

DIMORFISMO SEXUAL EN LA LAGARTIJA VIVÍPARA *SCELOPORUS SERRIFER* (SQUAMATA: PHRYNOSOMATIDAE) EN EL SURESTE DE SU DISTRIBUCIÓN

SEXUAL DIMORPHISM IN THE VIVIPAROUS LIZARD *SCELOPORUS SERRIFER* (SQUAMATA: PHRYNOSOMATIDAE) IN THE SOUTHEAST OF ITS DISTRIBUTION

Mariana Rodríguez-González¹, Aaron García-Rosales^{1*}, Miguel A. Armella-Villalpando^{1†} & Aurelio Ramírez-Bautista²

¹Laboratorio de Ecología Animal, Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco No 186, Vicentina, Iztapalapa, 09340, CDMX, México.

²Laboratorio de Ecología del Paisaje y Ordenamiento Ambiental, Centro de Investigación Biológica, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Km 4.5 carretera Pachuca-Tulancingo, 42184, Mineral de La Reforma, Hidalgo, México.

*Correspondence: aarongarcia23@gmail.com

Received: 2024-08-25. Accepted: 2024-12-10. Published: 2024-04-22.

Editor: Itzcóatl Maldonado Reséndiz, México.

Abstract.– In lizards, sexual dimorphism in size can vary in three distinct patterns: a) males larger than females, b) females larger than males, or c) males and females of the same size. In addition, these patterns can also vary among populations of the same species and among years for the same population. In the present study we analyzed some morphological traits of adult males and females of the viviparous lizard *Sceloporus serrifer* over two years (1999 and 2000) in a southern region of Mexico. Males had larger heads (length, height and width), and hind limbs (femur, tibia and length of the fourth toe of the left hind paw) than females. Head width, femur and tibia length, and length of the fourth finger showed significant differences in both years, while the head length and height only exhibited variation in one of the two years analyzed. On the other hand, no significant differences were recorded in snout-vent length, jaw length and width, forearm length, and armpit-groin distance in any of the years analyzed. This study provides new information on the biology of *S. serrifer*, as well as the variation in sexual dimorphism between years.

Keywords.– Body size, inter-sexual variation, length of limbs, morphometric traits.

Resumen.– En lagartijas, el dimorfismo sexual en tamaño puede variar en tres patrones distintos: a) machos más grandes que las hembras, b) hembras más grandes que los machos, o c) machos y hembras de la misma talla. Estos patrones también pueden variar entre poblaciones de la misma especie y entre años para una misma población. En el presente estudio analizamos algunos rasgos morfológicos de machos y hembras adultas de la lagartija vivípara, *Sceloporus serrifer* en un periodo de dos años (1999 y 2000) en la región sureste de México. Los machos tienen la cabeza (largo, alto y ancho), y extremidades posteriores (fémur, tibia y largo del cuarto dedo de la pata posterior izquierda) más grandes que las hembras. El ancho de la cabeza, longitud del fémur, tibia y longitud del cuarto dedo, mostraron diferencias significativas en ambos años, mientras que la longitud y alto de la cabeza solo exhibieron variación en uno de los dos años analizados. Por otra parte, no se registraron diferencias significativas en la longitud hocico-cloaca, largo y ancho de la mandíbula, largo del antebrazo y distancia axila-ingle en ninguno de los años analizados. Este estudio proporciona nueva información sobre la biología de *S. serrifer*, así como de la variación del dimorfismo sexual entre años.

Palabras clave.– Longitud de las extremidades, rasgos morfométricos, tamaño corporal, variación inter-sexual.

INTRODUCCIÓN

El dimorfismo sexual, se define como las variaciones fenotípicas no relacionadas con los órganos sexuales que se presentan entre individuos adultos de diferente sexo de una especie (Lande, 1980). En lagartijas, el dimorfismo sexual es un fenómeno frecuente, el cual se puede observar en diferentes rasgos morfológicos, como el tamaño del cuerpo, la cabeza, la mandíbula, la longitud de las extremidades, coloración, entre otros (Kadry et al., 2017). En México, las lagartijas del género *Sceloporus* son de las más diversas (Flores-Villela & García-Vázquez, 2014), ya que contiene alrededor de 106 especies (Uetz et al., 2023). Los individuos de este género son diversos en forma (robustos, esbeltos o aplanados dorso-ventralmente), tamaño (que va de los 45 a 175 mm de longitud hocico-cloaca [LHC] en individuos adultos), hábitos (arborícolas, terrestres o saxícolas), en su ecología trófica (insectívoros, generalistas, forma de forrajeo), tipo de paridad (ovíparos y vivíparos) y rasgos fisiológicos (forma de termorregular), entre otros (Ramírez-Bautista et al., 2014). Además, varias especies de este género presentan dimorfismo sexual en el tamaño del cuerpo (LHC), patrones de coloración (Fitch, 1981; Hernández-Salinas et al., 2010; García-Rosales et al., 2017), características ecológicas y conductuales (dieta, agresividad y extensión del rango hogareño: Hierlihy et al., 2013; García-Rosales et al., 2021a).

Los sceloporinos pueden presentar tres patrones de variación morfológica intrapoblacional en el tamaño corporal: a) machos más grandes que las hembras, b) hembras más grandes que los machos, o c) machos y hembras de la misma talla (Ramírez-Bautista et al., 2013). En especies como *S. mucronatus* (Rodríguez, 2006), *S. torquatus* (Feria-Ortiz et al., 2001), *S. grammicus* (Hernández-Salinas et al., 2010), *S. siniferus* (Hierlihy, 2013), *S. horridus horridus* (Valencia-Limón et al., 2014), *S. gadoviae* (García, 2014) y *S. spinosus* (Hidalgo, 2016), se ha registrado que los machos son más grandes en talla y/o tienen la mandíbula más grande que las hembras. Estas diferencias morfológicas se asocian con la selección sexual, ya que se ha observado que los machos con tallas y/o mandíbulas más grandes, son más exitosos en los encuentros agonísticos frente a otros machos conespecíficos (Olsson et al., 2002), adquiriendo así un estatus jerárquicamente superior (Carothers, 1984), que les permite conseguir territorios más grandes y/o de mejor calidad (García-Rosales et al., 2021a), así como un mayor número de hembras (Stamps, 1983). Sin embargo, el tamaño de las estructuras mandibulares y/o de la cabeza, también podrían estar asociados con la ingesta de alimento (Lemos-Espinal et al., 2002), ya que individuos con cabeza y/o estructuras mandibulares más grandes, tienen una mayor fuerza de mordida y, por lo tanto, pueden consumir presas más grandes y/o duras (Herrel et al., 1999), reduciendo

la competencia por el alimento (Schoener, 1967; Verwajen et al., 2002; Donihue et al., 2023).

Por otra parte, en *S. virgatus* (Cox & John-Alder, 2005) y *S. bicanthalis* (Crisóstomo-Pérez, 2012), las hembras son más grandes que los machos. Este patrón de dimorfismo sexual en tamaño se explica por la hipótesis de fecundidad, ya que las crías que tienen las hembras más grandes aumentan proporcionalmente con el aumento del tamaño del cuerpo (Manjarrez et al., 2014; Michael et al., 2014; Pincheira-Donoso & Hunt, 2017). Por otro lado, en *S. formosus* (Ramírez-Bautista & Pavón, 2009), *S. taeniocnemis* (Fitch, 1978) y *S. spinosus* (Ramírez-Bautista et al., 2013), no se observa dimorfismo sexual en el tamaño, lo que podría estar relacionado con la disponibilidad y abundancia de los recursos, que las presiones de selección para machos y hembras son similares, y/o que la comunicación intra específica se da a través de otros rasgos fenotípicos, como los patrones de color diferentes entre hembras y machos (Ramírez-Bautista & Pavón, 2009; García-Rosales et al., 2021b).

El dimorfismo sexual se puede ver afectado por diferentes presiones, como la tasa de mortalidad en las diferentes clases de edad de alguno de los sexos, proporción de sexos, el recurso espacio y alimento, entre otros (Berns, 2013). Por lo tanto, el dimorfismo sexual puede variar entre poblaciones de la misma especie, y entre años para una misma población (Ramírez-Bautista et al., 2015, 2016; García-Rosales et al., 2017). Por ejemplo, Ramírez-Bautista et al. (2015), reportaron variación en diferentes rasgos morfológicos entre sexos y entre años en *S. siniferus*; en contraste, *S. aeneus* mostró dimorfismo sexual sesgado hacia los machos; así como variación morfológica entre hembras y entre machos a través de los años, pero no se registró dimorfismo sexual entre años (Ramírez-Bautista et al., 2016). En este sentido, pocos estudios han evaluado la variación morfológica entre años para una misma población; por lo que, no se ha detectado un patrón de variación constante entre años.

Sceloporus serrifer (lagartija escamosa del Ocelote) es una especie vivípara que se distribuye desde el noroeste de México hasta Guatemala y Belice, se encuentra desde los 0 hasta los 1,800 m s.n.m. (Ramírez-Bautista et al., 2014). Es una especie de talla mediana, con una LHC máxima de 90 mm (Martínez-Méndez et al., 2011), y con una longitud de cola (LC) de aproximadamente 1.6 veces la LHC (Dixon & Lemos-Espinal, 2010). Diferentes estudios han evaluado algunos aspectos de su biología (Martínez-Méndez et al., 2011, 2012, 2015; Badillo-Saldaña et al., 2016); sin embargo, se conoce muy poco sobre su historia natural, por ejemplo, la

variación en los rasgos morfológicos a nivel intra poblacional, así como su posible variación interanual. Información que es necesaria para aumentar el conocimiento sobre la biología de esta especie, así como para incrementar el conocimiento sobre la teoría del dimorfismo sexual. Por esto, el objetivo general de este trabajo fue analizar algunos rasgos morfométricos de machos y hembras adultas de *S. serrifer* de la región sureste de México, colectados a lo largo de dos años (1999 y 2000). El dimorfismo sexual es un fenómeno que se ha reportado en varias especies del género *Sceloporus*; además, se ha registrado que diferentes especies de este género son territoriales y poligínicas (Stamps, 1983; Feria-Ortiz et al., 2001). Por lo tanto, esperamos que los machos de *S. serrifer* sean más grandes que las hembras y que exista variación entre años en alguno de los rasgos morfométricos medidos entre machos y hembras.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

Los individuos analizados para este estudio provienen del municipio de Mérida, el cual se encuentra localizado en el estado de Yucatán (21° 58' 48" N, 89° 37' 58" W). El tipo de vegetación que predomina es la selva baja (Rzedowski, 2006). La temperatura promedio anual es de 26.76 °C, con una precipitación total anual de 1,039 mm y una altitud de 9 m s.n.m. (INEGI, 2018).

Obtención de datos

Para este estudio se midieron un total de 85 organismos adultos con una LHC mínima de 77 mm para los machos y 76 mm para las hembras (talla mínima a la madurez sexual; Rivera-Morales, 2001). Los organismos se obtuvieron del material depositado en la Colección Nacional de Anfibios y Reptiles (CNAR) y de la Colección de Herpetología del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" de la Facultad de Ciencias, ambas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). La identificación de los organismos a nivel de especie fue realizada por la primera autora (MRG) y el autor de correspondencia (AGR) con base en las características morfológicas de los organismos, y la determinación del sexo se hizo con base en el par de escamas post-cloacales agrandadas presentes sólo en los machos. Además, se obtuvieron los datos del lugar y fecha de colecta de cada organismo.

Medidas morfométricas

Para el análisis morfométrico, a cada organismo se le tomaron las siguientes medidas: longitud hocico-cloaca (LHC; distancia desde la punta de la escama rostral hasta la cloaca), longitud de

la cabeza (LCA; distancia desde la punta anterior de la escama rostral hasta el margen posterior del oído izquierdo), ancho de la cabeza (AC; ancho máximo de la cabeza, medido como la distancia entre el margen posterior de los oídos externos izquierdo y derecho), altura de la cabeza (ALC; distancia máxima entre los lados dorsal y ventral de la cabeza), longitud de la mandíbula (LM; distancia desde la punta de la escama rostral hasta el punto de máxima anchura del lado izquierdo de la mandíbula), ancho de la mandíbula (AM; la distancia máxima entre los lados izquierdo y derecho de la mandíbula), longitud del fémur (LF; distancia desde el ángulo de la ingle hasta la rodilla), longitud de la tibia (LT; distancia desde la rodilla hasta la almohadilla del pie), longitud del antebrazo (LAN; distancia desde el codo hasta la almohadilla del pie), distancia axila-ingle (DAI; distancia desde la axila de la extremidad anterior hasta la ingle de la extremidad posterior) y longitud del cuarto dedo de la pata posterior izquierda (L4D; distancia desde la base del dedo hasta antes de llegar a la garra). Todas estas medidas fueron tomadas con ayuda de un vernier digital marca Yugener® con precisión de 0.02 mm.

Análisis estadístico

Para quitar el efecto de la LHC sobre las demás variables morfométricas, se realizaron regresiones lineales simples y así obtener los residuales de las otras 10 variables. Posteriormente, para evaluar la posible variación morfológica entre sexos y años, se realizaron pruebas de ANOVA para aquellas variables que cumplieron con los supuestos de normalidad (alto de la cabeza y largo de la tibia) o pruebas Kruskal-Wallis para el resto de las variables las cuales no cumplieron con los supuestos de normalidad (Zar, 1999). Si alguna de las pruebas resultó significativa ($P < 0.05$), se realizó una prueba pos-hoc (Tukey-Kramer para los ANOVAs o Mann-Whitney para los Kruskal-Wallis). Para los ANOVAs o Kruskal-Wallis se utilizaron los datos en bruto de la LHC y los residuales de las otras variables morfométricas. Todos los análisis se realizaron en el programa libre Past versión 4.10. Para la estadística descriptiva se muestra la media \pm la desviación estándar.

RESULTADOS

La LHC promedio de los machos del año 1999 (91.06 ± 7.30 mm) y del 2000 (92.01 ± 7.62 mm) fue ligeramente superior al de las hembras en sus respectivos años (88.19 ± 7.23 mm y 88.89 ± 6.09 mm); sin embargo, no se registraron diferencias significativas en la LHC entre sexos en ninguno de los años ($H = 3.23$, $P = 0.35$; Tabla 1). De igual manera, no se registraron diferencias significativas en el largo y ancho de la mandíbula, largo del

Table 1. Descriptive statistics of the morphometric traits of males and females of *Sceloporus serrifer* collected in the municipality of Mérida, Yucatán. The sample size is in parentheses next to each sex. For morphometric measurements, the mean \pm standard deviation is reported, and the ranges are indicated in parentheses. In addition, the value of ANOVA test (F) or Kruskal-Wallis (H) as the case may be and the P value are shown. * = F

Tabla 1. Estadística descriptiva de los rasgos morfométricos de machos y hembras de *Sceloporus serrifer* colectados en el municipio de Mérida, Yucatán. El tamaño de muestra se encuentra entre paréntesis al lado de cada sexo. Para las medidas morfométricas, se reporta la media \pm desviación estándar, y entre paréntesis se indican los rangos. Además, se muestra el valor de la prueba de ANOVA (F) o Kruskal-Wallis (H) según fue el caso y el valor de P . * = F

	1999		2000		F/H	P
	Machos (22)	Hembras (30)	Machos (15)	Hembras (18)		
Longitud hocico-cloaca	91.06 \pm 7.30 (79.42-102.76)	88.19 \pm 7.23 (76.26-100.04)	92.01 \pm 7.62 (82.55-103.36)	88.89 \pm 6.09 (77.49-98.85)	3.23	0.35
Largo cabeza	20.87 \pm 1.51 (18.13-24.33)	19.84 \pm 1.52 (17.16-23.25)	21.19 \pm 1.52 (19.00-24.48)	19.96 \pm 1.32 (17.23-22.30)	7.99	0.04
Ancho cabeza	20.29 \pm 1.77 (17.18-24.56)	18.44 \pm 1.86 (14.44-21.84)	20.19 \pm 1.52 (17.66-22.29)	18.76 \pm 1.42 (16.41-20.83)	17.07	0.0006
Alto cabeza	12.75 \pm 1.54 (10.41-16.94)	11.18 \pm 1.26 (8.76-14.40)	12.55 \pm 1.21 (10.26-14.99)	11.35 \pm 0.83 (9.94-12.88)	7.44*	0.0001
Largo mandíbula	13.68 \pm 0.90 (11.96-15.46)	13.19 \pm 1.70 (9.96-17.71)	14.50 \pm 1.84 (11.93-17.17)	13.36 \pm 1.22 (11.70-16.45)	3.6	0.30
Ancho mandíbula	16.92 \pm 1.45 (14.29-19.78)	15.80 \pm 1.40 (12.40-18.34)	16.90 \pm 2.08 (13.52-19.43)	15.73 \pm 1.25 (14.07-19.04)	8.71	0.06
Fémur	16.16 \pm 2.03 (12.15-20.52)	14.76 \pm 1.44 (12.37-19.13)	16.49 \pm 2.26 (12.95-19.80)	14.15 \pm 1.28 (11.33-16.53)	17.96	0.0004
Tibia	15.37 \pm 1.93 (12.02-19.63)	13.30 \pm 1.19 (10.37-15.43)	15.11 \pm 2.17 (12.54-19.43)	13.32 \pm 1.33 (11.39-15.67)	9.34*	0.00002
Antebrazo	13.54 \pm 1.72 (11.25-18.89)	12.52 \pm 1.35 (9.32-14.93)	14.32 \pm 2.51 (10.04-19.43)	12.79 \pm 1.27 (10.04-15.15)	6.30	0.09
Distancia axila-ingle	40.60 \pm 4.53 (33.14-47.77)	39.60 \pm 4.19 (30.71-48.55)	41.01 \pm 4.16 (34.62-48.55)	40.74 \pm 4.28 (31.83-46.57)	3.38	0.33
Largo del 4to dedo	14.49 \pm 1.05 (12.18-16.50)	13.66 \pm 1.20 (11.22-15.77)	14.83 \pm 0.70 (13.64-15.83)	13.86 \pm 1.12 (10.68-16.25)	11.97	0.007

antebrazo y la distancia axila-ingle en ninguno de los años analizados (Tabla 1).

Por otra parte, se registraron diferencias significativas entre sexos en la LCa ($H = 7.99$, $P = 0.04$). Los machos colectados en el año 2000 (21.19 ± 1.64 mm), mostraron una mayor longitud de la cabeza en comparación con las hembras de ese mismo año (19.96 ± 1.32 mm; $P = 0.03$; Tabla 1), pero no hubo diferencias significativas entre los individuos colectados en 1999 ($P = 0.07$; Tabla 1). Así también, se registraron diferencias significativas en el AC ($H = 17.07$, $P < 0.001$). En este sentido, los machos del año 1999 y 2000 mostraron un mayor AC (20.29 ± 1.77 mm y

20.19 ± 1.52 mm respectivamente) en comparación con las hembras (18.44 ± 1.86 mm; $P = 0.004$ y 18.76 ± 1.42 mm; $P = 0.001$ respectivamente; Tabla 1). De la misma forma, se observaron diferencias en el ALC ($F = 7.44$, $P < 0.001$). Los machos de 1999 (12.75 ± 1.54 mm) mostraron una mayor altura de este rasgo, con respecto a las hembras de ese mismo año (11.18 ± 1.26 mm; $P < 0.001$), pero no se registraron diferencias entre machos (12.56 ± 1.21 mm) y hembras (11.35 ± 0.83 mm; $P = 0.11$) en el año 2000 (Tabla 1).

Por otra parte, se registraron diferencias en el LF ($H = 17.96$, $P < 0.001$), LT ($F = 9.34$, $P < 0.001$) y L4D ($H = 11.97$, $P = 0.007$). En

ambos años, los machos mostraron un mayor tamaño en cada uno de los rasgos antes mencionados en comparación con las hembras (Tabla 1).

DISCUSIÓN

En las especies del género *Sceloporus*, los machos pueden ser más grandes que las hembras, las hembras pueden ser más grandes que los machos, o bien ambos sexos pueden ser del mismo tamaño (Ramírez-Bautista et al., 2013). En este sentido, los resultados de este estudio, mostraron que en 1999 y 2000, los machos fueron más grandes en la LHC que las hembras; sin embargo, estas diferencias no fueron significativas. Este mismo patrón lo reportó Rivera-Morales (2001), quien menciona que los machos son ligeramente más grandes en talla (92.30 ± 1.60 mm), en comparación con las hembras (91.20 ± 1.20 mm), pero esto último no fue probado estadísticamente; lo cual, podría llevar a pensar que el dimorfismo sexual puede presentarse en otras características morfológicas tal como el tamaño de la cabeza, mandíbula y/o extremidades, o en los patrones de coloración (Ramírez-Bautista & Pavón, 2009; Ramírez-Bautista et al., 2013).

Por otra parte, nuestros resultados mostraron que los machos tienen estructuras de la cabeza (largo, ancho y alto) y extremidades posteriores más grandes que las hembras. Esta variación en las dimensiones de la cabeza sesgado a los machos, podría estar relacionado con la selección sexual, ya que un mayor tamaño de la cabeza podría tener una mayor inserción de músculos abductores en la mandíbula (Aguilar-Moreno et al., 2010), para tener una mayor fuerza de mordida, lo que ofrece una ventaja durante los encuentros agonísticos (Naretto et al., 2016), o para sujetar de manera más firme a la hembra durante el apareamiento (Pyron & Camp, 2007). Sin embargo, las diferencias intersexuales en el tamaño de la cabeza, también podrían estar relacionados con la dieta, ya que aquellos organismos con mandíbulas más grandes y/o fuertes, podrían consumir presas de mayor tamaño y/o dureza (Hidalgo, 2016), generando divergencia por el recurso alimenticio, para disminuir la competencia intersexual por este recurso (Aguilar-Moreno et al., 2010; Hierlihy et al., 2013).

Por otra parte, también se registró que los machos tienen una mayor longitud de las extremidades traseras en comparación con las hembras. Generalmente el tamaño de las patas traseras se relaciona con la velocidad de carrera (Damme et al., 1998); es decir, las extremidades posteriores más largas favorecen a las lagartijas para tener zancadas más largas, y, por lo tanto, una mayor velocidad en superficies relativamente planas y abiertas, ya sea para intentar escapar de un depredador o durante

el forrajeo para atrapar a su presa (Hidalgo, 2016). En este sentido, en especies donde los machos presentan patrones de coloración más conspicuos que las hembras (como en *S. serrifer*), probablemente son detectados con mayor facilidad por los depredadores, por lo que, esta presión de selección, ha favorecido tener extremidades más largas para una mayor supervivencia (Villamil et al., 2017). Además, se ha reportado que los machos de varias especies del género *Sceloporus*, son territoriales, por lo tanto, una mayor velocidad de carrera podría ser importante para una defensa del territorio más activa (Villamil et al., 2017).

Asimismo, el dimorfismo sexual no fue constante en los dos años analizados, ya que rasgos como LCa y ALc sólo mostraron diferencias en un año. Diferentes autores han mencionado que este tipo de variación podría ser una respuesta a las condiciones ambientales, cómo la temperatura y la humedad, las cuales pueden influir en la disponibilidad y abundancia de recursos, y a su vez, influir en el dimorfismo sexual (Hierlihy et al., 2013; Ramírez-Bautista et al., 2015, 2016). De manera alterna, se sabe que el dimorfismo sexual se relaciona con la selección sexual, la cual, puede variar en intensidad entre poblaciones de la misma especie y entre años en una misma población (Baird et al., 1997), por lo tanto, un cambio en la intensidad de selección sexual, pudo haber ocasionado esa diferencia en el tamaño de la cabeza entre años.

En conclusión, no se encontraron diferencias en la talla (LHC), largo y ancho de la mandíbula, largo del antebrazo y la distancia axila-ingle entre machos y hembras. Por otra parte, se registró que los machos tienen estructuras de la cabeza, longitud del fémur, tibia y longitud del cuarto dedo de la pata posterior izquierda más grande que las hembras, aunque lo anterior no mostró diferencias significativas de manera constante durante los dos años analizados. Los estudios que se enfocan en las variaciones del dimorfismo sexual en tamaño entre años son escasos; por lo que, no se ha detectado un patrón de variación constante, ni se ha determinado la fuerza que podría estar generando esta variación entre años (Ramírez-Bautista et al., 2015, 2016). En este sentido, estudios futuros deberían considerar aumentar el número de poblaciones, años de registro para cada población y tamaño de muestra; además, es necesario registrar datos ecológicos a través de los años (disponibilidad, abundancia y calidad de presas, rasgos conductuales y térmicos, proporción de sexos, tasa de mortalidad, entre otros), así como datos ambientales (temperatura ambiental, precipitación, altitud, entre otros) para generar conclusiones más robustas y con ellos conocer cuál es la fuerza que está generando esta variación en el dimorfismo sexual dentro y entre poblaciones de una especie; así como para establecer patrones de variación entre años para una misma población.

Agradecimientos.- Agradecemos a todos los curadores de las colecciones científicas por las facilidades brindadas durante la revisión de organismos: Oscar Flores-Villela, Adrián Nieto-Montes de Oca y Leticia Ochoa-Ochoa de la Colección Herpetológica del Museo de Zoología Alfonso L. Herrera de la Facultad de Ciencias de la UNAM, y Víctor Hugo Reynoso-Rosales y Omar Hernández-Ordoñez de la Colección Nacional de Anfibios y Reptiles del Instituto de Biología de la UNAM. Así también, queremos agradecer a dos revisores anónimos por sus comentarios y sugerencias, las cuales mejoraron sustancialmente este manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Moreno, M., E.J. Rodríguez-Romero, A. Aragón-Martínez, J.A. Muñoz-Manzano, G. Granados-González & O. Hernández-Gallegos. 2010. Dimorfismo sexual de *Aspidoscelis costata costata* (Squamata: Teiidae) en el sur del Estado de México. *Revista Chilena de Historia Natural* 83:585-592.
- Badillo-Saldaña, L.M., D. Lara-Tufiño, R. Hernández-Austria & A. Ramírez-Bautista. 2016. Primer registro de *Sceloporus serrifer* Cope 1866 (Squamata: Phrynosomatidae) para Quintana Roo, México. *Cuadernos de Herpetología* 30:35-37.
- Baird, T.A., S.F. Fox & J.K. McCoy. 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* 8:506-517.
- Berns, C.M. 2013. The evolution of sexual dimorphism: understanding mechanisms of sexual shape differences. Pp. 1-16. En H. Moriyama (Ed.), *Sexual Dimorphism*. IntechOpen. London, UK.
- Carothers, J.H. 1984. Sexual selection and sexual dimorphism in some herbivorous lizards. *The American Naturalist* 124:244-254.
- Cox, R.M. & H.B. John-Alder. 2005. Testosterone has opposite effects on male growth in lizards *Sceloporus* spp. with opposite patterns of sexual size dimorphism. *Journal of Experimental Biology* 208:4679-4687.
- Crisóstomo-Pérez, M. 2012. Actividad reproductiva anual de *Sceloporus bicanthalis* (Squamata: Phrynosomatidae) en una comunidad de bosque de pino-encino. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México. Iztapalapa, Ciudad de México, México.
- Damme, R.V., P. Aerts & B. Vanhooydonck. 1998. Variation in morphology, gait characteristics and speed of locomotion in two populations of lizards. *Biological Journal of the Linnean Society* 63:409-427.
- Dixon, J.R. & J.A. Lemos-Espinal. 2010. Anfibios y reptiles del Estado de Querétaro, México, 1ra Edición. Texas A & M University, Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Donihue, C.M., A. Herrel, M. Taverner, J. Foufopoulos & P. Pafilis. 2023. The evolution of diet and morphology in insular lizards: Insights from a replicated Island introduction experiment. *Animals* 13:1788.
- Feria-Ortiz, M., A. Nieto-Montes de Oca & I.H. Salgado-Ugarte. 2001. Diet and reproductive biology of the viviparous lizard *Sceloporus torquatus* (Squamata: Phrynosomatidae). *Journal of Herpetology* 35:104-112.
- Fitch, H.S. 1978. Sexual size differences in the genus *Sceloporus*. *The University of Kansas Science Bulletin* 51:441-461.
- Fitch, H.S. 1981. Sexual size differences in reptiles. *The University of Kansas Publications* 70:1-72.
- Flores-Villela, O. & U.O. García-Vázquez. 2014. Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:467-475.
- García, J.L. 2014. Dimorfismo sexual en tamaño y forma corporal en *Sceloporus gadoviae* y *Sceloporus torquatus* (Squamata: Phrynosomatidae). Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Iztapalapa, Ciudad de México, México.
- García-Rosales, A., A. Ramírez-Bautista, P. Octavio-Aguilar & M.A. Armella-Villalpando. 2021a. Aggressive sexual behaviour and spatial distribution of the polymorphic lizard *Sceloporus minor* (Squamata: Phrynosomatidae) from Central Mexico. *Salamandra - German Journal of Herpetology* 57:151-161.
- García-Rosales, A., A. Ramírez-Bautista, B.P. Stephenson, R.N. Meza-Lázaro & A. Nieto-Montes de Oca. 2017. Comparative morphology and genetics of two populations of spiny lizards (genus *Sceloporus*) from Central Mexico. *Zoologischer Anzeiger (A Journal of Comparative Zoology)* 267:21-30.
- García-Rosales, A., B. P. Stephenson, A. Ramírez-Bautista, J. Manjarrez & N.P. Pavón. 2021b. Female choice and male



- aggression in the polymorphic lizard *Sceloporus minor*. *Ethology* (International Journal of Behavioural Biology) 127:1053-1063.
- Hernández-Salinas, U., A. Ramírez-Bautista, A. Leyte-Manrique & G.R. Smith. 2010. Reproduction and sexual dimorphism in two populations of *Sceloporus grammicus* (Sauria: Phrynosomatidae) from Hidalgo, Mexico. *Herpetologica* 66:12-22.
- Herrel, A., L. Spithoven, R. Van Damme & F. De Vree. 1999. Sexual dimorphism of head size in *Gallotia galloti*: testing the niche divergence hypothesis by functional analyses. *Functional Ecology* 13:289-97.
- Hidalgo-Licona, L.F. 2016. Dimorfismo sexual y nicho trófico en la lagartija ovípara *Sceloporus spinosus* (Squamata: Phrynosomatidae) de San Luis Potosí, México. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Heroica Puebla de Zaragoza, Puebla, México.
- Hierlihy, C.A., R. García-Collazo, C.B. Chaces-Tapia & F.F. Mollory. 2013. Sexual dimorphism in the lizard *Sceloporus siniferus*: support for the intraspecific niche divergence and sexual selection hypotheses. *Salamandra - German Journal of Herpetology* 49:1-6.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2018. Yucatán. <https://www.inegi.org.mx> [Consultado en enero 2024]
- Kadry, M.A.M., H.R.H. Mohamed & M. Hosney. 2017. Ecological and biological studies on five-lined skink, *Trachylepis* (Mabuya) *quinquetaeniata* inhabiting two different habitats in Egypt. *Cellular and Molecular Biology* 63:28-35.
- Lande, R. 1980. Sexual dimorphism, sexual selection and adaptation in polygenic characters. *Evolution* 34:292-305.
- Lemos-Espinal, J., G. Smith & R. Ballinger. 2002. Body temperature and sexual dimorphism of *Sceloporus aeneus* and *Sceloporus palaciosi* from Mexico. *Amphibia-Reptilia* 23:114-119.
- Manjarrez, J., J. Contreras-Garduño & M.K. Janczur. 2014. Sexual size dimorphism, diet and reproduction in the Mexican garter snake, *Thamnophis eques*. *Herpetological Conservation and Biology* 9:163-169.
- Martínez-Méndez, N., O. Mejía & F.R. Méndez de la Cruz. 2015. The past, present and future of a lizard: The phylogeography and extinction risk of *Sceloporus serrifer* (Squamata: Phrynosomatidae) under a global warming scenario. *Zoologischer Anzeiger (A Journal of Comparative Zoology)* 254:86-98.
- Martínez-Méndez, N., O. Mejía & A. Rocha. 2012. Morphological convergence and molecular divergence: the taxonomic status of *Sceloporus serrifer* (Squamata, Phrynosomatidae) subspecies. *Zoologica Scripta - An International Journal of Systematic Zoology* 41:97-108.
- Martínez-Méndez, N., O. Mejía, A. Rocha-Gómez & F. Méndez De La Cruz. 2011. Morphological convergence and molecular divergence: the taxonomic status of *Sceloporus serrifer* (Squamata: Phrynosomatidae) subspecies. *Zoologica Scripta - An International Journal of Systematic Zoology* 41:97-108.
- Michael, D.R., S.C. Banks, M.P. Piggott, R.B. Cunningham, M. Crane, C. MacGregor & D.B. Lindenmayer. 2014. Geographical variation in body size and sexual size dimorphism in an Australian lizard, Boulenger's skink (*Morethia boulengeri*). *PLoS ONE* 9:e109830.
- Naretto, S., C.S. Blengini, G. Cardozo & M. Chiaraviglio. 2016. Pre- and postcopulatory traits of *Salvator* Male Lizards in allopatry and sympatry. *Scientifica* 2016:1-16.
- Olsson, M., R. Shine, E. Wapstra, B. Ujvari & T. Madsen. 2002. Sexual dimorphism in lizard body shape: The role of sexual selection and fecundity selection. *Evolution* 56:1538-1542.
- Pincheira-Donoso, D. & J. Hunt. 2017. Fecundity selection theory: concepts and evidence. *Biological Reviews* 92:341-356.
- Pyron, R.A. & C.D. Camp. 2007. Courtship and mating behaviours of two syntopic species of skink (*Plestiodon anthracinus* and *Plestiodon fasciatus*). *Amphibia-Reptilia* 28:263-268.
- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, R. Cruz-Elizalde, C. Berriozábal-Islas, D. Lara-Tufiño, I. Goyenechea Mayer-Goyenechea & J.M. Castillo-Cerón. 2014. Los Anfibios y Reptiles de Hidalgo, México: Diversidad, Biogeografía y Conservación. *Sociedad Herpetológica Mexicana, México*.
- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, R. Cruz-Elizalde, A. Lozano & F. de J. Rodríguez-Romero. 2016. Sexual dimorphism and reproductive traits over time in *Sceloporus aeneus* (Squamata: Phrynosomatidae), based on a population in the Transmexican Volcanic Belt, México. *Salamandra - German Journal of Herpetology* 52:197-203.
- Ramírez-Bautista, A., R. Luría-Manzano, R. Cruz-Elizalde, N. Pavón & L.D. Wilson. 2015. Variation in reproducción and sexual dimorphism in the long-tailed spiny lizard, *Sceloporus siniferus*, from the southern Pacific coast of Mexico. *Salamandra - German Journal of Herpetology* 51:73-82.



- Ramírez-Bautista, A. & N. Pavón. 2009. Dimorfismo sexual y ciclo reproductivo en la lagartija espinosa arbórea *Sceloporus formosus* Wiegmann (Squamata: Phrynosomatidae) del centro de Oaxaca, México. *Revista Chilena de Historia Natural* 82:553-563.
- Ramírez-Bautista, A., G.R. Smith, A. Leyte-Manrique & U. Hernández-Salinas. 2013. No sexual size-dimorphism in the Eastern spiny lizard, *Sceloporus spinosus*, from Guadalcázar, San Luis Potosí, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 58:510-512.
- Rivera-Morales, J.F. 2001. Estrategia reproductora de la lagartija tropical *Sceloporus serrifer* en el estado de Yucatán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Tlalnepantla de Baz, Estado de México, México.
- Rodríguez, R.E. 2006. Hábitos alimenticios de la lagartija *Sceloporus mucronatus mucronatus* en un bosque mixto (*Pinus montezumae-Pinus hartwegii*) de la Sierra del Ajusco, Estado de México. Tesis de Maestría. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Tlalnepantla de Baz, Estado de México, México.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México, 1ra Edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Schoener, T.W. 1967. The ecological significance of sexual dimorphism in size in the lizard *Anolis conspersus*. *Science* 155:474-477.
- Stamps, J.A. 1983. Sexual selection, sexual dimorphism and territoriality. Pp. 169-204. En R.B. Huey, E.R. Pianka & T.W. Schoener (Eds.), *Lizard Ecology: Studies of a Model Organism*. Harvard University Press, New York, USA.
- Uetz, P., P. Freed, R. Aguilar, F. Reyes, J. Kudera & J. Hošek (Eds.). 2023. The Reptile Database. <http://www.reptile-database.org>. [Consultado en febrero 2023]
- Valencia-Limón, E.R., R. Castro-Franco & M. Bustos-Zagal. 2014. Dimorfismo sexual y ciclo reproductivo de *Sceloporus horridus horridus* (Wiegmann 1939) (Sauria: Phrynosomatidae). *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 30:91-105.
- Verwajen, D., R. Van Damme & A. Herrel. 2002. Relationships between head size, bite force, prey handling efficiency and diet in two sympatric lacertid lizards. *Functional Ecology* 16:842-850.
- Villamil, J., A. Camargo & R. Maneyro. 2017. Morphological variation and sexual dimorphism in *Liolaemus wiegmanni* (Duméril & Bibron, 1837) (Squamata: Liolaemidae) from Uruguay. *Acta Herpetologica* 12:3-17.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4ta Edición. Prentice-Hall, New Jersey. USA.

