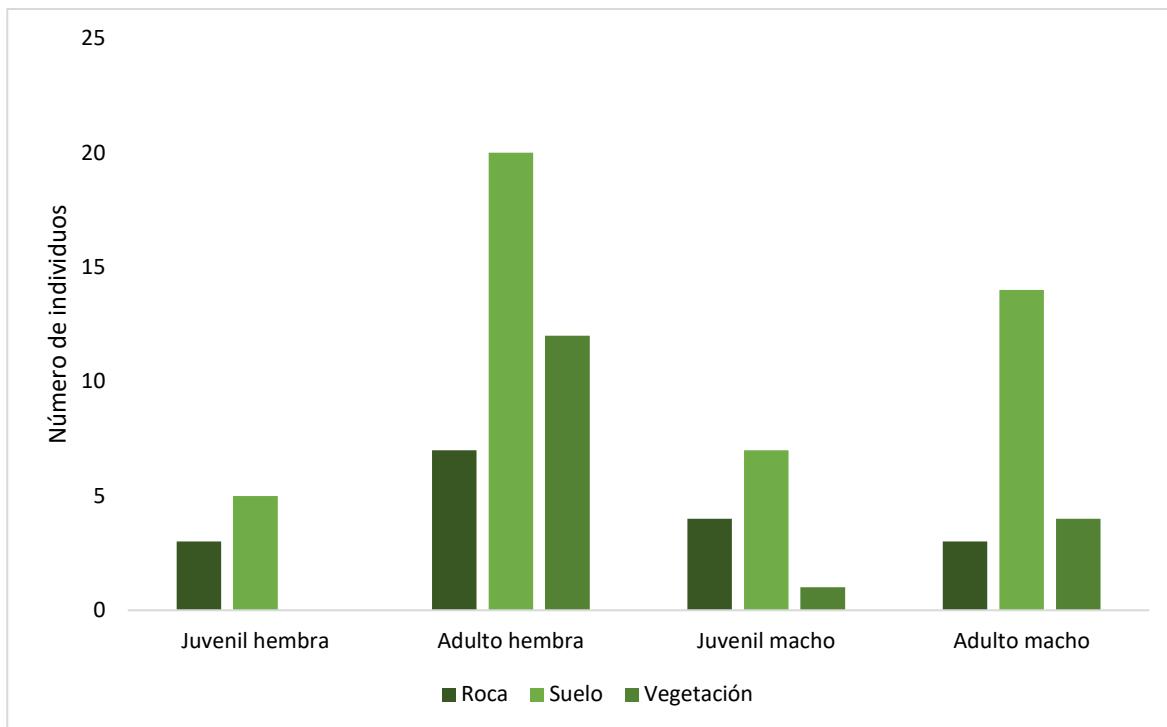
*P. lynxe* presentó menor temperatura corporal (24 °C), mientras que *P. orbiculare* presentó la mayor temperatura corporal (29 °C), *P. lynxe* (24 °C) presentó la menor la temperatura del aire mientras que *S. bicanthalis* presentó la mayo Ta (30 °C), *S. bicanthalis* y *S. grammicus* presentaron la mayor la temperatura de sustrato (28 °C), mientras que *P. lynxe* presentó la menor Ts (24°C), *S. bicanthalis* presentó la menor humedad (23 °C), mientras que *P. lynxe* presentó la mayor humedad (33 %). Una prueba post hoc Bonferroni mostró que *P. lynxe* difirió su temperatura corporal de *P. orbiculare* ( $P=0.0001$ ) y de *S. bicanthalis* ( $P=0.0005$ ), en la temperatura del sustrato *P. lynxe* mostro unas diferencias con *P. orbiculare* (Bonferroni,  $P= 0.002$ ) y, de *S. bicanthalis* (Bonferroni, 0.0004), en la humedad *P. lynxe* difiero de *P. orbiculare* (Bonferroni,  $P= 0.002$ ), *S. bicanthalis* ( $P=0.004$ ), *S. grammicus* (0.02), y *S. mucronatus* (Bonferroni,  $P=0.0007$ ).

## **ANALISIS INTRAESPECÍFICO E INTERESPECÍFICO DEL USO DEL MICROHÁBITAT**

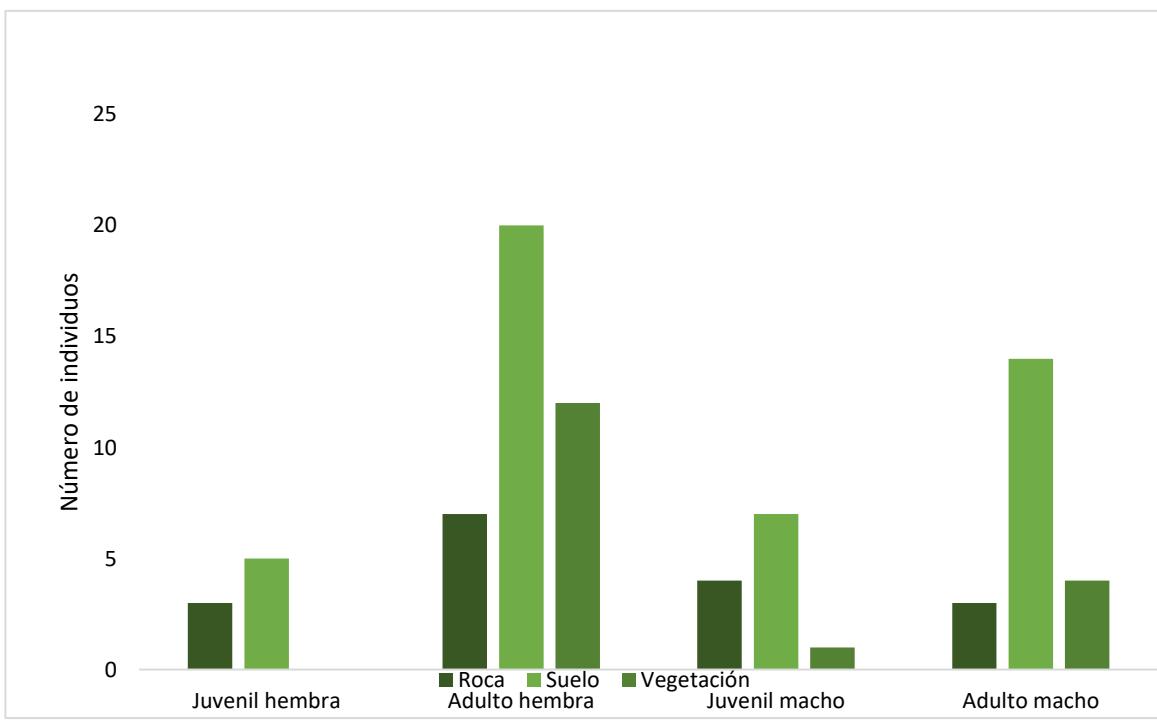
De acuerdo con la prueba de G, no se mostraron diferencias significativas en el uso del microhábitat entre sexos y clases de edad en *P. orbiculare* ( $G = 8.52$ ,  $P = 0.20$ ), *S. bicanthalis* ( $G = 8.99$ ,  $P = 0.17$ ), *S. grammicus* ( $G = 10.16$ ,  $P = 0.11$ ), y *S. mucronatus* ( $G = 0.67$ ,  $P = 0.99$ ). La prueba de G indica diferencias no significativas entre especies en el uso del microhábitat ( $G = 2.77$ ,  $P = 0.25$ ). Por lo tanto, esto evidencia que las clases de edad y sexos de estas especies presentan un uso del microhábitat similar en el área de estudio.



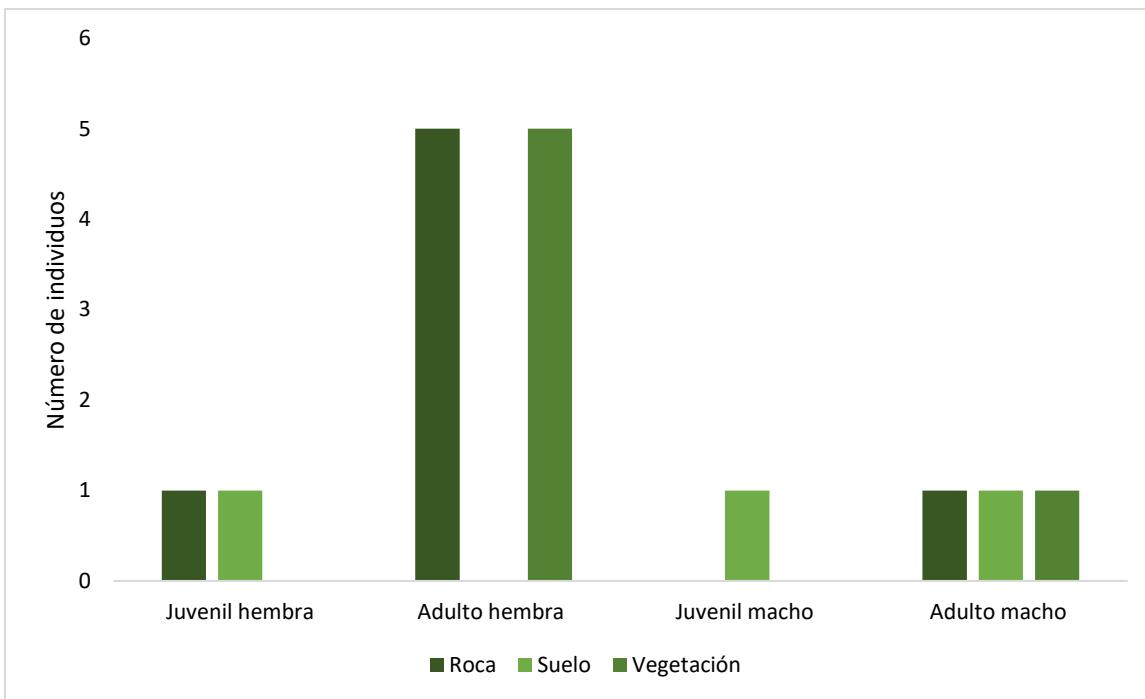
**Figura 14.** Ejemplo de las categorías de microhábitats utilizados por el ensamble de lagartijas en el área de estudio; Se muestran (a) *Sceloporus mucronatus* y (b) *Plestiodon lynxe* en roca, (c) *Barisia imbricata* y (d) *Sceloporus grammicus* en vegetación, (e) *Phrynosoma orbiculare* y (f) *Plestiodon lynxe* en suelo. Fotografías por (a) Ailyn Ramírez-Simón, (b, c, d) Elizabeth Martín-Martín, y (e, f) César Adrián Díaz-Marín.



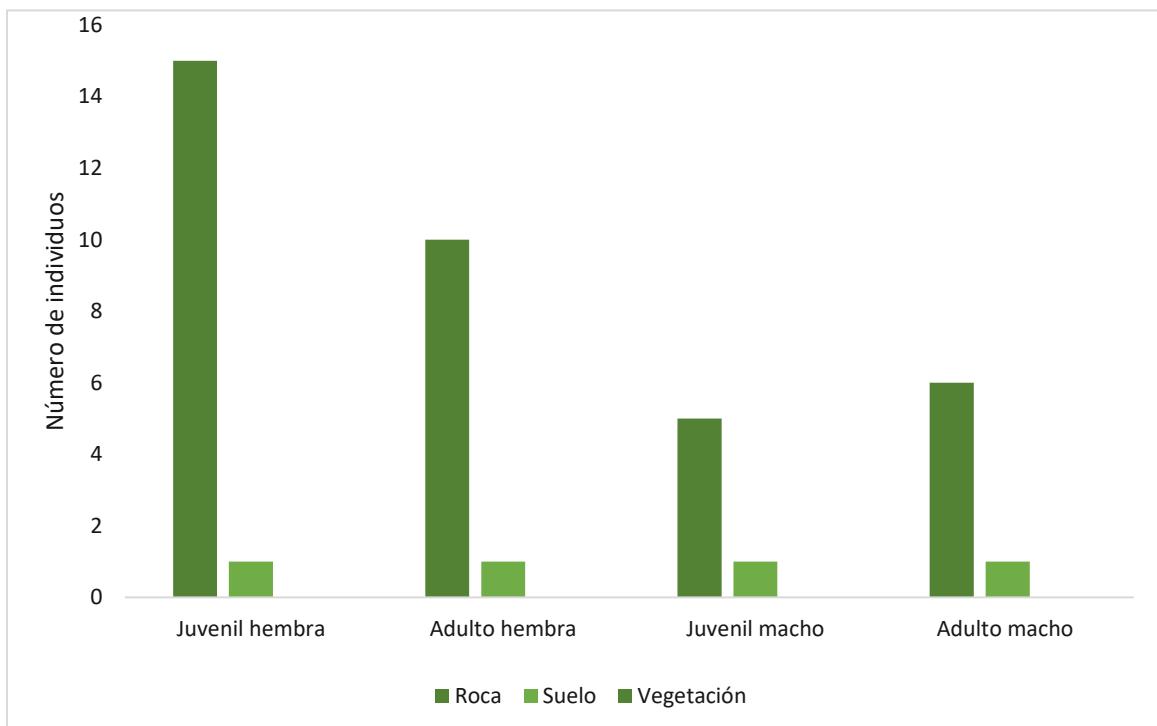
**Figura 15.** Categoría del microhábitat utilizadas por clases de edad y sexos de *Phrynosoma orbiculare* en el área de estudio.



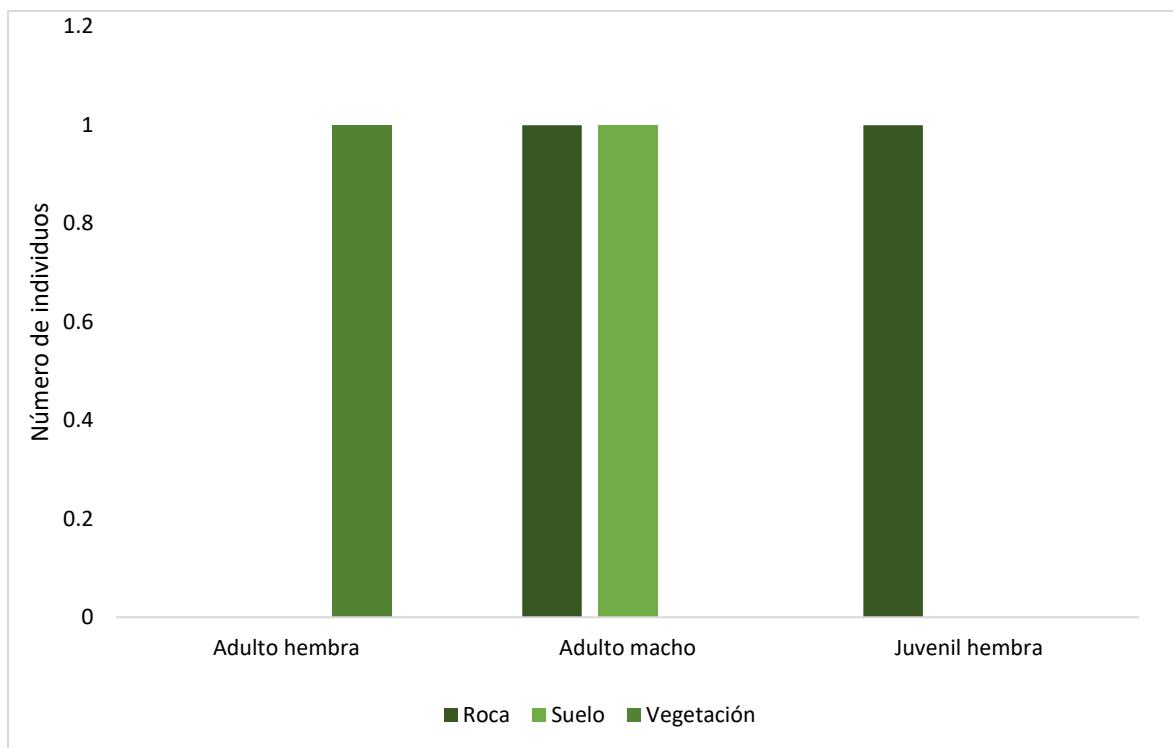
**Figura 16.** Categoría del microhábitat utilizadas por clases de edad y sexos de *Sceloporus bicanthalis* en el área de estudio.



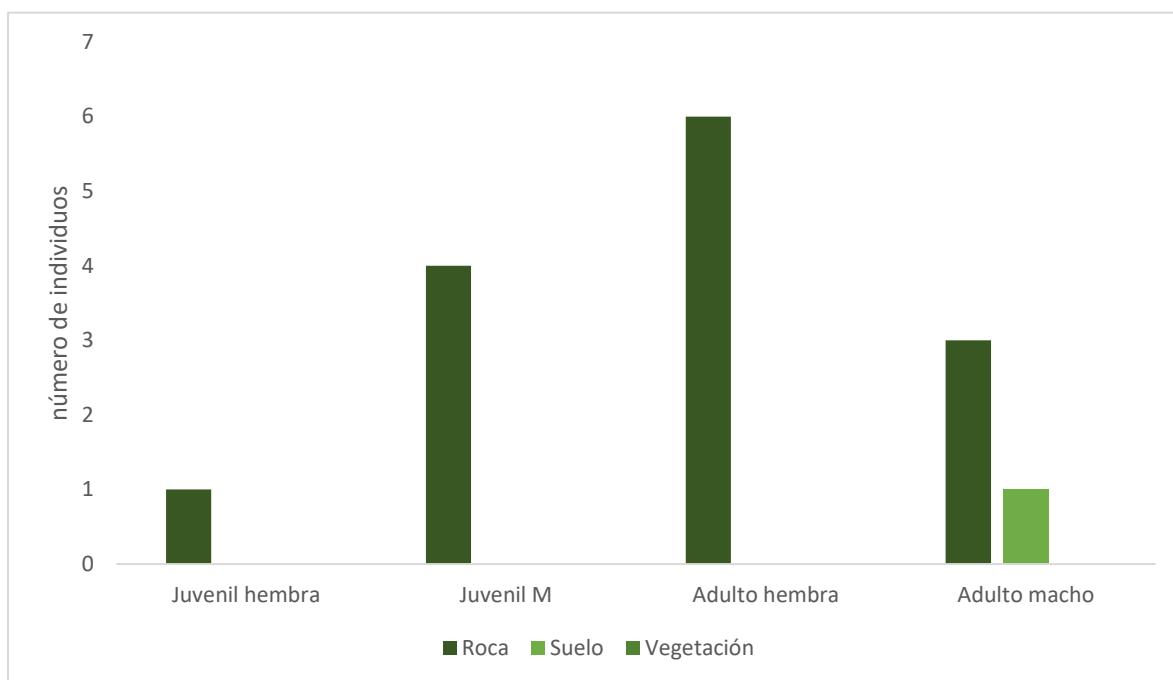
**Figura 17.** Categoría del microhábitat utilizadas por clases de edad y sexos de *Sceloporus grammicus* en el área de estudio.



**Figura 18.** Categoría del microhábitat utilizadas por clases de edad y sexos de *Sceloporus mucronatus* en el área de estudio.



**Figura 19.** Categoría del microhábitat utilizadas por clases de edad y sexos de *Barisia imbricata* en el área de estudio.



**Figura 20.** Categoría del microhábitat utilizadas por clases de edad y sexos de *Plestiodon lynxe* en el área de estudio.

## DISCUSIÓN

### ANÁLISIS INTRAESPECÍFICO DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS

La temperatura corporal promedio de *S. bicanthalis* presento una temperatura corporal promedio de 28.4 °C, y es similar a la registrada en una población en El Nevado de Toluca (29 °C; Andrews et al., 1999) y menor a la registrada en Chilchota, Puebla (30°C; Bustos-Liviano, 2015), ambos estudios realizados en zonas de bosque de pino-encino y pastizales rocosos. La temperatura corporal, del aire, y la humedad fueron similares entre clases de edad y sexos lo que sugiere que el uso del microhábitat, principalmente zacates, pueden influir en la similitud del grado de termorregulación a lo largo del ciclo de vida de esta especie de lagartija (Trujillo-Cornejo, 2001), mientras que la diferencia de la temperatura del sustrato entre clases, puede deberse a los requerimientos térmicos propios de cada clase de edad; ya que generalmente los juveniles usan microhábitats que les permita mantener su temperatura corporal constante, por el contrario, los adultos podrían presentar temperaturas optimas durante variaciones en el ambiente térmico (Bustos-Zagal et al, 2013; Lara-Reséndiz et al, 2014). La fuerte asociación de la Tc con la Ts, sugiere que la principal estrategia de ganancia de calor es la tigmotermia.

La temperatura corporal promedio que se registró en La presa del Jaramillo para *S. mucronatus* fue de 27.8°C, la cual es alta con respecto a un estudio realizado en La Estanzuela, Mineral del Chico, donde se registró una temperatura corporal de 24.5 °C en machos y de 21.6 °C en hembras (García Rosales et al., 2024). A pesar de que ambos estudios se realizaron en bosque de pino-encino, esta diferencia podría indicar que la presa del Jaramillo ofrece una mejor calidad térmica debido, principalmente, a la variedad de microhábitats que puede potencialmente utilizar esta

especie, como grietas, laderas y rocas. La asociación positiva de la Tc con la Ta y Ts, indica que es una especie que usa ambas estrategias de ganancia de calor (heliotermia-tigmotermia).

Además, la temperatura corporal promedio registrada en *P. lynxe* registrada en el área de estudio fue de 24 °C y es igual a la registrada por Ruiz-Barrios (2015) en una población de esta especie en Ixtacamxtlán, Puebla. Ambos estudios se realizaron en zonas templadas con vegetación de pino, donde la exposición de *P. lynxe* generalmente era en la sombra, lo que podría explicar porque las temperaturas corporales, del aire, y sustrato fueron similarmente bajas. La relación de la Tc con la Ts, indica que la especie utiliza como principal estrategia de ganancia de calor a la tigmotermia, sin embargo, la correlación entre la Tc y Ta indica que también presenta una tendencia heliotérmica.

Por otro lado, *P. orbiculare* presentó una temperatura corporal promedio de 30 °C similar a la registrada en una población de Cuatepec de Hinojosa, Hidalgo 31.0 °C (Domínguez-Guerrero et al., 2021), la cual es baja en comparación con estudios previos de esta especie donde fue la Tc fue de 32 °C, ambos estudios en zonas de pastizal y matorral xerófilo, en Puebla (Woolrich-Piña, 2012; Hernández-Gutiérrez, 2018). La diferencia de la temperatura del aire y del sustrato puede relacionarse a requerimientos de cada clase de edad; ya que los juveniles al tener menor masa corporal, requieren de un ambiente térmico más cálido para mantener su metabolismo activo y su constante tasa de crecimiento (Angilletta, 2009; Vickers et al., 2011). Además, la diferencia de temperatura del sustrato y del ambiente entre sexos puede deberse a que los machos usan ambientes térmicos más cálidos aumentando su tasa metabólica para mejorar aspectos de reproducción como búsqueda de pareja y competencia (Sinervo y Adolph, 1989; Carretero, 2012). En la temperatura corporal no se encontraron diferencias significativas por sexos y clases de edad (29°C - 31 °C), lo que sugiere que la especie presenta requerimientos similares durante su ciclo biológico (Woolrich-

Piña, 2012; Hernández-Gutiérrez, 2018; Díaz- Marín et al., 2019), *Phrynosoma orbiculare* mostró que utiliza ambas estrategias de ganancia de calor (heliotermia-tigmotermia).

*Sceloporus grammicus* presentó una temperatura corporal promedio de 28.3 °C, la cual es similar a los resultados de temperatura corporal de estudios previos en una población del Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala (27.6 °C; Diaz de la Vega et al, 2019), en un bosque de coníferas, y a la registrada por Díaz-Marín et al. 2022) en machos (27.43 °C) y hembras (30.55°C) en Mineral del Chico, Hidalgo, donde la vegetación consiste de bosque de pino-encino. La temperatura del aire y del sustrato, fueron diferentes entre clases de edad debido a las necesidades fisiológicas, conductas en cada etapa de la vida; por ejemplo, los juveniles tienden a estar más activos en microhábitats cálidos, para aumentar su tasa de crecimiento y compensar la pérdida de calor por la proporción superficie/volumen (Sinervo, 1990; Grenot et al., 2000, Gadsden-Esparza, 2013; Bestion et al., 2015). La heterogeneidad de exposición al sol influye en la diferencia entre las temperaturas ambientales y del sustrato, a causa de que los individuos permanecen a diferentes alturas y, por lo tanto, no están expuestos a la misma radiación solar (Díaz-Marín et al., 2022; Ortega de la Rosa et al,2023). Los valores de humedad fueron diferentes en clases de edad, por lo que posiblemente los adultos optan por lugares con mayor humedad para prevenir deshidratación y evitar sobrecalentamiento (Bestion et al., 2015; Flores et al. 2023). *Sceloporus grammicus* es una especie que utiliza ambas estrategias de ganancia de calor (heliotermia-tigmotermia).

## **COMPARACIONES INTERESPECÍFICAS DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS**

En la actualidad, algunos estudios sobre ecología térmica en ensambles de lagartijas sugieren que las características del ambiente (p. ej. tipo de vegetación, sustrato, altitud, y relieve) influyen directamente en la calidad térmica de las lagartijas, es decir, el ambiente térmico disponible que permite a las especies mantener su temperatura corporal en rangos óptimos (García-Bastida, 2007;

Lara-Reséndiz et al., 2014; García-Torres, 2024). En el presente estudio se observó que las especies de estudio mantienen valores similares de temperatura corporal, del sustrato, y de humedad del aire; sin embargo, la diferencia entre especies en la temperatura del aire parece estar asociada también a las variación en el uso del microhábitat y la exposición al sol, lo que releva como las especies del ensamble mostraron un solapamiento térmico, debido a que el hábitat ofrece múltiples microhábitats (p. ej. rocas, vegetación, y suelo), los cuales pueden ser explotados por todas las especies, independiente de su clase de edad y sexo.

La temperatura corporal, la del sustrato, y la humedad de *P. lynxe* difiere de los *phrynosomatidos* debido a que esta primera especie presenta una estrategia de obtención de calor basada en la tigmotermia mientras que los *phrynosomatidos* generalmente pueden obtener calor por ambas estrategias (tigmotermia- heliotermia) (Busto-Liviano, 2015; Núñez-Tintor, 2021; Carnalla-Benítez, 2024).

## **ANÁLISIS INTRA ESPECÍFICO EXPOSICIÓN AL SOL**

*Sceloporus bicanthalis* es una especie terrestre que busca diferentes perchas de exposición al sol, pero se ha visto que los juveniles tienden a exponerse al sol con mayor frecuencia durante períodos cortos con el fin de mantener una temperatura corporal adecuada para su metabolismo, mientras que los adultos tienden a tener menor tiempo de exposición al sol para evitar sobrecalentamiento (Bogert, 1994; Trujillo-Cornejo, 2001). Los machos se exponen con mayor frecuencia al sol con fines reproductivos (p. ej. durante el cortejo y delimitación y defensa del territorio), mientras que las hembras buscan temperaturas adecuadas durante época reproductivas, por lo que tienden a exponerse con menor frecuencia al sol directo (Trujillo-Cornejo, 2001; Bustos-Liviano, 2015).

## **ANÁLISIS INTRA E INTERSPECÍFICO DEL USO DE MICROHÁBITAT**

El uso del microhábitat de las especies que conforman el ensamble del bosque de pino-encino analizado fue diverso y se considera que depende de los requerimientos ecológicos de cada especie, ya que el microhábitat es fundamental para la regulación térmica, disponibilidad de alimento, refugio, y desarrollo de interacciones sociales en diferentes especies de lagartijas (Zúñiga et al, 2016; Guzmán-Torres, 2024).

Los ejemplares de *B. imbricata* en su mayoría utilizaron rocas, suelo y vegetación, en el área de estudio, sin embargo, la muestra fue insuficiente para determinar el uso del microhábitat de toda la población, ya que otros estudios han encontrado que los juveniles prefieren zonas abiertas entre rocas para mejorar su termorregulación y los adultos utilizan zonas cubiertas de vegetación con el fin de evitar sobrecalentamiento (Muñoz Brito, 2014). *Plestiodon lynxe* es una especie de hábitos terrestres y fosoriales, por lo que generalmente se encuentra entre rocas y hojarasca (Weeb, 1968). En el presente estudio, la mayoría de individuos prefirieron las rocas bajo sombra, probablemente porque estas condiciones les ofrecen refugio y alta disponibilidad de alimento, además las propiedades físicas de las rocas permiten que estas puedan absorber y retener calor por mucho tiempo, permitiendo que *P. lynxe* tenga un ambiente térmico estable (Bustos-Zagal et al ,2013), por lo que no necesita exponerse en áreas abiertas (Ruiz-Barrios, 2015). El camaleón *P. orbiculare* se caracteriza por ser una especie que habita zonas rocosas abiertas (Robledo, 2015; Rivera-Díaz, 2019), lo cual es consistente con lo encontrado en el presente estudio, donde la mayoría de individuos se encontraron sobre el suelo, y se ha sugerido que su coloración y comportamiento inmóvil funciona como camuflaje para evitar la depredación en áreas rocosas abiertas, por ende, le permite desplazarse en busca de alimento y dirigirse a sitios para termorregular sin problemas. Considerando la clase de edad, los juveniles tienden a estar sobre el

suelo cercas de hormigueros para facilitar su alimentación, mientras que los adultos están sobre el suelo entre vegetación (Luna- Kamyshew, 2012; Carnalla-Benítez, 2024).

*Sceloporus bicanthalis* es una especie de hábitos terrestres y semiarborícola particularmente entre zacates y arbustos (Ramírez-Bautista et al, 2014), y en el área de estudio se observó principalmente sobre el suelo, entre zacates y rocas, donde probablemente su coloración café-marrón le ha garantizado desplazarse de forma inadvertida en busca de alimento y microhábitats que le ha brindan una buena calidad térmica, es decir, temperaturas ambientales estables que le permite mantener temperaturas corporales optimas (Rangel-Patino et al, 2020), y que al mismo tiempo, le permiten evitar el sobrecalentamiento por altas temperaturas durante el día (Ruiz, 2013). La lagartija *S. grammicus* es de hábitos arborícolas y saxícolas (Ramírez-Bautista et al, 2014; Leyte-Manrique et al, 2017), sin embargo, también llegan a utilizar microhábitats terrestres, como es el caso de los individuos del estudio, en donde la proporción del uso del suelo y de vegetación es similar entre clases de edad y sexos. Por otro lado, *S. mucronatus* es de hábitos saxícolas, es decir, utiliza principalmente rocas (Sinervo et al., 2010; García Rosales et al., 2024), lo que coincide con el presente estudio, donde la mayoría de los ejemplares se encontraba en rocas, y muy pocos individuos estaban sobre el suelo. Esta preferencia puede deberse a que este microhábitat brinda refugio, disponibilidad de alimento, y un ambiente térmico más estable para conservar su temperatura corporal durante las temperaturas ambientales bajas, ya que las rocas conservan mejor y por más tiempo el calor (Bustos-Zagal et al., 2013).

## CONCLUSIONES

*Phrynosoma orbiculare* presentó diferencias en la temperatura del aire y del sustrato entre clases de edad y sexo, los juveniles y los machos presentaron mayor Ts. De manera similar *S. grammicus* presentó diferencias en la temperatura del aire, del sustrato, y en la humedad entre clases de edad, los juveniles y machos presentaron mayor Ta, los adultos mayores Ts, los adultos presentaron mayor H. En *P. lynxe*, *S. bicentralis*, y *S. mucronatus* no se presentaron diferencias en la temperatura del aire, del aire y del sustrato, ni en la humedad.

La exposición al sol entre clases de edad y sexos de *S. bicentralis* fue variada, en relación a sus requerimientos reproductivos, metabólicos, y fisiológicos. Por otro lado, la exposición al sol fue similar entre clases de edad y sexos en *B. imbricata*, *P. lynxe*, *P. orbiculare*, *S. grammicus*, y *S. mucronatus*.

Se encontró que el uso de microhábitat de las especies fue similar entre clases de edad y sexos, y entre las especies, el suelo es el microhábitat predominante a nivel comunidad, esto evidencia que la selección de microhábitat podría estar determinada por la disponibilidad ambiental.

La exposición al sol resultó similar entre especies, el sol directo fue el más utilizado entre todas ellas, principalmente antes del mediodía, y por las tardes después de las 16 horas.

## LITERATURA CITADA

- Andrews, R. M., Méndez de la Cruz, F. R. Villagrán-Santa Cruz, M. y Rodríguez Romero, F. (1999). Field and Selected Body Temperatures of the Lizards *Sceloporus aeneus* and *Sceloporus bicanthalis*. *Journal of Herpetology*, 33, 93-100.
- Angert A., D. Hutchison, D. Glossip y J. B. Losos. (2002). Microhabitat Use and Thermal Biology of the Collared Lizard (*Crotaphytus collaris collaris*) and the Fence Lizard (*Sceloporus undulatus hyacinthinus*) in Missouri Glades. *Journal of Herpetology*, 36, 23-29.
- Angilletta, M. J. (2009). Thermal Adaptation: A Theoretical and Empirical Synthesis. Oxford University Press.
- Arenas-Moreno, D. M., Lara-Reséndiz, R. A., Domínguez-Guerrero, S. F., Pérez-Delgadillo, A. G., Muñoz Nolasco, F. J., Galina-Tessaro, P. y Méndez de la Cruz, F. R. (2021). Thermoregulatory strategies of three reclusive lizards (genus *Xantusia*) from the Baja California peninsula, Mexico, under current and future microenvironmental temperatures. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology*, 335, 499-511. <https://doi.org/10.1002/jez.2470>
- Bastiaans, E., Morinaga, G., Castañeda Gaytán, J. G., Marshall J. C. y Sinervo, B. (2013). Male aggression varies with throat color in 2 distinct populations of the mesquite lizard. *Behavioral Ecology*, 24, 968-981.
- Bateman, H. L., et al. (2020). Complex riparian habitats predict reptile and amphibian diversity. *Science of the Total Environment*, 712, 136472. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136472>
- Bellairs, A. D., Attridge, S. y Sanz, G. J. L. (1975). Los reptiles. Editorial H. Blume, España.
- Bestion, E., Teyssier, A., Richard, M., Clobert, J., y Cote, J. (2015). Ontogenetic variation in the thermal biology of a lizard (*Sceloporus jarrovii*). *Journal of Thermal Biology*, 53, 38-44.
- Brizio, M. V., et al. (2025). Habitat conservation enhances the resilience of the lizard Cuyumhue cuyumhue in the Argentine Chaco. *Scientific Reports*, 15, 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-83845-y>
- Bustos-Liviano, M. (2015). ECOLOGÍA TÉRMICA DE LA LAGARTIJA VIVÍPARA *Sceloporus bicanthalis*, (SQUAMATA: PHRYNOSOMATIDAE) AL SUR DEL POBLADO DE SAN JUAN DEL VALLE, MUNICIPIO DE CHILCHOTA, PUEBLA. [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional Autónoma de México].
- Bustos-Zagal M. G., Manjarrez, R. y Castro-Franco, R. (2013). Uso de microhábitat y termorregulación en *Sceloporus horridus horridus* (Wiegmann 1939) (Sauria: Phrynosomatidae). *Acta Zoológica Mexicana*, 29.

Cabellos-Cano, J., et al. (2013). Manual de prácticas: Manejo de fauna silvestre (1.<sup>a</sup> ed.). Tecnológico Nacional de México.

Carnalla-Benítez, A. M. (2024). Variación, temperatura, uso de hábitat y horas de actividad en *Phrynosoma orbiculare* en el estado de Morelos. [Tesis de licenciatura]. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Carretero, M. A. (2012). Measuring body temperatures in small lacertids: infrared thermography or thermocouples?. *Herpetological Review*, 43, 285-289.

Castro-Franco, R. (2002). Historia natural de las lagartijas del estado de Morelos, México [Tesis de maestría]. Departamento de biología, Facultad de Ciencias UNAM.

Christian, K. A. y Conley, K. E. (1994). Activity and resting metabolism of varanid lizards compared to "typical" lizards. *Australian Journal of Zoology*, 42, 185-193.

Costa, C., Kiefer, M., Van Sluys, M. y Duarte Rocha, C. F. (2013). Variation in the diet of the lizard *Tropidurus torquatus* along its coastal range in Brazil. *Biota Neotropical*, 3, 93-101.

Cowles, R. y Bogert, C. A. (1944). Preliminary study of thermal requirements of desert reptiles. *Bulletin of the American Museum of Natural History, New York*, 83, 265-296.

Cristhian, K.B. y Weavers, B. W. (1996). Thermoregulation of monitor lizards in australia: an evaluation of methods in thermal biology. *Ecological Monographs*.

Díaz de la Vega-Pérez, A. H., Barrios-Montiel, R., Jiménez-Arcos, V. H., Bautista, A. y Bastiaans, E. (2019). High mountain altitudinal gradient influences thermal ecology of the Mezquite Lizard (*Sceloporus grammicus*). *Canadian Journal of Zoology*, 97, 659-668. <https://doi.org/10.1139/cjz-2018-0263>

Díaz de la Vega-Pérez, A. H., Jiménez-Arcos, V. H., Centenero-Alcalá, E., Méndez-de la Cruz, F. R. y Ngo, A. (2019). Diversity and conservation of amphibians and reptiles of a protected and heavily disturbed forest of central Mexico. *ZooKeys*, 830, 111-125. <https://doi.org/10.3897/zookeys.830.31490>

Díaz-Marín, C. A., Luría-Manzano, R. y Gutiérrez-Mayén, G. (2019). Body Temperature of *Phrynosoma braconnieri* (Squamata: Phrynosomatidae) from a Xeric Scrubland in Central Mexico. *Herpetological Review*, 50, 259-262.

Díaz-Marín, C. A. y Ramírez- Bautista, A. (2022). Life history variation in four populations of the Graphic Spiny Lizard, *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae), in central Mexico. *Salamandra* 58, 289-301.

Diele-Viegas LM., Vitt, L.J., Sinervo, B., Colli, G. R., Werneck, F. P., Miles, D. B., et al. (2018) *Thermal physiology of Amazonian lizards (Reptilia: Squamata)*. *Plos One*, 13.

Dixon, J. R. y Lemos-Espinal, J. A. (2010). Anfibios y reptiles del Estado de Querétaro, México. Texas A y M University, Universidad Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Durán-Salas, G. y Ortega-León, A. (2022). THERMAL QUALITY AND THERMOREGULATION OF *Anolis Tropidogaster* IN TWO TROPICAL DRY FOREST FRAGMENTS IN THE DEPARTMENT OF CÓRDOBA. Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Básicas.

Durán-Servín, S.L. (2012). Contribución al conocimiento de la alimentación de la lagartija *Sceloporus grammicus* (Reptilia: Phrynosomatidae) en la localidad de la Palma, Municipio de Isidro Fabela, Estado de México. *Revista de Zoología*, 23, 9-20.

Fierro-Estrada, N. (2009). ONTOGENIA DEL DIMORFISMO SEXUAL DE *Barisia imbricata* (REPTILIA: ANGUIDAE). [Tesis de Licenciatura]. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

Feria-Ortiz, M. y Ramírez-Bautista, A. (2023). Reproductive traits and change in body shape of neonates in the Oak Forest Skink (*Plestiodon lynxe*). *Animal Biology*, 73, 1-15. <https://doi.org/10.1111/azo.12444>

Flores, J., Rivera, J. A., Zúñiga-Vega, J. J., Bateman, H. L. y Martins, E. P. (2023). Specific habitat elements (Refuges and leaf litter) are better predictors of *Sceloporus* lizards in central Mexico than general human disturbance. *Herpetologica*, 79. <https://doi.org/10.1655/herpetologica-d-22-00016>

Gadsden-Esparza H., Rodríguez-Romero, F. J., Méndez-De la Cruz., F. R. y Gil-Martínez, R. (2005). Ciclo reproductor de *Sceloporus poinsetti* Baird y Girard 1852 (Squamata: Phrynosomatidae) en el centro del desierto chihuahuense, México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 21, 93-107.

Gadsen Esparza, H. (2013). TERMORREGULACIÓN DE DOS ESPECIES SIMPÁTRICAS DE SAURIOS DEL GÉNERO *Sceloporus* EN EL DESIERTO CHIHUAHENSE. [Tesis de maestría]. Instituto de ecología (INECOL).

García Rosales, A. y Martínez-Coronel, M. (2016). Frecuencia de pérdida de la cola en un ensamble de lagartijas de Oaxaca, México. *Acta zoológica mexicana*, 32, 174-181.

García, A. y Whalen, D. M. (2003). Lizard community response to a desert shrubland/intertidal transition zone on the coast of Sonora, México. *Journal of Herpetology*, 37, 378-382.

García-Bastida, M. (2007). ECOLOGÍA COMPARATIVA DE COMUNIDADES DE LAGARTIJAS EN EL SUR DEL DESIERTO CHIHUAHENSE. [Tesis de maestría]. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

- García-Porta, J., Irisarri, I., Kirchner, M., Rodríguez, A., Kirchhof, S., Brown, J. L., MacLeod, A., Turner, A. P., Ahmadzadeh, F., Albaladejo, G., Crnobrnja-Isailovic, J., De la Riva, I., Fawzi, A. y Galán, P. (2019). Environmental temperatures shape thermal physiology as well as diversification and genome-wide substitution rates in lizards. *Nature Communications*, 10, 4077. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-11943-x>
- García-Rosales, A., Zavala-Hurtado, J. A., Armella-Villalpando, M. A., Díaz-Marín, C. A. y Ramírez-Bautista, A. (2024). Intraspecific variation in morphology and thermal ecology of the cleft lizard *Sceloporus mucronatus* (Squamata Phrynosomatidae): effect of habitat and sex. *Ethology Ecology & Evolution*, <https://doi.org/10.1080/03949370.2024.2358774>
- Gaudenti, N., Nix, E., Maier, P., Westphal, M. F. y Taylor, E. N. (2021). Habitat heterogeneity affects the thermal ecology of an endangered lizard. *Ecology and Evolution*, 11, 14843-14856. <https://doi.org/10.1002/ece3.8170>
- Grenot C. J., Garcin, L., Dao, J., Hérol, J. P., Fahys, B. y Pages, T. (2000). How does the European common lizard, *Lacerta vivipara*, survive the cold of winter?. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 127, 71-80.
- Guillette Jr., L. J. (1987). The reproductive biology of the high elevation Mexican lizard *Barisia imbricata*. *Herpetologica*, 43, 29-38.
- González-Morales, J. C., et al. (2021). To be small and dark is advantageous for gaining heat in *Sceloporus grammicus*. *Biological Journal of the Linnean Society*, 132, 93-104. <https://doi.org/10.1093/biolinней/biz151>
- Guzmán-Torres, M. G. (2024). CICLO DE ACTIVIDAD Y USO DEL MICROHÁBITAT DE UN ENSAMBLE DE LAGARTIJAS EN UN BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO. [Tesis de maestría]. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Hanski, I. y Gaggiotti, O. E. (2004). Ecología, genética y evolución de metapoblaciones. *Elsevier Academic Press*, 227.
- Hatano, F. H., Vrcibradic, D., Galdino, C.A., Cunha-Barros, B., Rocha, M. y Van Sluys, M. (2001). Thermal ecology and activity patterns of the lizard community of the Restinga of Jurubatiba, Macaé, RJ. *Revista Brasileira de Biología*, 61, 287-294.
- Herczeg, G., Török, J. y Korsós, Z. (2007). Size dependent heating rates determine the spatial and temporal distribution of small bodied lizards. *Amphibia Reptilia*, 28, 347-356.
- Hernández-Gutiérrez, J. R. (2018). Ecología térmica en una población de lagarto cornudo (*Phrynosoma orbiculare*) que habita en el municipio Tepeyahualco, Puebla. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Nacional Autónoma de México.

- Hertz, P. E., Huey, R. B. y Nevo, E. (1982). Fight versus flight body temperature influences defensive responses of lizards. *Animal Behaviour*, 30, 676-679.
- Hertz, P. E., Huey, R. B. y Stevenson, R. D. (1993). Evaluating temperature regulation by field-active ectotherms: the fallacy of the inappropriate question. *The American Naturalist*, 142, 796-818.
- Horváth, G. (2024). Integrating behavioural thermoregulatory strategy into the animal personality framework. *Scientific Reports*, 14, 1-13. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-64305-z>
- Huey, R. B. y Slatkin, M. (1976). Costs and benefits of lizard thermoregulation. *The Quarterly Review of Biology*, 51, 363–384. <https://doi.org/10.1086/409052>
- Huey, R. B. (1982). Temperature, physiology, and the ecology of reptiles. In C. Gans and F. Deutsch, C. A., Tewksbury, J. J., Vitt, L. J., Hertz, P. E., Pérez, H. J. A. et al., (2009). Why tropical forest lizards are vulnerable to climate warming?. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 276, 1939-1948.
- Huitzil-Mendoza, J. L. (2007). HERPETOFAUNA DE DOS LOCALIDADES EN LA REGIÓN NORTE DE ZIMAPÁN, HIDALGO. [Tesis de licenciatura]. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Kearney, M., Shine, R. y Porter, W. P. (2009). The potential for behavioral thermoregulation to buffer cold-blooded animals against climate warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, 3835-3840.
- Krausman, P. R. (1999). Some basic principles of habitat use. *Grazing behavior of livestock and wildlife*, 70, 85-90.
- Lara-Reséndiz, R. A., Díaz de la Vega-Pérez, A.H., Jiménez-Arcos, V.H., Gadsden, H. y Méndez-De la Cruz, F.R. (2014). Termorregulación de dos poblaciones de lagartijas simpátridas: *Sceloporus lineolateralis* y *Sceloporus poinsentii* (Squamata: Phrynosomatidae) en Durango, México. *Elsevier*, 85, 875-884.
- Lara-Reséndiz, R. A., Larraín-Barrios, B. C., Díaz de la Vega-Pérez, A. H. y Méndez-de la Cruz, F.R. (2014). Calidad térmica a través de un gradiente altitudinal para una comunidad de lagartijas en la sierra del Ajusco y el Pedregal de San Ángel, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 885-897.
- Lemos- Espinal, J. A. y Dixon, J. R. (2013). Amphibians and reptiles of San Luis Potosí. *Eagle Mountain Publishing*. 300 p.
- Leyte-Manrique, A., Hernández-Salinas, U., Ramírez-Bautista, A., Mata-Silva, V. y Marshall, J. C. (2017). Habitat use in eight populations of *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae) from the Mexican Plateau. *Integrative Zoology*, 12, 198-210.

Luna Kamyshev, N. M. (2012). ASPECTOS POBLACIONALES Y DEL CICLO DE VIDA DE *Phrynosoma orbiculare* (SQUAMATA PHRYNOSOMATIDAE) EN TRES DIFERENTES HÁBITATS DEL ESTADO DE MÉXICO. [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional Autónoma de México.

Maia-Carneiro, T. y Rocha, C. D. (2021). Diverging temporal and thermal niche dimensions favor syntopy of *Tropidurus hispidus* and *Tropidurus semitaeniatus* (Squamata: Tropiduridae). *Biología* 76, 131-146.

Méndez de la Cruz, FR., Guillette, U. J., Villagrán-Santa Cruz, M. y Casas-Andreu, G. (1988). Reproductive and fat body cycles of the viviparous lizard, *Sceloporus mucronatus* (Sauria: Iguanidae). *Juornal of Herpetology*, 22, 1-12. <https://doi.org/10.2307/1564351>

Muñoz-Brito, A. (2014). TERMORREGULACION EN *Barisia imbricata*, (SAURIA: ANGUIDAE). [Tesis de maestría]. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA NACIONAL DE MÉXICO POSGRADO EN CIENCIAS BIOLOGICAS.

Narayanan, P. (2025). Thermoregulation strategies in reptiles: Environmental and physiological perspectives. *OTS Canadian Journal*, 4, 97-107. <https://doi.org/10.58840/335rrf12>

Nieva-Cocilio, R.A., Acosta, J.C. y Blanco, G.M. (2020). Uso selección de microhábitat en un ensamble de anuros del Chaco Serrano de Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 68, 862-872.

Núñez-Tintor, U. R. (2021). ECOLOGÍA TÉRMICA DEL ESCÍNCIDO DE COLA AZUL *Plestiodon* sp (Scincidae), EN LOS ALREDEDORES DE SAN JUAN DEL VALLE, PUEBLA. [Tesis de Licenciatura]. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

Ortega, Z. y Martín-Vallejo, J. (2019). Thermal ecology and thermoregulation in lizards: The importance of sexual and ontogenetic differences. *Journal of Thermal Biology*, 84, 137-144. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.06.005>

Ortega de la Rosa R., Moreno- Arias, A. y Martínez-Hernández, N. J. (2023). Aproximación a la estructuración ecológica de la comunidad de lagartijas *Anolis daudin*, 1802 (Squamata Dactyloidae) de los bosques secos de los Montes de María en el Caribe Colombiano. *Boletín científico, Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 27, 113-129.

Oviedo-Hernández, E. y García-Vázquez, U. O. (2024). Population dynamics of the Mexican horned lizard (*Phrynosoma orbiculare*) in the Parque de la Ciencia. *Herpetological Conservation and Biology*, 19(3), 1-15. [https://www.herpconbio.org/Volume\\_19/Issue\\_3/Oviedo-Hernandez\\_etal\\_2024.pdf](https://www.herpconbio.org/Volume_19/Issue_3/Oviedo-Hernandez_etal_2024.pdf)

Pafilis, P., et al. (2019). Habitat shapes the thermoregulation of Mediterranean lizards. *Journal of Thermal Biology*, 81, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.01.003>

Pearson, K. (1900). On the criterion that a given system of deviations from the probable in the case of a correlated system of variables is such that it can be reasonably supposed to have arisen from random sampling. *Philosophical Magazine*, 50, 157-175.

Pelegrin, N., Lara-Resendiz, R. y Sánchez, J. (2020). *Liolaemus ditadai* extreme microhabitat. *Herpetological Review*, 51, 126-127.

Peña-Joya, K. A. (2018). ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE LAGARTIJAS (REPTILIA: SQUAMATA) ASOCIADA A CUATRO TIPOS DE VEGETACIÓN EN LA SIERRA EL CUALE, JALISCO, MÉXICO. [Tesis de licenciatura]. Universidad de Guadalajara.

Pianka, E. (1966). Convexity desert lizards and spatial heterogeneity. *Ecology*, 47, 1055-1059.

Pough (eds.), Biology of the Reptilia, pp. 25-91. Academic Press, London.

Pough, F. H. y Gans, C. (1982). The vocabulary of reptilian thermoregulation. In: Gans C, Pough FH, editors. Biology of the Reptilia. Physiological Ecology New York: Academic Press, 12, 17-23.

Ramírez-Bautista A., Canseco-Márquez, L. y Vitt, L. J. (1998). Reproduction and litter size of the *Eumeces lynxe* of a temperature zone from Mexico. *Journal Herpetology*, 32, 18-24.

Ramírez-Bautista, A. y Hernández-Gallegos, O. (2002). Continuous spermatogenesis in the lizard *Sceloporus bicanthalis* (Sauria: Phrynosomatidae) from high elevation habitat of central Mexico. *Herpetologica*, 58, 415-421. [https://doi.org/10.1655/0018-0831\(2002\)058\[0415:CSITLS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1655/0018-0831(2002)058[0415:CSITLS]2.0.CO;2)

Ramírez-Bautista, A., Hernández-Salinas, U., Cruz-Elizalde, R., Berriozabal-Islas, C. I., Lara-Tufiño, D., Mayer-Goyenechea, I. y Castillo-Cerón, J. M. (2014). Los anfibios y reptiles de Hidalgo, México: Diversidad, Biogeografía y Conservación. México: Lito impresos Bernal, S.A.

Ramírez-Bautista, A., Maciel-Quijano, C. A. y Martínez-Morales, M. A. (2005). Reproductive cycle of the viviparaus lizard *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae) from Pachuca, Hidalgo, Mexico. *Acta Zoológica Sinica*, 51, 998-1005.

Rangel-Patiño, C. A., Mastachi-Loza, C. A., Eifler, D., García-Morales, C. y Ruiz-Gómez, M. (2020). When things get hot: Thermoregulation behavior in the lizard *Sceloporus aeneus* at different thermal conditions. *Journal of Thermal Biology*, 89.

Retana, M., Rodríguez-Tobón, A., Leon Galvan, M. A. y Arenas Ríos, E. (2014). Fisiología reproductiva de la lagartija macho *Sceloporus mucronatus*. Science Associated Editors L.L.C. 41p.

Rivera-Díaz, P. (2019). ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN DE LA “LAGARTIJA CORNUDA DE MONTAÑA” (*Phrynosoma orbiculare*). EN EL MUNICIPIO DE ISIDRO FABELA,

ESTADO DE MÉXICO. [Tesis de Licenciatura]. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

Robledo, C. M. L., Suárez, D. E. A. y Maruri, G. A. H. (2014). Densidad, distribución y estructura poblacional del camaleón (*Phrynosoma orbiculare*, Linnaeus 1879) en la Reserva Ecológica San Juan del Monte, Las vigas, Veracruz. Museo de Zoología, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa Veracruz, México.

Rodríguez-Romero, F., Méndez de la Cruz, F. R., Hernández Gallegos, O. y Velázquez Rodríguez, A. S. (2010). FENOLOGÍA REPRODUCTORA DE ALTA MONTAÑA EN DOS ESPECIES DE LACERTILLOS EMPARENTADOS (Squamata: *Phrynosomatidae*). Universidad Autónoma del estado de México.

Rodríguez-Tejeda, E. R. (2006). “HÁBITOS ALIMENTARIOS DE LA LAGARTIJA *Sceloporus mucronatus* EN UN BOSQUE MIXTO (*PINUS MONTEZUMAE-PINUS HARTWEGII*) DE SIERRA DEL AJUSCO, ESTADO DE MÉXICO”. [Tesis de maestría]. Universidad Nacional Autónoma de México.

Ruiz, S. (2013). TERMORREGULACIÓN DE DOS ESPECIES SIMPÁTRICAS DE SAURIOS DEL GÉNERO *SCELOPORUS* EN EL DESIERTO CHIHUAHUENSE. [Tesis de maestría]. INECOL-INSTITUTO DE ECOLOGÍA.

Ruiz-Barro, M. R. (2018). ECOLOGÍA TÉRMICA DE LA LAGARTIJA *Plestiodon lynxe* (SQUAMATA: SCINCIDAE), EN EL MUNICIPIO DE IXTACAMAXTITLÁN, PUEBLA. [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional Autónoma de México.

Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México. 1ra Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Limusa. Ciudad de México, México.

Sánchez-Hernández, P., Molina-Borja, M. y Ramírez-Pinilla, M. (2010). Estudio preliminar de la ecología térmica de una población de agartos *Norops Tropidogaster* (sauria: polychrotinae) en la cuenca baja del río Gaira, Santa Marta, Colombia. Universidad de Magdalena, <https://repositorio.unimagdalena.edu.co/handle/123456789/12209>

Sagonas, K., Meiri, S., Valakos, E. D. y Pafilis, P. (2013). The effect of body size on the thermoregulation of lizards on hot, dry Mediterranean islands. *Journal of Thermal Biology*, 38(2), 92–97. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2012.11.004>

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

Secretaría de Planeación, Desarrollo Regional y Metropolitana [SEPLADER]. (2011). Enciclopedia de los municipios de Hidalgo Mineral del Chico. Docencia UAEH. <http://docencia.uaeh.edu.mx/estudios-pertinencia/docs/hidalgo-municipios/Mineral-Del-Chico-Enciclopedia-De-Los-Municipios.pdf>

- Sinervo, B. y Adolph, S. C. (1989). Thermal sensitivity of growth rate in hatchling *Sceloporus* lizards: environmental, behavioral and genetic aspects. *Oecologia*, 78, 411-419.
- Sinervo, B. (1990). Evolution of thermal physiology and growth rate between populations of the western fence lizard (*Sceloporus occidentalis*). *Oecología* 83, 228-237.
- Sinervo, B., Méndez de la Cruz, F., Miles, D. B., Heulin, B., Bastiaans, E., Villagrán-Santa Cruz, M., et al., (2010). Erosion of lizard diversity by climate change and altered thermal niches. *Science*, 328, 894-899.
- Smith, H. M. y Taylor, E. M. (1966). Hepertology of Mexico. Annotated checklist an keys to amphibians and reptiles. A reprint of Bulletins 187, 194 and 199 of the United States National Museum with a list of subsequent taxonomic innovation. Eric. Lunderg. Aston Maryland U.S.A. 610p.
- Trujillo-Cornejo, F. J. (2001). El medio ambiente térmico y la efectividad de la termorregulación en la relación de con la evolución del tipo de paridad de las lagartijas *Sceloporus bicanthalis* y *Sceloporus aeneus*. Unpublished B.Sc. Dissertation. Fes. Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Uribe Rodríguez, J. H. (2008). CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS DE LA ESPECIE DE LAGARTIJA VIVÍPARA *Sceloporus grammicus* (SAURIA-PRYNOSOMATIDAE) DEL MUNICIPIO DE TEPEAPULCO, HIDALGO MÉXICO. [Tesis de licenciatura]. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO.
- Uribe-Peña, Z., Ramírez-Bautista, A. y Casas, G. (1999). Anfibios y reptiles de las Serranías del Distrito Federal, México. Cuadernos del Instituto de Biología No.32, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Valdez-Lares, R., Muñiz-Martínez, R. y García-Vázquez, U. (2015). Asignación Taxonómica de Las Lagartijas del Género *Sceloporus* (Squamata: *Phrynosomatidae*) de la Colección Herpetológica del CIIDIR-IPN-DURANGO. *Acta Zoológica Mexicana*, 31, 3.
- Verdú del Campo, M. (1997). *Ecología Evolutiva*. Enfoque litográfico.
- Vickers, M., Manicom, C. y Schwarzkopf, L. (2011). Extending the cost-benefit model of thermoregulation: high-temperature environments. *The American Naturalist*, 177, 452-461.
- Vitt, L. J., Avila-Pires, T. C. S., Espósito, M. C., Sartorius, S. S. y Zani, P. A. (2003). Sharing Amazonian Rain-forest Trees: Ecology of *Anolis punctatus* and *Anolis transversalis* (Squamata: Polychrotidae). *Journal of Herpetology*, 37, 276-285.
- Vitt, L.J. y Zani, P. A. (1996). Ecology of the South American lizard *Norops chrysolepis* (Polychrotidae). *Copeia*, 56-68.

- Vitt, L.J y Caldwell, J. P. 2014. Herpetology (Fourth Edition). Academic Press.
- Villagrán-Santa Cruz, M., et al. (2009). Reproductive cycle of the lizard *Sceloporus mucronatus* with emphasis on reproductive and fat body cycles. *Western North American Naturalist*, 69, 475-484. <https://scholarsarchive.byu.edu/wnan/vol69/iss4/3/>
- Waldschmidt, S. (1980). Orientation to the sun by the iguanid lizards *Uta stansburiana* and *Sceloporus undulatus*: hourly and monthly variations. *Copeia*, 3, 85-576.
- Webb, R.G. (1968). The Mexican Skink *Eumeces linxe* (Squamata: Scincidae). *Publications of the Museum of Michigan State University*. USA.
- Woodbury, A. M. (1956). Uses of marking animals in ecological studies: marking amphibians and reptiles. *Ecology* 37, 670-674.
- Woolrich-Piña, G. A., Smith, G. R. y Lemos- Espinal, J. A. (2012). Body temperatures of three species of *Phrynosoma* from Puebla, México. *The Southwestern Naturalist*, 38, 150-154.
- Zaldívar Riverón, A., Schmidt, W. y Heimes, P. (2002). Ficha técnica de *Barisia imbricata*. Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, UNAM. Bases de datos SNIBCONABIO.
- Zar, J. H. (2010). Biostatistical Analysis. Quinta Edición. Prentice Hall, 931 p.
- Zug, G. R., L. J. Vitt y J. P. Caldwell. (2001). Herpetology. An introductory biology of amphibians and reptiles. Second Edition. Academic Press. United States of America, 630 p.
- Zúñiga, A. H., Fuenzalida, V. y Sandoval, R. (2016). Uso del espacio por parte de lagartijas simpátridas del género *Liolaemus* (Squamata, Liolaemidae) en un ambiente fragmentado del Sur de Chile. *Boletín Chileno de Herpetología* 3, 1-3.