



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DOCTORADO EN CIENCIAS

Ecología de *Basiliscus vittatus* (Sauria: Corytophanidae)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Doctor en Ciencias

PRESENTA: **M. en C. Orlando Suárez Rodríguez**

Comité Tutorial

Dr. Oswaldo Hernández Gallegos (Tutor Académico)

Dra. Guillermo Alfonso Woolrich Piña (Tutor Adjunto)

PhD Kevin Michael Gribbins (Tutor Adjunto)



Toluca, México 2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DOCTORADO EN CIENCIAS

Ecología de *Basiliscus vittatus* (Sauria: Corytophanidae)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Doctor en Ciencias

PRESENTA: **M. en C. Orlando Suárez Rodríguez**

Comité Tutorial

Dr. Oswaldo Hernández Gallegos (Tutor Académico)

Dra. Guillermo Alfonso Woolrich Piña (Tutor Adjunto)

PhD Kevin Michael Gribbins (Tutor Adjunto)



Toluca, México 2023

Índice

| | |
|----------------------------------------------------------------|----|
| Resumen | 1 |
| Abstract | 2 |
| Introducción | 3 |
| Diversidad y ecología de los reptiles | 3 |
| Dimorfismo sexual | 6 |
| 1. Selección sexual | 6 |
| 2. Selección por fecundidad | 6 |
| 3. Divergencia ecológica | 6 |
| Uso de hábitat | 7 |
| Temperatura corporal | 9 |
| Antecedentes del género <i>Basiliscus</i> y la zona de estudio | 12 |
| Hipótesis | 15 |
| Objetivos | 16 |
| Descripción de la especie | 17 |
| Materiales y métodos | 19 |
| Área de estudio | 19 |
| Muestreo de individuos | 19 |
| Dimorfismo sexual | 20 |
| Uso de hábitat y Temperatura corporal | 21 |
| Análisis estadísticos | 23 |
| Dimorfismo sexual | 23 |
| Uso de hábitat | 23 |
| Temperatura corporal | 24 |
| Resultados | 25 |
| Dimorfismo sexual | 25 |
| Uso de hábitat | 32 |
| Temperatura corporal | 41 |
| Discusión | 48 |
| Dimorfismo sexual | 48 |

| | |
|----------------------|----|
| Origen ontogenético | 49 |
| Selección sexual | 5 |
| Uso de hábitat | 54 |
| Temperatura corporal | 58 |
| Discusión general | 64 |
| Conclusiones | 66 |
| Literatura citada | 65 |

Índice de cuadros

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <p>Cuadro 1. Cuadro 1. Estadísticos descriptivos para las 11 variables morfométricas (longitud hocico-cloaca (LHC), longitud de la cola (LC), altura de la cabeza (AlCa), ancho de la cabeza (AnCa), largo de la cabeza (LaCa), altura del punto más alto de la cresta craneal (ACC) y dorsal (ACD), distancia interaxilar (DIA), longitud de la extremidad anterior (LPA) y posterior (LPP) derecha y longitud del dedo diecinueve (D19)), peso, y comparación entre hembras y machos en los diferentes estadios ontogenéticos (C=crías, J=jóvenes y A=adultos) de <i>Basiliscus vittatus</i>. Se aprecia el promedio \pm error estándar (intervalo), valor de t o W y valor de P. Los valores de P marcados en negritas indican diferencias significativas entre sexo.</p> | 26 |
| <p>Cuadro 2. Comparación de líneas de regresión y pendientes para las 11 variables morfométricas (longitud hocico-cloaca (LHC), longitud de la cola (LC), altura de la cabeza (AlCa), ancho de la cabeza (AnCa), largo de la cabeza (LaCa), altura del punto más alto de la cresta craneal (ACC) y dorsal (ACD), distancia interaxilar (DIA), longitud de la extremidad anterior (LPA) y posterior (LPP) derecha y longitud del dedo diecinueve (D19)) y peso, para hembras y machos jóvenes y adultos de <i>Basiliscus vittatus</i>. Los valores de P marcados en negritas indican diferencias significativas entre sexo.</p> | 27 |
| <p>Cuadro 3. Índice de dimorfismo sexual para las 11 variables morfométricas (longitud hocico-cloaca (LHC), longitud de la cola (LC), altura de la cabeza (AlCa), ancho de la cabeza (AnCa), largo de la cabeza (LaCa), altura del punto más alto de la cresta craneal (ACC) y dorsal (ACD), distancia interaxilar (DIA), longitud de la extremidad anterior (LPA) y posterior (LPP) derecha y longitud del dedo diecinueve (D19)) y peso, para hembras y machos, jóvenes y adultos de <i>Basiliscus vittatus</i>.</p> | 28 |
| <p>Cuadro 4. Valores del análisis de componentes principales y funciones discriminantes para las 11 variables morfométricas (longitud hocico-cloaca (LHC), longitud de la cola (LC), altura de la cabeza (AlCa), ancho de la cabeza (AnCa), largo de la cabeza (LaCa), altura del punto más alto de la cresta craneal (ACC) y dorsal (ACD), distancia interaxilar (DIA), longitud de la extremidad anterior (LPA) y posterior (LPP) derecha y longitud del dedo diecinueve (D19)) y peso y peso, para hembras y machos de <i>Basiliscus vittatus</i>.</p> | 28 |
| <p>Cuadro 5. Comparación de la altura de la percha y distancia al cuerpo de agua entre estadios y sexo para <i>Basiliscus vittatus</i>. (H= hembras, M= machos, J=jóvenes y A=adultos) de <i>Basiliscus vittatus</i>. Se aprecia el promedio \pm error estándar, valor de F o W, gl y valor de p. Los valores de p marcados en negritas indican diferencias significativas. Se observan diferencias significativas jóvenes y adultos, los jóvenes están más cerca del agua.</p> | 35 |
| <p>Cuadro 6. Comparación de líneas de regresión y pendientes para las variables altura de la</p> | 34 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| percha y distancia al cuerpo de agua, jóvenes y adultos de <i>Basiliscus vittatus</i> . | |
| Cuadro 7. Prueba de intervalos múltiples entre sexo y estadios, para las variables altura de la percha y distancia al cuerpo de agua en <i>Basiliscus vittatus</i> . | 34 |
| Cuadro 8. Datos y localizaciones de individuos de <i>Basiliscus vittatus</i> que fueron monitoreados con radiotransmisores. | 37 |
| Cuadro 9. Datos individuales del ámbito hogareño (área) ocupado por <i>Basiliscus vittatus</i> . (H=hembra, M=macho, C=Comunidad y R=cerca del Río Coxcoapan). (individuos con menos de 3 localizaciones no fueron considerados para los análisis) | 39 |
| Cuadro 10. Comparación del ámbito hogareño (área m ²) entre sexos de <i>Basiliscus vittatus</i> que fueron monitoreados con radiotransmisores. | 40 |
| Cuadro 11. Temperatura individual diurna y nocturna para machos y hembras de <i>Basiliscus vittatus</i> se muestra le número de datos, promedio, error estándar, valores máximos y mínimos. | 42 |
| Cuadro 12. Estadísticos y tabla de Anova para comparar la Tb de actividad, horas y días de asoleo en <i>Basiliscus vittatus</i> . | 43 |

Índice de Figuras

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. a) Macho adulto y b) Hembra adulta de <i>Basiliscus vittatus</i> del Ejido Adolfo López Mateos, Catemaco, Veracruz. | 18 |
| Figura 2. Mapa de ubicación de la zona de estudio en el Ejido Adolfo López Mateos, Municipio de Catemaco, Veracruz, México. | 19 |
| Figura 3. Sitios de colecta de <i>Basiliscus vittatus</i> a) Comunidad y b) orillas del río Coxcoapan. | 20 |
| Figura 4. Variables morfométricas en vista a) dorsolateral y b) ventral, consideradas para evaluar el dimorfismo sexual de <i>Basiliscus vittatus</i> . | 21 |
| Figura 5. a) Arnés de tela adhesiva kinesio tape diseñado a partir de la propuesta de Gerner (2008), 1. Radiotransmisores (marca LL Electronics, modelo LF1 393 BP RS 8T); 2. iButtons sensor de temperatura. b) Colocación del arnés en forma de chaleco/mochila a los individuos para ser monitoreados. | 22 |
| Figura 6. Gráfico de comparación de líneas de regresión de la cresta craneal (AC) respecto a la LHC para <i>Basiliscus vittatus</i> . | 29 |
| Figura 7. Gráfico de índice de dimorfismo sexual para las 11 variables morfométricas (longitud hocico-cloaca (LHC), longitud de la cola (LC), altura de la cabeza (AlCa), ancho de la cabeza (AnCa), largo de la cabeza (LaCa), altura del punto más alto de la cresta craneal (ACC) y dorsal (ACD), distancia interaxilar (DIA), longitud de la extremidad anterior (LPA) y posterior (LPP) derecha y longitud del dedo diecinueve (D19)) y peso I, jóvenes y adultos de <i>Basiliscus vittatus</i> . | 29 |
| Figura 8. Variación morfológica multivariada a través de análisis de componentes principales entre los individuos de <i>Basiliscus vittatus</i> . Se observa la separación entre sexos y estadios ontogenéticos. | 31 |
| Figura 9. Variación morfológica multivariada a través de análisis de funciones discriminantes entre los individuos de <i>Basiliscus vittatus</i> . Se observa una separación ontogenética y entre sexos. | 31 |
| Figura 10. Comparación de medias de la altura de la percha entre estadios para <i>Basiliscus vittatus</i> . | 35 |
| Figura 11. Comparación de medias de la distancia al cuerpo de agua entre sexo y estadios para <i>Basiliscus vittatus</i> . | 35 |
| Figura 12. Gráfico de comparación de líneas de regresión de la altura de la percha respecto a la LHC para <i>Basiliscus vittatus</i> . | 36 |
| Figura 13 Gráfico de comparación de líneas de regresión de la distancia al cuerpo de agua respecto a la LHC para <i>Basiliscus vittatus</i> . | 36 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 14. Polígonos de las áreas de los individuos monitoreados con radiotransmisores, (se consideraron individuos con 3 o más localizaciones), se consideraron únicamente individuos con 3 localización o más. | 38 |
| Figura 15. Comparación de medias del ámbito hogareño (área) utilizada entre machos y hembras para <i>Basiliscus vittatus</i> . | 40 |
| Figura 16. Representación general de la temperatura corporal promedio diaria para todos los individuos de <i>Basiliscus vittatus</i> . | 43 |
| Figura 17. Comparación de la temperatura corporal diurna entre sexos para <i>Basiliscus vittatus</i> . | 44 |
| Figura 18. Comparación de la temperatura corporal nocturna entre sexos para <i>Basiliscus vittatus</i> . | 44 |
| Figura 19. Comparación de la temperatura corporal entre meses para <i>Basiliscus vittatus</i> , se marca en recuadro con línea continua los meses que corresponden a la temporada de lluvias y con línea punteada los meses de estiaje. | 45 |
| Figura 20. Comparación de las horas de asoleo entre sexos para <i>Basiliscus vittatus</i> . | 45 |
| Figura 21. Comparación de los días de asoleo entre sexos para <i>Basiliscus vittatus</i> . | 46 |
| Figura 22. Gráfico de regresión simple entre la temperatura corporal (°C) y la hora del día para <i>Basiliscus vittatus</i> . | 46 |
| Figura 23. Comparación de la temperatura entre microhábitats, donde fueron observados los individuos de <i>Basiliscus vittatus</i> | 47 |

Resumen

La selección natural puede modificar diferentes aspectos ecológicos en múltiples especies de reptiles, propiciando una variedad de respuestas en cuanto a la morfología, fisiología, conducta y patrones de actividad, ante las presiones de selección a las que se enfrentan ya sea de manera interespecífica, intraespecífica o intersexual. En *Basiliscus vittatus* se han estudiado aspectos poblacionales, reproductores y cromosómicos; no obstante, siguen siendo escasos los estudios para comprender diferentes aspectos sobre la biología en esta especie, por lo tanto, el presente estudio se enfocó en temas como el dimorfismo sexual, uso de hábitat, y temperatura corporal. Se realizaron colectas mensuales de abril de 2014 hasta mayo de 2016; a todos los organismos capturados se les midieron once diferentes caracteres morfológicos. Haciendo uso de métodos de radiotelemetría, hembras y machos fueron monitoreados de forma continua para conocer el uso de hábitat de la especie. De manera paralela se midió la temperatura corporal (T_b) utilizando iButtons. Los datos revelaron un marcado dimorfismo sexual en *B. vittatus*, siendo menos marcado entre los jóvenes el cual, se acentúa al alcanzar la madurez sexual en adultos; las diferencias más marcadas entre sexos y estadios fueron en las crestas y dimensiones de la cabeza. Los jóvenes usan perchas más bajas y se encuentran más cercanos a los cuerpos de agua en comparación con los adultos. Se encontraron diferencias significativas entre sexos en los individuos monitoreados con radiotransmisores. La temperatura corporal media de actividad de *B. vittatus* fue $29.8\text{ }^{\circ}\text{C}$, la temperatura diurna media fue de 27.68 y la nocturna $24.09\text{ }^{\circ}\text{C}$. Asimismo, se encontraron diferencias significativas en la T_b diurna y nocturna, entre individuos, de forma intersexual y entre meses. En el caso de las horas de asoleo se encontraron diferencias entre individuos y sexo, contrariamente en los días de asoleo no se encontraron diferencias significativas. En los meses de marzo abril, julio y agosto se registraron temperaturas corporales más altas y mayor actividad de los individuos. Los resultados para el dimorfismo sexual se discuten con base en su origen ontogenético, dentro de un conjunto de factores como la teoría de selección sexual, especialmente en relación a despliegues visuales y selección natural, haciendo uso diferencial de microhábitats dentro de la población posiblemente para evitar los enfrentamientos agonistas durante la competencia por las hembras y los recursos; lo cual se relaciona con la altura de la percha y distancia al cuerpo de agua donde se observa una marcada diferencia entre jóvenes y adultos. La variación individual en el ámbito hogareños puede estar atribuida a factores como la estructura del hábitat, sitios de anidación, forrajeo y requerimientos térmicos disponibles en el ambiente. El uso diferencial del hábitat ontogenético e intersexual promueve variedad de sitios de termorregulación y por lo tanto reduce la competencia entre individuos a lo largo de año. La variación en la temperatura corporal puede estar promovida por diferentes presiones de selección y necesidades fisiológicas, factores como la estacionalidad, disponibilidad de microhábitats, condición reproductora, y caracteres morfológicos, causan diferencias individuales. Este estudio permitió profundizar en el conocimiento sobre la biología de *Basiliscus vittatus*, coadyuvando a proponer estrategias de conservación de especie.

Abstract

Natural selection can modify several ecological aspects reptiles, promoting different morphological, physiological, behavioral and patterns of activity responses interspecific, intraspecific and intrasexuality against the selection pressures. Particularly in *Basiliscus vittatus*, some aspects that have been studied about population, reproductive and chromosomal, however there are still few studies to understand about the biology of this species, therefore the present study focused on issues such as sexual dimorphism, use of habitat, and body temperature of *Basiliscus vittatus*. We collect monthly from April 2014 to May 2016; all the captured organisms were measured with 11 different morphological traits; on another hand, using radio telemetry method, dimorphism sexual, females and males were continuously monitored to know the habitat use, body temperature (T_b) was measured using iButtons. Our data revealed a marked sexual dimorphism in *Basiliscus vittatus*, which being less marked in juveniles and is marked than when reaching sexual maturity as adults; the most marked differences between sexes and stages were in the crests and head dimensions. Juveniles use lower perches and are closer from the water than adults. Home range did not differ between sexes. The mean body temperature of activity of *Basiliscus vittatus* was 29.8 °C, the mean daytime temperature was 27.68 °C and the nighttime temperature was 24.09 °C. On the other hand, significant differences were found in daytime and nocturnal body temperature, between individuals, intersexual and months, the basking hours shown differences between individuals and sex, contrary to the basking days, no significant differences were found. Months of March, April, July and August, higher body temperatures were recorded, also higher and greater patterns of activity of individuals.

The results for sexual dimorphism are discussed based on its ontogenetic origin, within a set of factors such as sexual selection theory, especially in relation to visual displays and natural selection, making differential use of microhabitats within the population possibly to avoid the agonistic fights during competition for mates and resources; it is related to the height of the perch and distance from the water where a significant difference between juveniles and adults were observed. Individual variation in home range can be attributed to several factors like habitat structure, nesting site, foraging and thermal requirements available on the environment. On the other hand, differential habitat uses by the ontogenetic and intersexual promotes a variety of thermoregulation sites and therefore reduces competition between individuals throughout the year. Variation in body temperature, possibly is promoted by different selection pressures and physiological traits, factors such as seasonality, availability of microhabitats, reproductive condition, and morphological characters, cause individual differences. This study allowed to deepen the knowledge about the biology of *Basiliscus vittatus*, helping to propose species conservation strategies.

Introducción

Diversidad y ecología de los reptiles

Los reptiles son un grupo de vertebrados que están representados por cerca de 12000 especies (Uetz, *et al.* 2023). Estos organismos cuentan con piel seca cubierta por escamas, aunque algunas especies presentan placas dérmicas fuertes de naturaleza ósea (osteodermos), que les garantizan protección y evitan la deshidratación en un ambiente seco (Altamirano y Soriano, 2010).

Con excepción del Tegu (*Salvator merianae*), una especie con endotermia estacional (Tattersall, *et al.* 2016), los reptiles dependen de fuentes de calor externa (ectotermia), como los rayos solares y la transmisión de calor que ofrecen elementos propios del ambiente donde habitan. Por la incapacidad de generar calor de origen metabólico, a estos seres se les denomina poiquiloterms (Altamirano y Soriano, 2010). La importancia ecológica de los reptiles radica en que son esenciales en la cadena trófica, principalmente como fuente de alimento de aves y mamíferos; sin embargo, también son depredadores de insectos, anfibios, huevos, aves y mamíferos e incluso de otras especies de reptiles; asimismo, grupos como lagartijas y serpientes funcionan como controladores de plagas de insectos y pequeños roedores (Luna-Reyes *et al.* 2015). Se ha registrado que algunas especies de lagartijas se alimentan de néctar y frutos de plantas, por lo tanto, pueden funcionar como polinizadores o dispersores de semillas, teniendo un rol ecológico importante en la reproducción de las plantas (Godínez-Álvarez, 2004).

La función que desempeñan los reptiles en los ecosistemas no es un tema fácil de abordar, tomando en cuenta su complejidad y variación de historias de vida, lo cual, los ha colocado como un modelo de estudio en los últimos años (Altamirano y Soriano, 2010). Por lo tanto, se dificulta tratar de describir de manera sistémica las interacciones que existen entre las especies y su ambiente. Para el caso de los reptiles no existen trabajos que aborden este tema de manera integral, en buena medida por la escasez de estudios que discutan con amplitud la funcionalidad de la herpetofauna en los ecosistemas. No obstante, existen trabajos que consideran la funcionalidad biológica de éstos en forma general, o bien contemplan aspectos parciales sobre la estructura de los reptiles (Altamirano y Soriano, 2010).

Conocer la compleja red de interacciones que ocurren entre los reptiles y su ambiente, puede proporcionar un panorama general para profundizar en el conocimiento de temas relacionados sobre la ecología conductual, fisiológica, reproductora, historias de vida, modo de forrajeo, dieta y de comunidades; sin embargo, es importante considerar que dichas interacciones pueden verse limitadas debido a las características naturales de las especies tales como la morfología, coloración críptica, hábitos de las especies, tipo de forrajeo o poca accesibilidad hacia el hábitat, por mencionar algunas (Krebs, 1978).

Los reptiles ocupan un lugar histórico destacado y en la investigación actual sobre aspectos como el dimorfismo sexual, que, obedece parcialmente a la variación de sus historias de vida observados dentro este grupo (Cox, *et al.* 2007). Darwin formuló en la teoría de selección sexual que, del dimorfismo sexual, se refiere a las diferencias morfológicas, de tamaño corporal entre machos y hembras (sexuales secundarios, tamaño de la cola, crestas, extremidades, tasa de crecimiento) (Pough *et al.* 1998). El dimorfismo sexual puede incrementar ecológicamente la variación en una comunidad cuando los sexos juegan roles ecológicos distintos (Schoener, 1969).

La selección natural favorece variaciones en la forma corporal propiciando diferencias morfológicas entre sexos, ecológicas (repartición de nicho), conductuales (territorialidad o selección de pareja) o de reproducción (diferencias fisiológicas y anatómicas relacionadas a los distintos costos y roles) (Darwin, 1859).

Con base en estas diferencias, se ha descrito que los reptiles utilizan los recursos necesarios para su sobrevivencia y reproducción que se encuentran disponibles en el ambiente que los rodea (Krebs, 1978). La adquisición de dichos recursos se encuentra estrechamente relacionada con diversos factores, entre ellos el uso del microhábitat, debido a la calidad y disponibilidad de recursos que dicho microhábitat les ofrece, ya que se conoce que influyen significativamente sobre características como el sexo, edad, especie, estacionalidad, las horas del día de actividad, entre otras (Rodríguez-Robles, *et al.* 2005). Considerando entonces que los recursos son limitados en tiempo y espacio, estos pueden modificar significativamente la forma de las comunidades animales (Krebs, 1978).

Otras diferencias promovidas por selección se encuentran asociadas con el dimorfismo sexual, las cuales se han descrito en varias especies de reptiles (Schoener, 1967) aves y mamíferos (Dayan y Simberloff, 1994), mismas que operan a través de la selección sexual, promoviendo una proporción sexual diferencial sexo específica (Schoener, 1969). Por ejemplo: Laerm (1974), exhibe diferencias morfológicas entre machos y hembras asociadas a la utilización del nicho ecológico; otros estudios han descrito que tamaños de la cabeza y tronco más grandes en machos, se relacionan con la fuerza de la mordida y capacidad de almacenamiento de las crías en *Niveoscincus microlepidotus* (Olson *et al.* 2002).

El ambiente puede ofrecer un escenario espacio temporal bastante dinámico, el cual puede modificar las actividades de los organismos; no obstante, los patrones de actividad se encuentran limitados por un complejo de interacciones donde participan un conjunto de conductas individuales, capacidades fisiológicas (influenciadas por el tamaño corporal y aclimatación) así como factores ecológicos (depredación) los cuales se ven modificados por el entorno físico (Huey, 1982).

Los reptiles se mueven para localizar alimento, pareja, cuidado parental de las crías, evitar depredadores y ambientes extremos, buscando lugares donde encuentren un balance de costo-beneficios sobre la disponibilidad de recursos, por lo que han desarrollado estrategias en los patrones de actividad y movimientos que les permiten aprovechar los recursos disponibles (Duellman y Trueb, 1986; Zug *et al.* 2001). Al conjunto de estas actividades realizadas en un área determinada se le conoce como ámbito hogareño (Burt, 1943). Esta definición comprende dos importantes dimensiones en esta área específica: obtención de recursos tróficos e interacciones sociales. En reptiles, el uso de hábitat es un proceso donde se relacionan la morfología y fisiología del animal juntamente con diversas variables bióticas y abióticas (Molina y Gutiérrez, 2007).

Aunado a lo anterior, la temperatura es uno de los factores ambientales más importantes que afectan a los organismos ectotérmicos (Sinervo *et al.* 2010), moldea todos los aspectos de su desempeño fisiológico (Hutchison y Dupré 1992). Por lo tanto, el estudio de la ecología térmica se ha convertido en parte integral para la comprensión de la ecofisiología en reptiles (Angilletta 2009; Bartolomé 1982; Sinervo *et al.* 2010).

Es claro saber que la capacidad de los mejores individuos para acceder a los recursos les proporciona mayores posibilidades de crecimiento, reproducirse de forma temprana, y si estos presentan tamaños corporales grandes serán capaces de producir crías mayores y mejor adaptadas (Zug *et al.* 2001). Por lo tanto, la relación entre la morfología, uso del hábitat y temperatura corporal muestran que la competencia inter e intraespecífica puede reducir la variabilidad de microhábitats utilizados por diferentes especies, además, la temperatura ambiental puede ser un factor determinante que puede limitar la actividad y fisiología de los reptiles. Por lo que tomar en cuenta este conjunto de características con otros aspectos ecológicos de las especies en su ambiente natural conlleva problemas logísticos debido a que las especies pueden ser muy sigilosas y observarlas en su hábitat resulta complicado y/o imposible (Owen *et al.*, 1991).

Por lo anterior, el desarrollo de técnicas como la radiotelemetría provee una alternativa para profundizar en investigaciones sobre la ecología de reptiles, actualmente estas técnicas han resultado un método efectivo para estudiar especies sigilosas o crípticas (Greene, 1994), además, de ser de gran utilidad para formular propuestas de conservación y manejo de las especies (Johnson, 2000).

Diversos estudios han estado enfocados en conocer el efecto de la tasa de crecimiento en diferentes especies, como un componente importante en la historia de vida de los organismos y cómo se encuentran estrechamente relacionadas con la disponibilidad de recursos disponibles (Fisher 1958). La asignación de energía hacia el crecimiento puede tener repercusiones sobre características como morfología y reproducción (Fisher 1958; Williams, 1966; Pianka, 1970; Fitch, 1970; Vitt y Congdon, 1978). Se ha encontrado

una ventaja selectiva para los tamaños corporales grandes, que promueve mejor capacidad competitiva por los recursos (alimentación, territorio, parejas, entre otros), excluyendo a los más pequeños, los cuales quedan más expuestos a los depredadores y como consecuencia reducen su sobrevivencia (Ferguson *et al.*, 1982; Van Devender, 1978). Es por ello que estudiar los diferentes estadios de desarrollo ontogénico incrementa el panorama sobre el conocimiento en la biología de las especies.

Dimorfismo sexual

El dimorfismo sexual en los reptiles es una característica común y prominente, debido a la considerable variación en las historias de vida en este grupo (Cox, *et al.* 2007), el cual se relaciona directamente con la adecuación de los individuos (Shine, 1989). La variedad de caracteres sexuales secundarios que se encuentran entre machos y hembras han generado gran interés en la investigación de este grupo de vertebrados (Shine, 1989; Cox, *et al.* 2007;).

Debido a que los machos y hembras se encuentran bajo diferentes presiones de selección, el dimorfismo sexual ha evolucionado como respuesta a tres distintos procesos:

1. **Selección sexual:** los machos más grandes son favorecidos para competir con otros machos o para atraer a las hembras, asimismo el éxito reproductor aumenta con relación al tamaño corporal en algunas especies (Darwin, 1871; Carothers, 1984; Anderson y Vitt 1990; Cooper y Vitt, 1993; Cox et al. 2003, Ramírez-Bautista *et al.*, 2008). Se ha establecido que las hembras seleccionan machos grandes con mejores caracteres morfológicos, han sobrevivido mayores presiones de selección, resultado de una genética superior (Vitt y Cooper, 1985; Anderson y Simons, 2006); por lo tanto, el proceso de selección sexual generalmente es promovido por las hembras puesto que limitan las oportunidades de apareamiento (Darwin, 1871).

2. **Selección por fecundidad:** en reptiles el tamaño de las crías o número de huevos está relacionado con el tamaño corporal de las hembras, por lo tanto, este proceso favorece hembras con cuerpos más grandes para incrementar la fecundidad (Olsson, 1993; Olson *et al.*, 2002; Cox, *et al.* 2007). Algunos factores que causan variación en el tamaño de las hembras y el tamaño de camada o nidada son el modo de paridad o distribución geográfica de las especies (Braña, 1996; Cox, *et al.* 2003; Cox, *et al.* 2007).

3. **Divergencia ecológica:** El mecanismo de selección natural promueve la competencia intersexual por recursos, el cual puede promover dimorfismo sexual en machos y hembras ocasionando cambios en la morfología trófica o en su caso un tamaño óptimo para reducir la competencia intersexual e intraespecífica

por los recursos, asociados a la dieta, microhábitat y depredación (Shine, 1989, Camelleri y Shine, 1990; Lovich y Gibbons, 1990; Smith y Ballinger, 1994; Buttler, *et al.* 2000; Cox, *et al.* 2007).

La mayor parte de los estudios sobre dimorfismo sexual examinan los patrones de selección sexual, fecundidad o divergencia ecológica en adultos, sin embargo, trabajos recientes sobre ecología, fisiología y biología del desarrollo, resaltan la importancia de conocer los mecanismos que modifican los patrones sexo específicos durante el desarrollo ontogenético, pues se ha observado que, son causadas por diferencias sexuales, tales como la tasa de crecimiento (Badyaev, 2002, Cox y John-Alder, 2007; Zhang y Lu, 2013), la cual se ve modificada por factores como tiempo y energía, invertidos para características sexuales específicas, que se ven reflejadas en su sobrevivencia y reproducción, consecuentemente en la adecuación de los individuos (Clutton-Brock *et al.* 1985; Zhang y Lu, 2013; Badyaev, 2002). El dimorfismo sexual se expresa de manera general en diferentes familias de lagartijas, favoreciendo principalmente a los machos con tamaños corporales más grandes (Fitch, 1981). Algunos géneros de lagartijas que muestran un marcado dimorfismo sexual para los machos son: *Amblyrhynchus*, *Ameiva*, *Anolis*, *Aspidocelis*, *Basiliscus*, *Sceloporus*, *Varanus* (Van Devender, 1978; Cox y John-Alder, 2007, Aguilar-Moreno, *et al.*, 2010); para el caso de las hembras, están los géneros *Lacerta*, *Phrynosoma*, *Diplodactylus* y *Aprasia* (Braña, 1996; Cox y John-Alder, 2007).

De manera particular, estudios realizados en diferentes estadios ontogenéticos, se describen los de Cox y John-Alder (2007), quienes analizaron el desarrollo del dimorfismo sexual en dos especies de *Sceloporus*, el cual es promovido por la tasa de crecimiento sexo-específica y por edad. Haenel y John-Alder (2002) encontraron un patrón similar en *Sceloporus undulatus* donde el dimorfismo sexual es notable cuando es alcanzado el primer año de edad, donde hembras jóvenes crecen más rápido que los machos a causa de una divergencia sexual en la tasa de crecimiento durante un lapso de tiempo muy corto, ambos estudios argumentan que el dimorfismo sexual surge como una característica plástica en respuesta a las presiones de selección que operan durante el desarrollo ontogenético para llegar a la madurez sexual.

Uso de hábitat

En lagartijas, el uso de hábitat es un proceso donde se relacionan morfología y fisiología del animal juntamente con la disponibilidad de alimento y la protección contra depredadores, estos factores a su vez se relacionan con los recursos disponibles en el ambiente (Molina y Gutiérrez, 2007).

Se ha documentado en reptiles que los factores bióticos y abióticos, pueden modificar inter e intraespecíficamente aspectos sobre las historias de vida y el ámbito hogareño. El ámbito hogareño es el área dentro de la cual un individuo se desplaza con la finalidad de adquirir recursos como alimento, refugio,

parejas, sitios de percha y anidación, los cuales le permitan incrementar sus posibilidades de sobrevivencia y reproducción (Hirth, 1963; Rose, 1982, Gutiérrez y Ortega, 1985).

Los estudios intraespecíficos indican que el tamaño del ámbito hogareño puede variar de acuerdo al sexo y a la condición reproductora. En este contexto, los machos incrementan el tamaño de su ámbito hogareño durante la estación de reproducción (Ruby, 1978, Hernández-Gallegos *et al.* 2015). Otros estudios sugieren que el tamaño del ámbito hogareño está relacionado con el tamaño corporal, el sexo, modo de forrajeo donde los individuos de mayor tamaño y con modo de forrajeo activo presentan ámbitos hogareños más amplios ya que los requerimientos energéticos para satisfacer las demandas son mayores (Verwaijen y Van Damme, 2008).

El ámbito hogareño también puede verse modificado por una serie de factores poblacionales y ambientales; disminuye si la densidad poblacional o la cantidad de alimento aumenta (Ruby y Dunham, 1987). Las condiciones climáticas extremas causan variaciones temporales e interpoblacionales, teniendo un efecto sobre los patrones de actividad y movimiento de los reptiles, lo que conlleva a que los reptiles tengan restricciones fisiológicas (Ruby y Dunham, 1987; Roe y Georges, 2007).

Por ejemplo, algunas especies de reptiles tienen la capacidad para tolerar temperaturas corporales elevadas durante periodos determinados. En hábitats donde las temperaturas extremadamente altas o la temporada de estiaje ocurren durante alguna estación del año, los recursos pueden ser escasos (Ligón y Stone, 2003; Litzgus y Mousseau, 2004; Pinder, Storey y Ultsch, 1992). Por lo tanto, los individuos han desarrollado diferentes estrategias para sobrevivir a estas situaciones (Hall y Steidl, 2007). Por ejemplo, en una población de *Sceloporus variabilis* que habita en las costas mexicanas del Golfo de México, se han observado individuos que toleran temperaturas entre 28 y 36 °C, asimismo pueden tener dos periodos de actividad diaria, donde se observa a los organismos realizar diferentes actividades de forrajeo (Altamirano y Soriano, 2010). En *Aspidoscelis deppii* se encontró que el periodo de actividad se ve modificado por la estacionalidad anual, mientras que en temporada de abundancia de recursos se observó solo un periodo de actividad prolongado, donde los individuos dedicaron la mayor parte del tiempo a la búsqueda de alimento, tolerando temperaturas corporales más extenuantes (Altamirano y Soriano, 2010).

Altamirano y Soriano (2010) consideran que estas especies pueden modificar sus horarios de actividad como una estrategia de evitar la competencia por alimento principalmente. Comportamientos similares se han encontrado en serpientes, entre ellas: *Coluber flagellum*, *Coniophanes imperialis*, *Conophis lineatus*, *Coniophanes mentovarius*, *Coniophanes fissidens* quienes presentaron solapamiento en los tiempos de

forrajeo, no obstante, los resultados no indicaron competencia por los recursos, dado que cada especie utiliza sustratos diferentes para sus actividades (Altamirano y Soriano, 2010).

Sanches y Grings (2018) mencionan que en *Iguana iguana*, los patrones de movimiento son más reducidos en hábitats con incidencia antropogénica en comparación con las áreas de bosque natural, asimismo, están asociados con la disponibilidad para la puesta de huevos en nidos seguros, y sugieren que las técnicas de telemetría pueden ayudar a comprender el uso diferencial de los estratos en el hábitat especies con diferentes hábitos.

Para comprender los patrones de movimiento que realizan algunos reptiles durante sus actividades de forrajeo, diversos estudios sobre ecología hacen uso de métodos de telemetría de tal manera que se pueda profundizar en la comprensión de los factores que promueven dichos movimientos (Nathan, 2008). Uno de estos métodos es la técnica del carrete y la línea, que se utilizó por primera vez con mamíferos, estudios más actuales han empleado esta técnica para rastrear trayectorias de animales en una escala muy fina; por lo tanto, comprender los patrones de movimiento de los organismos, dentro de un contexto ambiental, permiten a los investigadores evaluar la importancia de cada variable ambiental sobre el comportamiento de movimiento de los individuos. Medir estos patrones y variables, ayuda a comprender importantes procesos ecológicos como la actividad diaria, hibernación, estivación, conductas en cuanto a su distribución espacio temporal, dispersión de semillas, dinámica de poblaciones, la migración, entre otros, pudiendo comprender incluso el impacto antropogénico en las poblaciones naturales (Nathan *et al.*, 2008, Sanches y Grings, 2018).

Conocer los movimientos y uso de hábitat de las especies resulta una herramienta muy importante y necesaria para poder establecer propuestas de manejo y conservación debido a la explotación de los recursos que están sufriendo las poblaciones naturales por causas antropogénicas (Johnson, 2000).

Temperatura corporal

La temperatura corporal es un conjunto de procesos fisiológicos y conductuales complejos que ayudan a realizar actividades metabólicas como alimentación, reproducción, depredación, entre otras; es decir la regulación de la temperatura corporal influye indirectamente sobre la adecuación de las especies, mediante la influencia directa del desempeño fisiológico, conductual y ecológico (Huey, 1974).

Las diferencias ecológicas y fisiológicas que presentan los reptiles en comparación con otros tetrápodos tienen importantes consecuencias ecológicas, por ejemplo, su baja tasa metabólica, permite a los reptiles

aprovechar la temperatura ambiental de una forma menos intensa que las aves y mamíferos (Kingsolver y Huey, 2008).

Estas diferencias biológicas sugieren que los estudios ecológicos y fisiológicos en reptiles deben tomar una importancia fundamental para comprender diversos aspectos en los vertebrados (Huey y Pianka, 1977).

El mecanismo de regulación de temperatura corporal de los reptiles difiere por completo de lo usado por mamíferos y aves, ya que depende de fuentes de calor externa, como la radiación solar y la que pueden adquirir por convección o conducción (Pough *et al.* 1998).

Dado que la temperatura ambiental es uno de los factores abióticos más importantes que pueden afectar a los reptiles; en términos fisiológicos se ha estipulado que la variación de las temperaturas ambientales afectan el desempeño fisiológico y adecuación de los ectotermos quienes dependen de su habilidad para utilizar el calor externo disponible en el ambiente (Huey y Stevenson, 1979; Huey, 1982; Sinervo *et al.* 2010) por medio de una combinación de patrones morfológicos, fisiológicos y conductuales (Hertz *et al.* 1982; Huey 1982), por lo tanto, su actividad se ve restringida por las condiciones ambientales que implican demasiado calor o frío (Heath, 1962; Hertz y Huey, 1981).

Al conjunto de ajustes morfológicos, fisiológicos y conductuales, Cowles and Bogert (1944) le denominaron termorregulación; definida como un proceso complejo que integra sensibilidad para detectar la variación espacial y temporal en los diversos ambientes térmicos mediante respuestas morfológicas, conductuales y fisiológicas que resultan en un intervalo estrecho de temperaturas corporales relativas a las fluctuaciones de las temperaturas operativas (Seebacher y Shine, 2004). En reptiles se conocen estrategias que varían en un continuo desde termoconformismo hasta la termorregulación activa (Huey y Slatkin 1976). Las especies termoconformistas mantienen temperaturas corporales similares a las ambientales (Hertz *et al.* 1993; Piantoni *et al.* 2016; Ruíbal 1961; Rummery *et al.* 1994). Las especies que presentan termorregulación activa pueden mantener temperaturas cercanas a su temperatura corporal preferida y por encima de la temperatura ambiente (Bauwens *et al.* 1996; Ibargüengoytia *et al.* 2010; Lara-Reséndiz *et al.* 2015; Sartorio *et al.* 2002; Valdecanto *et al.* 2013).

Los reptiles adquieren el calor de la energía radiante principal, es decir, de la que proviene del sol, aunque la cantidad absorbida puede depender de diferentes estrategias de termorregulación como del tono de color y de la orientación hacia la luz solar (Pough *et al.* 1998). La capacidad de adquirir la cantidad necesaria de energía solar durante las primeras horas del día es indispensable para que los reptiles puedan desarrollar sus actividades diarias. Cuando la temperatura ambiental incrementa en el transcurso del día, así como la incidencia de los rayos solares, los reptiles realizan una serie de conductas morfológicas y fisiológicas;

también tienen la capacidad de moverse entre áreas de sol y sombra para evitar la exposición directa de tal manera que les permiten una mejor absorción de los rayos solares y por lo tanto regular su temperatura corporal (Bogert, 1949).

El impacto que pueden tener los cambios en la temperatura ambiental sobre las diferentes poblaciones depende de la capacidad de aclimatación y exploración selectiva de la variación térmica en los ambientes que ocupan, las conductas de termorregulación, selección del hábitat, nicho térmico y cambios en los patrones de actividad diaria, los cuales se ven reflejados en cambios en la fenología y reproducción (Huey y Slatkin 1976; Kearney *et al.* 2009; Lara-Reséndiz *et al.* 2015). Asimismo, puede influir sobre la distribución y ecología de diferentes especies de reptiles, debido a que ciertas especies regulan su temperatura corporal dentro de un intervalo relativamente estrecho de tiempo para poder realizar sus actividades y alcanzar un punto óptimo para su metabolismo, locomoción y otras funciones fisiológicas (Bowkery Johnson 1980, Anguilletta *et al.* 2002, Cowles and Bogert, 1944).

La capacidad de termorregulación de diversas especies de reptiles depende de la estructura del microhábitat que ocupan los organismos durante su período de actividad. Por ejemplo, los reptiles diurnos hacen uso de sitios de sol y sombra, que muestran una heterogeneidad de temperaturas que resultan importantes para una termorregulación efectiva (Huey, 1974; Kearney *et al.*, 2009; Sears *et al.*, 2016).

Debido a que la temperatura es un factor fundamental en la ecología de todas las especies de reptiles, por un lado, los patrones generales de actividad a menudo pueden ser predichos a partir de modelos biofísicos de intercambio de calor y masa (Porter *et al.*, 1973). Por otro lado, los factores bióticos juegan un papel importante para que las especies puedan alcanzar temperaturas óptimas para realizar sus actividades; asimismo el grado en que las características térmicas de los reptiles puedan diferir entre especies y circunstancias promueven que no haya solamente una aproximación para el estudio de la temperatura corporal de los reptiles, sino que se debe considerar un conjunto de factores biofísicos, bióticos, abióticos, filogenéticos y evolutivos (Gans y Dawson, 1976).

El resultado de estas múltiples interacciones se puede ver reflejado en la capacidad relativa de un individuo para realizar ciertas actividades que influyen sobre el crecimiento individual, sobrevivencia y reproducción. Estas características son básicas para el crecimiento y dinámica de la población. Cada paso que conduce a una respuesta de la población es dependiente de la temperatura. En consecuencia, la comprensión de la naturaleza de estas dependencias es fundamental para la ecología en reptiles (Huey, 1982).

Antecedentes del género *Basiliscus* y la zona de estudio

La familia Corytophanidae está integrada por tres géneros (*Basiliscus*, *Corytophanes* y *Laemactus*), de manera particular el género *Basiliscus* contiene cuatro especies: *Basiliscus basiliscus*, *Basiliscus galeritus*, *Basiliscus plumifrons* y *Basiliscus vittatus* (Vitt y Caldwell, 2014). A pesar su amplia distribución geográfica, su apariencia, dieta, la capacidad de correr sobre el agua y presencia en diferentes tipos de hábitats (Maturana, 1962; McCoy, 1968; Fleet y Fitch, 1974; Andrews, 1979; Sasa y Monrós, 2000), escasos trabajos se han realizado sobre aspectos ecológicos dentro del género *Basiliscus*. Por ejemplo, Laerm (1974) analizó variaciones morfológicas en *Basiliscus plumifrons* y *Basiliscus vittatus* asociadas con el uso de hábitat. Van Devender (1982) realizó un estudio demográfico en *Basiliscus basiliscus*. Vaugan *et al.* (2007) establecieron que el ámbito hogareño de *B. plumifrons* no difiere estadísticamente entre machos y hembras, así mismo encontraron que esta especie muestra una preferencia por hábitats con vegetación riparia, dado que estos sitios les ofrecen protección y los hacen menos vulnerables a los depredadores, en este estudio se especula que los hábitos arborícolas son para eludir a los depredadores, humanos y probablemente para observar el paisaje (Vaugan *et al.* 2007).

Se ha registrado dimorfismo sexual en especies como *B. basiliscus* donde los machos presentan mayor longitud hocico cloaca, mayor tamaño de crestas en la cabeza, dorso y cola, en comparación con las hembras; tales características son evidentes meses después de la eclosión (Van Devender, 1978).

Hernández-Córdoba *et al.* (2012) evaluaron el tipo de percha diurna utilizada por *B. galeritus* en el cual observaron que la percha utilizada con mayor frecuencia por los individuos fueron ramas (46,15%), seguido por las hojas (38,46%), y eventualmente fueron observados en los viñedos, el suelo y los tallos. De forma consistente con otros estudios del género, no encontraron diferencias significativas entre el sexo y el tipo de percha. Sin embargo, se observó que el uso de la percha nocturna está más relacionado con el tamaño del cuerpo y el sexo, puesto que se encontró una correlación positiva entre el tamaño y la altura de la percha nocturna. A pesar de que las especies de *Basiliscus* presentan actividad diurna, el estudio de percha nocturna

es importante, debido a que la elección del sitio de pernocta implica un periodo efectivo de restauración energética y proporciona seguridad en el momento de sueño, debido a la vulnerabilidad de los animales en ese estado (Molina y Gutiérrez, 2007).

De manera particular en la Selva del Marinero, Suárez-Varón (2015; 2017 y 2019) registró la estructura poblacional de *B. vittatus* con una distribución estable a lo largo del año, proporción sexual 1:1 asociada a una disponibilidad adecuada de recursos, asimismo, las tres clases de edad están presentes la mayor parte del año, mientras las hembras tienen una temporada reproductora extendida a ocho meses. Posteriormente se encontró que el tamaño de nidada es de 6 ± 3 (intervalo de 5-9) huevos (Suárez-Varón *et al.*, 2019). La oviposición de los huevos se observó entre los estadios 29-32, mostrando una preferencia por ovipositar en el estadio 30 y 31, esta característica se encuentra asociada a factores fisiológicos, morfológicos y tipo de forrajeo (Suárez-Varón *et al.*, 2019). Otro estudio demostró que no existe efecto de la temperatura de incubación en la determinación sexual y desarrollo de las gónadas en embriones, ya que los embriones con cromosomas XY y XX desarrollaron testículos y ovarios respectivamente (Acosta *et al.* 2019; Suárez Varón *et al.* 2022); sin embargo, los resultados genotípicos sugieren que *B. vittatus* presenta un sistema cromosómico de novo (XY) independiente al resto de Pleurodotes, además, de la retención de un intrón que parece ser una reminiscencia a una respuesta ancestral a la temperatura y el mismo intrón presente en especies con reversión sexual; es decir, que a pesar de ser una especie con determinación sexual genética (XY), potencialmente puede promover la transición hacia la determinación sexual por temperatura (Acosta *et al.* 2019; Suárez Varón *et al.* 2022).

Otros estudios realizados en la zona están relacionados al hábitat, donde se describen cambios estructurales en el microhábitat y el efecto directo en la composición y abundancia de las especies que forman las comunidades de estos sitios (Heatwole y Taylor, 1987; Pianka, 1994; Tokeshi, 1999; Urbina-Cardona y Reynoso 2005). Se ha descrito que en regiones tropicales el cambio de uso de suelo de zonas de selva o bosque mesófilo hacia pastizales y monocultivos está considerado una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad (Urbina y Lodoño, 2003). La modificación de la selva alta a pastizal en Los Tuxtlas, Veracruz, México promueve una variación en los diferentes tipos de vegetación impactando la riqueza de reptiles, en los bordes hay mayor riqueza de especies de anfibios y reptiles, seguida por la selva y finalmente el pastizal (Urbina-Cardona y Reynoso, 2005). Estas variaciones son importantes porque limitan, o bien, potencializan la presencia de especies en ambientes tropicales, generan pérdida de biodiversidad, asimismo pueden alterar el desempeño de los individuos, uso de hábitat y sitios de termorregulación.

Con base en lo anterior, el conocimiento sobre diferentes aspectos ecológicos en *Basiliscus vittatus*, permitirán completar eslabones dentro de la biología general de la especie. El uso de técnicas de

radioteleimetría ofrece una solución adicional a diferentes interrogantes, ya que, actualmente han resultado un método efectivo para obtener datos sobre ecología de reptiles sigilosos o crípticos (Greene, 1994). Este tipo de información puede ser de gran utilidad para formular propuestas de conservación y manejo de las especies (Johnson, 2000). Por lo tanto, el presente trabajo pretende abordar diferentes aspectos de ecología en *B. vittatus* como el dimorfismo sexual, uso de hábitat y la temperatura corporal.

Hipótesis

- Los aspectos de ecología de *Basiliscus vittatus* en la Selva El Marinero, Los Tuxtlas, Veracruz, México pueden presentar diferencias ontogenéticas, intersexuales e individuales.
- El uso de técnicas de radiotelemetría permitirán profundizar en el conocimiento características como el uso hábitat, ámbito hogareño y patrones de actividad de *B. vittatus*.
- La implementación de iButtons ayudará a determinar la ecología térmica en *B. vittatus*; asimismo evaluar si existen diferencias en la temperatura corporal de forma individual, sexual y estacional.

Objetivos

- **Objetivo general**
- Estimar diferentes aspectos sobre la ecología de *B. vittatus* en la Selva El Marinero, Los Tuxtlas, Veracruz, México.
- **Objetivos particulares**
- Analizar ontogenéticamente, el dimorfismo sexual de *B. vittatus*.
- Caracterizar el uso del hábitat, ámbito hogareño y los patrones de actividad (diaria y estacional) a través de radiotelemetría.
- Determinar la ecología térmica de *B. vittatus* de forma individual, entre sexos y estación mediante el uso de iButtons.

Descripción de la especie

Basiliscus vittatus es una lagartija ovípara, que mide entre 120 y 140 mm de longitud-hocico-cloaca. Las extremidades y los dedos son largos y delgados, la cola mide hasta tres veces el tamaño del cuerpo y esta comprimida lateralmente; la cabeza es larga, amplia y oval, con un pliegue gular y una cresta vertebral en los machos. En medio del dorso, las escamas son aplanadas de los lados, formando una cresta que se extiende desde la base de la cabeza hasta la cola. La coloración de la región dorsal del cuerpo es de pardo a pardo verdosa, presenta una línea amarilla o crema que se inicia en el margen posterior del ojo, sigue en el flanco y desaparece en la parte trasera del cuerpo (Ramírez-Bautista, 1994; Calderón-Mandujano *et al.*, 2008). Presenta un marcado dimorfismo sexual, generalmente los machos son más grandes que las hembras; sin embargo, se desconoce en qué momento ontogenético surgen estas diferencias. Los machos adultos presentan una cresta nugal más pronunciada; en machos jóvenes es menos notoria y en hembras casi ausente (Figura 1) (Maturana, 1965; Campbell, 1998).

Su distribución en los ambientes tropicales es amplia en todo México (Ramírez-Bautista, 1994), desde el centro de México en Jalisco y el sur de Tamaulipas hasta Panamá (García y Ceballos, 1994; Ramírez-Bautista, 1994; Calderón- Mandujano *et al.*, 2008); sin embargo, esta especie también ha sido introducida en los Estados Unidos de América (Krysko *et al.*, 2006).

Es una especie diurna que se encuentra asociada a vegetación cercana a cuerpos de agua, pero también de hábitos terrestres y cuando se sienten amenazados, pueden trepar hacia los árboles, además se sabe que es una especie básicamente insectívora (Canseco-Márquez y Gutiérrez, 2010), eventualmente se observaron individuos con tendencia a alimentarse de frutos u hojas ocasionalmente (Obs. pers.). Tienen la capacidad de correr bípedamente sobre la superficie del agua y se han registrado buscando refugios bajo el agua (Vieira *et al.*, 2005). Utilizan microhábitats terrestres, arbustivos, arborícolas, mismo que usan como sitios de forrajeo y termorregulación (Campbell 1998; Zug *et al.*, 2001).



Figura 1. a) Macho adulto y b) Hembra adulta de *Basiliscus vittatus* del Ejido Adolfo López Mateos, Catemaco, Veracruz.

Materiales y métodos

Área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en el Ejido Adolfo López Mateos, Catemaco, Veracruz, México. La comunidad se encuentra ubicada entre los $18^{\circ} 26' 36.3''$ latitud norte y $94^{\circ} 37' 81.9''$ longitud oeste (Figura 2), a una altitud de 177 msnm, el clima es cálido húmedo con temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C , con una precipitación de 4,700 mm por año, presenta una marcada estacionalidad con una estación lluviosa, de febrero a junio y un periodo de estiaje, de marzo a mayo. En la zona de estudio predomina un ecosistema de selva alta perennifolia (Arriaga *et al.*, 2000; Ibarra-Manríquez y Sinaca, 1987; Urbina-Cardona *et al.* 2006).

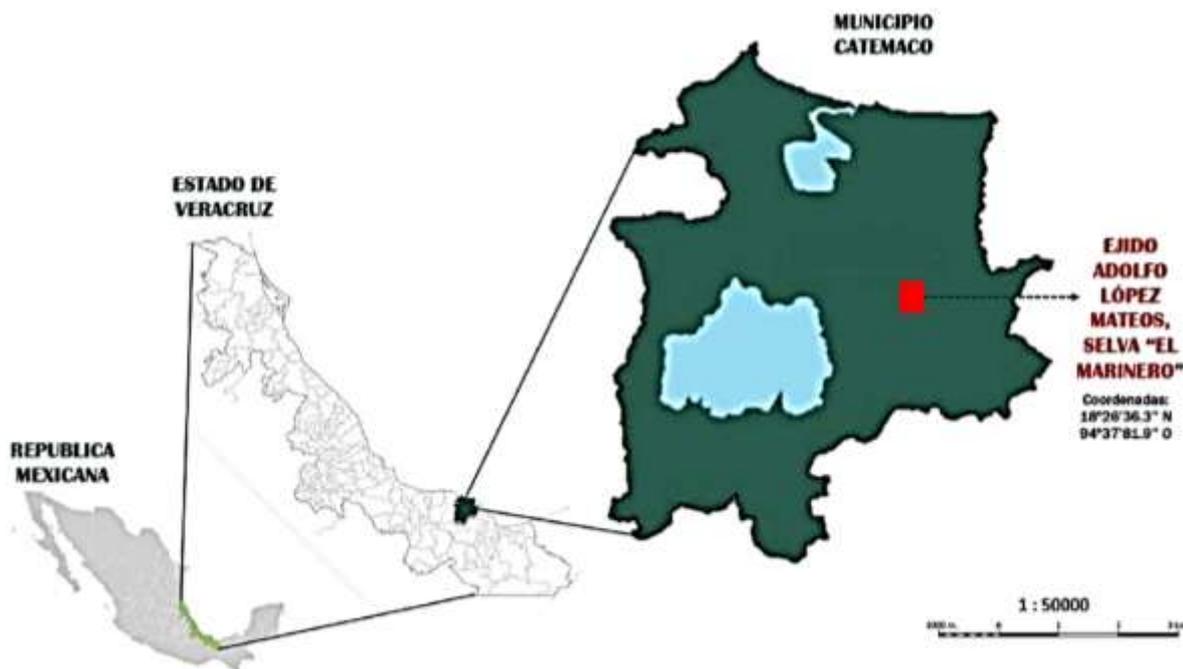


Figura 2. Mapa de ubicación de la zona de estudio en el Ejido Adolfo López Mateos, Municipio de Catemaco, Veracruz, México.

Muestreo de individuos

Se realizaron muestreos de forma mensual desde abril de 2014 a mayo de 2016 dentro de la comunidad de la Selva el Marinero en zonas dentro de la comunidad, así como a las orillas del río Coxcoapan (Figura 3). La captura de individuos de *B. vittatus* se llevó a cabo de forma manual o utilizando una caña de pescar con un nudo corredizo en la punta. Se tomaron los siguientes datos individuales a todos los individuos recolectados: fecha de recolecta, hora de captura, coordenadas geográficas y altitud con ayuda de un GPS Garmin E-trex, hábitat (considerando si la lagartija se observó sobre troncos tirados, rocas, perchando sobre árboles de diferentes especies, vegetación riparia formada alrededor de cuerpos de agua, en espacios abiertos o

expuestos sin vegetación), así mismo, se consideró la altura de la percha y distancia del individuo con respecto al cuerpo de agua más cercano del lugar en donde fueron vistos antes de capturarlos.

Dimorfismo sexual

Para evaluar el dimorfismo sexual, se registró para todos los individuos capturados las siguientes variables morfométricas: longitud hocico-cloaca (LHC), longitud de la cola (LC), altura de la cabeza (AlCa), ancho de la cabeza (AnCa), largo de la cabeza (LaCa), altura del punto más alto de la cresta craneal (ACC) y dorsal (ACD), distancia interaxilar (DIA) (se midió entre la inserción de las extremidades anterior y posterior), longitud de la extremidad anterior (LPA) y posterior (LPP) derecha (se midieron desde la inserción del hueso a cuerpo hasta el inicio de la muñeca) y longitud del dedo diecinueve (D19) (Tinkle, 1967); todas estas medidas se tomaron en milímetros con un vernier (Electronic digital caliper Edmt, 0.1 mm.) (Figura 4). Además, el peso en gramos con una Pesola®. El sexo se determinó por la presencia de crestas pronunciadas en machos y reducidas en hembras, mientras el estadio ontogenético con base en los criterios de Suárez-Varón (2015), donde las crías muestran una $LHC \leq 55$ mm, en el caso de machos y hembras jóvenes entre 56-101 mm y 56-121 mm respectivamente. La talla a la madurez sexual determinada en este estudio para las hembras fue a partir de 122 mm en la LHC (hembra grávida registrada con el menor tamaño) y el macho más pequeño con indicios de dimorfismo sexual (coloración y crestas) registrado tuvo una LHC de 102 mm. Una vez que fueron procesados todos los individuos se marcaron mediante el método de ectomización de garras (utilizando el sistema de Tinkle, 1967).



Figura 3. Sitios de muestreo de *Basiliscus vittatus* a) comunidad y b) orillas del río Coxcoapan.

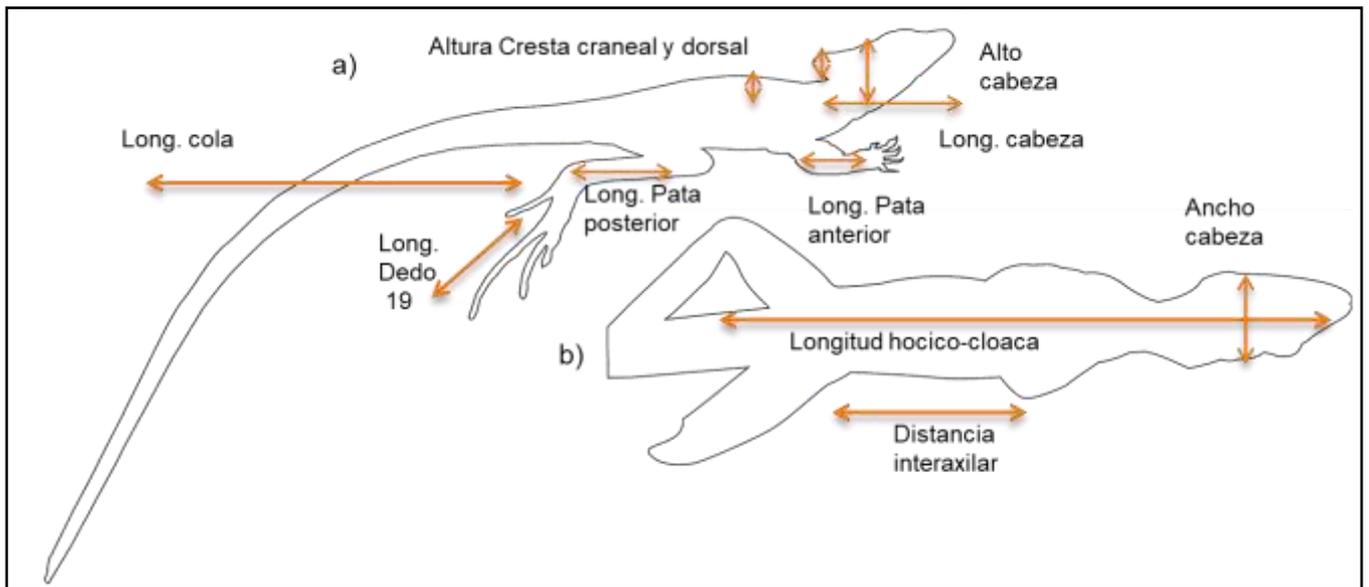


Figura 4. Variables morfométricas en vista a) dorsolateral y b) ventral, consideradas para evaluar el dimorfismo sexual de *Basiliscus vittatus*.

Uso de hábitat y temperatura corporal

Para evaluar el uso de hábitat y la temperatura corporal, se seleccionaron algunos adultos (machos y hembras) para monitorearlos mediante el método de radiotelemetría. Se consideraron los individuos que presentaron un peso entre 69-85 g para hembras y mayores a 100 g para machos, esto se realizó con la intención de que el peso del radiotransmisor y el termómetro digital que se les colocó no superará un equivalente al 5-10 % del peso del animal, con la finalidad de que no influyera significativamente sobre la movilidad y conducta de los individuos en su hábitat natural al momento de ser liberados (Dylan y Weihong, 2024).

A cada individuo seleccionado se le colocó un arnés fabricado con tela adhesiva kinesio tape (kinesio tex®). El arnés fue colocado en la parte dorsal de individuos adultos; el diseño fue en forma de “chaleco o mochila”, siendo una versión modificada de los utilizados por Gerner (2008). Dentro del chaleco se colocó un radiotransmisor LL Electronics® (modelo LF1 393 BP RS 8T) o Telenax® (modelos TXC-009G, TXC-007G y TXC-006G) que fue fijado con pegamento instantáneo. Además del radiotransmisor, en el chaleco se colocó un termómetro digital (iButton® 1922L-F5# Dallas, Semiconductor), mismo que fue fijado con resina epóxica marca Resistol por la parte inferior; por la parte superior se selló una hendidura con la misma resina epóxica para evitar que el agua dañara el dispositivo, además se realizó un corte al chaleco por ambos lados para evitar que la tela kinesio tape causará algún efecto al realizar las mediciones de temperatura, tratando que la toma de temperatura del dispositivo fuera directamente del cuerpo y del ambiente (Figura 5).

El peso total del dispositivo (chaleco, transmisor y termómetro digital) que se colocó a cada lagartija estuvo en un intervalo de 5-8.9 g. Una vez colocados los dispositivos, se registró la frecuencia y el tono correspondiente para cada individuo, mientras cada iButton fue programado para medir la temperatura corporal del individuo en intervalos de una hora durante todo el día, posteriormente los individuos fueron liberados en el mismo sitio de captura.

Todos los individuos con dispositivos liberados fueron monitoreados semanal, quincenal y mensualmente, siguiendo el método de captura y recaptura, cada que se realizó una recaptura se tomaron los mismos datos morfométricos descritos previamente. Se llevaron a cabo muestreos de dos a tres veces al mes para dar seguimiento a los individuos con transmisor. La búsqueda de los individuos se realizó por medio de la frecuencia emitida por el transmisor la cual se recibe con un receptor Telenax (modelo RX-TLNx). Cada vez que se encontraron individuos con transmisor se tomaron nuevamente los datos de campo para continuar con el seguimiento de los registros.

Por otro lado, se colocaron cápsulas herméticas de plástico, con un termómetro digital (iButton 1922L-F5# Dallas, Semiconductor), en diferentes microhábitats que correspondieron a sitios donde las lagartijas fueron observadas, por ejemplo, expuestos al sol, dentro del río (Río), sobre árboles (Amate), troncos apilados (Palizada), sobre tronco (Árbol); con el objetivo de medir las diferentes temperaturas ambientales y poder relacionarlas con la temperatura corporal.

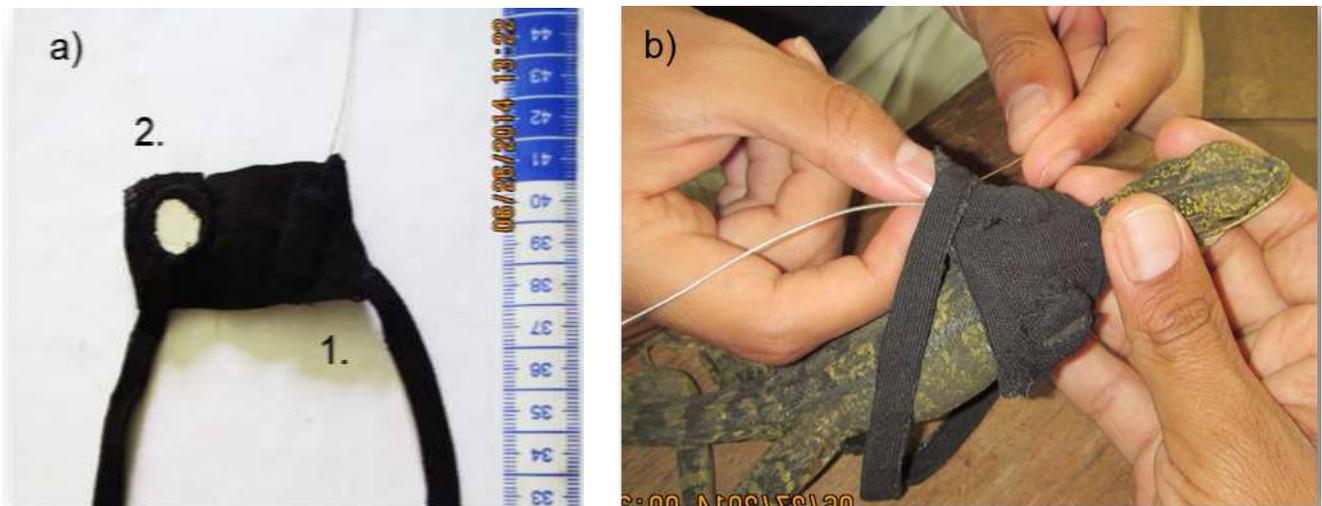


Figura 5. a) Arnés de tela adhesiva kinesio tape diseñado a partir de la propuesta de Gerner (2008), 1. Radio transmisores (LL Electronics®, modelo LF1 393 BP RS 8T); 2. iButton, sensor de temperatura. b) Colocación del arnés en forma de chaleco/mochila a los individuos para ser monitoreados.

Análisis estadísticos

Dimorfismo sexual

Para analizar el dimorfismo sexual, se realizó una prueba de normalidad de Shapiro Wilk a todas las variables morfométricas, posteriormente una t de Student (t) o U de Mann Whitney (W) de acuerdo a la naturaleza de los datos para comparar las variables morfométricas entre machos y hembras. También se usaron análisis de comparación de líneas de regresión para conocer el incremento de las variables respecto a la LHC y al sexo, del mismo modo se utilizaron análisis de covarianza (ANCOVAs) para analizar los efectos y relaciones de las variables morfométricas usando el sexo como variable nominal.

Para describir los patrones de las diferencias morfológicas entre machos y hembras se calculó el índice de dimorfismo sexual (Lovich y Gibbons, 1992) de la siguiente manera:

Índice de Dimorfismo Sexual (IDS):

$$= \left[\frac{(\text{Media de la variable del sexo más grande})}{(\text{Media de la variable del sexo más pequeño})} \right] - 1$$

Para determinar que caracteres morfológicos causaron variación entre machos y hembras, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) tomando en cuenta el sexo y el estadio ontogenético como factor de selección. Finalmente, para evaluar las diferencias morfológicas entre sexo y estadio mediante variables compuestas se realizó un análisis de funciones discriminantes (AFD), el cual nos ayudó a observar la formación de grupos con respecto al estadio y al sexo. En los análisis estadísticos donde se evaluaron las variables morfométricas, se realizó una clasificación por estadio, el cual se utilizó como factor de clasificación para eliminar el efecto de la ontogenia; por otro lado, para los análisis de ACP y AFD se consideraron los tres estadios para poder evaluar el efecto de la ontogenia sobre las diferentes variables estudiadas (Quinn y Keough, 2002).

Uso de hábitat

Para analizar el uso de hábitat, se compararon los datos de la altura de la percha y distancia al cuerpo de agua a partir del punto donde cada individuo fue observado antes de ser capturado, mediante un análisis de varianza (Anova) o Kruskal-Wallis cuando los datos no cumplieron los supuestos estadísticos, así como pruebas de t de Student o W de Mann-Whitney para las comparaciones entre sexos. En este caso el sexo y estadio ontogenético fueron los factores de clasificación para comparar las variables de altura de la percha y

distancia al cuerpo de agua.

Todos los puntos de las coordenadas geográficas se capturaron en una base de datos en Excel donde se realizó una depuración de los datos individuales, posteriormente se verificó cada punto en Google Earth; en el programa QGIS (Sistema de Información Geográfica (SIG) de Código Abierto, Open Source Geospatial Foundation (OSGeo)). Se transformaron los datos al formato .kml en el cual se trazaron los polígonos de cada individuo en formato .shape, asimismo se calculó el área en metros cuadrados m^2 de cada polígono, utilizando el método del mínimo polígono convexo para los datos colectados durante el periodo de estudio, donde se tomaron en cuenta los individuos que contaron con más de tres localizaciones para elaborar el polígono de manera correcta. El área que se obtuvo para cada polígono individual fue comparada entre sexos usando una prueba t de Student, en este análisis, se consideraron solamente individuos que presentaron más de tres localizaciones para evitar variaciones significativas por el número reducido de puntos.

Temperatura corporal

Se obtuvo el promedio por hora de actividad de cada uno de los individuos monitoreados, el cual resultó del promedio de la temperatura corporal por hora que tuvo cada individuo durante periodo de tiempo que tuvo el iButton, así como el promedio general por hora para todos los individuos. Con estos datos se realizó un gráfico con la dispersión del comportamiento general de la temperatura corporal a lo largo del día. Por otro lado, se realizó la separación de la temperatura corporal por hora para cada individuo, y se realizó la separación entre los horarios de temperatura diurna (7:00 -19:00 h) y nocturna (19:00-7:00 h), para que estos datos no causaran un efecto sobre el promedio general de la temperatura corporal de *B. vittatus*.

Para comparar las temperaturas corporales entre individuos, sexo, meses, se obtuvieron los promedios (\pm error estándar) de temperatura diaria, por hora, temperatura diurna, nocturna y por mes de cada individuo. Se utilizaron los valores de los promedios y a través de un análisis de varianza (Anova) o Kruskal-Wallis cuando los datos no cumplieron los supuestos estadísticos, así como pruebas de t de Student (t) o W de Mann-Whitney (W) para las comparaciones entre sexos.

Todos los análisis estadísticos fueron realizados en el programa Statgraphics (versión 5.0) y Sigma Plot (versión 12.0). Se llevaron a cabo estimando una significancia de $p < 0.05$. (Zar, 1999; Quinn y Keough, 2002; Glass, 2014).

Resultados

Dimorfismo sexual

Se recolectó un total de 232 individuos dentro de la comunidad y a las orillas del río Coxcoapan, 90 machos 142 hembras, correspondientes a los diferentes estadios: 15 crías (2 machos y 13 hembras), 72 jóvenes (29 machos y 43 hembras) y 145 adultos (59 machos y 86 hembras). Los datos morfométricos revelaron en los jóvenes de *B. vittatus* diferencias significativas en 11 variables, en el caso de los adultos el dimorfismo se presentó en 10 variables exceptuado la DIA, observando de manera general que los machos son más grandes en comparación con las hembras (Cuadro 1).

Las comparaciones de líneas de regresión y pendientes en los jóvenes mostraron mayor velocidad de crecimiento en los machos para las variables peso, AlCa, AnCa, ACC, ACD, LPA, LPP y D19 ($P < 0.05$); en el caso de la LC, LaCa y DIA no se observó dicho efecto (Cuadro 2, Figura 6).

En adultos, las comparaciones de líneas de regresión y pendientes indicaron altos niveles de significancia y velocidad de crecimiento en las variables más dimórficas, AnCa, LaCa, ACC, ACD del mismo modo una velocidad de crecimiento mayor en los machos en LPP y D19; en contraparte la AlCa, LC, DIA y LPA revelaron bajos niveles de correlación y no mostraron diferencias significativas en la comparación de pendientes indicando una tasa de crecimiento similar en estas características entre machos y hembras ($p > 0.05$) (Cuadro 2, Figura 6).

El índice de dimorfismo sexual demostró que los machos son más grandes que las hembras en ambas etapas de desarrollo, los individuos jóvenes machos de *B. vittatus* resultaron con un índice mayor en la ACC (IDS= 3.100) el cuál, comienza a ser un indicador en este estadio, como una variable señal de dimorfismo sexual. En el caso de los adultos machos, destacaron las dimensiones de la cabeza (IDS= 0.1618-0.1571) y las crestas (IDS= 4.7880-4.8889) variables que muestran que los machos exhiben cabezas y crestas más grandes que las hembras (Cuadro 3, Figura 7).

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos para las 11 variables morfométricas (longitud hocico-cloaca (LHC), longitud de la cola (LC), altura de la cabeza (AlCa), ancho de la cabeza (AnCa), largo de la cabeza (LaCa), altura del punto más alto de la cresta craneal (ACC) y dorsal (ACD), distancia interaxilar (DIA), longitud de la extremidad anterior (LPA) y posterior (LPP) derecha y longitud del dedo diecinueve (D19)), peso, y comparación entre hembras y machos en los diferentes estadios ontogenéticos (C=crías, J=jóvenes y A=adultos) de *Basiliscus vittatus*. Se aprecia el promedio \pm error estándar (intervalo), valor de t o W y valor de P. Los valores de P marcados en negritas indican diferencias significativas entre sexo.

| Variable | Estadio | Sexo | | Estadístico | p |
|----------|---------|-------------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|
| | | Hembras | Machos | | |
| | | $\bar{x} \pm (EE)$ intervalo | $\bar{x} \pm (EE)$ intervalo | | |
| LHC | C | 48.55 \pm 1.64 (35.7-54.85) | 40.97 \pm 4.03 (36.9-45) | W = 3.5 | 0.12 |
| | J | 74.90 \pm 1.74 (56.9-100) | 85.28 \pm 1.56 (68-101) | t = -4.17826 | 0.001 |
| | A | 131.75 \pm 1.11 (106-155) | 143.59 \pm 2.38 (105-173) | t = -4.95395 | 0.001 |
| Peso | C | 2.80 \pm 0.22 (1.5-3.9) | 1.55 \pm 0.45 (1.1-2) | W = 3.0 | 0.1 |
| | J | 9.88 \pm 0.85 (3-26) | 14.26 \pm 1.08 (4-26) | t = -3.18148 | 0.002 |
| | A | 60.39 \pm 1.57 (30-90) | 83.40 \pm 4.35 (35-135) | t = -5.65522 | 0.001 |
| LC | C | 136.08 \pm 14.63 (74-278) | 91 \pm 11 (80-102) | W = 3.0 | 0.11 |
| | J | 197.36 \pm 17.23 (66-5-328) | 222.521 \pm 10.88 (91-359) | t = -2.00509 | 0.048 |
| | A | 327.12 \pm 8.28 (48-420) | 350.224 \pm 14 (71-555) | t = -1.5108 | 0.133 |
| AL CA | C | 7.68 \pm 0.25 (5.9-8.7) | 6.25 \pm 0.23 (6.2-6.7) | W = 4.0 | 0.14 |
| | J | 10.56 \pm 0.24 (7.3-13.1) | 12.06 \pm 0.33 (8.3-15.2) | t = -3.70568 | 0.0004 |
| | A | 17.05 \pm 0.18 (13.8-24.0) | 19.60 \pm 0.37 (13.7-24.9) | t = -6.66795 | 0.001 |
| AN CA | C | 8.27 \pm 0.21 (6.7-9.3) | 7.38 \pm 0.42 (6.9-7.8) | W = 5.0 | 0.202 |
| | J | 10.99 \pm 0.23 (8.1-14.7) | 12.23 \pm 0.31 (9.2-15.2) | t = -3.254 | 0.001 |
| | A | 17.37 \pm 0.15 (14.4-20.9) | 20.24 \pm 0.41 (15.4-26.7) | t = -7.263 | 0.001 |
| L CA | C | 14.13 \pm 0.32 (11.9-15.9) | 11.87 \pm 0.99 (10.8-12.8) | W = 2.0 | 0.07 |
| | J | 19.62 \pm 0.47 (13.4-26.8) | 22.34 \pm 0.58 (16.3-27.2) | t = -3.624 | 0.0005 |
| | A | 33.13 \pm 0.31 (27-38.8) | 38.49 \pm 0.69 (29.8-47.2) | t = -7.803 | 0.001 |
| AL CC | C | 0.049 \pm 0.049 (0-0.6) | 0 | W = 2.0 | 0.844 |
| | J | 1.08 \pm 0.11 (0-3) | 4.12 \pm 0.55 (0.3-9.3) | t = -6.443 | 0.001 |
| | A | 3.49 \pm 0.13 (0.9-7) | 20.59 \pm 0.72 (9-33.7) | t = -27.6485 | 0.001 |
| AL CD | C | 0.29 \pm 0.03 (0.1-0.5) | 0.16 \pm 0.04 (0.1-0.2) | W = 2.0 | 0.074 |
| | J | 0.38 \pm 0.03 (0-0.75) | 0.69 \pm 0.06 (0.26-1.42) | t = -4.981 | 0.001 |
| | A | 0.95 \pm 0.06 (0.3-5.5) | 5.35 \pm 0.42 (0.6-14.1) | t = -12.369 | 0.001 |
| DIA | C | 24.77 \pm 1.14 (16.32-31.7) | 20.35 \pm 1.61 (18.7-21.97) | W = 4.0 | 0.148 |
| | J | 37.48 \pm 1.09 (24.2-53.6) | 42.16 \pm 1.32 (34.4-57.5) | t = -2.71609 | 0.008 |
| | A | 65.29 \pm 0.74 (46.3-81.5) | 66.02 \pm 1.20 (44-87.6) | t = -0.538 | 0.59 |
| L P A | C | 14.95 \pm 0.36 (12.8-16.7) | 13.23 \pm 0.67 (12.5-13.9) | W = 3.0 | 0.106 |
| | J | 20.97 \pm 0.54 (14.5-28.7) | 23.62 \pm 0.73 (16.6-30.3) | t = -2.968 | 0.004 |
| | A | 34.31 \pm 0.32 (24.7-40.7) | 37.77 \pm 0.54 (29.3-47.2) | t = -5.784 | 0.001 |
| L P P | C | 28.40 \pm 0.90 (22-32.6) | 23.91 \pm 1.72 (22.1-25) | W = 3.0 | 0.106 |
| | J | 41.14 \pm 1.05 (27.8-56.5) | 45.91 \pm 1.30 (32.3-59.6) | t = -2.852 | 0.005 |
| | A | 69.97 \pm 0.60 (54.6-89.3) | 77.59 \pm 1.27 (57.3-96.8) | t = -5.935 | 0.001 |
| LD 19 | C | 15.18 \pm 0.46 (12.1-18.6) | 12.95 \pm 1.77 (11.1-14.7) | W = 5.0 | 0.202 |
| | J | 21.44 \pm 0.53 (16.3-30.8) | 23.60 \pm 0.68 (16.9-29.2) | t = -2.529 | 0.013 |
| | A | 33.12 \pm 0.30 (28.7-43.7) | 36.62 \pm 0.45 (28.73-43.72) | t = -6.632 | 0.001 |

Cuadro 2. Comparación de líneas de regresión y pendientes para las 11 variables morfométricas (longitud hocico-cloaca (LHC), longitud de la cola (LC), altura de la cabeza (AlCa), ancho de la cabeza (AnCa), largo de la cabeza (LaCa), altura del punto más alto de la cresta craneal (ACC) y dorsal (ACD), distancia interaxilar (DIA), longitud de la extremidad anterior (LPA) y posterior (LPP) derecha y longitud del dedo diecinueve (D19)) y peso, para hembras y machos jóvenes y adultos de *Basiliscus vittatus*. Los valores de P marcados en negritas indican diferencias significativas entre sexo.

| Variable | Sexo | Jóvenes | | | | | Adultos | | | | | | | |
|----------|------|----------------|------|------|-----------|------------|----------------|------|-------|-----------|------------|------|---|-------|
| | | R ² | F | Gl | Pendiente | Intercepto | R ² | F | Gl | Pendiente | Intercepto | | | |
| Peso | m | 85.4 | 131 | 3,67 | 0.61 | -38.2 | 83.4 | 237 | 3,141 | 1.67 | -156.6 | 15.2 | 1 | 0.001 |
| | h | | | | 0.44 | -23.7 | | | | 1.31 | -88.7 | | | |
| LC | m | 44.8 | 18.4 | 3,68 | 3.81 | -103.2 | 6.1 | 3 | 3,140 | 1.43 | 145.45 | 0.05 | 1 | 0.81 |
| | h | | | | 3.03 | -30.1 | | | | 1.17 | 172.03 | | | |
| AlCa | m | | | | 0.19 | -4.23 | | | | 0.13 | 0.46 | | | |
| | h | 73.1 | 61.6 | 3,68 | 0.1 | 2.52 | 71.8 | 118 | 3,139 | 0.11 | 2.26 | 1.36 | 1 | 0.24 |
| AnCa | m | | | | 0.17 | -2.61 | | | | 0.15 | -1.97 | 10 | 1 | 0.001 |
| | h | 74.3 | 65.5 | 3,68 | 0.1 | 2.99 | 81.5 | 205 | 3,139 | 0.1 | 3.26 | | | |
| LaCa | m | | | | 0.32 | -5.4 | | | | 0.26 | 0.22 | | | |
| | h | 78.9 | 84.9 | 3,68 | 0.23 | 2.1 | 83.6 | 237 | 3,139 | 0.21 | 4.95 | 4.29 | 1 | 0.04 |
| ACC | m | | | | 0.27 | -19.3 | | | | 0.2 | -0.52 | 21.4 | 1 | 0.001 |
| | h | 73.4 | 62.7 | 3,68 | 0.03 | -1.4 | 89.2 | 382 | 3,138 | 0.02 | -0.27 | | | |
| ACD | m | | | | 0.02 | -1.48 | | | | 0.12 | -12.73 | 44.6 | 1 | 0.001 |
| | h | 55.3 | 28.1 | 3,68 | 0.01 | -0.39 | 78.4 | 168 | 3,139 | 0.01 | 0.10 | | | |
| DIA | m | | | | 0.71 | -18.74 | | | | 0.32 | 19.7 | 0.60 | 1 | 0.44 |
| | h | 73.6 | 62.3 | 3,67 | 0.52 | -1.06 | 38.7 | 29.2 | 3,139 | 0.38 | 14.7 | | | |
| LPA | m | | | | 0.38 | -9.22 | | | | 0.17 | 13.02 | 0.89 | 1 | 0.34 |
| | h | 74.4 | 65 | 3,67 | 0.27 | 0.5 | 54.7 | 56.1 | 3,139 | 0.14 | 15.76 | | | |
| LPP | m | | | | 0.71 | -15.46 | | | | 0.45 | 12.17 | 5.15 | 1 | 0.02 |
| | h | 75.1 | 68.3 | 3,68 | 0.5 | 3.03 | 68.9 | 102 | 3,139 | 0.31 | 28.21 | | | |
| D19 | m | | | | 0.33 | -5.34 | | | | 0.12 | 18.60 | 4.85 | 1 | 0.02 |
| | h | 71.4 | 55.6 | 3,68 | 0.26 | 1.74 | 44.4 | 36.8 | 3,138 | 0.05 | 20.29 | | | |

Cuadro 3. Índice de dimorfismo sexual para las 11 variables morfométricas (longitud hocico-cloaca (LHC), longitud de la cola (LC), altura de la cabeza (AlCa), ancho de la cabeza (AnCa), largo de la cabeza (LaCa), altura del punto más alto de la cresta craneal (ACC) y dorsal (ACD), distancia interaxilar (DIA), longitud de la extremidad anterior (LPA) y posterior (LPP) derecha y longitud del dedo diecinueve (D19)) y peso, para hembras y machos, jóvenes y adultos de *Basiliscus vittatus*.

| Jóvenes | | | |
|----------|------------------------------|------------------------------|--------------|
| Variable | $\bar{x} \pm EE$ (intervalo) | $\bar{x} \pm EE$ (intervalo) | Índice de DS |
| | Machos | Hembras | |
| LHC | 85.2 | 74.9 | 0.1375 |
| Peso | 14.2 | 9.8 | 0.4490 |
| LC | 225.5 | 197.3 | 0.1429 |
| AlCa | 12 | 10.56 | 0.1364 |
| AnCa | 12.2 | 10.9 | 0.1193 |
| LaCa | 22.3 | 19.6 | 0.1378 |
| ACC | 4.1 | 1 | 3.1000 |
| ACD | 0.6 | 0.38 | 0.5789 |
| DIA | 42.1 | 37.4 | 0.1257 |
| LPA | 23.6 | 20.9 | 0.1292 |
| LPP | 45.9 | 41.1 | 0.1168 |
| D19 | 23.6 | 21.4 | 0.1028 |

| Adultos | | | |
|----------|----------------------------|----------------------------|-----------|
| Variable | $Media \pm EE$ (intervalo) | $Media \pm EE$ (intervalo) | DSS index |
| | Machos | Hembras | |
| LHC | 143.2 | 131.8 | 0.0865 |
| Peso | 82.8 | 60.5 | 0.3686 |
| LC | 350.4 | 326.6 | 0.0729 |
| AlCa | 19.53 | 17 | 0.1488 |
| AnCa | 20.1 | 17.3 | 0.1618 |
| LaCa | 38.3 | 33.1 | 0.1571 |
| ACC | 20.2 | 3.49 | 4.7880 |
| ACD | 5.3 | 0.9 | 4.8889 |
| DIA | 65.9 | 65.3 | 0.0092 |
| LPA | 37.7 | 34.2 | 0.1023 |
| LPP | 77.3 | 70 | 0.1043 |
| D19 | 36.6 | 33 | 0.1091 |

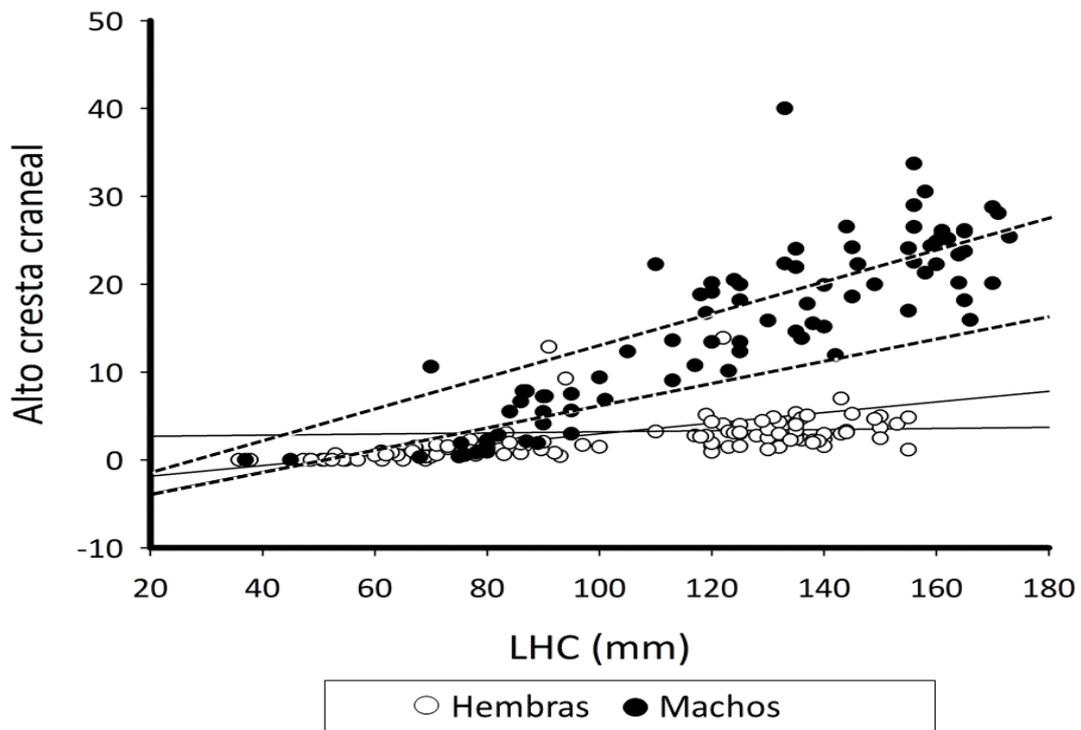


Figura 6. Gráfico de comparación de líneas de regresión de la cresta craneal (AC) respecto a la LHC para *Basiliscus vittatus*.

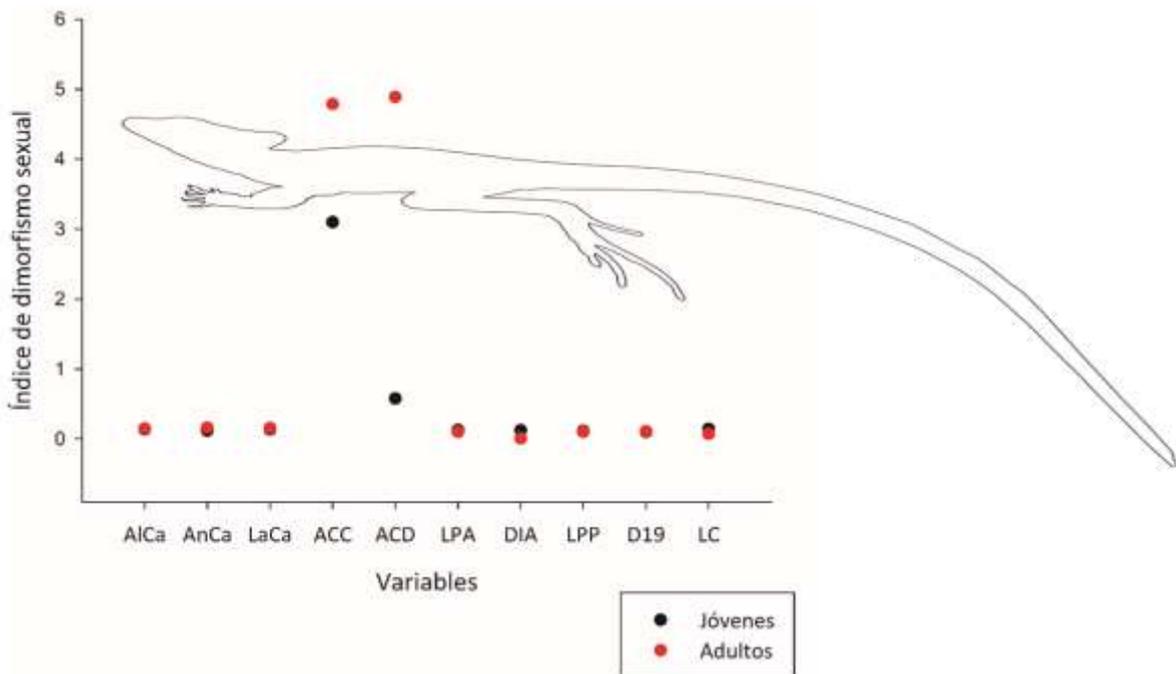


Figura 7. Gráfico de índice de dimorfismo sexual para las 11 variables morfométricas (longitud hocico-cloaca (LHC), longitud de la cola (LC), altura de la cabeza (AICa), ancho de la cabeza (AnCa), largo de la cabeza (LaCa), altura del punto más alto de la cresta craneal (ACC) y dorsal (ACD), distancia interaxilar (DIA), longitud de la

extremidad anterior (LPA) y posterior (LPP) derecha y longitud del dedo diecinueve (D19)) y peso I, jóvenes y adultos de *Basiliscus vittatus*.

En el ACP se observó un patrón de variación explicado en el componente principal 1 (CP1) (89%) y componente principal 2 (CPS 2) (8.9 %), siendo las variables que contribuyeron con mayor peso la ACD y ACC en el extremo más positivo, la DIA y LC en el extremo más negativo, la AnCa, AICa, LaCa, peso, LPP, LPA y D19 formando un grupo intermedio (Cuadro 4, Figura 8).

El análisis de funciones discriminantes indicó que la primera función discriminante (FD1) separa ontogenéticamente los individuos (lambda de Wilks=0.02, gl=3,60, p<0.001) y en la FD2 se observó una separación intersexual (lambda de Wilks=0.02, gl=3,44, p<0.001 (Cuadro 4, Figura 9). En esta función, las variables morfológicas con un mayor coeficiente estandarizado de clasificación que influyeron para separar ontogenéticamente a los individuos de *B. vittatus* fueron LHC 0.98, LaCa 0.44 y ACC 0.35 y en la FD el peso, LPP, LaCa, LPA y D19.

Cuadro 4. Valores del análisis de componentes principales y funciones discriminantes para las 11 variables morfométricas (longitud hocico-cloaca (LHC), longitud de la cola (LC), altura de la cabeza (AICa), ancho de la cabeza (AnCa), largo de la cabeza (LaCa), altura del punto más alto de la cresta craneal (ACC) y dorsal (ACD), distancia interaxilar (DIA), longitud de la extremidad anterior (LPA) y posterior (LPP) derecha y longitud del dedo diecinueve (D19)) y peso y peso, para hembras y machos de *Basiliscus vittatus*.

| Análisis Variable | Componente principal | | | Función discriminante | |
|-----------------------------|----------------------|------------|-----------|-----------------------|---------------|
| | CP 1 | CP 2 | CP 3 | FD1 | FD2 |
| Peso | 0.305622 | -0.277567 | -0.243199 | 0.222148 | 0.335996 |
| LC | 0.319143 | 0.05134 | -0.04399 | -0.002416 | -0.006056 |
| AICa | 0.322678 | -0.063055 | -0.144248 | -0.027373 | -0.234714 |
| AnCa | 0.327352 | -0.013662 | -0.052952 | -1.11159 | -1.37528 |
| LaCa | 0.329409 | -0.046691 | -0.079037 | 0.105209 | -0.20773 |
| ACC | 0.252158 | 0.595396 | 0.076223 | 0.420863 | 0.722505 |
| ACD | 0.239847 | 0.652977 | 0.135154 | -0.322975 | -0.738819 |
| DIA | 0.245013 | -0.27684 | 0.922694 | -0.156662 | -0.223941 |
| LPA | 0.318588 | -0.154479 | -0.106302 | 0.191105 | 0.406404 |
| LPP | 0.323373 | -0.121963 | -0.082009 | -0.041309 | -0.071887 |
| D19 | 0.312637 | -0.133126 | -0.124878 | -0.003991 | -0.032709 |
| % Varianza | 82.07 | 8.9 | 4 | 94.5 | 4.88 |
| Correlación canónica | - | - | - | 0.93 | 0.51 |
| Lambda de wilks | - | - | - | 0.08 | 0.7 |
| p | - | - | - | 0 | 0.0006 |

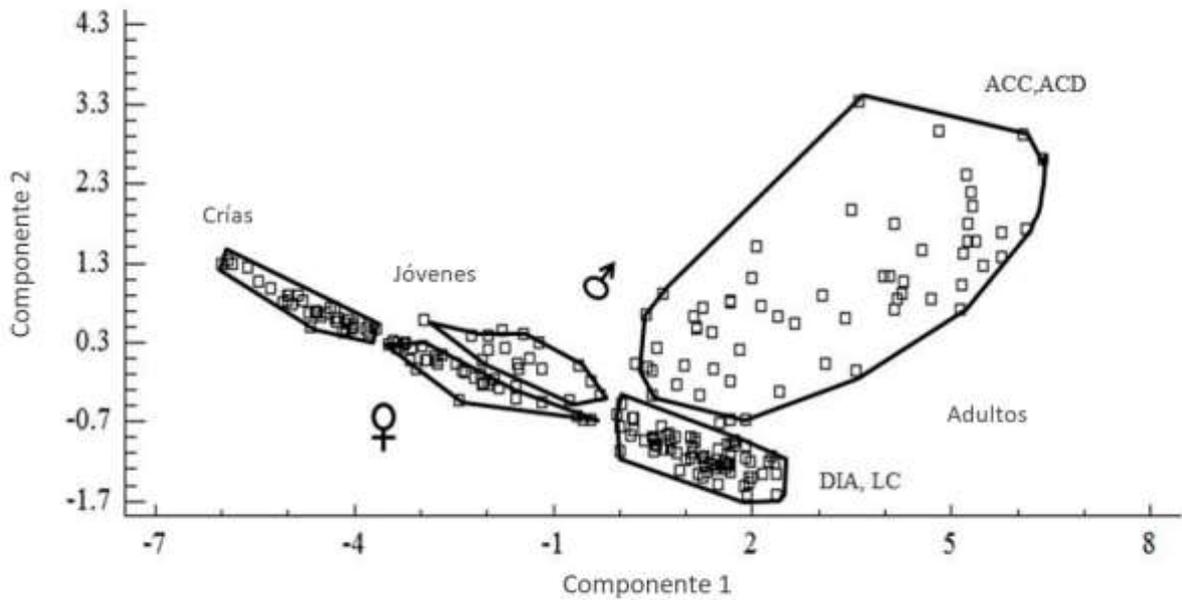


Figura 8. Variación morfológica multivariada a través de análisis de componentes principales entre los individuos de *Basiliscus vittatus*. Se observa la separación entre sexos y estadios ontogenéticos.

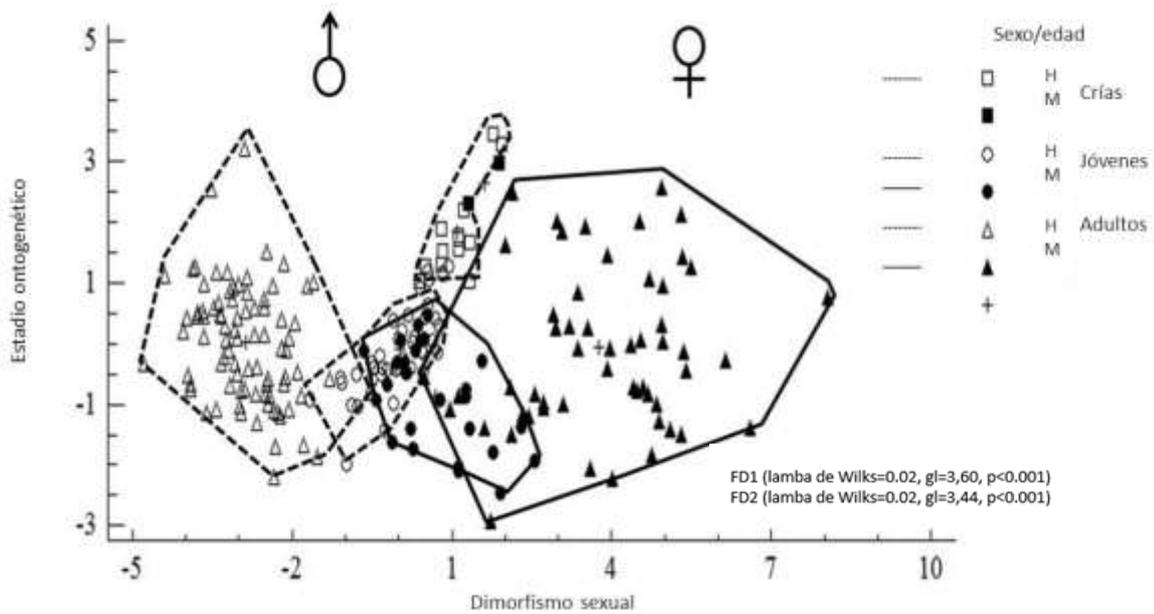


Figura 9. Variación morfológica multivariada a través de análisis de funciones discriminantes entre los individuos de *Basiliscus vittatus*. Se observa una separación ontogenética y entre sexos.

Uso de hábitat

De los 232 individuos se registraron datos de altura del sitio de recolecta y distancia al cuerpo de agua más cercano, para algunos casos donde fue posible se incluyeron a las crías hembras, para realizar las comparaciones correspondientes, con la finalidad de conocer el uso diferencial del microhábitat, en estos casos, se excluyeron de las crías del análisis, por el número reducido de muestra. La altura de la percha promedio utilizada por los individuos de *B. vittatus* es de 87.346 ± 9.75 cm ($\bar{x} \pm EE$), a pesar de ser un promedio general es muy bajo en cuanto a la altura, también, se encontraron individuos en perchas desde los 0-900 cm de altura, en un individuo joven se registraron valores máximos de 500 cm, una hembra a los 800 cm y machos hasta los 900 cm de altura. Se encontraron diferencias significativas en cuanto a la altura de la percha entre estadios ($W=5817$, gl: 1, $p = 0.001$). Al comparar entre machos y hembras no se encontraron diferencias significativas ($W=6330$, gl:1, $p = 0.49$) (Cuadro 5, Figura 10); entre la categoría sexo/estadio se encontraron diferencias significativas ($f=3.47$, gl:1,3, $p=0.017$); la comparación las líneas de regresión, se encontró una relación entre las variables ($R^2=4.74$, gl:1,2, $p=0.017$), la prueba de intervalos múltiples indicó que los jóvenes se encuentran en perchas más bajas que lo adultos (Cuadro 6, Figura 10, 12).

La distancia al cuerpo de agua indicó que los individuos de *B. vittatus* prefieren estar muy cerca del agua 7.32 ± 0.79 metros ($\bar{x} \pm EE$). Entre estadios, se encontraron individuos justo en la orilla del río o cuerpos de agua como bordos y también se registraron hasta una distancia de 80-160 m en casos extremos tanto en hembras como en machos adultos. En los adultos no se encontraron diferencias entre sexos respecto a la distancia al cuerpo de agua ($W= 5044$, gl:1, $p=0.323$); los jóvenes se encuentran en microhábitats más cerca a los cuerpos de agua en comparación con los adultos $W=6803$, gl: 1, $p=0.001$) (Cuadro 5; Figuras 11 y13). La categoría sexo/estadio registró diferencias significativas ($f=4.23$, gl:1,3, $p=0.006$); De la misma forma al comparar las líneas de regresión entre esta categoría ($R^2=4.70$, gl:1,2, $p=0.017$) se encontró una relación significativa entre las líneas de las variables (Cuadro 7).

Se colocaron un total de 39 radiotransmisores a 17 hembras y 22 machos de *B. vittatus*, los cuales fueron monitoreados durante 2014-2016. A 11 individuos (4 hembras y 7 machos) se les perdió el rastro con 2 localizaciones o una vez colocado el transmisor, por lo tanto, no se tienen datos de estos organismos. El resto de los individuos fue monitoreado en un intervalo de 3-156 días con transmisor y se tomaron entre 3 a 32 localizaciones de los diferentes individuos y se realizó el monitoreo entre los meses de enero a diciembre para al menos obtener datos de un individuo por mes (Cuadro 8-9, Figura 14). No se encontró una relación entre la LHC y el número de días con transmisor ($R^2= 5.2035$, $p=0.2430$); se observó un ligero solapamiento de nicho únicamente entre 3 individuos machos (Cuadro 10, Figura 14).

El promedio general del área utilizada por *B. vittatus* fue de 3201.26 m². El intervalo del área individual fue desde los 70-31680 m². Se encontraron diferencias significativas a nivel individual ($F = 20.8376$, $gl= 1,36$, $p < 0.0001$). Entre sexos, no se encontraron diferencias ($t = 1.10841$, $gl=1, 36$, $p= 0.277835$), a pesar de que las hembras mostraron áreas más grandes que los machos (Cuadro 10, Figura 15). Se realizaron comparaciones entre sexo en individuos que tuvieron más de 10 localizaciones para tratar de minimizar el sesgo con individuos que tuvieron pocas, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas ($W = 82.0$, $gl: 1.15$, $p= 0.489516$). Al realizar la comparación entre individuos que se monitorearon dentro de la comunidad y fuera (cerca del río Coxcoapan) no se encontraron diferencias significativas ($t = 0.687647$, $gl=1,36$ $p= 0.497764$).

Cuadro 5. Comparación de la altura de la percha y distancia al cuerpo de agua entre estadios y sexo para *Basiliscus vittatus*. (H= hembras, M= machos, J=jóvenes y A=adultos) de *Basiliscus vittatus*. Se aprecia el promedio \pm error estándar, valor de F o W, gl y valor de p. Los valores de p marcados en negritas indican diferencias significativas. Se observan diferencias significativas jóvenes y adultos, los jóvenes están más cerca del agua.

| Sexo | Estadio | ($\bar{x} \pm EE$) | Min | Max | Gl | Estadístico | p |
|-----------------|---------|----------------------------------------|-----|-------|----------|-------------|-------|
| Variable | | Altura de la percha (cm) | | | | | |
| H | J | 38.78 (9.39) | 0 | 270 | f=3.47 | 1,3 | 0.017 |
| H | A | 105.12 (17.20) | 0 | 800 | | | |
| M | J | 51 (18.70) | 0 | 500 | | | |
| M | A | 114.25 (21.66) | 0 | 900 | | | |
| H | J-A | 83.57 (12.19) | 0 | 800 | W=5817 | 1 | 0.498 |
| M | J-A | 93.17 (15.98) | 0 | 900 | | | |
| H-M | J | 43.81 (9.44) | 0 | 500 | W=6330 | 1 | 0.001 |
| H-M | A | 108.83 (13.43) | 0 | 900 | | | |
| Variable | | Distancia al cuerpo de agua (m) | | | | | |
| H | J | 3.2 (0.54) | 0 | 16.51 | f= 4.23 | 1,3 | 0.006 |
| H | A | 9.43 (1.33) | 0 | 70 | | | |
| M | J | 3.5 (0.95) | 0 | 26.9 | | | |
| M | A | 9.02 (1.98) | 0 | 80 | | | |
| H | J-A | 7.40(0.94) | 0 | 70 | W=5044.5 | 1 | 0.323 |
| M | J-A | 7.21 (1.38) | 0 | 80 | | | |
| H-M | J | 3.39 (0.50) | 0 | 26.9 | W=6803 | 1 | 0.000 |
| H-M | A | 9.26 (1.12) | 0 | 80 | | | |

Cuadro 6. Comparación de líneas de regresión y pendientes para las variables altura de la percha y distancia al cuerpo de agua, entre sexo/estadios de *Basiliscus vittatus*.

| Variable | Sexo | Regresión lineal | | | | | ANCOVA | | |
|-----------------------------|---------|------------------|------|-----|-----------|------------|--------|-------|-------|
| | | R ² | F | Gl | Pendiente | Intercepto | F | Gl | p |
| Altura de la percha | Hembras | 4.74 | 3.47 | 1,3 | 33.19 | -60.86 | 3.47 | 1,199 | 0.017 |
| | Machos | | | 1,3 | 31.62 | -75.51 | | | |
| Distancia al cuerpo de agua | Hembras | 4.70 | 3.44 | 1,3 | 3.97 | -8.68 | 3.44 | 1,199 | 0.017 |
| | Machos | | | 1,3 | 2.71 | -7.27 | | | |

Cuadro 7. Prueba de intervalos múltiples entre sexo y estadios, para las variables altura de la percha y distancia al cuerpo de agua en *Basiliscus vittatus*.

| Estadio | Sexo | Altura de la percha | | | Distancia al cuerpo de agua | | |
|---------|---------|---------------------|-------------------|---|-----------------------------|-------------------|---|
| | | Media (cm) | Grupos homogéneos | | Media (m) | Grupos homogéneos | |
| Jóvenes | Hembras | 38.73 | X | | 3.24 | X | |
| Jóvenes | Machos | 51 | X | X | 3.58 | X | |
| Adultos | Hembras | 105.12 | | X | 9.03 | X | X |
| Adultos | Machos | 114.25 | | X | 11.20 | | X |

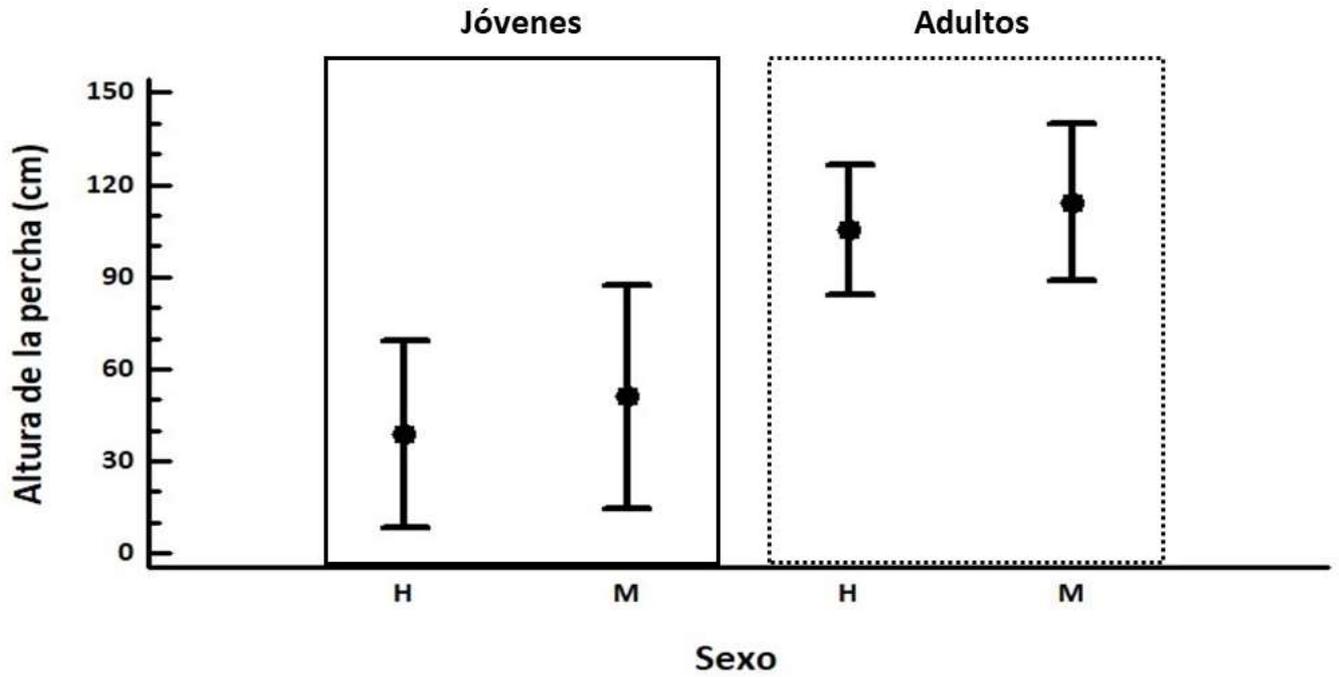


Figura 10. Comparación de medias de la altura de la percha entre sexo y estadios para *Basiliscus vittatus*.

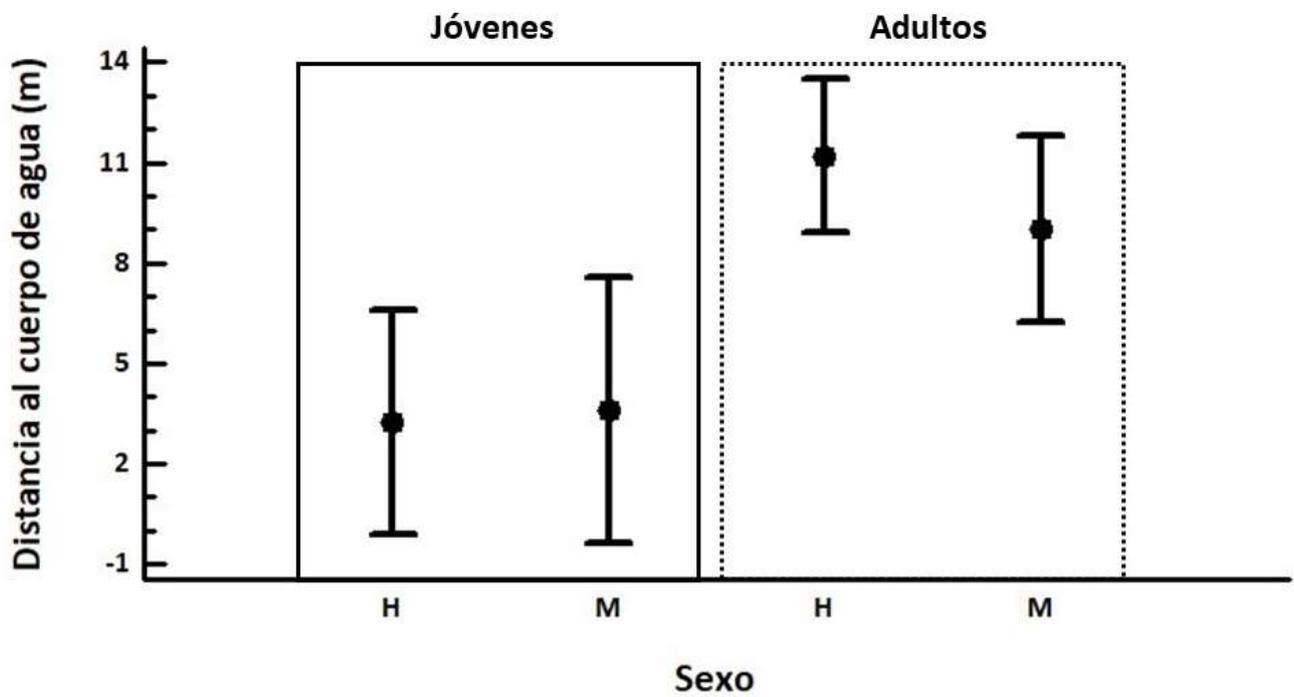


Figura 11. Comparación de medias de la distancia al cuerpo de agua entre sexo y estadios para *Basiliscus vittatus*.

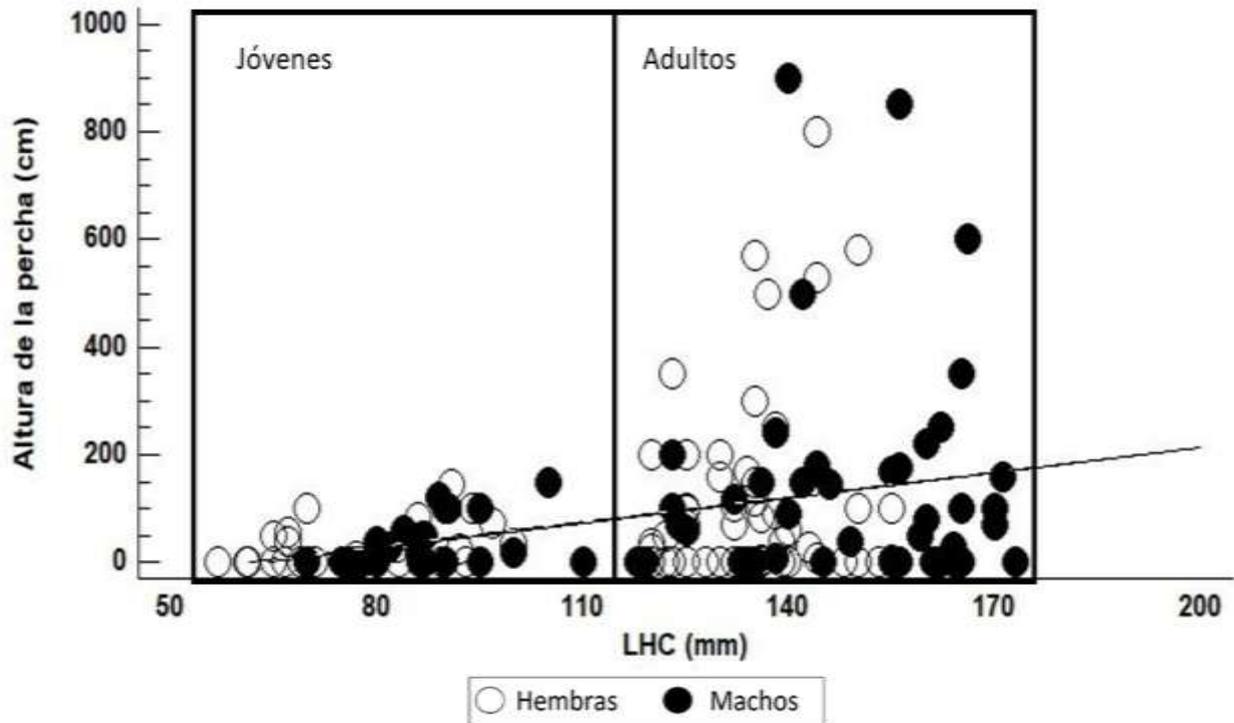


Figura 12. Gráfico de comparación de líneas de regresión de la altura de la percha respecto a la LHC para *Basiliscus vittatus*.

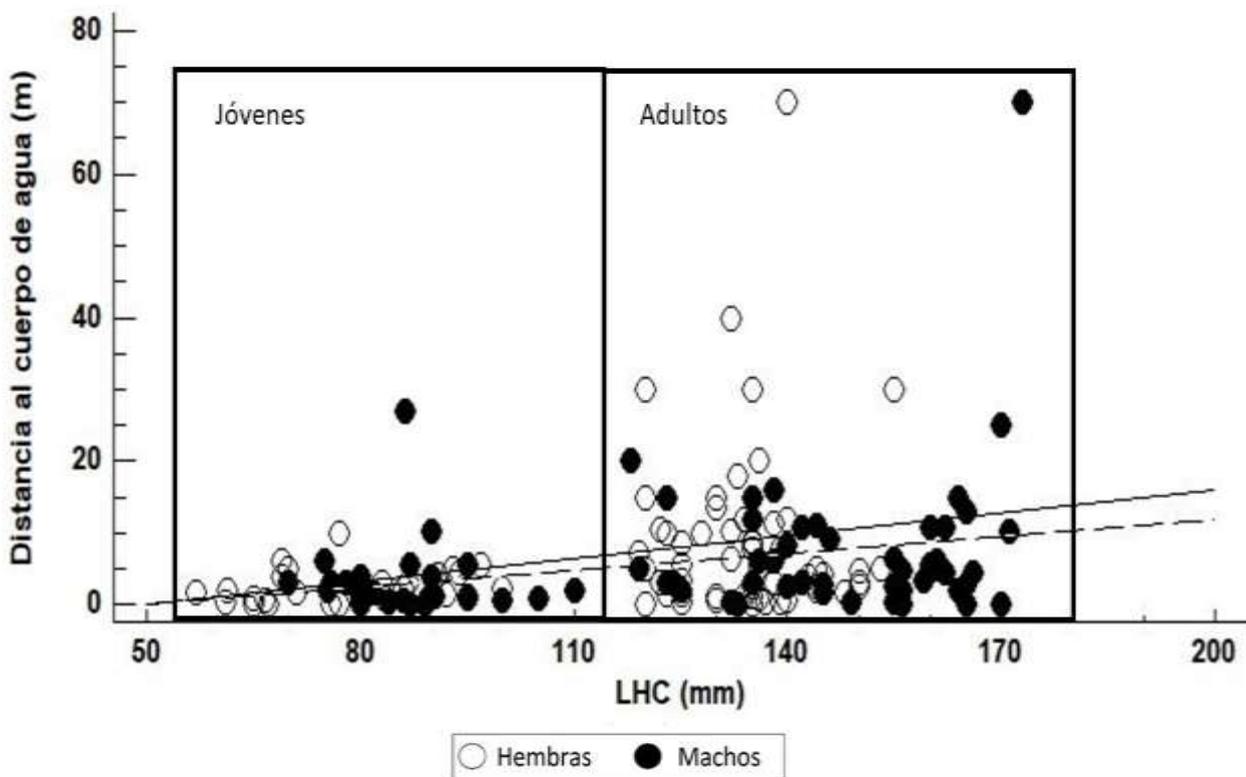


Figura 13 Gráfico de comparación de líneas de regresión de la distancia al cuerpo de agua respecto a la LHC para *Basiliscus vittatus*.

Cuadro 8. Datos y localizaciones de individuos de *Basiliiscus vittatus* que fueron monitoreados con radiotransmisores.

| No | Nombre | LHC(mm) | Sexo | No. diacon transmisor | No. de localizaciones | Área (m ²) | Mes | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------------|---------|------|--------------------------|-----------------------|------------------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | | | |
| 1 | Lety | 144 | | 31 | 5 | 1314 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Lynn | 150 | | 85 | 9 | 31680 | • | • | • | • | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Nikky | 138 | | 30 | 4 | 161 | • | • | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Navia | 150 | | 90 | 10 | 730 | | | • | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Morita | 150 | | 76 | 20 | 16050 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Cera | 136 | | 57 | 8 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Basilia | 130 | | 94 | 14 | 11070 | • | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Galliea | 145 | | 117 | 32 | 5010 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Vanessa | 135 | H | 52 | 16 | 4590 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Lila | 144 | | 58 | 16 | 210 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Serena | 154 | | 47 | 10 | 690 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Katy | 155 | | 29 | 11 | 160 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Jio | 153 | | 3 | 3 | 775 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Mindy | 139 | | - | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | Mechie | 137 | | - | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | MaryJane | 149 | | - | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | Guadalupe | 139 | | - | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Toreto | 158 | | 31 | 7 | 260 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Reptillo | 160 | | 87 | 8 | 310 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Terminator | 159 | | 87 | 11 | 410 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Stegosaurio | 170 | | 31 | 4 | 70 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Cuchito | 156 | | 111 | 8 | 170 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Copetes | 164 | | 33 | 3 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Tobias | 161 | | 31 | 3 | 3890 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Darwin | 155 | | 156 | 13 | 260 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 9 | Rafa | 138 | | 70 | 9 | 298 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 10 | Rudy | 144 | | 49 | 5 | 4760 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Aquiles | 160 | | 18 | 6 | 340 | • | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Harry | 165 | M | 15 | 3 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Woody | 149 | | 76 | 19 | 2430 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Rocky | 155 | | 45 | 15 | 150 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | Sebastian | 171 | | 24 | 5 | 440 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | Renato | 165 | | 84 | 23 | 3410 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | David | 158 | | 49 | 10 | 1080 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | Rambo | 158 | | 8 | 2 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | Wallace | 156 | | 2 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | Marinero | 170 | | 3 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | Felipe | 158 | | 1 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | Reyes | 129 | | 1 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |

Título: *Ámbito hogareño de Basiliscus vittatus*

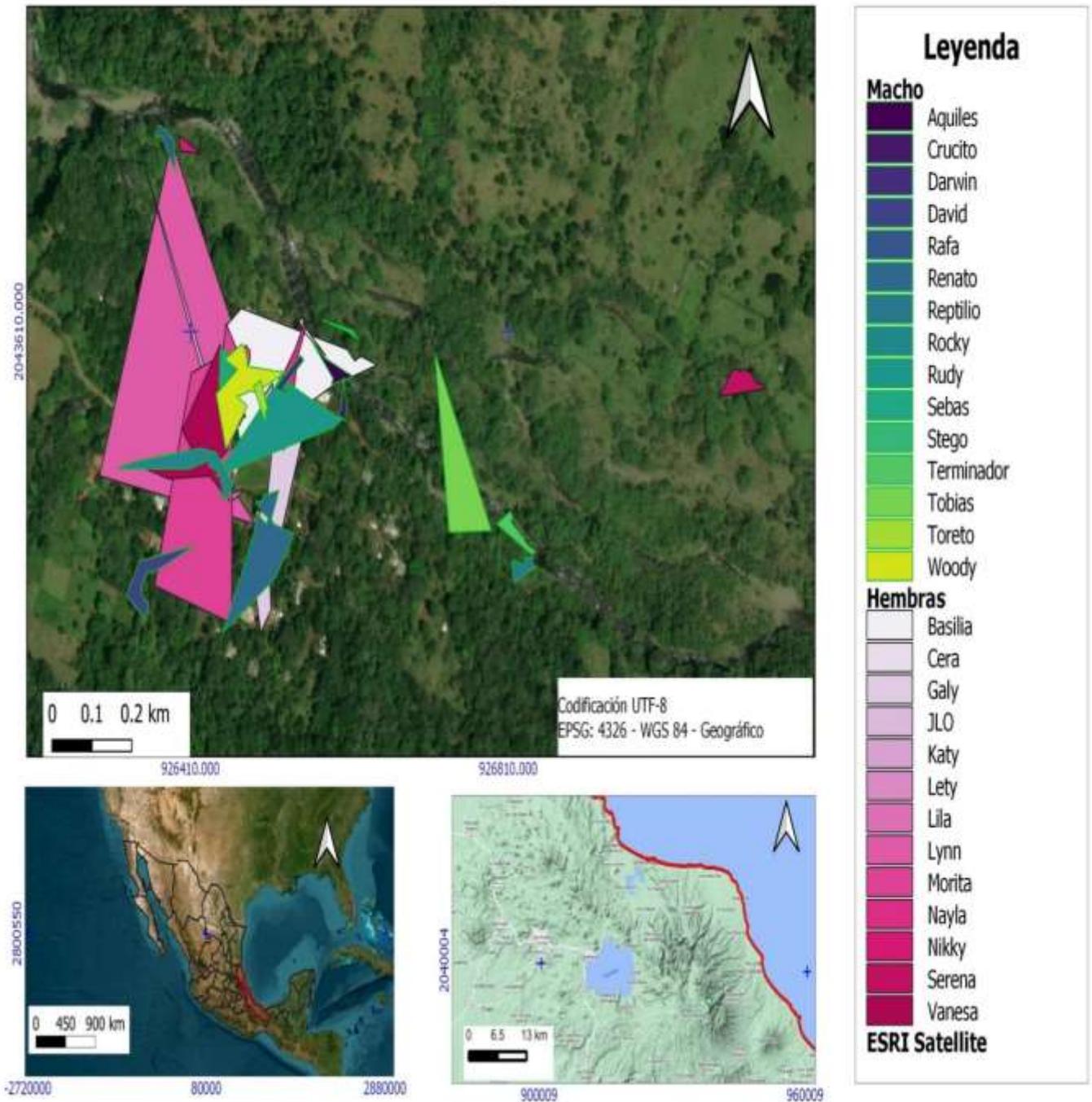


Figura 14. Polígonos de las áreas de los individuos monitoreados con radiotransmisores, (se consideraron individuos con 3 o más localizaciones), se consideraron únicamente individuos con 3 localización o más.

Cuadro 9. Datos individuales del ámbito hogareño (área) ocupado por *Basiliscus vittatus*. (H=hembra, M=macho, C=Comunidad y R=cerca del Río Coxcoapan). (individuos con menos de 3 localizaciones no fueron considerados para los análisis)

| No | Nombre | LHC (mm) | Sexo | Sitio de colecta | No. días con transmisor | No. de localizaciones | Ámbito hogareño (m ²) |
|----|------------|----------|------|------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 1 | Lety | 144 | | C | 31 | 5 | 131.4 |
| 2 | Lynn | 150 | | C | 85 | 9 | 31680 |
| 3 | Nikky | 138 | | R | 30 | 4 | 161 |
| 4 | Nayla | 150 | | R | 90 | 10 | 730 |
| 5 | Morita | 150 | | C | 76 | 20 | 16050 |
| 6 | Cera | 136 | | R | 57 | 8 | 100 |
| 7 | Basilia | 130 | | R | 94 | 14 | 11070 |
| 8 | Galilea | 145 | | C | 117 | 32 | 5010 |
| 9 | Vanessa | 135 | H | C | 52 | 16 | 4590 |
| 10 | Lila | 144 | | C | 58 | 16 | 210 |
| 11 | Serena | 154 | | R | 47 | 10 | 690 |
| 12 | Katy | 155 | | C | 29 | 11 | 160 |
| 13 | Jlo | 153 | | C | 3 | 3 | 775 |
| 14 | Mindy | 139 | | R | 1 | 1 | 0 |
| 15 | Meche | 137 | | R | 1 | 1 | 0 |
| 16 | Mary Jane | 149 | | R | 1 | 1 | 0 |
| 17 | Guadalupe | 139 | | R | 1 | 1 | 0 |
| 1 | Toreto | 158 | | C | 31 | 7 | 260 |
| 2 | Reptilio | 160 | | C | 87 | 8 | 310 |
| 3 | Terminator | 159 | | R | 87 | 11 | 410 |
| 4 | Stego | 170 | | R | 31 | 4 | 70 |
| 5 | Crucito | 156 | | C | 111 | 8 | 170 |
| 6 | Copetes | 164 | | R | 33 | 3 | 0 |
| 7 | Tobias | 161 | | R | 31 | 3 | 3890 |
| 8 | Darwin | 155 | | C | 156 | 13 | 260 |
| 9 | Rafa | 138 | | R | 70 | 9 | 298 |
| 10 | Rudy | 144 | | C | 49 | 5 | 4760 |
| 11 | Aquiles | 160 | | C | 18 | 6 | 340 |
| 12 | Harry | 165 | M | R | 15 | 3 | 0 |
| 13 | Woody | 149 | | C | 76 | 19 | 2430 |
| 14 | Rocky | 155 | | R | 45 | 15 | 150 |
| 15 | Sebas | 171 | | C | 24 | 5 | 440 |
| 16 | Renato | 165 | | C | 84 | 23 | 3410 |
| 17 | David | 158 | | C | 49 | 10 | 1080 |
| 18 | Rambo | 158 | | C | 8 | 2 | 0 |
| 19 | Wallace | 156 | | C | 2 | 1 | 0 |
| 20 | Marinero | 170 | | R | 3 | 1 | 0 |
| 21 | Felipe | 158 | | R | 1 | 1 | 0 |
| 22 | Reyes | 129 | | R | 1 | 1 | 0 |

Cuadro 10. Comparación del ámbito hogareño (área m²) entre sexos de *Basiliscus vittatus* que fueron monitoreados con radiotransmisores.

| Ámbito hogareño | | | | | | | |
|-----------------|----|----------------------|-----|-------|----|---------|--------|
| Sexo | n | ($\bar{x} \pm EE$) | Min | Max | Gl | t | p |
| Hembras | 13 | 5989.03 (2581.90) | 100 | 31680 | 1 | 1.10841 | 0.2778 |
| Machos | 15 | 1218.53 (408.659) | 70 | 4760 | 14 | | |

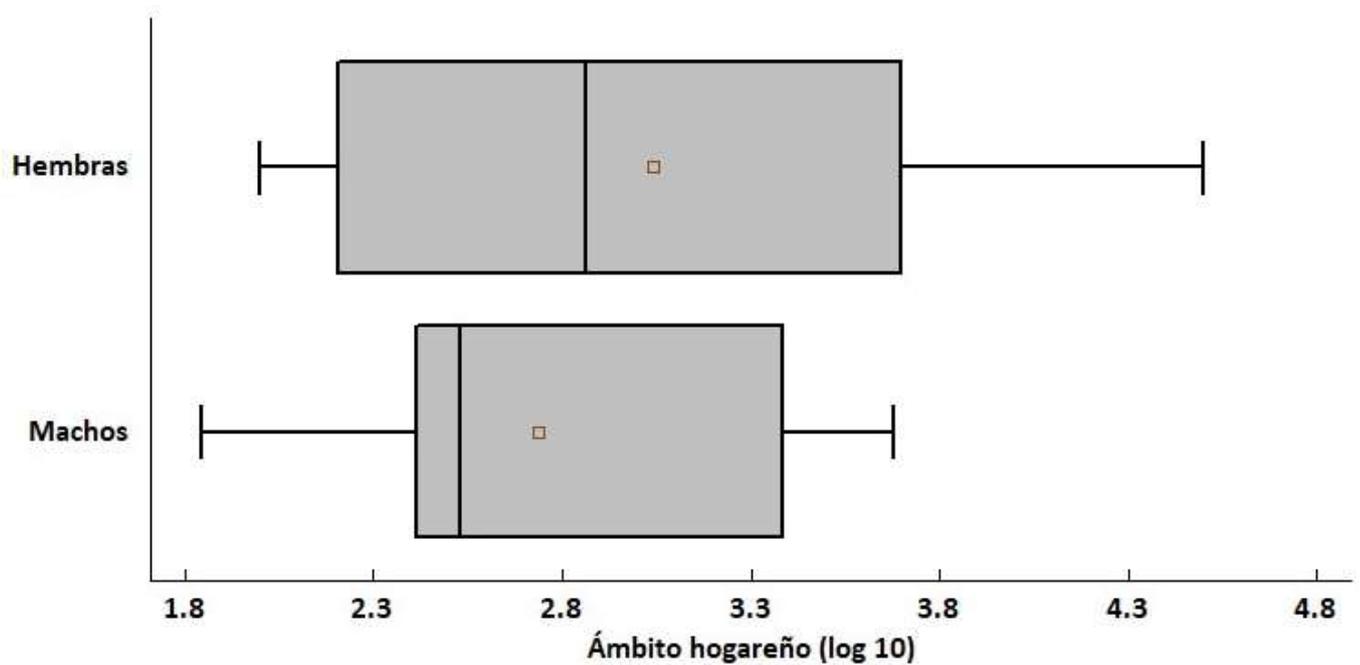


Figura 15. Comparación de medias del ámbito hogareño (área) utilizada entre machos y hembras para *Basiliscus vittatus*.

Temperatura corporal

Para esta variable se tomaron en cuenta datos de 10 machos y 8 hembras. La temperatura corporal media general para individuos adultos de *B. vittatus* fue 29.8 ± 0.1 °C (25.12-37) ($\bar{x} \pm EE$). La Figura 16 muestra la variación de la temperatura corporal promedio durante un día de manera general para todos los individuos estudiados. La temperatura media general diurna fue de 27.68 ± 0.22 °C (13.63-48.55) ($\bar{x} \pm EE$); la nocturna 24.09 ± 0.1 °C (11.55-33.61) ($\bar{x} \pm EE$). Los machos presentaron una temperatura media diurna de 25.57 ± 0.2 °C (13.63-42.560) ($\bar{x} \pm EE$), mientras que las hembras 27.85 ± 0.24 °C (14.06-48.55) ($\bar{x} \pm EE$). La temperatura media nocturna para machos fue de 22.51 ± 0.1 °C (12.63-32.10) ($\bar{x} \pm EE$), para las hembras 20.80 ± 0.1 °C (11.55-33.01) ($\bar{x} \pm EE$), los datos de manera individual se muestran en el Cuadro 11.

Se encontraron diferencias significativas respecto a la temperatura corporal diurna ($t=-7.453$, $gl=1$, $p=0.001$) y nocturna ($t=-32.432$, $gl=1$, $p=0.001$) entre sexos y entre meses ($f=30.8$, $11,609$, $p<0.001$) (Cuadro 12, Fig. 17, 18, 19). En general las hembras mostraron mayor temperatura corporal que los machos; por otro lado, se puede observar que los meses en donde se presentaron temperaturas corporales más altas fueron de marzo a agosto, exceptuando junio y noviembre con las temperaturas más bajas (Cuadro 12, Fig. 19). Los meses donde se presentaron las temperaturas más altas abarcan ambas temporadas (estiaje y lluvia).

El promedio de horas de asoleo para *B. vittatus* fue de 6.2 horas diarias; se encontraron diferencias significativas entre individuos ($f=42.99$, $gl=11,766$, $p<0.001$), sexos ($t=6.9$, $gl=1$, $p<0.001$) y de forma mensual ($f=19.71$, $gl=11,755$, $p<0.001$), los machos presentaron mayor número de horas asoleo (Cuadro 12, Fig. 20). Los meses donde se observó mayor actividad fueron marzo abril, julio y agosto. En cuanto a los días de asoleo, en promedio los individuos están activos 18.4 días al mes, no se observaron diferencias significativas entre individuos ($f=1.21$, $gl=11,29$, $p=0.3$), entre sexos ($t=1.2$, $gl=1$, $p=0.2$) ni entre meses ($f=0.61$, $gl=4,36$, $p=0.6$) (Cuadro 12, fig. 21.)

Se observó una relación positiva entre la hora del día y la temperatura corporal de *B. vittatus*, el modelo de regresión ($r^2= 9.2577$, $p=0.001$) explica el 9.2577 % de la variación de los datos, no obstante, el coeficiente de correlación resultó bajo ($r=0.3042$) (Figura 22).

Los datos de temperatura ambiental en cinco diferentes microhábitats mostraron diferencias significativas (Figura 23). Los microhábitats fueron determinados con base en las observaciones de los sitios de captura de los individuos (árboles, solares, palizadas dentro y fuera de la comunidad, orillas del río, y cuerpos de agua).

Cuadro 11. Temperatura individual diurna y nocturna para machos y hembras de *Basiliscus vittatus* se muestra el número de datos, promedio, error estándar, valores máximos y mínimos.

| Temperatura corporal nocturna para machos | | | | | Temperatura corporal nocturna para hembras | | | | |
|-------------------------------------------|-------------|--------------------|--------|--------|--------------------------------------------|-------------|--------------------|--------|--------|
| Nombre | No de datos | $\bar{x} \pm EE$ | Max | Min | Nombre | No de datos | $\bar{x} \pm EE$ | Max | Min |
| Aquiles | 257 | 23.726 \pm 0.136 | 29.118 | 19.617 | Galilea | 450 | 16.79 \pm 0.109 | 28.178 | 12.163 |
| Toreto | 361 | 23.949 \pm 0.201 | 33.614 | 17.114 | Nikky | 975 | 19.343 \pm 0.082 | 29.589 | 13.578 |
| Crucito | 1463 | 24.355 \pm 0.044 | 32.11 | 20.613 | Lynn | 1166 | 19.833 \pm 0.092 | 32.117 | 13.103 |
| Terminator | 423 | 24.306 \pm 0.067 | 32.105 | 22.108 | Basilia | 738 | 20.831 \pm 0.097 | 28.178 | 14.669 |
| Reptilio | 402 | 24.571 \pm 0.073 | 30.113 | 22.114 | Morita | 257 | 23.461 \pm 0.136 | 28.155 | 19.152 |
| Copetes | 436 | 23.839 \pm 0.068 | 29.108 | 21.608 | Cera | 257 | 22.772 \pm 0.136 | 28.155 | 18.652 |
| Darwin | 891 | 18.676 \pm 0.086 | 31.647 | 12.63 | Nayla | 1167 | 19.377 \pm 0.091 | 33.57 | 11.558 |
| Rafa | 891 | 19.271 \pm 0.093 | 30.117 | 13.609 | Lety | 361 | 24.047 \pm 0.196 | 33.109 | 16.106 |
| Rudy | 423 | 19.21 \pm 0.112 | 27.156 | 14.142 | Temperatura corporal diurna para machos | | | | |
| Woody | 271 | 23.22 \pm 0.149 | 29.612 | 18.611 | Galilea | 398 | 26.356 \pm 0.243 | 42.387 | 15.083 |
| Temperatura corporal diurna para machos | | | | | Nikky | 825 | 24.327 \pm 0.211 | 40.066 | 14.079 |
| Aquiles | 220 | 32.008 \pm 0.251 | 39.105 | 22.619 | Lynn | 990 | 25.746 \pm 0.198 | 39.596 | 14.106 |
| Toreto | 308 | 30.036 \pm 0.296 | 40.601 | 18.115 | Basilia | 627 | 26.16 \pm 0.249 | 45.136 | 14.669 |
| Crucito | 1235 | 28.879 \pm 0.109 | 42.583 | 21.614 | Morita | 220 | 32.22 \pm 0.264 | 42.12 | 22.155 |
| Terminator | 360 | 27.114 \pm 0.138 | 36.598 | 22.108 | Cera | 220 | 31.241 \pm 0.246 | 39.131 | 21.655 |
| Reptilio | 341 | 29.424 \pm 0.199 | 39.593 | 23.115 | Nayla | 990 | 24.864 \pm 0.192 | 41.548 | 14.064 |
| Copetes | 366 | 26.932 \pm 0.163 | 39.092 | 21.608 | Lety | 308 | 30.43 \pm 0.353 | 48.557 | 18.61 |
| Darwin | 751 | 24.024 \pm 0.214 | 42.603 | 13.634 | | | | | |
| Rafa | 751 | 22.936 \pm 0.181 | 40.601 | 14.11 | | | | | |
| Rudy | 360 | 23.694 \pm 0.288 | 37.636 | 13.641 | | | | | |
| Woody | 231 | 30.656 \pm 0.227 | 37.105 | 21.613 | | | | | |

Cuadro 12. Estadísticos y cuadro de Anova para comparar la Tb de actividad, horas y días de asoleo en *Basiliscus vittatus*

| Variable/factor | Media ± EE (intervalo) | | Estadístico | gl | p |
|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------|--------|--------|
| Tb/individuo | 29.9 ± 0.1 (25.1-37) | | F=11 | 10,61 | <0.001 |
| Tb/sexo | H= 30.2 ± 0.1 (25.1-37) | M= 29.6 ± 0.1 (25.1-35) | t=2.6 | 1 | 0.007 |
| Tb/mes | | | F= 30.8 | 11,609 | <0.001 |
| Tb diurna / sexo | H=26.01 ± 0.9 (12.66-48.55) | M= 26.91 ± 0.07 (13.64-42.60) | t=7.453 | 1 | <0.001 |
| Tb nocturna / sexo | H=20.12 ± 0.04 (11.55-33.57) | M= 22.19 ± 0.04 (12.63-33.61) | t=30.432 | 1 | <0.001 |
| Horas de asoleo / individuo | 6.2 ± 0.1 (0-10) | | F=42.99 | 11,766 | <0.001 |
| Horas de asoleo / sexo | H= 5.1 ± 0.2 (0-10) | M= 7.1 ± 0.1 (0-10) | t=6.9 | 1 | <0.001 |
| Horas de asoleo / mes | | | F=19.71 | 11,766 | <0.001 |
| Días de asoleo / individuo | 18.4 ± 1.5 (0-31) | | F=1.24 | 11,29 | 0.3 |
| Días de asoleo / sexo | H= 16.2 ± 2.3 (0-31) | M= 20.3 ± 2 (0-31) | t=1.2 | 1 | 0.2 |
| Días de asoleo / mes | | | F=0.61 | 4,36 | 0.6 |

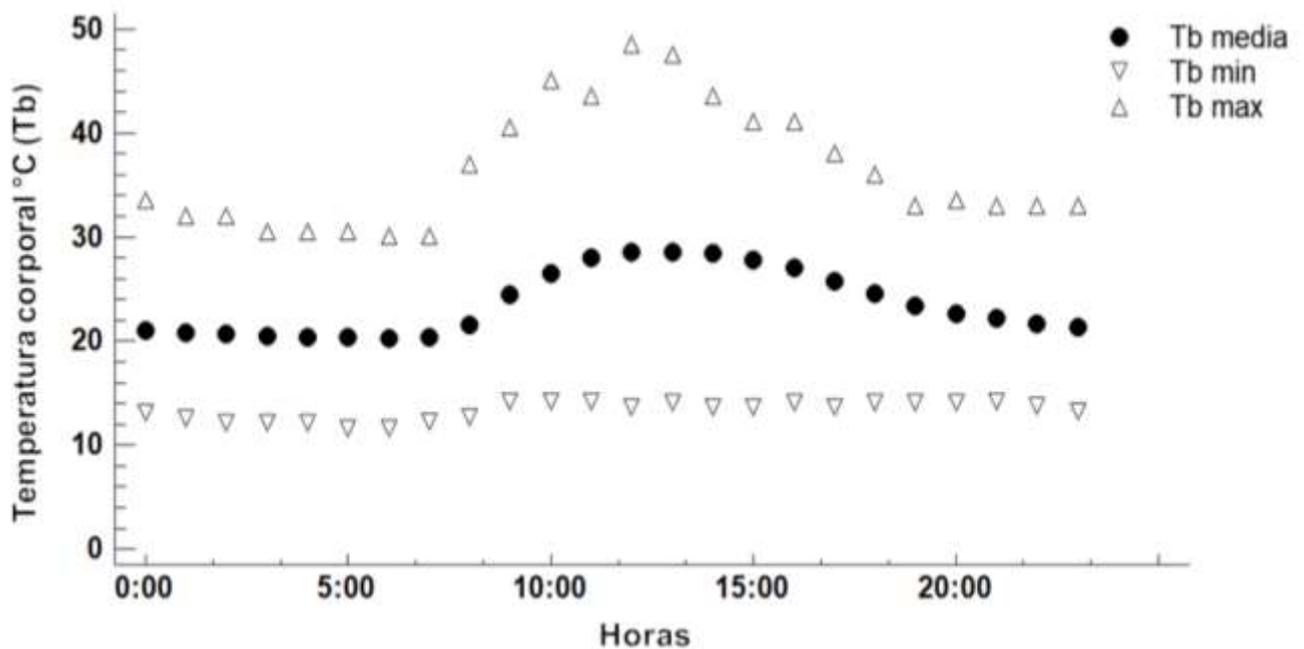


Figura 16. Representación general de la temperatura corporal promedio diaria para todos los individuos de *Basiliscus vittatus*.

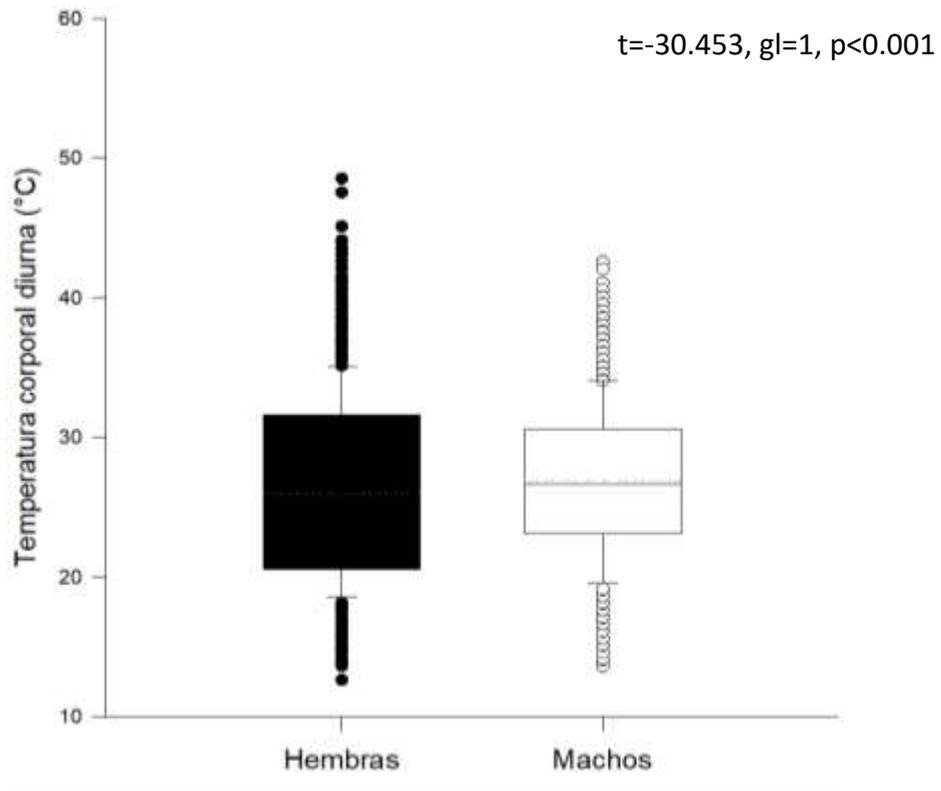


Figura 17. Comparación de la temperatura corporal diurna entre sexos para *Basiliscus vittatus*.

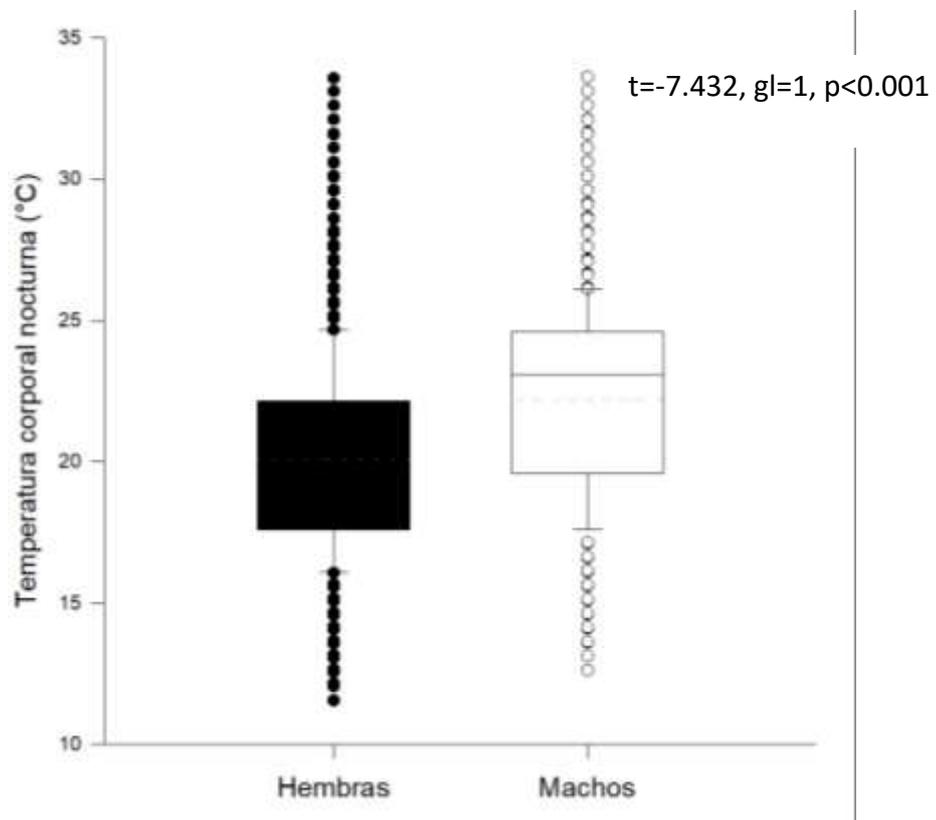


Figura 18. Comparación de la temperatura corporal nocturna entre sexos para *Basiliscus vittatus*.

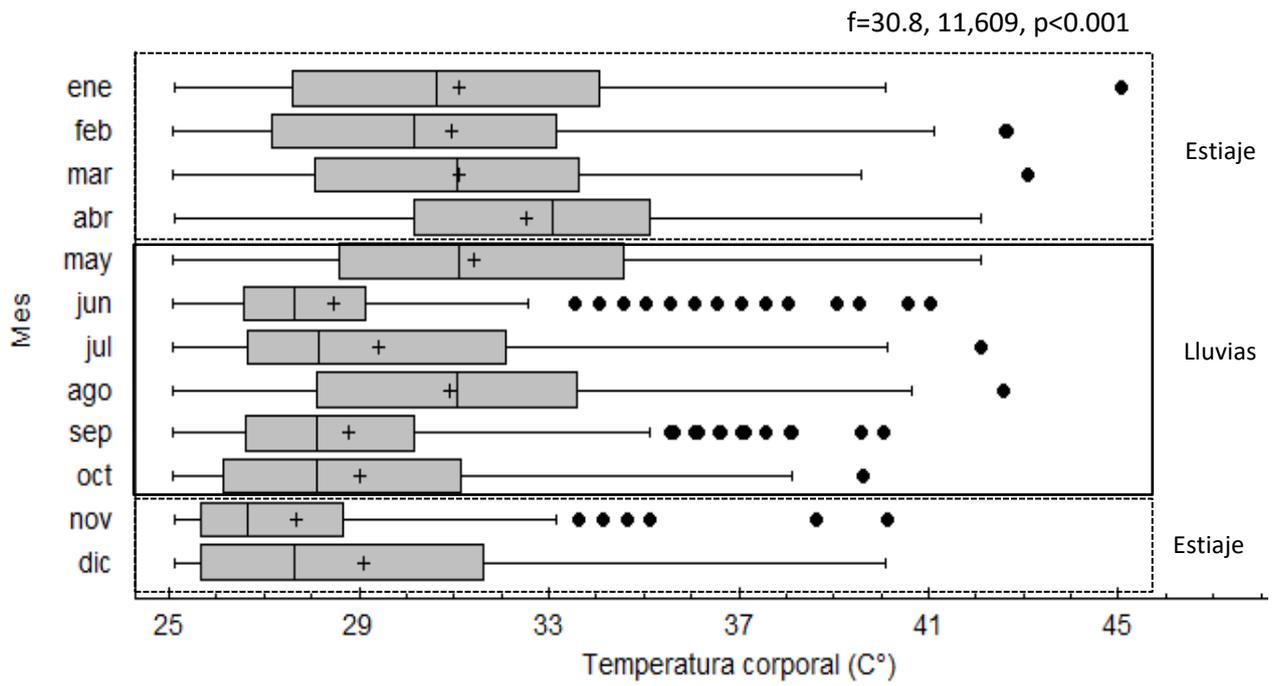


Figura 19. Comparación de la temperatura corporal entre meses para *Basiliscus vittatus*, se marca en recuadro con línea continua los meses que corresponden a la temporada de Lluvias y con línea punteada los meses de estiaje.

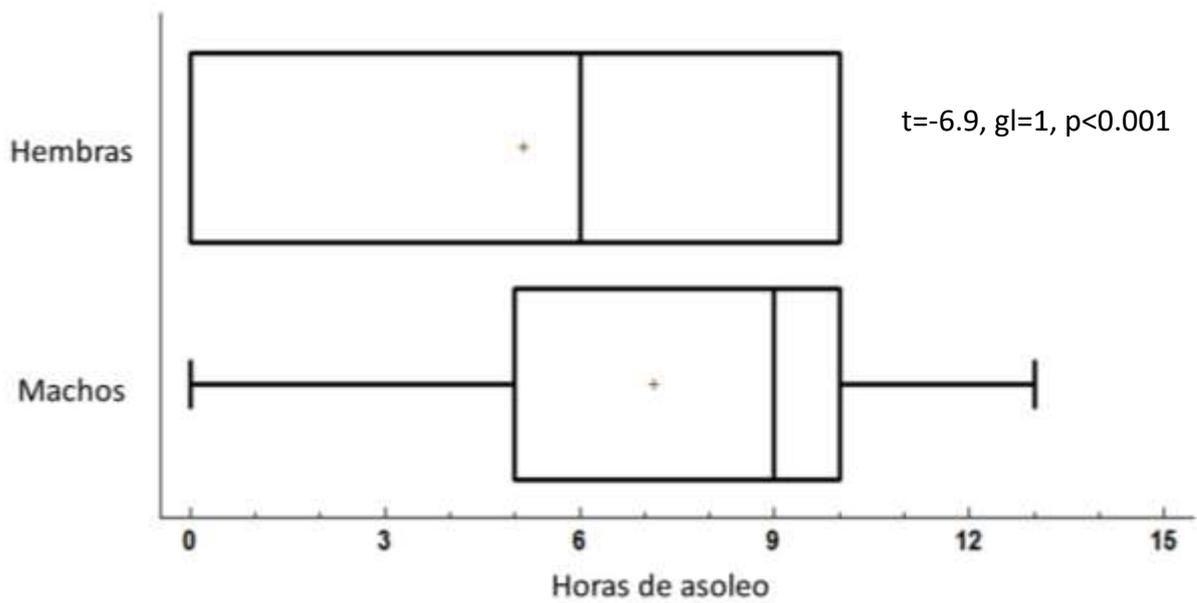


Figura 20. Comparación de las horas de asoleo entre sexos para *Basiliscus vittatus*.

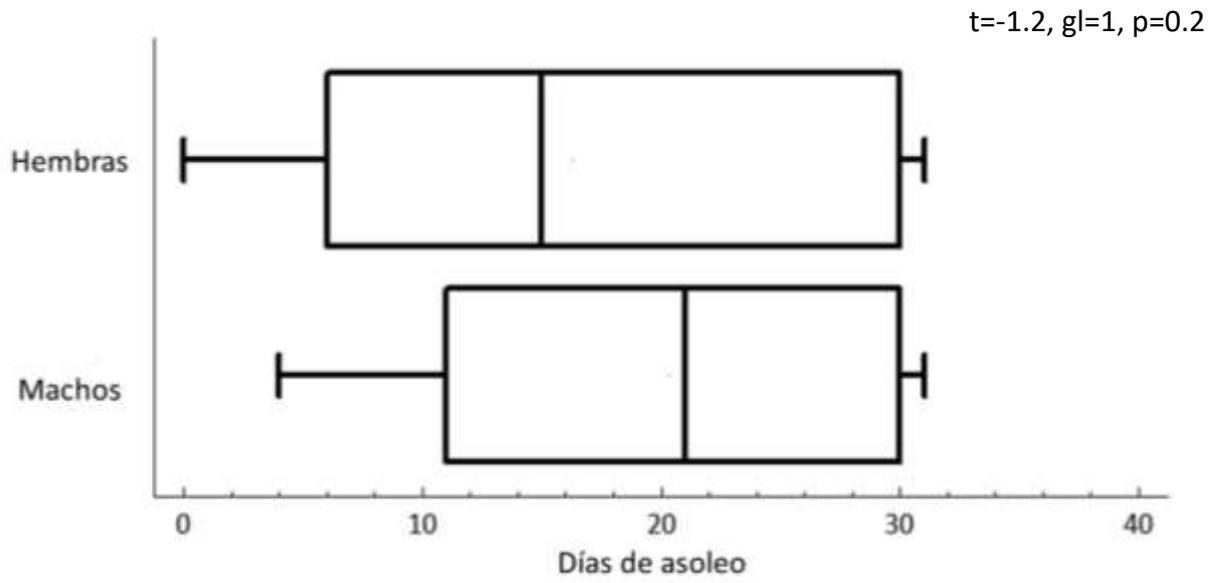


Figura 21. Comparación de los días de asoleo entre sexos para *Basiliscus vittatus*.

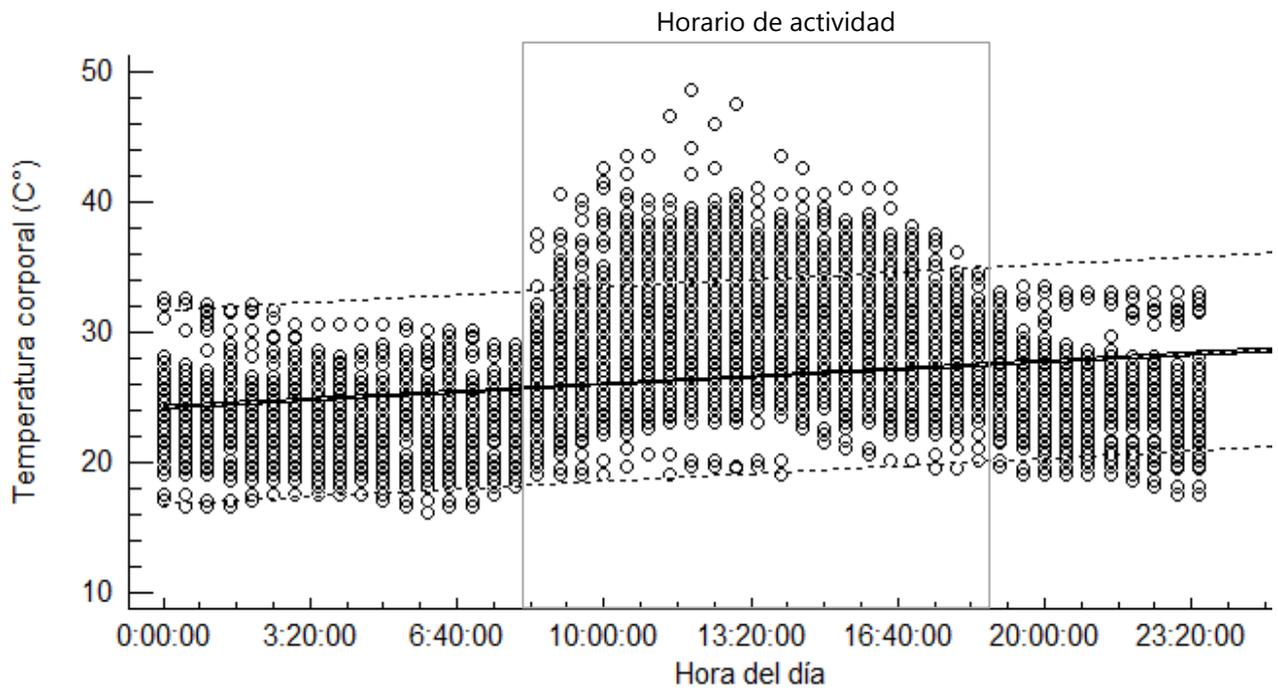


Figura 22. Gráfico de regresión simple entre la temperatura corporal (°C) y la hora del día para *Basiliscus vittatus*.

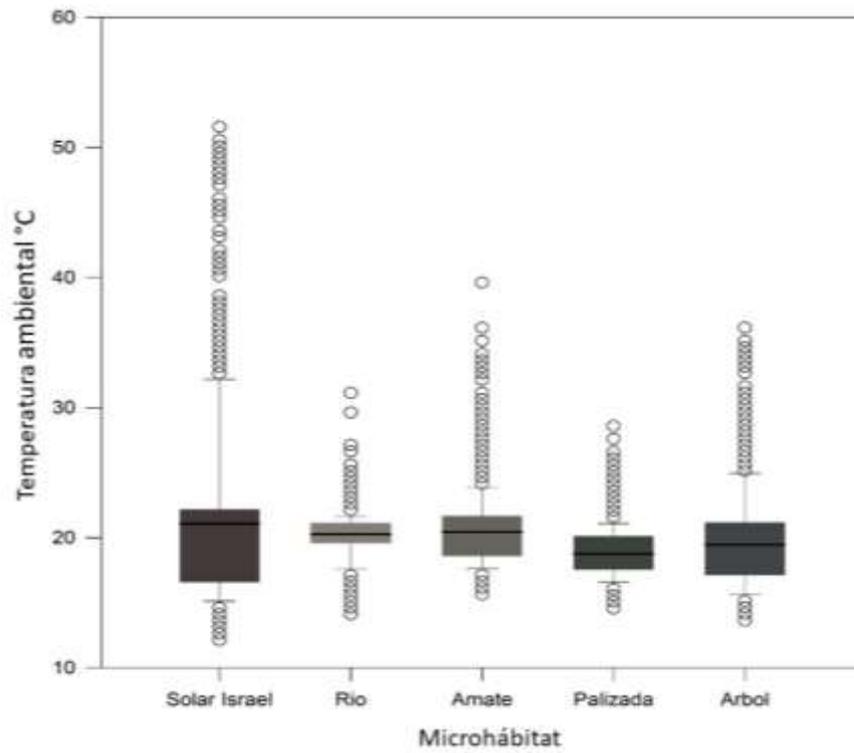


Figura 23. Comparación de la temperatura entre microhábitats, donde fueron observados los individuos de *Basiliscus vittatus*.

Discusión

Dimorfismo sexual

El dimorfismo sexual puede ser observado en características como la morfología, coloración y comportamiento de los organismos. Varios autores han estudiado la evolución del dimorfismo sexual en aves (Selander 1972), primates (Crook 1972), anfibios (Woolbright 1983), lagartijas (Stamps 1983) y otros grupos y ha sido asociado principalmente a la selección sexual e interacción agonista entre machos. El dimorfismo sexual es evidenciado por características que son más desarrolladas de manera particular en un sexo, favoreciendo a los individuos con estrategias de historias de vida que maximizan el éxito reproductor (Shine, 1989). Los resultados del presente estudio mostraron un marcado dimorfismo sexual en *Basiliscus vittatus*. Los machos fueron significativamente más grandes que las hembras en el 100% de las variables analizadas en los jóvenes y en el 92% en los adultos, alométricamente se observó mayor velocidad de crecimiento en algunas variables morfológicas dimórficas en machos juveniles y adultos. De igual manera, el índice de dimorfismo sexual indicó valores más grandes a favor de los machos excepto en la DIA. La tendencia en el dimorfismo es consistente con los resultados obtenidos por Van Devender (1978) y Taylor *et al.* (2017), quienes establecieron que el género *Basiliscus* es el único representante de la familia Corytophanidae que muestra un marcado dimorfismo sexual hacia los machos. *Basiliscus galeritus* únicamente es dimórfico en la LHC; *Basiliscus vittatus*, *Basiliscus plumifrons* y *Basiliscus basiliscus* presentan un marcado dimorfismo sexual respecto a la LHC, morfología de la cabeza, así como de forma alométrica; Olsson *et al.* (2002) en contraparte encontraron para *Basiliscus basiliscus*, que el tronco es más grande en las hembras que en los machos.

Las hipótesis propuestas para explicar el dimorfismo sexual en lagartijas son diversas, incluyendo: selección sexual, selección por fecundidad y divergencia ecológica (Cox *et al.* 2007; Minoli *et al.*, 2016). El dimorfismo sexual en *B. vittatus* puede ser explicado por un conjunto de factores, entre ellos: 1) necesidad de un macho para dominar a otros machos y a parejas potenciales, territorialidad (selección sexual) (Cox *et al.*, 2003) y 2) necesidad de las especies para reducir la competencia intraespecífica (intersexual), competencia por alimento y otros recursos (selección natural) (Fitch, 1981).

Aunado a lo anterior se ha documentado que el dimorfismo sexual puede comenzar a expresarse en alguna etapa de la historia de vida de los organismos, sin embargo, la mayoría de los estudios toman en cuenta a individuos adultos. No obstante, también se ha visto el interés en los aspectos ontogenéticos para evaluar el dimorfismo sexual (Carothers, 1984; Hews y Moore, 1995; Barbadillo y Bauwens, 1997; Minoli *et al.*, 2016), por lo tanto, en el presente estudio se trata de abordar los puntos principales que más se relacionan con el origen ontogenético del dimorfismo sexual, selección sexual y selección natural.

Origen ontogenético

El dimorfismo sexual puede expresarse de manera particular en alguna etapa ontogenética de los organismos (Radder *et al.* 2001). Diversos estudios sugieren que ciertos factores pueden influir en la expresión del dimorfismo como la aportación hormonal durante la etapa de gestación en *Lacerta vivípara* (Uller y Olsson 2003), *Crysemys picta* (Bowden *et al.* 2002), *Eublepharis macularius* (Gutzke y Crews, 1988), y *Alligator mississippiensis* (Allsteadt y Lang, 1995).

En lagartijas el dimorfismo sexual puede variar interespecíficamente respecto a los estadios ontogenéticos, por ejemplo, en *Calotes versicolor*, *Podarcis muralis* (Braña y Ji, 2000) y en *Takydromus septentrionalis* (Zhang y Ji, 2000), se observa al momento de la eclosión. En contraste, en *Eumeces chinensis* (Lin y Ji, 2000) y *Sphenomorphus indicus* (Ji y Du, 2000), solo muestran dimorfismo sexual en el tamaño de la cabeza cuando se aproximan a la talla a la madurez sexual.

En otras especies como *Calotes versicolor* se ha demostrado que el dimorfismo sexual comienza a expresarse en los machos jóvenes, principalmente en el ancho de la cola y dimensiones de la cabeza, acentuándose en adultos (Radder *et al.* 2001). Cooper y Vitt (1989) y Haenel y Jonh-Alder (2002), observaron una diferencia en una mayor tasa de crecimiento de la cabeza con respecto a la LHC en machos juveniles de *Sceloporus undulatus* en comparación con las hembras.

La evidencia disponible indica que el dimorfismo sexual en *B. vittatus* no se presenta a la eclosión, si no que se desarrolla durante la etapa juvenil y se acentúa en los adultos. Recientemente se ha registrado que los embriones presentan desarrollo de hemipenes entre el estadio 35-37, independientemente del genotipo (XX o XY) (Suárez-Varón, *et al.* 2022). Probablemente las características de heterocronía y reversión sexual que se ha reportado en los embriones de *B. vittatus* (Suárez-Varón, *et al.* 2022), han promovido que no ocurra una diferenciación fenotípica en los primeros estadios de desarrollo. Uller y Olsson (2003) establecen que, existe una diferencia en la aportación hormonal materna en los huevos que promueve un dimorfismo sexual entre machos y hembras durante algún estadio de desarrollo; las hembras que tienen una proporción mayor de un sexo específico, donde existe una aportación diferencial de hormonas esteroides entre machos y hembras respectivamente, lo cual puede influir directamente sobre el crecimiento alométrico de un sexo.

El dimorfismo sexual en *B. vittatus* es indistinguible en las crías, muestra una tasa de crecimiento similar hasta la etapa de jóvenes (≤ 80 mm), posteriormente la cabeza, crestas y extremidades comienzan a diferenciarse, acentuándose en adultos (102-106 mm, en machos y hembras respectivamente), es decir se empieza a expresar en un intervalo entre los 80-100 mm (Suárez-Varón, 2015) (Fig 1). Consistentemente en

B. basiliscus, se presenta una tasa de crecimiento paralelo durante los primeros meses de año, posterior a los seis meses comienza una diferenciación morfológica intersexual (Van Devender, 1978).

Fitch (1981) menciona que la tendencia habitual para que se alcance el dimorfismo sexual es la tasa de crecimiento sexo-específico en la etapa de jóvenes, en la cual existe una divergencia en el tamaño y el crecimiento. Los patrones de variación ontogenéticos están asociados con aspectos ecológicos, donde existe una interrelación entre fuerzas selectivas y como resultado diferentes estrategias de historias de vida (Haenel y Jonh-Alder, 2002; Gray *et al* 2019).

Las diferencias morfológicas y la velocidad de crecimiento parecen obedecer a una diferencia alométrica de proporciones corporales entre sexos (Aguilar-Moreno *et al.*, 2010), indicando una posible tasa de crecimiento diferencial entre machos y hembras de *Basiliscus vittatus*, durante el desarrollo ontogenético. Estas diferencias promueven el dimorfismo sexual, debido a que los requerimientos energéticos van cambiando con el crecimiento, presentando implicaciones importantes para alcanzar la madurez sexual y éxito reproductor.

De acuerdo con Suárez-Varón (2015), el periodo de vida en *Basiliscus vittatus* es de 3 años, las hembras llegan a la madurez sexual dentro de su segundo año de vida, mientras que en machos en su primer año de vida; tomando en cuenta lo anterior, posiblemente la madurez sexual es la causa del dimorfismo en machos durante la etapa jóvenes, promoviendo mayores tasas de crecimiento en estructuras dimórficas; realizando una inversión energética mayor incrementando la posibilidad de alcanzar éxito al conseguir pareja durante la siguiente época reproductora (Pianka y Parker 1975).

En especies como *Aspidoscelis tigris* se encontró un patrón similar. Diferencias en tamaño corporal y dimensiones de la cabeza entre los sexos, los machos jóvenes y los machos adultos crecen más rápido que las hembras de similar edad, por lo que la disparidad de tamaño entre machos y hembras aumenta con la edad (Anderson y Vitt, 1990). Esta característica proporciona una mayor oportunidad para la poliginia en especies más grandes (es decir: más longevas) con crecimiento relativamente indeterminado y superposición, debido a que por tener mayores tamaños corporales pueden ser seleccionados varias veces por las hembras (Anderson y Vitt, 1990).

Con base en las ideas anteriores; el origen ontogenético del dimorfismo sexual en la población estudiada puede ser explicado con base en la teoría de selección sexual mediante la interacción de factores como el tamaño corporal y la ornamentación. La selección promueve una velocidad de crecimiento mayor en machos promoviendo tamaños corporales, de extremidades y estructuras más grandes; esto puede ser un factor

determinante para alcanzar la madurez sexual debido a que, un crecimiento rápido debe intensificarse para obtener ventajas tales como mayor extensión de territorio, ocupación diferencial del hábitat, acceso a hembras, el tamaño corporal (Butler *et al.* 2000; Aguilar-Moreno *et al.*, 2010).

Radder *et al.* (2001) encontraron que el dimorfismo sexual comienza expresándose en los jóvenes, con diferencias en ancho de la cola y las dimensiones de la cabeza para los machos y se acentúa en adultos en *Calotes versicolor*; tal dimorfismo es discutido dentro de la teoría de selección sexual y competencia por recursos mismas que se abordan a continuación.

Selección sexual

La selección sexual es uno de los mecanismos evolutivos más fuertes que modifican la fisiología, conducta y morfología entre sexos (Samia *et al.* 2015). Donde, el éxito reproductor incrementa en individuos con cuerpos grandes, mayor crecimiento alométrico en estructuras dimórficas, que son usadas para enfrentamientos o para evaluar la calidad de sus parejas (Carothers, 1984; Anderson y Vitt, 1990; Petrie, 1992).

Las características que resultaron más dimórficas para los adultos de *B. vittatus* se marcaron de manera significativa a favor de los machos, mostrando valores más grandes en las dimensiones de la cabeza, altura de las crestas y ligeramente longitud de las extremidades. Se ha observado que, en diferentes especies de lagartijas, el dimorfismo en la morfología de las especies por selección sexual está asociado con: a) tamaño corporal y b) ornamentación (Olsson y Madsen, 1998). Grandes tamaños corporales se encuentran asociados con agresividad y especies territoriales, donde los recursos son limitados y las oportunidades de reproducción se encuentran sesgadas a pocos individuos (Blanckenhorn, 2005; Cox *et al.*, 2003; Vidal *et al.*, 2005; Vidal Maldonado, 2011). El tamaño corporal puede incrementar para alcanzar la madurez sexual en lagartijas; por ejemplo, en *Sceloporus undulatus* (Carothers, 1984; Vitt y Cooper, 1985), otros estudios sugieren que la diferencia sexual en el tamaño de la cabeza aumenta con el aumento de la longitud del cuerpo. Dada la relación entre tamaño corporal y madurez sexual, las hembras pueden invertir más energía en la longitud del cuerpo, con fines reproductores (mayor capacidad para crías) y los machos en otras partes del cuerpo (cabeza y extremidades) o en estructuras dimórficas secundarias (Cooper y Vitt, 1989).

Con base en la teoría de selección sexual, considerando el tamaño corporal; los resultados de este estudio son consistentes con lo encontrado por Taylor *et al.* (2017), donde se describió que en la familia Corytophanidae, los machos exhiben crestas desarrolladas y grandes tamaños corporales. Entonces las especies *Basiliscus vittatus* y *Basiliscus plumifrons* fueron sexualmente dimórficos alométricamente; mientras *Basiliscus galeritus* presenta una disparidad sexual, machos y hembras presentan crestas, no

obstante, difieren en el tamaño corporal; para los géneros *Corytophanes* y *Laemanctus* se han descrito como especies monomórficas.

Los datos con respecto al tamaño de la cabeza en *B. vittatus* coinciden con los resultados encontrados en *B. basiliscus* y *B. plumifrons* (Vaughan, *et al.* 2007), machos jóvenes y adultos presentan cabezas de mayor tamaño que las hembras; esto se encuentra asociado con la fuerza de la mordida en lagartijas; las mordidas son utilizadas durante enfrentamientos agonistas para competir por territorio, acceso a hembras, eventos de cortejo y apareamiento al excluir a otros machos de su nicho trófico (Cooper y Vitt, 1989; Madsen y Shine, 1993) y su tamaño les proporciona cierta ventaja durante los enfrentamientos entre machos (Anderson y Vitt, 1990; Gvoždík y Van Damme, 2003; Lappin y Husak, 2005; Aguilar-Moreno, 2009; Aguilar-Moreno *et al.* 2010).

Cabezas más grandes, proporcionan una mayor fuerza de la mordida; no obstante, en el presente estudio no se observaron enfrentamientos entre machos de *B. vittatus* durante el período de recolecta (Obs. Pers.), esta característica puede atribuirse a la capacidad para sujetar hembras durante el apareamiento y un tipo de presas diferencial, lo que promueve fuerza de mordida específica (Savage, 2002). La hipótesis de los enfrentamientos no es excluyente, sin embargo, estudios sobre dieta y conducta pueden ayudar a explicar mejor esta característica. Lo anterior, se puede atribuir a que algunos machos presentaron daños en la cresta al momento de ser capturados, lo que posiblemente representen daños por enfrentamientos o depredación (Da Silva *et al.* 2014).

Con base en los argumentos mencionados arriba, un macho de *B. vittatus* con dichas características se traduce en un individuo que posee mejores características genéticas para sus crías, incrementando la posibilidad de ser escogidos por las hembras durante los eventos de apareamiento y por lo tanto su éxito de adecuación (Aguilar-Moreno, 2009; Aguilar-Moreno *et al.*, 2010).

El dimorfismo sexual en el tamaño de la cabeza puede ser alcanzado de distintas maneras entre especies. Existen especies donde las hembras invierten mayor cantidad de energía en el aumentar el tamaño corporal para incrementar el tamaño de nidada o camada; por ejemplo; *Eumeces chinensis*, *Takydromus septentrionali* (Ji *et al.*, 1998; Lin y Ji, 2000; Zhang y Ji, 2000), *Podarcis muralis*, *Sphenomorphus indicus* (Braña, 1996; Ji y Du, 2000), y *Sceloporus jarrovi* (Cox, 2006).

En contraparte, existen otras variables dimórficas importantes en varias especies de lagartijas, donde se ha observado que los machos son más grandes que las hembras, tomando en cuenta diferentes variables como la LHC, extremidades, dimensiones de la cabeza. Por ejemplo, en *Aspidoscelis costatus costatus* (Aguilar-

Moreno *et al.*, 2010) otras especies del género *Aspidoscelis* (grupo *sexlineatus*) (Anderson y Vitt 1990, Ancona- Martínez 2005), algunas especies de iguanas como, *Conolophus subcristatus*, *Ctenosaura hemilopha*, *Ctenosaura similis*, *Cyclura carinata*, *Iguana iguana* (Carothers, 1984), *Calotes versicolor* (Ji *et al.*, 2002); argumentando que la agresividad promueve el dimorfismo dado que son especies territoriales y deben tener un alto estatus de dominancia.

Por otro lado, la evolución de los despliegues de la ornamentación en reptiles durante el cortejo e interacciones agonistas ha sido de amplio interés para el área de ecología de la conducta; puesto que la teoría de selección sexual explica la presencia de ornamentaciones conspicuas y costosas que pueden tener un costo en la sobrevivencia de los organismos (Darwin, 1871). Otros factores además de la selección sexual pueden tener un rol importante para moldear la morfología de la ornamentación, por ejemplo, el contexto ambiental, fisiológico y biomecánico pueden limitar el crecimiento o modificación de dichas estructuras secundarias (Irschick *et al.*, 2007).

Se ha argumentado que la ornamentación es usada como una señal de estatus social que puede ser expresada de diversas formas, complementándose con movimientos, señales químicas, sonidos, y patrones de coloración llamativos en estructuras dimórficas (Stuart-Fox y Ord, 2004). Estructuras bien desarrolladas como pliegues gulares, crestas o cuernos; incrementan la posibilidad de ser percibidos, asimismo funcionan como una señal de estatus individual ante los competidores y hembras potenciales (Olsson *et al.*, 2002). Se ha observado también, que los individuos pueden evitar enfrentamientos físicos reduciendo el gasto energético, que intercambian por energía usada para el incremento de características como crestas más grandes y vistosas para otros individuos (Stuart-Fox and Ord, 2004).

Los machos de *B. vitattus* son diferentes que las hembras, mostrando crestas más pronunciadas tanto en jóvenes como adultos. Dichas estructuras mostraron un crecimiento alométrico significativo desde la etapa de jóvenes; estos datos coinciden con los estudios de Anderson (1994), los cuales sugieren que en la familia Corytophanidae, las crestas pueden crecer más rápido en comparación con otras estructuras de la cabeza en los individuos machos, por lo tanto la cresta ha surgido con dos objetivos en las familia: ornamentación (sexualmente dimórfica) lo cual es consistente para *B. vitattus* en la población estudiada y biomecánica con fines de alimentación, principalmente en especies monomórficas (géneros: *Corytophanes* y *Laemanctus*) (Johnston, 2014; Verwaijen y Van Damme, 2007). Recientemente se ha descrito también que la cresta es una estructura que posiblemente tiene un rol importante en el proceso termorregulación como fue reportado en *B. galeritus*, estas estructuras probablemente le ayudan a regular la ganancia o pérdida de calor (Rodríguez-Miranda *et al.*, 2021).

El desarrollo de crestas conspicuas en individuos jóvenes y adultos se ha descrito en especies de Agamidos y Chamaleonidos, éstas se han empleado como una señal de estatus social marcando roles interpopulacionales específicos (Stuart-Fox y Ord, 2004; Da Silva, *et al.*; 2014). El desarrollo de estas estructuras surge con el objetivo de persuadir a otros individuos evitando enfrentamientos agonistas, lo que promueve un ahorro de energía evitando enfrentamientos (Stuart-Fox y Ord, 2004), y para marcar territorio (Savage, 2002). El dimorfismo las crestas en *B. vittatus*, tanto en individuos jóvenes y adultos posiblemente representa un estímulo visual con un significado importante como una señal de jerarquía social, el cual se complementa con la capacidad de tener ojos bien desarrollados que permiten una mejor comunicación intraespecífica (Savage, 2002). La interacción de características como tamaños corporales, estructuras grandes y bien desarrolladas promueven que machos grandes dominen a los más pequeños, consecuentemente se da un incremento del éxito reproductor con relación al tamaño corporal (Cox *et al.* 2003; Aguilar-Moreno *et al.*, 2010).

Uso de hábitat

Los miembros del género *Basiliscus* poseen la capacidad de estar presentes en diferentes microhábitats: arborícolas, saxícolas y terrestres; gracias a su morfología y habilidad de correr sobre el agua (Hirt, 1963; Van Devender, 1978; Savage, 2002).

Laerm (1974) sugiere que las estrategias para un óptimo uso de hábitat implican una interdependencia entre morfología, conducta y su ambiente físico. Los datos del presente estudio muestran una tendencia en la que *B. vittatus* hace uso diferencial de microhábitats en la zona de estudio, es capaz de explotar los diferentes niveles analizados (herbáceo, arbustivo y arbóreo) así como terrestres (suelo, rocas, palizadas) y semiacuáticos (Obs. pers), los individuos hacen uso diferencial de las perchas, el estrato herbáceo y arbustivo por crías y jóvenes y arbóreo por adultos.

Esta tendencia es similar a la que Lattanzio y LaDuke (2012) registraron en *B. plumifrons*, encontrando que los individuos jóvenes usan perchas más bajas que los adultos, mientras que los machos usan perchas más altas que las hembras, también se encontraron diferencias en la estructura del hábitat utilizado por los individuos entre clases de edad. En cuanto a la distancia al cuerpo de agua algunos estudios han registrado la preferencia por sitios cercanos a cuerpos de agua (Barden 1943; Rand y Marx 1967; Maturana 1962; Hirth, 1963; Learn, 1973; Hsieh y Lauder, 2004; Vaughan, *et al.* 2007; Lattanzio y LaDuke 2012) en el presente no se observaron diferencias en adultos en cuanto a la altura de la percha, únicamente entre clases de edad. De manera consistente los jóvenes de *B. vittatus* se encuentran más cerca de los cuerpos de agua que los adultos, como se ha registrado en estudios previos. Machos y hembras mantienen distancias similares a los cuerpos

de agua, así como alturas de percha, estos resultados coinciden con lo encontrado por Vaughan *et al.* (2007), un aspecto que puede estar en función de la disponibilidad de recursos tales como alimento, sitios de refugio seguros, consecuentemente esto promueve un aumento del ámbito hogareño.

Respecto al uso del hábitat se ha descrito que especies arborícolas usan los árboles para forrajear, anidar, refugiarse y descansar (Reaney y Whiting, 2003). Los hábitos arborícolas en *B. vittatus* probablemente son usados para eludir a sus depredadores (incluyendo los humanos en las zonas de la comunidad en la zona de estudio), y presumiblemente para observar el territorio y paisaje (Vaughan *et al.*, 2007). La estrategia descrita previamente, se ha registrado también *Corytophanes cristatus*, quien usa perchas de hasta 4.5 metros (Andrews, 1979), *Laemanctus serratus* y *Laemanctus longipes* han sido descritas como especies que usan el estrato herbáceo y arborícola (Stuart, 1948; Martin, 1958; Duellman, 1965) en *Tropidurus azureus weneri*, que muestra preferencia por árboles altos y con amplio follaje, los cuales usan como sitios de percha, además de que el follaje les permite evadir a los depredadores como aves (Ellinger, 2001).

Con base en el uso de los cuerpos de agua, Hirth (1963) encontró que *B. plumifrons* muestra preferencia por hábitat con vegetación riparia, esto puede ser una estrategia para evitar sitios donde sea vulnerable a sus depredadores (zonas abiertas o zonas lejos de cuerpos de agua). Las crías y jóvenes de *B. vittatus* son capaces de correr sobre el agua, lo cual funciona como una estrategia para evitar a los depredadores, obtener comida en la orilla de los cuerpos de agua, buscar sitios de asoleo (Barden 1943; Rand y Marx 1967; Maturana 1962; Learn, 1974; Hsieh y Lauder, 2004).

Vaughan *et al.* (2007) observaron que los ríos y arroyos donde estudiaron a *B. plumifrons* crecieron durante la temporada de lluvias, una vez que volvieron a su cauce normal, se observaron individuos buscando alimento, especialmente insectos en zonas de detritos orgánicos; esto resulta consistente con lo encontrado en varios individuos de *B. vittatus* que fueron encontrados sobre palizadas mismas que usaban como refugios y probablemente son una buena fuente de alimento, ya que se observó una cantidad considerable de presas potenciales (invertebrados, algunos anfibios y crías de otras especies de lagartijas) (Obs. pers.).

Con relación a la ontogenia, *B. vittatus* exhibe una asociación diferencial con áreas acuáticas. Maturana (1962) sugiere que los jóvenes tienen una tendencia más acuática en su distribución de microhábitat que los adultos; Hirth (1963) señaló de manera similar que los jóvenes son más numerosos cerca del agua, mientras que los adultos se distribuyen lejos de los cuerpos de agua hacia las zonas boscosas; concluyendo que jóvenes y adultos ocupan áreas que no se superponen sus ámbitos hogareños.

El crecimiento alométrico e incremento en el tamaño de un individuo durante su desarrollo ontogenético,

resulta en un incremento en la talla y peso, consecuentemente demanda una mayor superficie para utilizar y una mayor demanda energética para realizar las actividades de forrajeo. Por lo tanto, los individuos de *B. vittatus* deben desarrollar diferencias estructurales en características adaptativas que resulten en diferencias funcionales para hacer mejor uso de hábitat y de los recursos. Por ejemplo, los individuos adultos al tener un incremento de talla y peso no podrán desempeñar de manera óptima la estrategia de correr sobre el agua, sin embargo, la longitud de las extremidades les permite trepar árboles y explotar de otra forma el microhábitat (Learm, 1974)

Estudios ecológicos a nivel de población, indican que la competencia inter e intraespecífica por los recursos frecuentemente resulta en el uso diferencial del hábitat o partición de recursos. Estos estudios muestran cómo los mecanismos de selección operan sobre la conducta y morfología de las especies, promoviendo un incremento en la eficiencia del uso de hábitat y reducción de competencia, probablemente por la disponibilidad de recursos (Learm, 1974). Tal como ocurre entre las clases de edad de *B. vittatus* en la población estudiada, probablemente los individuos han desarrollado estrategias para hacer uso diferencial de los microhábitats, tales como la altura de la percha y la distancia al cuerpo de agua, como una forma de evitar enfrentamientos y disminuir la competencia intraespecífica por los recursos disponibles, de tal manera que todas las clases de edad puedan realizar sus actividades óptimas de forrajeo, lo cual se verá reflejado en su sobrevivencia y adecuación.

Por otro lado, el ámbito hogareño es definido como el área ocupada por un individuo durante sus actividades cotidianas de alimentación, socialización, búsqueda de pareja (Vaughan *et al.* 2007). Los movimientos de *B. vittatus* mostraron una variación individual, por lo tanto, no presentan un patrón de movimientos constante, mientras algunos individuos hacen uso de áreas muy pequeñas desde 70 m², otros usan áreas de hasta 31680 m²; como se observó en el caso de algunas hembras monitoreadas en el presente estudio

De acuerdo con los resultados del presente estudio, el área que ocupa *B. vittatus*, es mayor a lo encontrado en *B. plumifrons* (Sajdak *et al.* 1980; Vaughan *et al.* 2007), quien utiliza un área con un intervalo desde de 57-1006 m² (Sajdak *et al.* 1980); en este caso, las hembras utilizan un ámbito hogareño menor que los machos. Vaughan *et al.* (2007) registró también para *B. plumifrons* un área 1877± 1052 m² y 1740 ± 1288 m² para hembras y machos respectivamente, donde observaron que el área es más grande en hembras, aunque las diferencias no son significativas.

El ámbito hogareño y movimientos pueden estar determinados por factores intrínsecos (por ejemplo, el sexo, talla y madurez sexual, modo de forrajeo) y extrínsecos (clima, estacionalidad, variación ambiental, estructura del hábitat, distribución de recursos y alimento) (Verwaijen y Van Damme, 2008, Slavenko *et al.*,

2016). Por otro lado, respecto al tamaño corporal, se ha argumentado que individuos más grandes presentan ámbito hogareño mayor, en *Aspidoscelis cozumela* el ámbito hogareño se incrementa con la LHC (Hernández-Gallegos, *et al.* 2015); otros factores que lo modifican son, la dieta; se ha establecido que las especies carnívoras, ocupan un ámbito hogareño más grande que las especies omnívoras e insectívoras (Perry, y Garland, 2002).

Un tamaño corporal mayor involucra una demanda mayor de recursos por lo tanto promueve que los individuos utilicen un ámbito hogareño más grande (Haenel *et al.*, 2003, Hernández-Gallegos, *et al.* 2015). Tomando en cuenta los dos modos de forrajeo (activo y pasivo) (Pianka, 1966), *B. vittatus* es una especie con un modo de forrajeo pasivo (Cooper *et al.*, 2013); sin embargo estudios previos, han sugerido que puede encontrarse en una posición intermedia entre ambos extremos de forrajeo, debido a que muestra características como altas velocidades de escape, cuerpos cilíndricos y valores de masa relativa de la nidada (Suárez-Varón *et al.*, 2019) comparables con especies de forrajeo activo por ejemplo en el género *Aspidoscelis* (Hernández-Gallegos *et al.*, 2015).

Por lo tanto, los resultados de este estudio son consistentes con las teorías que establecen que las especies de forrajeo amplio presentan ámbitos hogareños mayores que les permiten cubrir su demanda metabólica, alto nivel de actividad y requerimientos nutricionales (Verwaijen y Van yDamme, 2008, Hernández-Gallegos, *et al.* 2015). Se podría estimar que *B. vittatus* busca activamente a sus presas, razón por la cual presenta ámbitos hogareños relativamente amplios (McCoy, 1965; Hulse, 1981; Rowland, 1992). En contraste con *Corytophanes cristatus*, *Corytophanes hernadesii*, *Laemanctus serratus* y *Laemanctus longipes*, los cuales, presentan ámbitos hogareños reducidos, lo anterior se atribuye que las especies, se han descrito como insectívoras, de forrajeo pasivo (sit and wait) y con coloraciones crípticas que usan como protección contra depredadores; esta estrategia la han desarrollado como una forma de conservación de la energía en hábitats con alta disponibilidad de presas (Stuart, 1948; Martin, 1958; Duellman, 1965; Andrews, 1979; Staffordy Mallory, 2002, Ariano-Sánchez *et al.* 2013).

La diferencia entre en los ámbitos hogareños entre las especies de la familia Corytophanidae, está asociada al modo de forrajeo y tipo de dieta entre los tres géneros. *Corytophanes* se alimenta de invertebrados grandes (artrópodos principalmente) (Sasa y Monros 2000). Lee (1996) registró que *Laemanctus serratus* se alimenta de insectos, caracoles y ranas; mientras que Fleet y Fitch (1974) y Van Devender (1982) sugieren que *Basiliscus basiliscus* es un depredador oportunista que se alimenta de insectos, camarones, escorpiones, lagartijas, serpientes, peces, mamíferos, pájaros y frutas y flores.

En el presente estudio se monitorearon individuos de *B. vittatus* que habitaban en zonas cercanas al río Coxcoapan y otros dentro de la comunidad. No se encontraron diferencias entre ambos sitios y sexos en cuanto al ámbito hogareño, en contra parte existen diferencias entre individuos. Probablemente factores como, la estructura del hábitat, disponibilidad de recursos y la calidad térmica en su microhábitat, pueden explicar estas diferencias. La fragmentación del hábitat modifica significativamente los movimientos en algunas especies de iguanas (*Iguana iguana*) (Sanches y Grings, 2018), en comparación con zonas donde todos los recursos están disponibles para satisfacer sus demandas energéticas, no se ve en la necesidad de moverse grandes distancias, como lo sugieren algunos autores (Gutiérrez y Ortega, 1985; Perry y Garland, 2002). Otro factor que moldea el ámbito hogareño es la estacionalidad. La temporada de reproducción puede disminuir o ampliar el ámbito hogareño de las hembras (Pérez-Pérez *et al.* 2017), asimismo la estructura del hábitat en donde habitan las especies puede modificar significativamente el área ocupada por los individuos (Sanches y Grings, 2018; Morales-Mávil *et al.*, 2007).

En individuos que presentaron áreas más grandes, posiblemente existe una relación del ámbito hogareño con la modificación del microhábitat en la zona del río durante la temporada de lluvias; ya que la creciente del río, promueve un cambio drástico en el paisaje, por lo tanto, los individuos se ven obligados a moverse hacia otras zonas para realizar sus diferentes actividades de forrajeo (Obs pers). En machos que se movieron en áreas mayores, la modificación de microhábitat demanda búsqueda de nuevos territorios para realizar actividades de búsqueda de alimento, refugios y hembras potenciales.

En el caso de las hembras se ha registrado que *B. vittatus* anida en zonas cercanas al río (Suárez-Varón, *et al.* 2016), por lo tanto, es probable que la búsqueda de sitios de anidación seguros pueda demandar modificación en su ámbito hogareño, incluso, cuando hay un cambio en la estructura del microhábitat. Este patrón de modificación del entorno también se ha documentado en *Aspidoscelis cozumela*, donde los huracanes modifican los ecosistemas y el entorno costero, lo cual promueve cambios ambientales y en biota de las zonas de estudio por lo tanto modifican su ámbito hogareño significativamente (Hernández-Gallegos *et al.* 2015).

Temperatura corporal

En poblaciones naturales se pueden encontrar diferentes fenotipos que se ven afectados por un número considerable de factores ambientales (Ballinger, 1983), principalmente la temperatura, disponibilidad de alimento y humedad, tienen un efecto significativo sobre la historia de vida en lagartijas (Tinkle 1972). Se ha establecido que la temperatura corporal de las lagartijas activas puede presentar variaciones diarias, estacionales y geográficas en los distintos ambientes térmicos (Cowles y Bogert 1944; Bogert 1949). Dado

que la temperatura es uno de los factores que más modifican la ecología y fisiología en ectotermos, las lagartijas termorregulan efectivamente a partir de una serie de conductas (Avery, 1982). Por lo que es probable encontrar variaciones en la temperatura corporal de las lagartijas respecto a los diferentes ambientes que proporciona el hábitat.

En el presente estudio la evidencia muestra que la temperatura corporal promedio de *B. vittatus* (29.8 ± 0.1 °C), es más baja en comparación con otras especies de la familia, incluso para la misma especie. Aunque los datos que se encuentran en la literatura para la familia Corytophanidae son escasos, los datos de temperatura corporal difieren con lo encontrado en *B. vittatus* 35, 35.9 y 31.9 ± 1.48 °C (Brattstrom, 1965, Bruschi *et al.* 2015 y Sinervo, *et al.* 2010) respectivamente; para *B. basiliscus* 26 °C, *B. plumifrons* 31.7 °C (Hirth, 1965) y recientemente Rodríguez-Miranda *et al.* (2021) reportó para *B. galeritus*, una temperatura promedio de 26.9 ± 0.83 °C, sin diferencias significativas entre la temperatura corporal de machos y hembras.

Con base en la temperatura corporal de *B. vittatus*, se puede establecer que la diferencia con otras especies y poblaciones puede depender de la temperatura ambiental, la cual promueve un carácter plástico que permite que los individuos muestren cambios en la temperatura corporal de acuerdo con los requerimientos y condiciones térmicas del hábitat (Bogert, 1949; Díaz de la Vega-Pérez *et al.*, 2013), estas ideas, coinciden con los resultados encontrados en *B. galeritus*, que sugieren que esta especie puede cambiar de estrategias de termorregulación con base en la calidad que el hábitat le ofrezca, un termorregulador activo cuando las condiciones no son adecuadas y termoconformador cuando el ambiente le ofrece condiciones apropiadas (Rodríguez-Miranda *et al.* 2021).

Un aspecto importante que modifica significativamente la temperatura corporal es la disponibilidad de alimento. Por ejemplo, en *B. vittatus*, la temperatura corporal presenta diferencias significativas entre meses, estas diferencias pueden estar asociadas con la variación de la temperatura ambiental propia de la zona de estudio, limitando la disponibilidad de recursos (alimento), tal como se encontró en *Lophognathus temporalis* (Christian *et al.*, 1999). Por lo tanto, como una estrategia para equilibrar el gasto de energía, los individuos de *B. vittatus* probablemente pueden comportarse como termorreguladores activos o termoconformadores dependiendo de la calidad térmica que el ambiente les ofrece a lo largo del año.

Sinervo *et al.* (2010) sugiere que los miembros de la familia Corytophanidae se comportan como organismos termoconformadores debido a su distribución en zonas tropicales, donde las condiciones térmicas son homogéneas, y las especies no necesitan esforzarse para alcanzar temperaturas altas o preferidas, por lo que pudiera presentarte una temperatura corporal que resulta conservativa en la evolución de las lagartijas (Huey *et al.*, 2009; Sinervo *et al.*, 2010).

Por otro lado, en la población estudiada se encontraron diferencias significativas intersexuales, las hembras presentan temperaturas corporales más altas que los machos; diversos estudios han documentado que factores como el tamaño corporal, uso diferencial de microhábitats, periodos de actividad, hábitos de alimentación y el estatus reproductor pueden promover cambios en la temperatura corporal entre sexos, así como en la forma en que ellos adquieren y regulan dicha temperatura (Lemos-Espinal *et al.*, 1997; Cruz, *et al.*, 2011, Güizado-Rodríguez *et al.*, 2011).

Diversos estudios han documentado que en algunas especies de reptiles, la temperatura corporal puede variar dependiendo del sexo, como ocurre en *Lacerta vivípara* (Patterson y Davies, 1976); *Cnemidophorus littoralis*, *Tropidurus torquatus* (Hatano *et al.*, 2001), *Cnemidophorus littoralis* (Hatano *et al.*, 2001), *Aspidoscelis tigris* (Schall, 1977), *Anolis sagrei* y *Anolis distichus* (Lee, 1979; Vitt y Colli, 1994), *Sceloporus mucronatus* (Lemos-Espinal *et al.*, 1997), *Sceloporus anahuacus* (Güizado-Rodríguez, *et al.* 2022), dado que el sexo es un factor determinante en la ecología térmica de las especies. Las diferencias intersexuales en *B. vittatus* pueden ser explicadas con base en sus requerimientos térmicos, debido a que diferentes presiones de selección y condiciones promueven funciones fisiológicas diferentes, por lo que las temperaturas corporales que cada individuo demanda, optimizan sus funciones de termorregulación (Cecchetto y Naretto, 2015); por ejemplo, el estatus reproductor promueve que hembras no grávidas y los machos mantengan temperaturas menores durante la temporada de reproducción (Gainsbury, 2020). En el presente estudio se observó que, las temperaturas corporales más altas coinciden con el inicio de la temporada de reproducción (marzo-abril-mayo) y con la temporada de máxima abundancia de recursos (julio-agosto) la cual coincide con la estación con mayor cantidad de lluvia. Probablemente las temperaturas corporales altas en hembras dependen de la actividad reproductora y del incremento en el consumo energético destinado a la inversión reproductora.

Las lagartijas hembras han desarrollado un mecanismo que permite mantener una temperatura corporal elevada durante el periodo de reproducción para realizar sus actividades y que ésta no sea un factor deletéreo para el desarrollo de los embriones (Beuchat 1988, Andrews *et al.* 1999). Por ejemplo, en el género *Aspidoscelis*, las hembras retienen los huevos por periodos breves (McCoy y Hoddenbach, 1966; Christiansen, 1971), como en *Aspidoscelis exanguis*, *Aspidoscelis tessellatus*, *Aspidoscelis inornatus*, *Aspidoscelis gularis*, *Aspidoscelis tigris* (Schall, 1977; Stevens, 1982). Los datos del presente estudio son consistentes con estas hipótesis, las hembras presentan temperaturas mayores en comparación con los machos y posiblemente la temporada de reproducción tenga implicaciones directas en esta diferencia térmica. Por lo que futuros estudios sobre termorregulación en la especie, ayudarán a soportar estos datos.

En contra parte, otros estudios refieren que las hembras, presentan bajas temperaturas durante el verano, como una forma de proteger sus huevos en desarrollo de la sobre exposición a elevadas temperaturas (Avery, 1975) como se ha registrado en *Lacerta vivipara* (Maderson y Bellairs, 1962). Que las hembras de *B. vittatus* presenten temperaturas corporales mayores que los machos, puede explicarse como una estrategia para la protección térmica de la nidada ya que, durante el periodo de gravidez, las hembras proporcionan un intervalo óptimo de temperatura interna (Birchard, 2004); asimismo, se ha registrado que las hembras pueden presentar conductas de termorregulación que le ayudan a disminuir la temperatura corporal cuando el ambiente ofrece temperaturas elevadas (Avery, 1975). En el presente estudio, se logró monitorear y observar una hembra grávida que se encontraba dentro de un cuerpo de agua cuando la temperatura ambiental estaba muy elevada (Obs. Pers.), lo cual ayuda a soportar esta estrategia para *B. vittatus*, donde las hembras han desarrollado estrategias que les permiten mantener temperaturas corporales ideales para sus actividades de forrajeo y paralelamente para proteger su nidada.

Para el caso de los machos, se ha documentado que las temperaturas corporales altas, se encuentran relacionadas con la espermiogénesis (Saint Girons, 1963). Asimismo, parece haber una correlación entre la temperatura corporal y la tasa metabólica asociada a los gastos de energía (Anguiletta et al., 2002) como en el caso de *Sceloporus merriami* (Grant, 1990). La relación entre temperatura corporal y gastos energéticos puede influir en las interacciones de dominancia de territorio o de señalización (Bryant y Newton, 1994; Metcalfe et al., 1995; Whiting et al., 2003). Stapley (2006), encontró una relación entre la temperatura corporal alta y los niveles de coloración y agresividad en *Pseudemoia entrecasteauxii*. Probablemente los machos de *B. vittatus* presentan fluctuaciones en la temperatura corporal a lo largo del año de acuerdo a sus demandas energéticas para los eventos de cortejo, combates agonistas y forrajeo; sin embargo, no son tan altas como en el caso de las hembras.

Otros estudios también explican que las diferencias intersexuales en la temperatura corporal suelen relacionarse con el dimorfismo sexual. Por ejemplo, en *Platysaurus intermedius* (Lailvaux, 2007), *Sceloporus gadoviae* y *Sceloporus jarrovii* (Woolrich- Piña et al. 2012, Beal et al. 2014), respectivamente, donde hembras presentan temperaturas mayores y se relacionan con las estrategias de escape ante los depredadores (Lailvaux, 2007), requerimientos térmicos y reproductores de las hembras (Woolrich- Piña et al. 2012, Beal et al. 2014) y el uso diferencial del hábitat entre clases de edad y sexos, promoviendo variedad de sitios de termorregulación y por lo tanto reducción de la competencia entre individuos (Woolrich- Piña et al. 2012).

En el presente estudio sólo se monitorearon individuos adultos para la temperatura corporal, por lo tanto, futuras investigaciones, nos ayudarán a comprender las diferencias intersexuales en esta variable de acuerdo

con la fisiología térmica que requiere *B. vittatus*, coadyuvando a comprender y reforzar las evidencias disponibles en aspectos como el dimorfismo sexual y su relación con la morfología y uso de hábitat.

B. vittatus también mostró diferencias en cuanto a las horas y días de asoleo, temperatura diurna y nocturna. La variación en estos aspectos sugiere que la exposición total al sol es necesaria para que las lagartijas mantengan una temperatura óptima, moviéndose entre parches de sol y la sombra, como se sabe que ocurre en otras lagartijas (Middendorf y Simon 1988, Castilla y Bauwens 1991, Sartorius *et al.*, 2002). Woolrich-Piña *et al.* (2012) encontraron en *Sceloporus gadoviae* una diferencia en la temperatura corporal, sin embargo, los autores observaron que existe una relación al tipo de microhábitat, donde se propone que las diferencias inter e intrasexuales pueden incluir la división del hábitat para tomar el sol, los horarios de actividad y la parte conductual. En este sentido se encontró que los machos de *B. vittatus* presentaron mayor tiempo de asoleo, lo cual puede estar asociado a la necesidad de tener más territorialidad ya que esto promueve más sitios de percha, sitios de alimentación y mayor capacidad de búsqueda de hembras potenciales para aparearse, haciendo uso diferencial del microhábitat y horarios de actividad.

Regular los horarios de actividad evita la exposición a altas temperaturas ambientales (Cowles y Bogert 1944), esto se presenta de manera consistente con las observaciones de otras especies de lagartijas (Bogert 1949, Castilla *et al.* 1999, Hatano *et al.* 2001), por lo que el uso diferencial de microhábitats, por ejemplo, buscar refugio, usar sitios de percha más altos, cercanos a los ríos, sitios de sombra como hojarasca o palizadas (Obs. pers.) para evitar el sobrecalentamiento también los hace más difíciles de detectar.

En cuanto los días de actividad o asoleo, no se encontraron diferencias significativas entre sexos, lo cual sugiere que la temperatura corporal durante el periodo de inactividad está determinada en gran medida por las temperaturas del sustrato y del aire, lo que restringe las opciones de termorregulación (Cowles y Bogert 1944). Por otro lado, la cantidad de tiempo por día que un individuo puede estar activo y alcanzar su temperatura óptima, está limitado por el ambiente térmico (Huey *et al.* 1977). Por lo tanto, las lagartijas han desarrollado mecanismos para modificar el tiempo de actividad y poder realizar su proceso de termorregulación (Huey *et al.* 1977), estos datos pueden estar relacionados con la variación mensual en la temperatura corporal de *B. vittatus*. Se ha descrito que la cantidad de tiempo que se puede mantener la temperatura corporal en un intervalo difiere entre individuos; así mismo, el tiempo de actividad anual es equivalente a la cantidad total de tiempo que una lagartija mantiene su temperatura corporal óptima para realizar sus actividades de forrajeo por lo tanto se puede tener un panorama de la capacidad fisiológica de las lagartijas (Huey *et al.* 1977).

Resaltando la importancia de que la calidad térmica determina la temperatura y actividad de las lagartijas, también se ha registrado en especies como *Mabuya macrorhyncha* propiedades térmicas propias de su ambiente durante el verano, proporcionan suficiente calor para que la lagartija tenga un mayor período de actividad durante el día (Maia-Carneiro *et al.*, 2018). Por lo tanto, comprender la variación de la temperatura corporal en diferentes estaciones puede ayudar a dilucidar variaciones con base en los requerimientos térmicos de las poblaciones de lagartijas.

Las temperaturas corporales altas u óptimas incrementan la eficiencia en procesos como reproducción, captura de presas, digestión y otras actividades de forrajeo; por lo tanto, mantener una temperatura elevada depende estrechamente de la cantidad de horas de actividad y asoleo de las lagartijas, dado que los gastos energéticos no siempre se mantienen equilibrados (Bennett y Dawson 1976).

Se ha establecido que lagartijas con periodos de actividad prolongados mantienen mayores temperaturas corporales, por lo tanto, presentan mayores tasas de crecimiento y alcanzan la madurez sexual más rápido (Pianka 1970), este efecto se ha observado en *Lacerta vivipara*, *Sceloporus occidentalis*, y *Sceloporus graciosus* (Sinervo 1990). Comparado con lo encontrado en el presente estudio para *B. vittatus*, estos datos coinciden dado que se encontraron tasas de crecimiento mayores en machos y una tendencia alcanzar la madurez sexual a tallas pequeñas, por lo tanto, puede ser que los horarios de asoleo y la temperatura corporal sean factores significativos para explicar en un mayor contexto la ecología de esta especie.

Comprender la ecología térmica de las especies es muy importante bajo el contexto del calentamiento global, ya que, si una especie no es capaz de adaptarse a través de su precisión térmica, con base en las presiones de selección, puede tener efectos perjudiciales sobre la viabilidad de la población (Woolrich- Piña *et al.* 2012), por ejemplo, los tiempos de actividad durante las temporadas de apareamiento y reproducción son cruciales para la sobrevivencia de las poblaciones. Por lo tanto, evaluar las adaptaciones térmicas de las especies conlleva a comprender y promover estrategias de conservación y evitar la extinción de estas (Sinervo, *et al.* 2010).

Dado que los ectotermos dependen estrictamente de la temperatura ambiental para desempeñar sus actividades de manera óptima, las lagartijas pueden seleccionar microhábitats con base en la temperatura que estos les ofrecen (Ortega y Pérez.Mellado, 2016; Zagar, *et al.* 2023). Los datos registraron diferencias de la temperatura entre los distintos microhábitats donde se observaron los individuos recolectados, esto sugiere que *B. vittatus* es capaz de explotar la heterogeneidad de microhábitats disponibles en el ambiente. La capacidad que tiene *B. vittatus* para seleccionar el microhábitat, puede relacionarse con un conjunto de factores térmicos (temperatura ambiental) y estructurales (vegetación y sustrato) (Melville y Schulte, 2001),

que les permiten encontrar sitios con las condiciones óptimas, que le permita mantener temperaturas corporales ideales para sus actividades de forrajeo. Diversos estudios sugieren que la interacción entre factores térmicos y estructurales juegan un rol importante en el uso de microhábitats diversas especies de zonas templadas y desérticas (Shenbrot, *et al.* 1991; Brown y Nelson, 1993; Pianka, 1980).

Discusión general

Múltiples estudios han demostrado que la variación morfológica en reptiles y otras especies están frecuentemente asociadas a la divergencia de diferentes características fisiológicas y ecológicas (Huyghe *et al.* 2007; Dreiss *et al.* 2012). En el presente estudio se analizó la morfología, uso de microhábitat y temperatura, para poder profundizar en el conocimiento de la ecología de la *B. vittatus* a través del uso de técnicas de radiotelemetría.

Características como la agresividad y la territorialidad que se presentan en machos de diferentes especies de lagartijas están generalmente correlacionadas con el dimorfismo sexual, no obstante, estas variables no logran explicar la mayor parte de la variación que se da en el dimorfismo en lagartijas. Lo anterior, resta significancia de la selección sexual; algunos estudios sugieren una relación del dimorfismo sexual y variables como áreas de distribución de machos y hembras (Cox *et al.* 2003). Estudios intraespecíficos revelan una complejidad que desafía a algunos supuestos convencionales sobre la selección sexual respecto al tamaño corporal. Evidencia de lo anterior se encontró en *Crotaphytus collaris*, donde grandes tamaños corporales confieren éxito en encuentros agonistas, asimismo los machos son territoriales y polígamos; sin embargo, la estructura del hábitat promueve una variación en la organización social entre individuos de diferentes poblaciones; de modo que la selección sexual actúa diferencialmente modificando características del dimorfismo sexual (Baird *et al.* 1997).

Profundizar en el conocimiento sobre diferentes aspectos de la ecología de *B. vittatus* permite ampliar el panorama sobre las relaciones que existen entre diferentes factores. El dimorfismo sexual no solamente está asociado a la teoría de selección sexual propuesta, sino también, a la interacción de características como el uso de hábitat, estructura social de la población y requerimientos térmicos. La capacidad adaptativa que tengan los individuos de *B. vittatus* para desarrollar estrategias funcionales, tendrán un efecto significativo sobre su adecuación.

El uso de técnicas de radiotelemetría ha sido considerada una técnica eficiente utilizada ampliamente en estudios para monitorear animales en condiciones naturales, específicamente para conocer aspectos espaciotemporales, mismos que proporcionan información acerca de cómo pueden influir los dispositivos

sobre la conducta de los individuos (Goodman *et al.* 2009; Warner *et al.* 2006). En el presente estudio se lograron colocar 35 radiotransmisores y iButtons dentro del arnés en forma de mochila, a pesar de que algunos individuos no lograron ser monitoreados o se obtuvieron pocas localizaciones; no obstante, los datos obtenidos son mayores a los registrados por Hirth (1963), Sajdak *et al.* (1980) y Vaughan, *et al.* (2007) quienes solo registraron datos con 2 y 8 individuos, respectivamente. En este estudio, se lograron tener localizaciones la mayor parte del año en diferentes individuos, lo cual abarca las diferentes temporadas de la zona de estudio, de tal manera que permitió tener un panorama más amplio sobre los movimientos que realiza *B. vittatus*; los datos obtenidos reflejan que el diseño del arnés tipo mochila para sujetar transmisores y iButtons, resultó una técnica práctica y satisfactoria, tomando en cuenta, la selección del material apropiado (Kinesiotape) para la construcción del arnés. Los arneses de mochila no causaron un daño a los individuos en el presente estudio, debido a que exhibieron comportamientos naturales (Obs. pers.) típicos de la especie (Van Winkel y Weihong, 2014).

Por otro lado, los datos de temperatura en pequeños reptiles se limitan con mayor frecuencia a estudios de laboratorio en gradientes térmicos (Greenberg 1976; Licht *et al.* 1966; Sievet y Hutchison 1991), mediante el uso de modelos físicos colocados en el campo (Hertz 1992; Porter *et al.* 1973), o insertando un termopar/termómetro cloacal poco después de la captura en el campo estudios (Avery 1982; Schwarzkopf y Shine 1991). Por lo tanto, la implementación en el uso de iButtons resulta ser una técnica importante para conocer el comportamiento térmico de *B. vittatus*, ya que cada una de las técnicas anteriores por sí sola no proporciona una verdadera representación de la temperatura corporal "natural" o "de campo" de las lagartijas, particularmente en períodos de inactividad, hibernación o dentro de refugios inaccesibles (Robert y Thompson, 2003). Diversos estudios han hecho uso de estos dispositivos para evaluar aspectos de la ecología térmica en reptiles (Truter *et al.* 2014; Vickers y Schwarzkopf 2016; Gadsden *et al.* 2018); debido a que los datos registrados corresponden relativamente a temperaturas cercanas a la temperatura corporal interna. Los iButtons modificados son dispositivos accesibles, disponibles y fácil de usar (Robert y Thompson, 2003; Lovegrove, 2009); de tal manera que el contacto humano con los animales es mínimo y se pueden obtener datos continuamente durante períodos prolongados.

Este tipo de técnicas nos permiten realizar un estudio profundo sobre el conocimiento de diversos factores ecológicos de la especie, lo cual nos ayuda a tener más evidencias para proponer estrategias de conservación de la especie y de la zona de estudio, dada su importancia, puesto que está considerada dentro de la zona núcleo de la reserva de la biosfera de los Tuxtlas, misma que funge como un ecosistema muy importante para la preservación de la biodiversidad, asimismo el trabajo con las comunidades viene a reforzar la transmisión del conocimiento a diferentes niveles sociales y científicos que de manera conjunta coadyuvan a la preservación de los ecosistemas y las especies, particularmente para *B. vittatus*.

Conclusiones

- Los resultados proporcionaron un panorama más amplio sobre diferentes aspectos de la ecología de *Basiliscus vittatus* en una escala espacio temporal, individual, intersexual y por estadios ontogenéticos, en una población de la comunidad en la Selva El Marinero, Los Tuxtlas Veracruz.
- Se encontró un marcado dimorfismo sexual en *Basiliscus vittatus* el cual favorece a los machos, siendo las variables que causaron mayor diferencia la cresta, las dimensiones de la cabeza y extremidades.
- El origen ontogenético del dimorfismo sexual en *Basiliscus vittatus* se presenta de la siguiente manera; no se presenta a la eclosión, sino se comienza a expresarse en los jóvenes y se acentúa en los adultos.
- *Basiliscus vittatus* hace uso diferencial del hábitat mostrando marcada diferencia ontogenética entre la altura de la percha y distancia al cuerpo de agua, donde los individuos más jóvenes usan perchas más bajas y se encuentran más cercanos a los cuerpos de agua en comparación con los adultos.
- No se encontraron diferencias entre el uso de hábitat de manera intersexual en adultos que fueron monitoreados a través de técnicas de radiotelemetría.
- La temperatura corporal promedio de *Basiliscus vittatus* fue de 29.8 ± 0.1 °C, se encontraron diferencias significativas entre individuos, sexos y entre meses.
- Los machos presentan temperaturas corporales mayores que las hembras.
- Los machos presentan mayor cantidad de horas de asoleo que las hembras.

Literatura citada

- Acosta, A., Suárez Varón, G., Rodríguez-Miranda, L. A., Lira-Noriega, A., Aguilar-Gómez, D., Gutiérrez-Mariscal, M. *et al.* (2019). Corytophanid replaces the Pleurodont XY system with a new pair of XY chromosomes. *Geneome Biology and Evolution*. 11, 2666-677.
- Aguilar-Moreno M (2009). Dimorfismo sexual y uso de espacio en *Aspidoscelis costata* (Squamata: Teiidae) en Tonatico, Estado de México. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.
- Aguilar-Moreno, M, F. D. J. Rodríguez-Romero, A. Aragón-Martínez, J. A. Muñoz-Manzano, G. Granados-González, G. y O. Hernández-Gallegos. (2010). Dimorfismo sexual de *Aspidoscelis costata costata* (Squamata: Teiidae) en el sur del Estado de México, México. *Revista chilena de historia natural*, 83(4), 585-592.
- Allsteadt, J., y Lang, J. W. (1995). Sexual dimorphism in the genital morphology of young American alligators, *Alligator mississippiensis*. *Herpetologica*, 314-325.
- Altamirano A. T. A., Soriano S. M. y J. L. Franco. (2010). Ecología de anfibios y reptiles, métodos y técnicas para su estudio, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 100 p.
- Ancona-Martínez S. I. (2005). Costos energéticos del acompañamiento de hembras para los machos de la lagartija rayada *Aspidoscelis costata*. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de México, Ciudad de México, México.
- Anderson M (1994). Sexual selection. Princeton University Press, New Jersey, USA.
- Anderson M. y L.W. Simons. (2006). Sexual selection y mate choice. *Trends sexual in Ecology y Evolution* 21: 296-302.
- Anderson, R. A. y L. J. Vitt. (1990): Sexual selection versus alternative causes of sexual dimorphism in teiid lizards *Oecologia*, 84: 145–157.
- Andrews, R. M. (1979). *The Lizard Corytophanes cristatus: An Extreme "Sit-and-Wait" Predator*. *Biotropica*, 11(2), 136.doi:10.2307/2387791.
- Andrews, R. M., Méndez-de la Cruz, F. R., Cruz, M. V. S., y Rodríguez-Romero, F. (1999). Field and selected body temperatures of the lizards *Sceloporus aeneus* and *Sceloporus bicanthalis*. *Journal of Herpetology*, 93-100.
- Angilletta, M. J., Jr., Niewiarowski, P. H. y Navas, C. A. (2002). The evolution of thermal physiology in ectotherms. *Journal of Thermal Biology*, 27, 249–268.
- Angilletta Jr, M. J., y Angilletta, M. J. (2009). Thermal adaptation: a theoretical and empirical synthesis.

- Ariano-Sánchez, D., Canseco-Márquez, L., Lee, J., Mandujano, R. C., Sunyer, J., y López-Luna, M. A. (2013). *Corytophanes hernandesii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e. T197474A2488010.
- Arriaga L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa. (2000). *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. 107-131.
- Avery R. A. (1975). Clutch size and reproductive effort in the lizard *Lacerta vivipara* Jacquin. *Oecologia* (Berlin.) 19, 165-170.
- Avery, R.A., (1982). Field studies of body temperatures and thermoregulation. In: Gans, C., Pough, F.H. (Eds.), *Biology of the Reptilia*, vol. 12. Academic Press, New York, pp. 93–166, Physiology (C). *Physiological Ecology*.
- Badyaev, A. V. (2002). Growing apart: an ontogenetic perspective on the evolution of sexual size dimorphism. *Trends sexual in Ecology and Evolution* 17:369–378.
- Baird, T. A., Fox, S. F., y McCoy, J. K. (1997). Population differences in the roles of size and coloration in intra-and intersexual selection in the collared lizard, *Crotaphytus collaris*: influence of habitat and social organization. *Behavioral Ecology*, 8(5), 506-517.
- Ballinger, R. E. (1983). Life-history variations. Pages 241-260 in R. B.Huey, E. R. Pianka, y T. W. Schoener, eds. *Lizard ecology: studies of a model organism*. Harvard University Press, Cambridge.
- Barbadillo, L. J., y Bauwens, D. (1997). Sexual dimorphism of tail length in lacertid lizards: test of a morphological constraint hypothesis. *Journal of Zoology*, 242(3), 473-482.
- Barden, A. (1943). Notes on the basilisks at Barro Colorado Island, Canal Zone. *Ecology* 24: 407-408.
- Bartholomew, G. A., (1982). Body temperature and energy metabolism, in: *Animal Physiology: Principals and Adaptations* (M. S. Gordon, ed.), Macmillan, New York, pp. 333-406.
- Bauwens, D., Hertz, P. E., y Castilla, A. M. (1996). Thermoregulation in a lacertid lizard: the relative contributions of distinct behavioral mechanisms. *Ecology*, 77(6), 1818-1830
- Beal, M. S., Lattanzio, M. S., y Miles, D. B. (2014). Differences in the thermal physiology of adult Yarrow's spiny lizards (*Sceloporus jarrovi*) in relation to sex and body size. *Ecology and evolution*, 4(22), 4220-4229.
- Bennett, A. F., y W. R. Dawson. (1976). Metabolism. Pages 127-223 in C. Gans and W. R. Dawson, eds. *Biology of the Reptilia*. Vol. 5. Physiology A. Academic Press, New York.
- Beuchat, C. A. (1989). Patterns and frequency of activity in a high-altitude population of the iguanid lizard, *Sceloporus jarrovi*. *Journal Herpetology*. 23:152–158.
- Birchard, G. F. (2004). Effects of incubation temperature. *Reptilian incubation: environment, evolution, and behaviour*, 103-123.

- Blanckenhorn, W. U. (2005). Behavioral causes and consequences of sexual size dimorphism. *Ethology*, 111(11), 977-1016.
- Bogert, C., (1949). Thermoregulation in reptiles, a factor in evolution. *Evolution* 3, 195–211.
- Bowden, R. M., Ewert, M. A., Freedberg, S., y Nelson, C. E. (2002). Maternally derived yolk hormones vary in follicles of the painted turtle, *Chrysemys picta*. *Journal of Experimental Zoology*, 293(1), 67-72.
- Bowker, R. G. y Johnson, O. W. (1980). Thermoregulatory precision in three species of whiptail lizards (Lacertilia: Teiidae). *Physiological Zoology*, 53, 176–185.
- Braña, F. (1996). Sexual dimorphism in lacertid lizards: Male head increase vs female abdomen increase? *Oikos* 75: 511-523.
- Braña, F., y Ji, X. (2000). Influence of incubation temperature on morphology, locomotor performance, and early growth of hatchling wall lizards (*Podarcis muralis*). *Journal of Experimental Zoology*, 286(4), 422-433.
- Brattstrom, B., (1965). Body temperatures of reptiles. *American Midle Naturalist*. 73, 376–422. <https://doi.org/10.2307/2423461>.
- Brown G. W. y Nelson J. L. (1993). Influence of successional stage of *Eucalyptus regnans* (mountain ash) on habitat use by reptiles in the Central Highlands, Victoria. *Australian Journal of Ecology*. 18, 405–17.
- Bruschi, G.A., Taylor, E.N., Whitfield, S.M., (2015). Turn up the heat: thermal tolerances of lizards at La Selva, Costa Rica. *Oecologia* 180, 325–334. <https://doi.org/10.1007/s00442-015-3467-3>.
- Bryant, D.M. y Newton, A.V., (1994). Metabolic cost of dominance in dippers, *Cinclus cinclus*. *Animal Behavior* 48, 447–455.
- Burt, W.H. (1943). Territoriality and home range concepts applied to mammals. *Journal of Mammalogy* 24: 36- 352.
- Butler, M. A., Schoener, T. W., y Losos, J. B. (2000). The relationship between sexual size dimorphism and habitat use in Greater Antillean Anolis lizards. *Evolution*, 54(1), 259-272.
- Calderón-Mandujano, R., H. Bahena-Basave y S. Calmé. (2008). Anfibios y reptiles de la Reserva de la Biósfera de Sian ka’an y zonas aledañas, segunda edición. ECOSUR/ CONABIO/ Sociedad Herpetológica Mexicana/ Reserva de la Biósfera de Sian ka’an. México. 111 p.
- Camilleri, C., y R. Shine. (1990). Sexual dimorphism y dietary divergence: Differences in trophic morphology between male y female snakes. *Copeia* 1990:649–665.
- Canseco-Márquez. L. y M. G. Gutierrez M. (2010). Anfibios y Reptiles del Valle de Tehuacan. Cuicatlán, Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México, 302 pp.

- Carothers, J. H. (1984). Sexual selection and sexual dimorphism in some herbivorous lizards. *American Naturalist* 124:244-254.
- Castilla, A. M. y D. Bauwens. (1991). Thermal biology, microhabitat selection, and conservation of the insular lizard *Podarcis hispanica atrata*. *Oecologia* 85: 366–374.
- Castilla, A. M., Gosá, A., Galán, P., y Pérez-Mellado, V. (1999). Green tails in lizards of the genus *Podarcis*: do they influence the intensity of predation? *Herpetologica*, 530-537.
- Cecchetto, N. R., y Naretto, S. (2015). Do sex, body size and reproductive condition influence the thermal preferences of a large lizard? A study in *Tupinambis merianae*. *Journal of Thermal Biology*, 53, 198–204. doi:10.1016/j.jtherbio.2015.09.001
- Christian, K., Bedford, G., Green, B., Griffiths, A., Newgrain, y K., Schultz, T. (1999). Physiological ecology of a tropical dragon, *Lophognathus temporalis*. *Australian Journal of Ecology* 24, 171–181.
- Christiansen, J. L. (1971). Reproduction of *Cnemidophorus inornatus* and *Cnemidophorus neomexicanus* (Sauria, Teiidae) in Northern New México. *The American Museum Novitates*. 2442:1-48.
- Clutton-Brock, T. H., S. D. Albon, y F. E. Guinness. (1985). Parental investment and sex differences in juvenile mortality in birds and mammals. *Nature* 313:131-133.
- Cooper Jr, W. E., y Vitt, L. J. (1989). Sexual dimorphism of head and body size in an iguanid lizard: paradoxical results. *The American Naturalist*, 133(5), 729-735.
- Cooper W. E, y L. J. Vitt. (1993). Female mate choice of large male broad-headed skinks. *Animal Behaviour* 45: 683-693.
- Cooper, W., Castañeda, G., García-De la Peña, C., Wilson, B., Caldwell, J. y Vitt, L. (2013). Foraging modes of some Jamaican, Costa Rican, and Mexican lizards. *Herpetology Notes*, 6, 591–597.
- Cox R. M., S. L. Skelly y H. B. Jonh-Alder. (2003). A comparative test of adaptive hypotheses for sexual size dimorphism in lizards. *Evolution* 57: 1653-1669.
- Cox, R. M. (2006). A test of the reproductive cost hypothesis for sexual size dimorphism in Yarrow's spiny lizard *Sceloporus jarrovi*. *Journal of Animal Ecology*, 75(6), 1361-1369.
- Cox R. M., M. A. Butler y H. B. Jonh-Alder. (2007). The evolution of sexual size dimorphism in reptiles. En: Fairbairn DJ, WU Blanckenhorn y T Szekely. *Sex, size y gender roles: Evolutionary studies of sexual size dimorphism*: 38-49. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Cowles, R. B., y Bogert, C.M. (1944). A preliminary study of the thermal requirements of desert reptiles. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 83: 261 -296.
- Crook, J. H. (1972). Sexual selection, dimorphism, and social organization in the primates. Pages 231-281 in B. Campbell, ed. *Sexual selection and the descent of man*. Aldine, Chicago.

- Cruz, F. B., Antenucci, D., Luna, F., Abdala, C.S. y Vega, L.E. (2011). Energetics in Liolaemini lizards: implications of a small body size and ecological conservatism. *J. Comp. Physiol.* 181, 373-382.
- Da Silva J.M., Herrel A., Measey G.J. , y K. A. Tolley, (2014). Sexual Dimorphism in Bite Performance Drives Morphological Variation in Chameleons. *PLOS ONE* 9(1)
- Darwin CR. (1859). *On the origin of species by means of natural selection*. London: John Murray; Books, UK.
- Darwin, C. (1871). *Sexual Selection and the Descent of Man*. Volume 2. Murray, UK.
- Darwin, C.R. (1871). *The descent of man, and selection in relation to sex*. John Murray, London, UK.
- Dayant T y D Simberloff. (1994). Character displacement, sexual dimorphism, and morphological variation among British and Irish mustelids. *Ecology* 75:1063-1073.
- Díaz de la Vega-Pérez, A.H., Jiménez-Arcos, V.H., Manríquez-Morán, N.L., Méndez-De la Cruz, F.R., (2013). Conservatism of thermal preferences between parthenogenetic *Aspidoscelis cozumela* complex (Squamata: teiidae) and their parental species. *Journal of Herpetology*. 23, 93–104.
- Dreiss, A. N., S. Antoniazza, R. Burri, L. Fumagalli, C. Sonnay, C. Frey y A. Roulin. (2012). Local adaptation and matching habitat choice in female barn owls with respect to melanic coloration. *J. Evol. Biol.* 25:103–114.
- Duellman, W. E. (1965). Amphibians and reptiles from the Yucatan Peninsula, Mexico. *Ibid.* University of Kansas 15(12): 577-614.
- Duellman, W.E., Trueb, L. (1986). *Biology of Amphibians*. New York, McGraw-Hill.
- Ellinger, N., Schlatte, G., Jerome, N., Hödl, W., y Hodl, W. (2001). Habitat Use and Activity Patterns of the Neotropical Arboreal Lizard *Tropidurus (=Uracentron) azureus werneri* (Tropiduridae). *Journal of Herpetology*, 35(3), 395. doi:10.2307/1565957.
- Fleet, R. R., y H. S. Fitch. (1974). Food habits of *Basiliscus basiliscus* in Costa Rica. *Journal of Herpetology* 8:260-262.
- Ferguson, G. W., K. L. Brown, y V. G. DeMarco. (1982). Selective basis for the evolution of variable egg and hatchling size.
- Fisher, R. A. (1958). "The Genetical Theory of Natural Selection," 2nd rev. ed. Dover, New York.
- Fitch, H. S. (1970). Reproductive cycles in lizards and snakes. *Miscellaneous Publications of the Kansas Museum of Natural History* 52: 1-47.
- Fitch, H. S. (1981). Sexual size differences in reptiles. University of Kansas, Museum of Natural History, Miscellaneous Publication, 70.
- Gadsden, H., Ruiz, S., Castañeda, G., y Lara-Resendiz, R. A. (2018). Selected body temperature in Mexican lizard species. *Global Journal of Ecology*, 3(1), 001-004.

- Gainsbury, A. M. (2020). Influence of size, sex, and reproductive status on the thermal biology of endemic Florida scrub lizards. *Ecology and Evolution*, 10(23), 13080-13086.
- Gans, C., y Dawson, W. R. (1976). Reptilian physiology: an overview. *Biology of the Reptilia*, 5(1), 1-18.
- García, A. y G. Ceballos. (1994). Guía de campo de los anfibios y reptiles de la costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica de Cuixmala/ Instituto de Biología, UNAM, México, D. F. 184 p.
- Gerner, T. (2008). Home Range, Habitat Use and Social Behaviour of the Endangered Mauritian Gecko *Phelsuma guentheri*. Unpublished Master's thesis, Institute of Environmental Sciences, University of Zurich, Zurich, Switzerland.
- Glass, D. J. (2014). Experimental design for biologists. (No. QH323. 5 G52). Cold Spring Harbour, NY, USA: Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Godínez-Álvarez, H. (2004). Pollination and seed dispersal by lizards: a review. *Revista chilena de historia natural*, 77(3), 569-577.
- Goodman, R. M., C. R. Knapp, K. A. Bradley, G. P. Gerber, y A. C. Alberts. (2009). Review of radio transmitter attachment methods for West Indian rock iguanas (genus *Cyclura*). *Applied Herpetology* 6:151– 170.
- Grant, B. W., (1990). Tradeoffs in activity time and physiological performance for thermoregulating desert lizards *Sceloporus merriami*. *Ecology* 71, 2323–2333.
- Gray, J. A., Sherratt, E., Hutchinson, M. N., y Jones, M. E. (2019). Evolution of cranial shape in a continental-scale evolutionary radiation of Australian lizards. *Evolution*, 73(11), 2216-2229.
- Greenberg, N. (1976). Thermoregulatory Aspects of Behavior in the Blue Spiny Lizard *Sceloporus Cyanogenys* (Sauria, Iguanidae). *Behaviour*, 59(1-2), 1-21.
- Greene, H. W. (1994). Systematics and natural history, foundations for understanding and conserving biodiversity. *American Zoologist* 34_48-56.
- Gutiérrez, A. y Ortega, A. (1985). Comparación de métodos para calcular el área de actividad de *Sceloporus scalaris*. *Acta Zoológica Mexicana*, 12, 1-12.
- Güizado-Rodríguez, M. A., García-Vázquez, U. O. y Solano-Zavaleta, I. (2011). Thermoregulation by a population of *Sceloporus palaciosi* from Sierra del Ajusco, Distrito Federal, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 56, 120–124. <https://dx.doi.org/10.1894/PAS-17.1>
- Güizado-Rodríguez, Martha Anahí, García-Vázquez, Uri Omar, Solano-Zavaleta, Israel, Maceda-Cruz, Rolando Jonathan, y Duifhuis-Rivera, Christopher. (2022). Intra-population variation of body temperature of the lizard *Sceloporus anahuacus* (Squamata: Phrynosomatidae) in Sierra del Ajusco, Mexico. *Acta zoológica mexicana*, 38, e3812318. Epub 25 de abril de 2022. <https://doi.org/10.21829/azm.2022.3812318>

- Gutzke, W.H.N., y Crews, D. (1988). Incubation temperature affects sexual and agonistic behaviors of adult leopard geckoes. *Nature* 332:832–834.
- Gvozdík L y R Van Damme. (2003). Evolutionary maintenance of sexual dimorphism in head size in the lizard *Zootoca vivipara*: A test of two hypotheses. *Journal of Zoology* 259: 7-13.
- Haenel, G. J., y John-Alder, H. B. (2002). Experimental and demographic analyses of growth rate and sexual size dimorphism in a lizard, *Sceloporus undulatus*. *Oikos*, 96(1), 70-81.
- Hall, D. H., y Steidl, R. J. (2007). Movements, activity, and spacing of Sonoran mud turtles (*Kinosternon sonoriense*) in interrupted mountain streams. *Copeia*, 2007(2), 403-412.
- Hatano, F. H., Vrcibradic, D., Galdino, C. A. B. Cunha-Barros, M., Rocha, C. F. D., y Van Sluys, M. (2001). Thermal ecology and activity patterns of the lizard community of the restinga of Jurubatiba, Macaé, RJ. *Revista Brasileira de Biologia*, 61, 287-294.
- Heath, J. E. 1962. Temperature-Independent Morning Emergence in Lizards sexual of the Genus *Phrynosoma*, *Science* 23, 138:891-892.
- Heatwole, H. F., y Taylor, J. (1987). *Ecology of reptiles*. Surrey Beatty and Sons, Chipping Norton. New South Wales, Australia.
- Hernández-Córdoba O. D., Agudelo-Valderrama O. L. y Ospina-Fajardo; (2012). Variación intraespecífica en el uso de percha nocturna de *Basiliscus galletirus* (Sauria: Corytophanidae) en la Isla Palma, Pacífico Colombiano, *Papeis Avulsos de Zoologia*, 52(33):401-412.
- Hernández-Gallegos, Oswaldo, López-Moreno, Ana Esthela, Méndez-Sánchez, José Fernando, Rheubert, Justin Lloyd, y Cruz, Fausto Roberto Méndez-de la. (2015). *Ámbito hogareño de *Aspidoscelis cozumela* (Squamata, Teiidae): una lagartija partenogenética microendémica de Isla Cozumel, México*. *Revista de Biología Tropical*, 63(3), 771-781. Retrieved April 25, 2022, en línea: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003477442015000300771&lng=en&lng=es.
- Hertz, P. E. y R. B. Huey. (1981). Compensation for altitudinal changes in the thermal environment by some *Anolis* lizard on Hispaniola. *Ecology* 62: 515-521.
- Hertz, P. E., Huey, R. B., y Nevo, E. (1982). Fight versus flight: body temperature influences defensive responses of lizards. *Animal Behaviour*, 30(3), 676-679.
- Hertz, P. E. (1992). Evaluating thermal resource partitioning: by sympatric lizards *Anolis cooki* and *A. cristatellus*: a field test using null hypotheses. *Oecologia*, 90, 127-136.
- Hews, D. K., y Moore, M. C. (1995). Influence of androgens on differentiation of secondary sex characters in tree lizards, *Urosaurus ornatus*. *General and comparative endocrinology*, 97(1), 86-102.
- Hirth, H. F. (1963). The ecology of two lizards a tropical beach. *Ecological Monographs*, 33, 83-112.

- Hirth, H.F., (1965). Temperature preferences of five species of neotropical lizards. *Herpetologica* 20, 273–276.
- Hsieh, S. T., y Lauder, G. V. (2004). Running on water: three-dimensional force generation by basilisk lizards. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(48), 16784-16788.
- Huey, R. B. (1974). Behavioral thermoregulation in lizards: importance of associated costs. *Science*, 184(4140), 1001-1003.
- Huey, R. B., E. R. Pianka, and J. A. Hoffman. (1977). Seasonal variation in thermoregulatory behavior and body temperature of diurnal Kalahari lizards. *Ecology* 58:1066-1075.
- Huey, R. B. y R. D. Stevenson. (1979). Integrating thermal physiology and ecology of ectotherms: a discussion of approaches. *American Zoology*. 19:357-366.
- Huey, R. B. (1982). Temperature, physiology, and the ecology of reptiles. In C. Gans and F. H. Pough (ed.), *Biology of the Reptilia*, Vol. 12. Academic Press, New York, New York. 25-92 p.
- Huey, R. B., y M. Slatkin, (1976). Cost and benefits of lizard thermoregulation. *The Quarterly review of biology*, 51(3), 363-384.
- Huey, R. B., Deutsch, C. A., Tewksbury, J. J., Vitt, L. J., Hertz, P. E., Álvarez Pérez, H. J., y Garland Jr, T. (2009). Why tropical forest lizards are vulnerable to climate warming. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276(1664), 1939-1948.
- Hulse, A. C. (1981). Ecology and reproduction of the parthenogenetic lizard (Teiidae). *Carnegie Museum of Natural History* 50353-369.
- Hutchison, V. H., y Dupré, R. K. (1992). Thermoregulation. *Environmental physiology of the amphibians*, 206-249.
- Huyghe, K., B. Vanhooydonck, A. Herrel, Z. Tadic, y R. Van Damme. (2007). Morphology, performance, behavior, and ecology of three-color morphs in males of the lizard *Podarcis melisellensis*. *Integrative Comparative Biology*. 47:211–220.
- Ibarra-Manríquez, G., Medina, S. M., Fernández, J. B., Gutiérrez, J. A., Tappari, F., y Scolaro, A. (2010). Thermal biology of the southernmost lizards in the world: *Liolaemus sarmientoi* and *Liolaemus magellanicus* from Patagonia, Argentina. *Journal of Thermal Biology*, 35(1), 21-27.
- Ibarra-Manríquez, G., y Sinaca-Colín, S. (1987). Listados florísticos de México. VII. *Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz. Instituto de Biología*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF.
- Irschick, D. J., A. Herrel, B. Vanhooydonck, y R. Van Damme. (2007). A functional approach to sexual selection. *Functional Ecology* 21:621– 626.
- Ji X., Zhou W.H., Zhang X.D., y Gu H.Q. (1998). Sexual dimorphism and reproduction in the grass lizard, *Takydromus septentrionalis*. *Russian Journal of Herpetology*, 5:44–48

- Ji, X., y Du, W.G. (2000). Sexual dimorphism in body size and head size and female reproductive in a viviparous skink, *Sphenomorphus indicus*. *Zoological Research*, 21: 349–354.
- Ji, X., Qiu, Q. B., y Diong, C. H. (2002). Sexual dimorphism and female reproductive characteristics in the oriental garden lizard, *Calotes versicolor*, from Hainan, Southern China. *Journal of Herpetology*, 36(1), 1-8.
- Johnson, D. H. (2000). Grassland bird use of Conservation Reserve Program fields in the Great Plains. *Publications of the US Geological Survey*, 29.
- Johnston, P. (2014). Homology of the jaw muscles in lizards and snakes—a solution from a comparative gnathostome approach. *Anatomical Record-Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology*, 297, 574–585.
- 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(10), 3835-3840.
- Kingsolver, J. G., y Huey, R. B. (2008). Size, temperature, and fitness: three rules. *Evolutionary Ecology Research*, 10(2), 251-268.
- Krebs, C. J. (1978). *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Harper and Row, New York.
- Krysko, K. L., J. C. Seitz, J. H. Townsend y K. M. Enge. (2006). The introduced brown basilisk (*Basiliscus vittatus*) in Florida. *Iguana* 13:24-30.
- Lara-Reséndiz, R. A., Arenas-Moreno, D. M., Beltrán-Sánchez, E., Gramajo, W., Verdugo-Molina, J., Sherbrooke, W. C., y Méndez-De la Cruz, F. R. (2015). Selected body temperature of nine species of Mexican horned lizards (Phrynosoma). *Revista mexicana de biodiversidad*, 86(1), 275-278.
- Laerm, J. R. (1973). Aquatic bipedalism in the basilisk lizard: The analysis of an adaptive strategy. *American Midle Naturalist*. 89: 314-333.
- Laerm, J. (1974). A functional analysis of morphological variation and differential niche utilization in basilisk lizards. *Ecology*, 55(2), 404-411.
- Lailvaux, S. P., G. J. Alexander, y M. J. Whiting. (2003). Sex-Based Differences and Similarities in Locomotor Performance, Thermal Preferences, and Escape Behaviour in the Lizard *Platysaurus intermedius wilhelmi*. *Physiolgy Biochemical Zoology* 76:511–521.
- Lappin, A. K., y Husak, J. F. (2005). Weapon performance, not size, determines mating success and potential reproductive output in the collared lizard (*Crotaphytus collaris*). *The American Naturalist*, 166(3), 426-436.
- Lattanzio, M. S., y LaDuke, T. C. (2012). Habitat use and activity budgets of emerald basilisks (*Basiliscus plumifrons*) in northeast Costa Rica. *Copeia*, 2012(3), 465-471.

- Lee, J. C. (1979). Comparative thermal ecology of two lizards. *Oecologia* 44:171-176.
- Lee, J. C. (1996). The amphibians and reptiles of the Yucatan Peninsula. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Lemos-Espinal, J. A., Ballinger, R. E., Sarabia, S. S. y G. R. Smith. (1997) Thermal ecology of the lizard *Sceloporus mucronatus mucronatus* in Sierra del Ajusco, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 42, 344–347.
- Licht, P., Dawson, W. R., y Shoemaker, V. H. (1966). Heat resistance of some Australian lizards. *Copeia*, 162-169.
- Ligon, D. B., y Stone, P. A. (2003). Radiotelemetry reveals terrestrial estivation in Sonoran mud turtles (*Kinosternon sonoriense*). *Journal of Herpetology*, 37(4), 750-754.
- Lin, Z.-H. y Ji, X., (2000). Food habits, sexual dimorphism, and female reproduction of the skink (*Eumeces chinensis*) from a Lishui population in Zhejiang. *Acta Ecologica Sinica* 20, 304–310
- Litzgus, J. D., y Mousseau, T. A. (2004). Home range and seasonal activity of southern spotted turtles (*Clemmys guttata*): implications for management. *Copeia*, 2004(4), 804-817.
- Lovegrove, B. G. (2009). Modification and miniaturization of Thermochron iButtons for surgical implantation into small animals. *Journal of Comparative Physiology Biochememetry Systematical Environment Physiology* 179: 451-458.
- Lovich, J. E., y Gibbons, J. W. (1990). Age at maturity influences adult sex ratio in the turtle *Malaclemys terrapin*. *Oikos*, 126-134.
- Lovich, J. E., y Gibbons, J. W. (1992). A review of techniques for quantifying sexual size dimorphism. *Growth Development and Aging*, 56, 269-269.
- Luna-Reyes, R., Canseco-Márquez, L., Hernández-García, E., y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2013). Los reptiles. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Ed.). *La biodiversidad de Chiapas, Estudio de Estado: México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/Gobierno del Estado de Chiapas*, 319-328.
- Maderson P. F. A. y Bellairs A. D. A. (1962). Culture methods as an aid to experiment on reptile embryos. *Nature* 195, 401-402.
- Madsen, T., y Shine, R. (1993). Phenotypic plasticity in body sizes and sexual size dimorphism in European grass snakes. *Evolution*, 321-325.
- Maia-Carneiro, T., Winck, G. R., Pereira, M. R., y Rocha, C. F. D. (2018). Body orientation for thermoregulation and daily activity cycle of *Mabuya macrorhyncha* (Squamata: Scincidae). *Zoologia (Curitiba)*, No. 35.
- Martín, P. S. (1958). A biogeography of amphibians and reptiles in the Gomez Farias Region, Tamaulipas, Mexico. *Miscellaneous Publish Museum Zoology., University Michigan*. No. 101, 102 pp.

- Maturana, H. R. 1962. A study of the species of the genus *Basiliscus*. Bulletin of Museum of Comparative Zoology 128: 1-34.
- McCoy, C. J. (1965). Life history and ecology of *Cnemidophorus tigris septentrionalis*. (Ph.D. Thesis). University of Colorado, Boulder, Colorado, USA.
- McCoy, C. J. (1968). A Review of the Genus *Laemanctus* (Reptilia, Iguanidae). *Copeia*, 1968(4), 665.
- McCoy, C. J., y G. A. Hoddenbach. (1966). Geographic variation in ovarian cycles and clutch size in *Cnemidophorus tigris* (Teiidae). *Science* 154:1671-1672.
- Melville, J. y Schulte, Li. J. A. (2001). Correlates of active body temperatures and microhabitat occupation in nine species of central Australian agamid lizards. *Austral Ecology*, 2001, vol. 26, no 6, p. 660-669.
- Metcalfe, N.B., Taylor, A.C., Thorpe, J.E., (1995). Metabolic rate, social status, and life-history strategies in Atlantic salmon. *Animal Behavior*, 49, 431–436.
- Middendorf, G. A. y C. A. Simon. (1988). Thermoregulation in the iguanid lizard *Sceloporus jarrovi*: the influences of age, time, and light condition on body temperature and thermoregulatory behaviors. *Southwestern Naturalist* 33: 347–356.
- Minoli, I., Morando, M., y Avila, L. J. (2016). Sexual dimorphism and interspecific head variation in the *Liolaemus melanops* complex (Squamata: Liolaemini) based on geometric morphometrics. *The Herpetological Journal*, 26(3), 225-240.
- Molina, C. y Gutiérrez, P.D.A. (2007). Uso nocturno de perchas en dos especies de Anolis (Squamata: Polychrotidae) en un bosque Andino de Colombia. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 47(22):273-281.
- Morales-Mávil, J. E., Vogt, R. C., y Gadsden-Esparza, H. (2007). Desplazamientos de la iguana verde, *Iguana iguana* (Squamata: Iguanidae) durante la estación seca en La Palma, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical*, 55(2), 709-715.
- Mosauer, W. (1936). The toleration of solar heat in desert reptiles. *Ecology*, 17(1), 56-66.
- Muñoz-Manzano J.A. (2010). Dieta de *Aspidoscelis costata costata* en el sur del Estado de México. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.
- Nathan, R., Getz, W.M., Revilla, E., Holyoak, M., Kadmon, R., Saltz, D. y Smouse, P.E. (2008): A movement ecology paradigm for unifying organismal movement research. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105 (49): 19052–19059.
- Olsson, M. (1993). Male preference for large females and assortative mating for body size in the sand lizard (*Lacerta agilis*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 32, 337-341.
- Olsson, M., y T. Madsen. (1998). Sexual selection and sperm competition in reptiles? Pp. 503–564 in T. R. Birkhead and A. P. Møller, eds. *Sexual selection and sperm competition*. Academic Press, London
- Olsson, M., Shine, R., Wapstra, E., Ujvari, B., y Madsen, T. (2002). Sexual dimorphism in lizard body

shape: the roles of sexual selection and fecundity selection. *Evolution*, 56(7), 1538-1542.

- Ortega, Z., y Pérez-Mellado, V. (2016). Seasonal patterns of body temperature and microhabitat selection in a lacertid lizard. *Acta Oecologica*, 77, 201-206.
- Owen, T. L., Spencer, R. L., y Duckles, S. P. (1991). Effect of age on cold acclimation in rats: metabolic and behavioral responses. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 260(2), R284-R289.
- Patterson, J. W. (1978). Preferred body temperature: seasonal and sexual differences in the lizard *Lacerta vivipara*. *Journal of Thermal Biology*, 3(1), 39-41.
- Pérez-Pérez, A., López-Moreno, A. E., Suárez-Rodríguez, O., Rheubert, J. L., y Hernández-Gallegos, O. (2017). How far do adult turtles move? Home range and dispersal of *Kinosternon integrum*. *Ecology and Evolution*, 7(20), 8220–8231. doi:10.1002/ece3.3339
- Perry, G., y Garland, T. (2002). Lizard home ranges revisited: effects of sex, body size, diet, habitat, and phylogeny. *Ecology*, 83, 1870-1885.
- Petrie, M. (2021). Evolution by sexual selection. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 950.
- Pianka, E. R. (1966). Convexity, desert lizards, and spatial heterogeneity. *Ecology*, 47(6), 1055-1059.
- Pianka, E. R. (1970). On r and K selection. *American Naturalist* 102: 592-597.
- Pianka E. R. (1980) Guild structure in desert lizards. *Oikos* 35, 194–201.
- Pianka, E. R. (1994). Comparative ecology of *Varanus* in the Great Victoria desert. *Australian Journal of Ecology*, 19(4), 395-408.
- Pinder, A. W., Storey, K. B., y Ultsch, G. R. (1992). 10 Estivation and Hibernation. In *Environmental physiology of the amphibians* (Vol. 250). University of Chicago Press.
- Pianka, E. R., y Parker, W. S. (1975). Age-specific reproductive tactics. *The American Naturalist*, 109 (968), 453-464.
- Porter, W. P., J. W. Mitchell, W. A. Beckman, y C. B. DeWitt. (1973). Behavioral implications of mechanistic ecology. *Oecologia* 13:1-54
- Pough, F. Harvey, R. M. Andrews, J. E. Cadle, M. L. Crump, A. H. Savitzky, y K. D. Wells. (1998). *Herpetology*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Quinn, G. P., y Keough, M. J. (2002). *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge university press.
- Radder, R. S., Shanbhag, B. A., y Saidapur, S. K. (2001). Pattern of plasma sex steroid hormone levels during reproductive cycles of male and female tropical lizard, *Calotes versicolor*. *General and comparative endocrinology*, 124(3), 285-292.
- Ramírez-Bautista, A. (1994). Manual y claves ilustradas de los anfibios y reptiles de la región de Chamela, Jalisco, México. Cuadernos 23. Instituto de Biología, UNAM, México, D. F. 127 p.

- Ramírez-Bautista, A., Ramos-Flores, O., Stephenson, B. P., y Smith, G. R. (2008). Reproduction and sexual dimorphism in two populations of *Sceloporus minor* of the Guadalcázar region, San Luis Potosí, Mexico. *The Herpetological Journal*, 18(3), 121-127.
- Rand, A. S., y H. Marx. (1967). Running speed of *Basiliscus basiliscus* on water. *Copeia* 67: 230-233.
- Reaney, L. T., y Whiting, M. J (2003). Picking a tree: habitat use by the tree agama, *Acanthocercus atricollis atricollis*, in South Africa. *African Zoology*, 38(2), 273-278.
- Robert, K y M. Thompson (2003). Reconstructing Thermochron iButtons to Reduce Size and Weight as a New Technique in the Study of Small Animal Thermal Biology, *Herpetological Review*, 2003, 34(2), 130-132.
- Roe, J. H., y Georges, A. (2007). Heterogeneous wetland complexes, buffer zones, and travel corridors: Landscape management for freshwater reptiles. *Biological Conservation*, 135, 67–76.
- Rodríguez-Miranda, L. A., Lozano-Aguilar, L. E., Altamirano-Benavides, M., y Méndez-De la Cruz, F. R. (2021). Thermal ecophysiology of *Basiliscus galeritus* (Squamata: Corytophanidae) in two populations at different altitudes: Does the crest participate actively in thermoregulation? *Journal of Thermal Biology*, 99, 102980.
- Rodríguez-Robles, J., Leal, M., y Losos, J. (2005): Habitat selection by the Puerto Rican yellow-chinned anole, *Anolis gundlachi*. *Canadian Journal of Zoology* 83: 983-988.
- Rose, B. (1982). Lizard home ranges: Methodology and functions. *Journal of Herpetology*, 16, 253-269.
- Rowland, S. D. (1992). Activity, behavior, ecology, and home range of the orange-throated whiptail, *Cnemidophorus hyperythrus beldingi* Cope. (Master's Thesis). California State University, Fullerton, California, USA.
- Ruby, D. E. (1978). Seasonal changes in the territorial behavior of the iguanid lizard *Sceloporus jarrovi*. *Copeia*, 430-438.
- Ruby, D. E., y Dunham, A. E. (1987). Variation in home range size along an elevational gradient in the iguanid lizard *Sceloporus merriami*. *Oecologia*, 71, 473-480.
- Saint Girons H. (1963). Spermatogenese et evolution cyclique de caracteres sexuels secondaires chez les Squamata. *Annales des Sciences Naturelles*. 12 e set 5, 461-478.
- Sanches, V. Q. A., y Grings, D. R. (2018). Daily movement and habitat use of *Iguana iguana* (Linnaeus, 1758) in an urban second growth Amazonian Forest fragment in Brazil. *Herpetology Notes*, 11, 93-96.
- Sajdak, R.A., Nickerson, M.A., Henderson, R.W., y M.W. Moffett. (1980). Notes on the movements of *Basiliscus plumifrons* (Sauria: Iguanidae) in Costa Rica. Milwaukee Public Museum. Contributions in Biology and Geology (36): 1-8.
- Samia, D. S., Møller, A. P., Blumstein, D. T., Stankowich, T., y Cooper Jr, W. E. (2015). Sex differences

in lizard escape decisions vary with latitude, but not sexual dimorphism. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1805), 20150050.

- Sasa, M., y Monros, J. S. (2000). *Dietary Analysis of Helmeted Basilisks, Corytophanes (Reptilia: Corytophanidae)*. *The Southwestern Naturalist*, 45(3), 358.
- Sartorius, S. S., J. P. S. do Amaral, R. D. Durtsche, C. M. Deen, y W. I. Lutterschmidt. (2002). Thermoregulatory accuracy, precision, and effectiveness in two sanddwelling lizards under mild environmental conditions. *Canadian Journal of Zoology* 80: 1966–1976.
- Savage, J.M. (2002). *The Amphibians and Reptiles of Costa Rica: A Herpetofauna between Two Continents, Between Two Seas*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Schall, J. J. (1977). Thermal ecology of five sympatric species of *Cnemidophorus* (Sauria: Teiidae). *Herpetologica*, 261-272.
- Schoener, R. T.W. (1967). The ecological significance of sexual dimorphism in size in the lizard *Anolis conspersus*. *Science* 155: 474-477.
- Schoener T. W. (1969). Models of optimal size for solitary predators. *American Naturalist* 103:277-313.
- Schwarzkopf, L., y Shine, R. (1991). Thermal biology of reproduction in viviparous skinks, *Eulamprus tympanum*: why do gravid females bask more? *Oecologia*, 88, 562-569.
- Sears, M. W., Angilletta Jr, M. J., Schuler, M. S., Borchert, J., Dilliplane, K. F., Stegman, M. y Mitchell, W. A. (2016). Configuration of the thermal landscape determines thermoregulatory performance of ectotherms. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(38), 10595-10600.
- Seebacher, F. y R. Shine. (2004). Evaluating thermoregulation in reptiles: the fallacy of the inappropriately applied method. *Physiological and Biochemical Zoology* 77:688– 695.
- Selander, R. K. (1972). Sexual selection and dimorphism in birds. Pages 180-230 in B. Campbell, ed. *Sexual selection and the descent of man*. Aldine, Chicago.
- Shenbrot G. I., Rogovin K. A. y Surov A. V. (1991) Comparative analysis of spatial organisation of desert lizard communities in Middle Asia and Mexico. *Oikos* 61, 157–68.
- Shine, R. (1989). Ecological causes for the evolution of sexual dimorphism: a review of the evidence. *Quart. Rev. Biol.* 64: 419–461.
- Sievert, L. M., y Hutchison, V. H. (1991). The influence of photoperiod and position of a light source on behavioral thermoregulation in *Crotaphytus collaris* (Squamata: Iguanidae). *Copeia*, 105-110.
- Sinervo, B. (1990). Evolution of thermal physiology and growth rate between populations of the western fence lizard (*Sceloporus occidentalis*). *Oecologia*, 83, 228-237.
- Sinervo, B Mendez-De-La-Cruz, F., Miles, D. B, Heulin, B. Bastiaans, E., Villagrán-Santa Cruz, M., y Sites Jr, J. W. (2010). Erosion of lizard diversity by climate change and altered thermal niches. *Science*, 328(5980), 894-899.

- Slavenko, A., Itescu, Y., Ihlow, F., y Meiri, S. (2016). Home is where the shell is: predicting turtle home range sizes. *Journal of Animal Ecology*, 85(1), 106-114.
- Smith, G. R., y Ballinger, R. E. (1994). Thermal ecology of *Sceloporus virgatus* from southeastern Arizona, with comparison to *Urosaurus ornatus*. *Journal of Herpetology*, 65-69.
- Stafford, P. J., y Mallory, E. P. (2002). Egg-laying habits of the Middle American arboreal lizard *Laemanctus longipes*, with particular reference to nest site selection. *Herpetological bulletin*, 30-31.
- Stamps, J. A. (1983). Sexual selection, sexual dimorphism, and territoriality in lizards. Pages 169-204 in R. B. Huey, E. R. Pianka, y T. W. Schoener, eds. *Lizard ecology: studies on a model organism*. Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- Stapley, J. (2006). Individual variation in preferred body temperature covaries with social behaviours and colour in male lizards. *Journal of Thermal Biology*, 31(4), 362-369.
- Stevens, T.P. (1982). Body temperatures of montane *Cnemidophorus inornatus* (Reptilia: Teiidae). *The Southwestern Naturalist* 27:232-234.
- Stuart, L. C. (1948). The amphibians and reptiles of Alta Verapaz, Guatemala. *Miscellaneous publications, University of Michigan, Museum of Zoology*, No. 69, 109 pp.
- Stuart-Fox, D. M., A. Moussalli, N. J. Marshall, y I. P. F. Owens. (2003). Conspicuous males suffer higher predation risk: visual modelling and experimental evidence from lizards. *Animal Behaviour* 66:541– 550.
- Stuart-Fox, D. M., y Ord, T. J. (2004). Sexual selection, natural selection and the evolution of dimorphic coloration and ornamentation in agamid lizards. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 271(1554), 2249-2255.
- Suárez-Varón, G. (2015). Ecología de *Basiliscus vittatus* (*Squamata Corytophanidae*) estructura poblacional y proporción sexual (Tesis). Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.
- Suárez-Varón, G., Suárez-Rodríguez, O., Gribbins, K. M., y Hernández Gallegos, O. (2016) *Basiliscus vittatus* oviposition site. *Mesoamerican herpetology*, 3, 1006-1007.
- Suárez-Varón, G. (2017) Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (*Squamata Corytophanidae*) estructura poblacional y proporción sexual (Tesis de Maestría). Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.
- Suárez-Varón, G., Suárez-Rodríguez, O., Granados-González, G., Villagran-Santa Cruz, M., Gribbins, K. M., Cortez-Quezada, D. Hernández Gallegos, O. (2019). Relative clutch mass of *Basiliscus vittatus* *Weigmann, 1828* (*Squamata Corytophanidae*): female morphological constrains. *Herpetozoa*, 32, 211-219.
- Suárez-Varón, G., Mendoza-Cruz, E., Acosta, A., Cruz, M. V. S., Cortez, D., y Hernández-Gallegos, O.

- (2022). A study of thermally-induced sex reversal in casque-headed lizards. *bioRxiv*, 2022-01.
- Tattersall, G. J., Leite, C. A., Sanders, C. E., Cadena, V., Andrade, D. V., Abe, A. S., y Milsom, W. K. (2016). Seasonal reproductive endothermy in tegu lizards. *Science Advances*, 2(1), e1500951.
 - Taylor, G. W., Santos, J. C., Perrault, B.J., Morando, M., Vásquez Almazán, C. R., y Sites Jr, J. W. (2017). Sexual dimorphism, phenotypic integration, and the evolution of head structure in casque-headed lizards. *Ecology and Evolution*, 7(21), 8989-8998.
 - Tinkle, D. W. (1967). The life and demography of the side-blotched lizard, *Uta stansburiana*.
 - Tinkle, D. W., y R. E. Ballinger. (1972). *Sceloporus undulatus*: a study of the intraspecific comparative demography of a lizard. *Ecology* 53:570-584.
 - Tokeshi M. (1999). Species coexistence: ecological and evolutionary perspectives. Blackwell Science, Oxford.
 - Truter, J. C., Van Wyk, J. H., y Mouton, P. L. F. N. (2014). An evaluation of daily, seasonal, and population-level variation in the thermal preference of a group-living lizard, *Ouroborus cataphractus* (Sauria: Cordylidae). *Amphibia-Reptilia*, 35(4), 391-403.
 - Uetz, P. (editor), The Reptile Database, <http://www.reptile-database.org>, consultado el 23 de mayo de 2022.
 - Uetz, P., Freed, P., Aguilar, R., Reyes, F. y Hošek, J. (eds.) (2023) The Reptile Database, <http://www.reptile-database.org>, acceso [25 de septiembre de 2023]
 - Uller, T., y Olsson, M. (2003). Prenatal exposure to testosterone increases ectoparasite susceptibility in the common lizard (*Lacerta vivipara*). *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270(1526), 1867-1870.
 - Urbina, J. N. y M. C. Lodoño. (2003). Distribución de la comunidad de herpetofauna asociada a cuatro áreas con diferente grado de perturbación en la Isla Gorgona, Pacífico colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencia* 27:105- 113.
 - Urbina-Cardona, J. N., y Reynoso, V. H. (2005). En Los Tuxtlas, Veracruz, México.
 - Urbina-Cardona, J. N., Olivares-Pérez, M., y Reynoso, V. H. (2006). Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across a pasture–edge–interior ecotone in tropical rainforest fragments in the Los Tuxtlas Biosphere Reserve of Veracruz, Mexico. *Biological Conservation*, 132(1), 61-75.
 - Valdecantos, S., Martínez, V., Lobo, F., y Cruz, F. *Basiliscus* (2013). Thermal biology of *Liolaemus* lizards from the high Andes: Being efficient despite adversity. *Journal of Thermal Biology*, 38(3), 126-134.
 - Van Devender, T. W. (1978). Growth ecology of a tropical lizard, *Basiliscus basiliscus*. *Ecology* 59: 1031-1038.

- Van Devender, R. (1982). Comparative demography of the lizard *Basiliscus basiliscus*. *Herpetologica*, 38(1):189-208.
- Van Winkel, D. y J. Weihong (2014). Attaching radio-transmitters to geckos: trials and tribulations. *Herpetological Review*, 45(1), 13-17.
- Vaughan, C; O. Ramírez; G. Herrera, E. Fallas y R. W. Henderson, (2007). Home range and habitat use of *Basiliscus plumifrons* (Squamata: Corytophanidae) in an active Costa Rican cacao farm, *Applied Herpetology*, 8:463-513.
- Verwajen, D., y Van Damme, R. (2007). Does foraging mode mould morphology in lacertid lizards?. *Journal of Evolutionary Biology*, 20, 1950– 1961.
- Verwajen, D. y Van Damme, R. (2008). Wide home ranges for widely foraging lizards. *Zoology*, 111, 37-47.
- Vickers, M., y Schwarzkopf, L. (2016). A simple method to predict body temperature of small reptiles from environmental temperature. *Ecology and Evolution*, 6(10), 3059-3066.
- Vidal Maldonado, M. (2011). Eye orbit geometric shape in *Liolaemus* as an indicator of polygyny or monogamy. *Gayana* 75, 155–160.
- Vidal, M.A., Ortiz, J.C., Ramírez, C.C. y Lamborot, M. (2005). Intraspecific variation in morphology and sexual dimorphism in *Liolaemus tenuis* (Tropiduridae). *Amphibia-Reptilia* 26, 343–351.
- Vitt, L. J. y J. P. Caldwell. (2014). *Herpetology. An introductory biology of amphibians and reptiles*. 4th Edition. Elsevier, U. K.
- Vitt, L. J., y G. R. Colli. (1994). The geographical ecology of a neotropical lizard: *Ameiva ameiva* (Teiidae) in Brazil. *Canadian Journal of Zoology* 72:1986-2008.
- Vitt, L. J., y J. D. Congdon. (1978). Body shape, reproductive effort, and relative clutch mass in lizards: Resolution of a Paradox. *American Naturalist* 112: 595-608.
- Vitt, L. J., y W. E. Cooper, Jr. (1985). The evolution of sexual dimorphism in the skink *Eumeces laticeps*: an example of sexual selection. *Canadian Journal Zoology* 63:995-1002.
- Warner, D. A., J. Thomas, y R. Shine. (2006). A Simple and reliable method for attaching radio-transmitters to lizards. *Herpetological Conservation and Biology*. 1:129–131.
- Whiting, M.J., Nagy, K.A. y P.W. Bateman, (2003). Evolution and maintenance of social status-signalling badges: experimental manipulations in lizards. In: Fox, S.F., McCoy, J.K., Baird, T.A. (Eds.), *Lizard Social Behaviour*. John Hopkins University Press, Maryland, pp. 47–82.
- Williams, G. C. (1966). *Adaptation and Natural Selection*. Princeton, Princeton University Press: 307 pp.
- Woolbright, L. L. (1983). Sexual selection and size dimorphism in anuran amphibia. *American Naturalist*. 121:110- 119.
- Woolrich-Piña, G. A., Lemos-Espinal, J. A., Smith, G. R., Oliver-López, L., Correa-Sánchez, F., Altamirano-

- Álvarez, T. A., y Montoya-Ayala, R. (2012). Thermal ecology of the lizard *Sceloporus gadoviae* (Squamata: Phrynosomatidae) in a semiarid region of southern Puebla, Mexico. *Phyllomedusa: Journal of Herpetology*, *11*(1), 21-27.
- Zagar, A., Gomes, V., y Sillero, N. (2023). Selected microhabitat and surface temperatures of two sympatric lizard species. *Acta Oecologica*, *118*, 103887.
 - Zar H.J., (1999), *Biostatistical Análisis*, Fourth edition, Prentice Hall, U.S.A., 663 pp.
 - Zhang, Y. P., y Ji, X. (2000). Ontogenetic changes of sexual dimorphism in head size and food habit in grass lizard, *Takydromus septentrionalis*. *Zoological Research*, *21*(3), 181-186.
 - Zhang, L., y Lu, X. (2013). Sexual size dimorphism in anurans: ontogenetic determination revealed by an across-species comparison. *Evolutionary Biology*, *40*, 84-91.
 - Zug, G. R., Vitt, L., y Caldwell, J. P. (2001). *Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles*. Academic press.