

**DIMORFISMO SEXUAL EN TAMAÑO Y FORMA EN UNA POBLACIÓN DE ESCÍNCIDOS DE COLA AZUL DEL GÉNERO *Plestiodon* (SCINCIDAE)****Sexual size and shape dimorphism in a population of blue-tailed skinks of the genus *Plestiodon* (Scincidae)**Manuel FERIA-ORTIZ<sup>1</sup>, Carlos PÉREZ-MALVÁEZ<sup>1\*</sup>, Guadalupe BRIBIESCA-ESCUTIA<sup>1</sup>, Emmanuel Alejandro RAMÍREZ-MORALES<sup>1</sup><sup>1</sup> Museo de Zoología, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, Batalla 5 de mayo s/n, Col. Ejército de Oriente. 09230, Ciudad de México, México.\* For correspondence: [cpmalvaez@gmail.com](mailto:cpmalvaez@gmail.com)Received: 17<sup>th</sup> June 2020. Returned for revision: 29<sup>th</sup> September 2020. Accepted: 25<sup>th</sup> October 2020.

Associate Editor: Martha Ramírez Pinilla

Citation/ citar este artículo como: Feria-Ortiz M, Pérez-Malvárez C, Bribiesca-Escutia G, Ramírez-Morales EM. Dimorfismo sexual en tamaño y forma en una población de escíncidos de cola azul del género *Plestiodon* (Scincidae). Acta Biol Colomb. 2021;26(3):393-403. Doi: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v26n3.88388>**RESUMEN**

En este estudio, investigamos el dimorfismo sexual en el tamaño corporal (longitud hocico cloaca) y rasgos morfológicos (cabeza, cuello, tronco y extremidades) en una población de escíncidos pertenecientes a una especie recién descubierta del género *Plestiodon*. Además, se determinaron las trayectorias alométricas de los rasgos corporales que mostraron dimorfismo sexual y se discute su importancia en la expresión de las diferencias sexuales encontradas. Se realizó una prueba de t de student para detectar diferencias significativas en la LHC y se siguió un enfoque multivariado para investigar el dimorfismo sexual en los otros caracteres examinados. Se utilizó regresión por ejes principales reducidos (SMA) para determinar las trayectorias alométricas correspondientes. No se detectó dimorfismo sexual en la longitud hocico cloaca y masa corporal. La longitud y ancho de la cabeza, la longitud del cuello y la longitud de las extremidades traseras fueron mayores en machos que en hembras; en contraste, se encontró el patrón opuesto en el caso de la longitud del tronco (axila-ingle). Se detectaron relaciones isométricas, así como alométricas positivas y negativas entre los rasgos analizados. Sin embargo, únicamente el dimorfismo sexual en el ancho de la cabeza fue afectado por sus trayectorias de crecimiento.

**Palabras clave:** Caracteres morfométricos, lagartijas, alometría, México, monomorfismo sexual.**ABSTRACT**

In this study, we investigated sexual dimorphism in body size (snout-vent length) and morphological traits (head, neck, trunk, and limbs) in a population of skinks belonging to a newly discovered species of genus *Plestiodon*. In addition, we determined the allometric trajectories of body traits that showed sexual dimorphism and discussed their importance in the expression of the sexual differences found. A Student's t-test was performed to detect different significant in the SVL and a multivariate approach was followed to investigate sexual dimorphism in the other characters examined. Reduced major axis regression (SMA) were used to determine the corresponding allometric trajectories. No sexual dimorphism was detected in the snout-vent length and body mass. The length and width of the head, the length of the neck and the length of the hind limbs were greater in males than in females; by contrast, the opposite pattern was found in the case of trunk length. Isometric relationships were detected, as well as positive and negative allometric relationships between the traits analyzed. However, only sexual dimorphism in the head width was affected by their growth trajectories.

**Keywords:** morphometrical traits, lizards, allometry, México, sexual monomorphism.

## INTRODUCCIÓN

Los machos y las hembras de muchas especies de lagartijas difieren en tamaño corporal y/o en otras características morfológicas como el largo de la cabeza, longitud axila-ingle y extremidades (Rivero Suárez *et al.*, 2016; Kadry *et al.*, 2017). Sin embargo, gran parte de lo que se conoce acerca de los patrones y causas del dimorfismo deriva de estudios enfocados en el dimorfismo sexual en tamaño corporal (DST) (Cox y Kahrl, 2015). Una desventaja de estudiar únicamente el DST es que con frecuencia no es claro si la selección opera sobre el tamaño del cuerpo o sobre una parte específica del mismo (Kaliontzopoulou *et al.*, 2010; Scharf y Meiri, 2013). Por ejemplo, varias especies de lagartijas exhiben DST, donde las hembras son más grandes que los machos, y la explicación recurrente para este tipo de dimorfismo es que las hembras más grandes son favorecidas por la selección de fecundidad en virtud de que tienen más espacio para alojar descendientes (Olsson *et al.*, 2002; Cox y Kahrl, 2015). No obstante, la selección de fecundidad debe actuar específicamente sobre el abdomen, que es la parte corporal que aloja a los descendientes, y puede ocurrir dimorfismo en este rasgo al margen de las diferencias sexuales en el tamaño de los organismos (Scharf y Meiri, 2013). Asimismo, la selección (natural o sexual) puede favorecer el dimorfismo en el tamaño de la cabeza y un estudio enfocado únicamente en el tamaño corporal pasa por alto este aspecto. De este modo, los estudios sobre dimorfismo que consideran tanto el tamaño corporal como regiones particulares del cuerpo deben proporcionar un panorama más detallado y preciso que los basados únicamente en el tamaño del cuerpo.

Como muchos fenómenos biológicos, el dimorfismo sexual puede explicarse mediante causas últimas (presiones selectivas persistentes) y próximas (V. gr., tasas de crecimiento), y los estudios integrativos que consideren ambas causas deben proporcionar una explicación más completa del mismo que los que se centren solo en alguna de ellas (Kuo *et al.*, 2009). El enfoque más frecuentemente usado para examinar mecanismos próximos del dimorfismo en dimensiones de partes corporales consiste en examinar las relaciones de escala entre partes corporales, ya sea con respecto al tamaño corporal o entre partes corporales en sí (Rivero Suarez *et al.*, 2016).

Los escíncidos de cola azul (*Plestiodon Duméril y Bibron*, 1839) exhiben una diversidad taxonómica, evolutiva y ecológica notable y han sido objetos de una diversidad de estudios biológicos, incluyendo dimorfismo sexual (Brandley *et al.*, 2012). En las especies estadounidenses *P. septentrionalis*, *P. inexpectatus* y *P. laticeps* los machos son más grandes que las hembras, si bien *P. fasciatus* es monomórfica en este aspecto (Breckenridge, 1943; Vitt y Cooper, 1985; Vitt y Cooper, 1986). Asimismo, se ha encontrado DST, con machos más grandes que las hembras, en las especies asiáticas *P. chinensis*,

*P. quadrilineatus*, *P. elegans*, *P. laticustatus* y *P. tamdaoensis* (Lin y Ji, 2000; Huang, 1996; Du y Ji, 2001; Hikida *et al.*, 2001; Yang *et al.*, 2019). En todas las especies estadounidenses y asiáticas señaladas anteriormente los machos tienen cabezas más grandes que las hembras y en la mayoría de ellas se han registrado combates y encuentros agresivos entre los machos, lo que ha conducido a asumir que el dimorfismo sexual en el tamaño de la cabeza es consecuencia de la selección sexual (Vitt y Cooper, 1985; Vitt y Cooper, 1986; Huang, 1996; Du y Ji, 2001). Además, Davis (1968) encontró que los machos de *P. laticeps*, *P. inexpectatus* y *P. fasciatus* tienen extremidades delanteras más largas que las hembras, si bien no discutió las causas de este dimorfismo.

Cabe resaltar que aún se conoce muy poco acerca de la biología (incluyendo dimorfismo sexual) de las especies mexicanas de *Plestiodon*, las cuales, considerando a las especies aún no descritas formalmente, comprenden cerca de la mitad de las especies de *Plestiodon* reconocidas nivel mundial (~ 26 de 54: Brandley *et al.*, 2012; Pavón-Vásquez *et al.*, 2018). Ramírez-Bautista *et al.* (1996) y Ramírez-Bautista *et al.* (1998) encontraron DST con hembras más grandes que los machos en *P. copei* y *P. lynxe*, lo cual difiere de lo que se conoce de las especies norteamericanas y asiáticas, y sugiere que los patrones de dimorfismo sexual de algunas especies mexicanas pueden ser diferentes a las de sus congéneres asiáticos y norteamericanos. En este estudio describimos el dimorfismo sexual en tamaño corporal y en partes corporales (cabeza, cuello, tronco y extremidades) en una población de escíncidos de cola azul (*Plestiodon* sp) que habita al sur de la Sierra Madre Oriental. También, exploramos las relaciones de escala (alométricas) de las partes corporales examinadas y discutimos su papel en la manifestación del dimorfismo sexual en la forma del cuerpo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La población estudiada se ubica aproximadamente 2 Km al sureste del poblado de San Juan del Valle, municipio de Chilchotla, Puebla, México, al este de la Faja Volcánica Transmexicana (19°15'22"N, y 97°11'53"W), a una elevación de 2324 m. s. n. m. La vegetación dominante es bosque de pino encino. El clima del área es semifrío subhúmedo con lluvias en verano. El mes más frío es enero y tiene una temperatura media de 12,1 °C, y el más caliente es mayo con una media mensual de 16,5. La precipitación media anual es 1566,8 mm (Servicio Meteorológico Nacional (México): <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia>).

### Especie bajo estudio

Previamente, la población de escíncidos de los alrededores de San Juan del Valle, Puebla, estaba asignada a la subespecie *Plestiodon brevirostris brevirostris* (Dixon *et al.*, 1969), sin embargo, 42 años más tarde Feria-Ortiz *et al.* (2011)

y Brandley *et al.* (2012) elevaron este taxón a nivel de especie (*P. brevirostris*). No obstante, en un trabajo más reciente, en el cual usaron datos moleculares, morfológicos y ambientales, Pavón-Vázquez *et al.* (2018), reevaluaron el estado taxonómico de esta especie y encontraron que realmente representaba cuatro especies distintas, dos distribuidas en el estado de Oaxaca, una el estado de Guerrero y otra (la que incluye a la población estudiada) en los estados de México, Tlaxcala y Puebla. Pavón-Vázquez *et al.* (2018) no describieron ni nombraron a estas especies. De este modo, la población estudiada pertenece a una especie recién descubierta, no descrita y aún sin un nombre formal. En este estudio nos referiremos a ella como *Plestiodon* sp.

*Plestiodon* sp es una lagartija de tamaño mediano. Los adultos miden entre 57 y 72 mm de longitud hocico cloaca (Chávez-López, 2012). Se trata de una especie de hábitos secretivos lo que hace difícil ver a los organismos en actividad. No obstante, la población de escíncidos de cola azul que habita en San Juan del Valle, Chilchotla, Puebla es abundante y es fácil encontrar organismos debajo de rocas pobremente cimentadas al suelo. Todos los organismos se recolectaron manualmente.

### Obtención de datos

Las lagartijas usadas en este estudio se recolectaron en ocho viajes al área de estudio realizados de marzo de 2010 a febrero de 2011 (ver tabla 1 para tamaños muestrales). El trabajo de campo de cada viaje fue apoyado y avalado por

**Tabla 1.** Estadísticos descriptivos para el peso corporal (g) y seis rasgos morfométricos (mm) de hembras y machos adultos de *Plestiodon* sp. Las últimas tres columnas muestran los resultados de las pruebas de t de Student y *post hoc* de Bonferroni (ANMUCOVA). Abreviaciones: n = tamaño de muestra, LHC = Longitud hocico-cloaca, PCO = peso corporal, LCA = longitud de la cabeza, ACA = ancho de la cabeza, LTR = longitud del tronco, LCL = longitud del cuello; LFE = longitud del fémur.

Carácter	$\bar{X} \pm ES$ (intervalo)		Estadístico	gl	Valor de p
	Hembras	Machos			
n	108	73			
LHC	65,74 ± 0,34 (57,82-72,74)	64,90 ± 0,41 (58,52-71,72)	t = 1,58	179	0,11
PCO	4,74 ± 0,10 (2,62-9,67)	4,64 ± 0,09 (3,08-6,45)	MS = 0,0053	178	0,63
LCA	10,97 ± 0,05 (9,60-12,22)	12,19 ± 0,07 (10,92-13,38)	MS = 0,0001	178	< 0,001
ACA	7,58 ± 0,04 (6,44-8,64)	8,54 ± 0,07 (7,46-9,72)	MS = 0,0003	178	< 0,001
LTR	40,43 ± 0,29 (33,04-48,84)	36,80 ± 0,32 (31,52-44,98)	MS = 0,0006	178	< 0,001
LCL	8,70 ± 0,08 (7,04-10,62)	9,28 ± 0,10 (6,60-10,88)	MS = 0,0011	178	< 0,001
LFE	6,71 ± 0,06 (4,94-8,06)	7,17 ± 0,08 (5,26-8,36)	MS = 0,0010	178	< 0,001

la Carrera de Biología de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM.

La evaluación del dimorfismo sexual se basó en 181 lagartijas adultas, 108 hembras y 73 machos. Se consideraron como adultos a todos los escíncidos con una LHC mayor a 57,0 mm, la cual es la talla del ejemplar más pequeño con folículos ováricos agrandados (Chávez-López, 2012). A cada ejemplar se les registró (Molina-Borja, 2003; Ji *et al.*, 2006): (i) longitud hocico cloaca (LHC), de la punta del hocico a la parte posterior de la cloaca, (ii) ancho de la cabeza (ACA), registrada en la porción más ancha de la cabeza (inmediatamente posterior a la órbita ocular), (iii) longitud de la cabeza (LCA), de la punta del hocico a la parte posterior del tímpano, (iv) longitud del fémur (LFE), de la ingle a la rodilla (v) longitud del tronco (LTR), de la axila a la ingle, (vi) peso corporal (PCO).

Todas las medidas morfométricas se realizaron con un calibrador digital Vernier Trupper con precisión de 0.01 mm. El peso se registró mediante una balanza semianalítica Ohaus ( $\pm 0.01$  g). Con el fin de disminuir errores en la toma de datos, todas las mediciones fueron realizadas por una misma persona. El 73 % de los ejemplares examinados se encontraban depositados en la colección herpetológica del museo de Zoología de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM (Apéndice 1). Los restantes organismos examinados fueron medidos y liberados en el área de estudio.

### Tratamiento estadístico de los datos

Previo a los análisis los valores de los rasgos registrados se transformaron a valores logarítmicos base 10. Todas las variables log-transformadas cumplieron con las suposiciones de homocedasticidad (prueba de Bartlett:  $p > 0,05$ ) y normalidad (Lilliefrois:  $p > 0,05$ ) que requieren las pruebas paramétricas utilizadas.

Se realizó una prueba de t de Student para evaluar diferencias sexuales en la LHC. Se realizó un análisis multivariado de covarianza (ANMUCOVA) para evaluar las diferencias sexuales en el PCO y las variables morfométricas relacionadas con partes corporales de los organismos (variables dependientes). Se utilizó como covariable

**Tabla 2.** Factores de carga para los primeros dos componentes principales extraídos mediante el ACP realizado sobre las variables relacionados con el tamaño y la forma del cuerpo de *Plestiodon* sp. Las abreviaciones son como en la Tabla 1.

Variable	Componente	
	1	2
LHC	0,643310	-0,711182
LCA	0,867297	0,213671
ACA	0,844449	0,303435
LTR	0,183295	-0,954487
LCU	0,624749	0,299857
FEM	0,680470	0,005255

al primer componente principal extraído mediante un análisis de componentes principales. El primer componente, el cual concentra la mayor parte de la variación de los datos y consiste en una combinación lineal de las medidas originales, puede considerarse como un índice de tamaño corporal y usarse en otros análisis estadísticos si todos los factores de carga involucrados son positivos (Rao, 1996). Se utilizaron pruebas *post hoc* de Bonferroni para detectar diferencias sexuales significativas en las variables dependientes particulares (PCO, LCA, ACA, etc.). Con el fin de visualizar en qué medida los caracteres medidos separan a los sexos se construyó una gráfica dimensional con los primeros dos componentes principales. Además, se realizó un análisis discriminante para determinar el porcentaje de casos en los cuales los caracteres medidos clasificaron correctamente el sexo de los organismos.

Se utilizó la ecuación alométrica  $y = \beta x^\alpha$  para investigar las relaciones de escala de las variables relacionadas con partes corporales. No obstante, debido a que se utilizaron valores logarítmicos la ecuación utilizada fue  $\ln(y) = \ln(\beta) + \alpha \ln(x)$ . El escalamiento de las variables LCA, ACA y LFE y LCA se hizo con respecto a la LTR y el escalamiento de la LTR se hizo con respecto a la LCA. De este modo, la variable dependiente ( $y$ ) fue cualquiera de las variables morfométricas (excepto la LHC) mientras que la variable independiente ( $x$ ) fue o la LTR o la LCA. Las variables dependiente e independiente estuvieron sujetas a errores de medición y esto viola uno de los supuestos de método de regresión por mínimos cuadrados (Harper, 2014). Por lo tanto, se utilizó el método de regresión por ejes mayores reducidos o ejes mayores estandarizados (SMA por sus siglas en inglés) para estimar los parámetros de las ecuaciones alométricas correspondientes. Esto se hizo con la ayuda del paquete *smatr* v. 3.4-8 (Warton *et al.*, 2018) de *r* (R Core Team, 2019). El comando utilizado (*sma*) proporciona, entre otras cosas, los parámetros del modelo SMA, los intervalos de confianza del 95 para la estimación de los mismos y los resultados de someter a prueba la hipótesis nula de que las pendientes alométricas de dos o más grupos de datos son iguales. Se consideró alometría positiva o negativa si los valores de  $\alpha$  fueron mayores o menores de 1, respectivamente. Si bien se utilizaron valores logarítmicos, con el fin de facilitar la interpretación de las relaciones de escala, las gráficas resultantes se presentaron a escala natural (en mm). Sin contar estos análisis, los demás procedimientos estadísticos se realizaron en *Statistica V8* (Stat Soft, 2007). En todos los análisis realizados se consideró un nivel de significancia de 0,05.

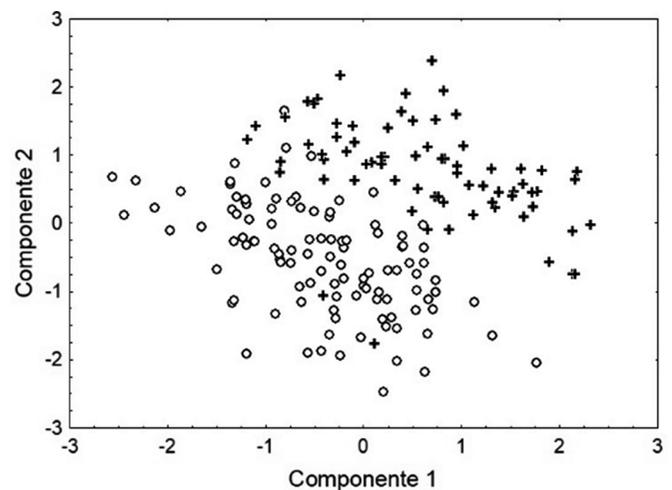
## RESULTADOS

### Dimorfismo sexual en tamaño y forma

Se examinaron en total 181 lagartijas adultas, 108 hembras y 73 machos. No se detectaron diferencias sexuales significativas en los valores promedio de la LHC y el peso

corporal (Tabla 1). Una prueba de *t* en la cual se eliminaron a las hembras preñadas tampoco reveló diferencias sexuales en el peso corporal ( $t_{62} = 0,64$ ;  $p = 0,52$ ). El ANMUCOVA detectó diferencias sexuales significativas entre los grupos de variables analizadas (Wilks = 0,24;  $F_{6,173} = 90,47$ ;  $p < 0,001$ ). Los machos mostraron cabezas significativamente más largas y anchas que las hembras del mismo tamaño (Tabla 1). Asimismo, las longitudes del cuello y del fémur fueron relativamente mayores en machos que en hembras (Tabla 1). No obstante, las hembras tuvieron troncos significativamente más largos que los machos del mismo tamaño (Tabla 1).

Los primeros dos componentes retuvieron el 73,50 % de la varianza total de los datos (CP1 = 46,10 y CP2 = 27,41). El ancho y el largo de la cabeza tuvieron mayor influencia en la variación del componente 1 mientras que la LTR fue la variable que influyó más en el componente 2 (Tabla 2). Los dos componentes separan notablemente a los sexos (Fig. 1). La función discriminante (lambda de Wilks = 0,23,  $p < 0,0001$ ) fue  $D = 0,08PCO - 0,67LHC + 0,94LCA + 0,52ACA - 0,53LTR - 0,09 + 0,08LFE$ . El 95,4 % y el 94,5 % de los organismos fueron correctamente clasificados como hembras y machos, respectivamente.



**Figura 1.** Separación de machos (cruces) y hembras (círculos abiertos) en los escíncidos de cola azul de San Juan del Valle, Puebla, por los primeros dos componentes principales.

### Alometría

Con excepción de la relación LCL-LTR, todas las demás relaciones de escala fueron estadísticamente significativas (Tabla 3, Fig. 2). Sin embargo, el efecto de las trayectorias alométricas en la forma del cuerpo y en el dimorfismo sexual difirió entre los caracteres. El patrón de crecimiento del LCA fue alométrico negativo en relación a la LTR en ambos sexos y las pendientes alométricas involucradas no fueron significativamente distintas (Tabla 3). Esto sugiere que si bien durante el crecimiento de los escíncidos adultos el alargamiento de la cabeza es lento en

**Tabla 3.** Trayectorias alométricas del largo de la cabeza (LCA), ancho de la cabeza (ACA), largo del cuello (LCL) y largo del fémur (LFE) escalados con la longitud del tronco (LTR), y de la LTR escalado con la LCA.  $r^2$  = coeficiente de determinación,  $p_1$  = probabilidad de la relación. Las últimas dos hileras muestran los resultados de las pruebas de igualdad de pendiente alométricas entre machos y hembras,  $lr$  = cociente de verosimilitud,  $p_2$  = probabilidad correspondiente.

Rasgo	$r^2$	$p_1$	$\beta$	CI	Alometría	$lr$	$p_2$
LCA-LTR							
♂	0,42	< 0,01	0,78	0,65-0,93	Negativa	1,68	0,19
♀	0,26	< 0,01	0,66	0,56-0,78	Negativa		
ACA-LTR							
♂	0,28	< 0,01	1,00	0,82-1,22	Isometría	3,89	0,04
♀	0,15	< 0,01	0,77	0,64-0,92	Negativa		
LCL-LTR							
♂	0,01	0,66	-	-	-	-	-
♀	0,03	0,06	-	-	-	-	-
LFE-LTR							
♂	0,23	< 0,01	1,43	1,16-1,75	Positiva	0,83	0,36
♀	0,09	< 0,01	1,26	1,04-1,51	Positiva		
LTR-LCA							
♂	0,42	< 0,01	1,28	1,07-1,53	Positiva	1,68	0,19
♀	0,26	< 0,01	1,50	1,27-1,77	Positiva		

comparación con el tronco esto no afecta el dimorfismo sexual de los mismos.

El patrón de crecimiento del ancho de la cabeza fue isométrico en los machos y alométrico negativo en las hembras y la diferencia sexual en las pendientes alométricas correspondientes fue estadísticamente significativa (Tabla 3). Esto es, en los machos el ancho relativo de la cabeza no cambia durante el crecimiento de los adultos, pero en las hembras si hay un cambio en las relaciones de escala de los caracteres involucrados. En consecuencia, el dimorfismo sexual en este carácter debe acentuarse durante el crecimiento de los adultos. En ambos sexos, la LFE y la LTR escalaron de modo alométrico positivo con la LTR y el LCA, respectivamente. Como en el caso del LCA, si bien durante el crecimiento posterior a la madurez hay un cambio en la escalación de estos caracteres no se espera que esto afecte el dimorfismo sexual de *P. sp.*

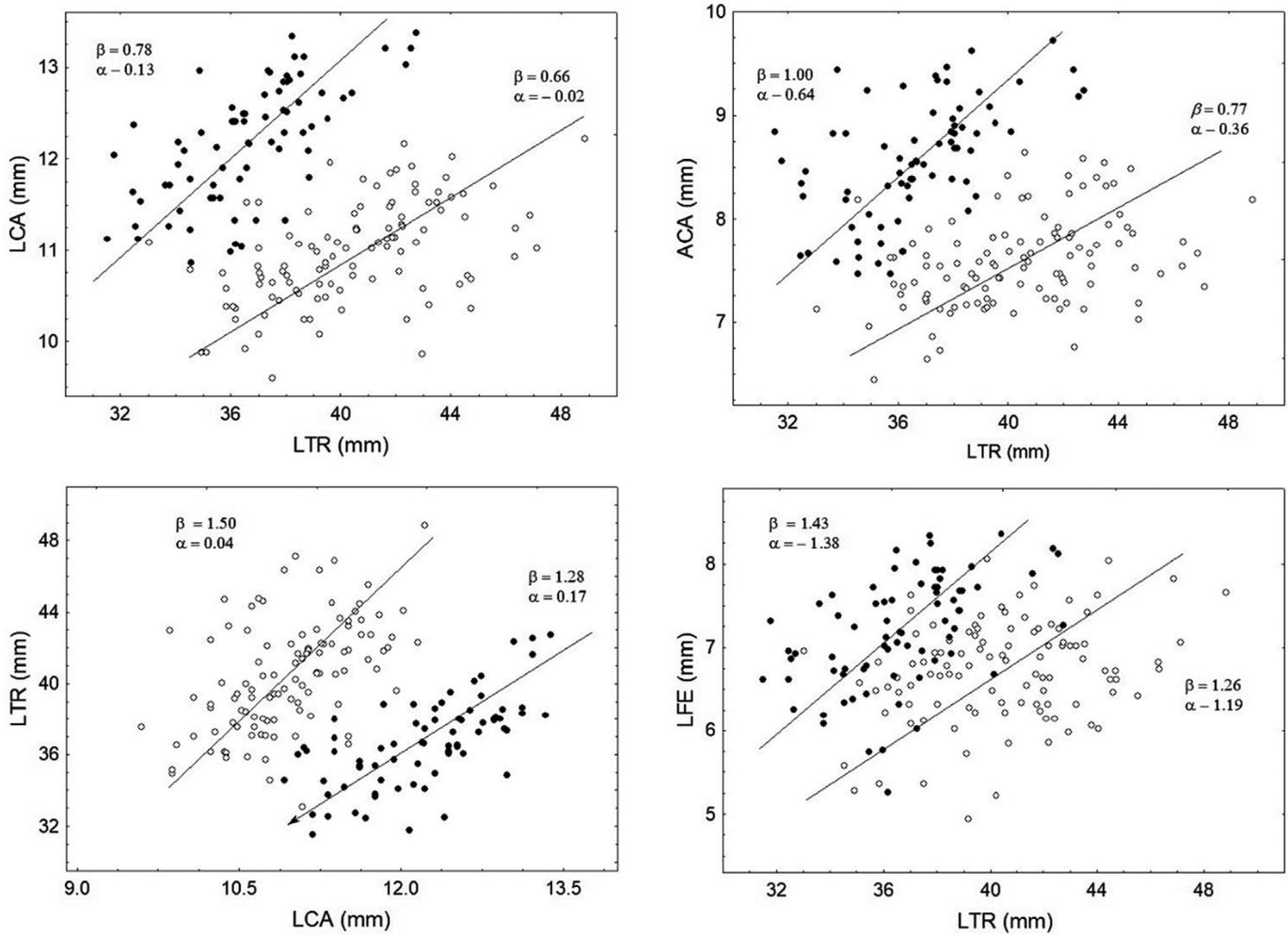
## DISCUSIÓN

### Dimorfismo sexual en tamaño corporal

En la mayoría de las especies de lagartijas los machos son más grandes que las hembras si bien también es común el patrón opuesto (Cox y Kahrl, 2015; Mori *et al.*, 2017). Asimismo, muchas especies son monomórficas respecto al tamaño corporal. No obstante, su frecuencia es baja en comparación con la de especies con DST (Cox *et al.*, 2007). Esto indica que el monomorfismo detectado en *P. sp.* es poco común en lagartijas, incluyendo escíncidos, y esto se mantiene a nivel de familia (Cox y Kahrl, 2015) y dentro de algunos géneros (*V. gr.*, Rivero Suárez *et al.*, 2016; Jiménez-Arcos *et al.*, 2017). Esta tendencia también ocurre en *Plestiodon*. En la mayoría de las especies de escíncidos de cola azul estudiadas hasta la fecha un sexo es más grande que el

otro (Breckenridge, 1943; Vitt y Cooper, 1985; Vitt y Coper, 1986; Huang, 1996; Du y Ji, 2001; Hikida *et al.*, 2001; Yang *et al.*, 2019) y hasta donde sabemos solo se conocen dos especies de *Plestiodon* monomórficas con respecto al tamaño corporal, *P. fasciatus* (Vitt y Cooper, 1986) y *P. sp.* (el presente estudio).

Los principales mecanismos evolutivos que producen DST son la selección sexual y la selección de fecundidad (Cox y Kahrl, 2015). La selección sexual genera DST con machos más grandes que las hembras y opera a través del combate entre machos o la elección femenina. Por lo tanto, se espera que este tipo de dimorfismo predomine en especies donde los machos son agresivos o territoriales y poseen coloraciones corporales llamativas (Dublely *et al.*, 2011). Por el contrario, cuando la selección de fecundidad opera, debe predominar el DST con hembras más grandes que los machos en especies poco agresivas que presentan una relación positiva entre el tamaño corporal y el número o calidad de sus descendientes (Brandt *et al.*, 2016; Pincheira-Donoso y Hunt, 2017). En las especies de *Plestiodon* estadounidenses predomina el DST con machos más grandes que las hembras mientras que ninguna de las tres especies mexicanas estudiadas hasta la fecha, incluyendo *P. sp.*, se encuentra este patrón. Esto es en parte explicable por diferencias sociales como las señaladas arriba. En varias especies no mexicanas los machos presentan coloraciones conspicuas en la cabeza y vientre y se han observado combates e interacciones agresivas entre ellos, particularmente en la época reproductiva (Vitt y Cooper, 1985; Vitt y Cooper, 1986; Huang, 1996). Por el contrario, no se han documentado interacciones agresivas en ninguna de las tres especies mexicanas de *Plestiodon* que no exhiben DST con machos más grandes que las hembras (*P. copei*: Ramírez-Bautista *et al.*, 1996; *P. lynxe*: Ramírez-



**Figura 2.** Relaciones de escala entre pares de variables morfométricas significativamente relacionadas de *Plestiodon* sp. Círculos cerrados = machos, círculos abiertos = hembras. LCA = ancho de la cabeza, ACA = ancho de la cabeza, LFE = longitud del fémur, LTR del tronco,  $\alpha$  = ordenada al origen,  $\beta$  = pendiente alométrica.

Bautista *et al.*, 1998; *P. sp.*: el presente estudio). Además, estos escíncidos realizan sus actividades entre la hierba, hojarasca o escombros que hay en el suelo donde hay poca oportunidad para exhibiciones sociales.

### Dimorfismo sexual en partes corporales

El dimorfismo sexual en el tamaño de la cabeza es ampliamente extendido en lagartijas y si bien se han publicado algunos casos en donde las hembras tienen cabezas más anchas que los machos (*Trachylepis vittata*: Rastegar-Pouyani y Fattahi, 2015; *Trachylepis quinquetaeniata*: Kadry *et al.*, 2017) el patrón predominante es que ocurra lo opuesto (Zuffi *et al.*, 2011; Luo *et al.*, 2012; Ma *et al.*, 2018). En particular dentro del género *Plestiodon* en todas las especies en donde se ha estudiado este rasgo los machos tienen cabezas más grandes que las hembras (*P. laticeps*: Vitt y Cooper 1985; *P. fasciatus* y *P. inexpectatus*: Vitt y Cooper 1986; *P. egregius*: *P. elegans*: Ji *et al.*, 2006; *P. quinquelineatus*: Yang *et al.*, 2019). Por lo tanto, el dimorfismo sexual en el

tamaño de la cabeza de *P. sp.* se ajusta al patrón encontrado dentro del género *Plestiodon* y en lagartijas en general.

En las especies en donde son frecuentes los combates y encuentros agresivos entre machos, incluyendo varias especies norteamericanas y asiáticas de *Plestiodon*, la explicación común del porqué los machos tienen cabezas más grandes que las hembras es que es una consecuencia de la selección intrasexual (Herrel *et al.*, 1999; Borczyk *et al.*, 2014). No es claro si este es el caso para los escíncidos de San Juan del Valle. *Plestiodon* sp es una especie recién descubierta y no se conoce casi nada acerca de su historia natural. Sin embargo, como se señaló anteriormente, la ausencia de coloraciones llamativas en los machos y tal vez de una menor agresividad entre los mismos sugiere que la selección sexual, si opera, no es tan intensa como en las especies no mexicanas. Por otro lado, factores tales como el conservadurismo genético, segregación alimenticia, comportamiento reproductivo y alometría también pueden explicar el dimorfismo sexual en el tamaño de la cabeza en

lagartijas (Scharfy Meiri, 2013). Evidentemente es necesario conocer más acerca del ambiente social y ecológico de *P. sp* antes de precisar el significado del dimorfismo en el tamaño de la cabeza.

El dimorfismo sexual en la longitud del tronco también es común en lagartijas, incluyendo escíncidos, y en este caso generalmente son las hembras las que tienen troncos más largos que los machos (Olsson *et al.*, 2002; Schwarzkopf, 2005; Ross *et al.*, 2008; Dubey *et al.*, 2011). Los escíncidos de San Juan del Valle se ajustan a esta tendencia. En las hembras una mayor longitud del tronco implica un mayor espacio para alojar descendientes. De este modo, se ha argumentado que la selección de fecundidad debe actuar específicamente sobre esta parte corporal y no sobre el tamaño del organismo (Scharfy Meiri, 2013). El dimorfismo sexual en la longitud del tronco, donde las hembras tienen troncos más largos que las hembras, en especies donde machos y hembras son de tamaño similar, como ocurre en *P. sp*, respalda esta aseveración (Schwarzkopf, 2005). Por otro lado, en especies con cuerpo alargado y extremidades reducidas, como ocurre en los escíncidos de San Juan del Valle, el tronco debe tener un papel importante en la locomoción y las diferencias sexuales en su longitud pueden implicar diferencias sexuales en la habilidad para desplazarse en sitios de difícil acceso (Schwarzkopf, 2005; Kaliontzopoulou *et al.*, 2010). Sin embargo, es necesario realizar estudios sobre uso de hábitat y desempeño locomotor en *P. sp* con el fin de poder evaluar la relación entre dimorfismo sexual y desempeño locomotor.

La longitud del cuello es un rasgo escasamente considerado en los estudios de dimorfismo sexual. Olsson *et al.* (2002) encontraron que los machos tienen cuellos más largos que las hembras en el escíncido de la nieve *Niveoscincus microlepidotus* y argumentaron que un cuello más largo, en combinación con piernas más robustas, debe ser ventajoso en combates interespecíficos. *Plestiodon* sp exhibe un dimorfismo similar al del escíncido de la nieve. Sin embargo, no es claro si existen o no combates entre machos. Otra explicación es que este tipo de dimorfismo ocurre como una consecuencia del alargamiento del tronco de las hembras. En ejemplares del mismo tamaño un troco más largo debe estar asociado con un cuello más corto y viceversa.

Como ocurre en muchas especies de lagartijas (Ma *et al.*, 2018), en los escíncidos de cola azul de San Juan del Valle los machos tienen extremidades traseras más largas y troncos más cortos que las hembras. Estos rasgos están relacionados con la locomoción. Extremidades largas y troncos cortos permiten zancadas más largas y por lo tanto intensifican la velocidad en superficies relativamente planas y abiertas (Olberding *et al.*, 2016). En consecuencia, la explicación común para este tipo de dimorfismo es que los machos tienen estas características porque tienen mayor actividad que las hembras y pueden estar más sujetos a depredación (Iraeta *et al.*, 2011). No es claro

si esto puede aplicar a los escíncidos de cola azul de San Juan de Valle. Como muchas otras especies de *Plestiodon*, *P. sp* es una especie de hábitos “secretivos” que se desplaza a través matas de pasto corto u otros escombros que hay en el suelo. Por lo tanto, las implicaciones del dimorfismo en la longitud del tronco y extremidades en el desempeño locomotor deben ser diferentes al de lagartijas que se desplazan sobre superficies planas. Por ejemplo, un tronco más largo y extremidades más cortas deben mejorar la maniobrabilidad y el desplazamiento en ambientes de difícil acceso (Kaliontzopoulou *et al.*, 2010). Por otro lado, como en el caso de la longitud del cuello, el dimorfismo en la longitud de las extremidades podría reflejar un efecto alométrico. En lagartijas, el alargamiento del cuerpo está asociado con un acortamiento de las extremidades y una reducción del diámetro corporal (Grizante *et al.*, 2012). De este modo, las extremidades relativamente más cortas en las hembras podría ser consecuencia de un mayor alargamiento del tronco.

### Alometría

Los neonatos de *P. sp* tiene una LCH promedio de 26,9 mm (Chávez-López, 2012) y el ejemplar más grande examinado en este estudio midió 72,74 mm de LHC. Esto sugiere que los escíncidos de San Juan del Valle pueden crecer alrededor 45,8 mm a lo largo de su vida. Si se considera que el ejemplar maduro más pequeño tuvo una LHC de 57,74 mm (Chávez-López, 2012), el crecimiento después de la madurez puede representar alrededor del 33,0 % del crecimiento total de un organismo. La alometría, por lo tanto, debe tener un papel importante en modificar la forma corporal de los adultos. En los escíncidos adultos de cola azul de San Juan del Valle, como en muchas especies de lagartijas (Kuo *et al.*, 2009; Rivero Suárez *et al.*, 2016; Ma *et al.*, 2018), hay cambios en los tamaños relativos de la cabeza, tronco, cuello y extremidades. Sin embargo, excepto en el caso del ancho la cabeza estos cambios no afectan la expresión del dimorfismo en la forma del cuerpo. En este aspecto *P. sp* difiere de otras especies en donde las trayectorias alométricas de los caracteres examinados acentúan en dimorfismo sexual (Kuo *et al.*, 2009; Aguilar-Moreno *et al.*, 2010).

Se espera que los rasgos sexualmente seleccionados y cuya función sea exhibir el tamaño o la fuerza de un organismo ante su oponente muestren alometrías positivas (Lucas-Rodríguez y Eberhad, 2019). En concordancia con esta idea muchas especies de lagartijas en las cuales se ha considerado que el dimorfismo sexual en el tamaño de la cabeza es producido por la selección sexual el ancho y largo de cabeza de los machos muestran alometrías positivas (Molina-Borja, 2003; Aguilar-Moreno *et al.*, 2010; Dashevsky *et al.*, 2012; Rivero Zuárez *et al.*, 2016). En *P. sp* el largo de la cabeza en ambos sexos y ancho de la cabeza en las hembras escalan de modo alométrico negativo con respecto a la longitud del tronco. Esto es diferente de lo encontrado en otras especies en donde, de acuerdo con la hipótesis de Lucas-Rodríguez y Eberhad

(2019), el dimorfismo en el tamaño de la cabeza es producido por selección sexual y el rasgo exhibe alometría positiva.

## CONCLUSIONES

El monomorfismo en tamaño corporal y el patrón de variación sexual morfológica encontrado en los escíncidos de cola azul, el cual incluye cabezas y extremidades más grande en machos que en hembras y troncos más cortos en los primeros que en las segundas, es un patrón común en muchas especies sexualmente monomórficas de escíncidos. Sugiere que la selección (sexual y/o natural) actúa directa y diferencialmente sobre partes corporales ecológicamente relevantes al margen de su acción en el tamaño corporal. No obstante, la alometría también puede influir en la manifestación del dimorfismo en partes corporales, como la detectada en la longitud del cuello y extremidades traseras. *Plestiodon* sp es una especie recién descubierta. De este modo, excepto por los trabajos sistemáticos que permitieron establecer que es una especie nueva, el presente artículo representa el primer estudio sobre la biología de esta especie.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

## AGRADECIMIENTOS

Las salidas a campo fueron financiadas por la Carrera de Biología de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. También a través de la DGAPA, UNAM con los proyectos (PAPIIT IN405118 y PAPIME PE216319) se otorgó apoyo adicional para la escritura del manuscrito a través de subvenciones a Carlos Pérez Malvárez y David Nahum Espinosa Organista.

## REFERENCIAS

- Aguilar-Moreno M, Rodríguez-Moreno FJ, Aragón-Martínez A, Muñoz-Manzano JA, Granados-González G, Hernández-Gallegos O. Dimorfismo sexual de *Aspidoscelis costata costata* (Squamata: Teiidae) en el sur del Estado de México, México. *Rev Chil Hist Nat.* 2010;83(4):585-592. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2010000400011>
- Borczyk B, Kuszniery J, Paško L, Turniak E. Scaling of the sexual size and shape skull dimorphism in the sand lizard (*Lacerta agilis* L.). *Vertebr Zool.* 2014;64(2):221-227.
- Brandley MC, Ota H, Hikida T, Nieto Montes de Oca A, Feria-Ortiz M, Guo X, WANG Y. The phylogeny systematics of blue-tailed skinks (*Plestiodon*) and the family Scincidae *Biol J Linn Soc.* 2012;165(1):163-189. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2011.00801.x>
- Brandt R, Cury de Barros F, Noronha C, José M. Sexual differences in locomotor performance in *Tropidurus catalanensis* lizards (Squamata: Tropiduridae) – body shape, size and limb musculature explain variation between males and females. *Biol J Linn Soc.* 2016;118(3):598–609. Doi: <https://doi.org/10.1111/bij.12760>
- Breckenridge WJ. The Life History of the Black-Banded Skink *Eumeces septentrionalis septentrionalis* (Baird). *Am Midl Nat.* 1943;29(3):591-606. Doi: <https://doi.org/10.2307/2421149>
- Chávez-López L. Biología reproductiva de *Plestiodon brevirostris* (Squamata: Scincidae) en el centro-este del estado de Puebla (Tesis de licenciatura). México: Carrera de Biología, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM; 2012, 52 p.
- Cox MR, Kahrl AF. In: Rheubert JL, Siegel DS, Trauth SE, editors. Sexual Selection and Sexual Dimorphism. St Lucia Queensland, Australia: Barrie GM Jamieson, CRS Press; 2015. p. 78-108.
- Cox RM, Butler MA, John-Alder HB. In: Fairbairn DJ, Blanckenhorn WU, Székely T, editors. The evolution of sexual size dimorphism in reptiles. Cambridge, USA: Oxford University Press; 2007. p. 38-49.
- Dashevsky D, Meik JM, Mociño-Deloya E, Setser K, Schaack S. Patterns of sexual dimorphism in Mexican alligator lizards, *Barisia imbricata*. *Ecol Evol.* 2013;3(2):255–261.
- Davis DM. A study of variation in North American lizards of the *fasciatus* group of the genus *Eumeces* (Scincidae) (PhD Thesis). USA: Duke University; 1968. 157 p.
- Dixon JR. Taxonomic review of the Mexican skinks of the *Eumeces brevirostris* group. *Nat Hist Mus Los Angeles Coun Contr Sci.* 1969;168:1-30.
- Du W, Ji X. Growth, sexual size dimorphism and female reproduction of blue tailed skinks, *Eumeces elegans*. *Zool Res.* 2001;22(4):279–286.
- Dubey S, Chevalley M, Shine R. Sexual dimorphism and sexual selection in a montane scincid lizard (*Eulamprus leuraensis*). *Austral Ecol.* 2011;36(1): 68-75. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2010.02119.x>
- Feria-Ortiz M, Manríquez-Morán NL, Nieto-Montes de Oca A. Species limits based on mtDNA and morphological data in the polytypic species *Plestiodon brevirostris* (Squamata: Scincidae). *Herpetol Monogr.* 2011;25(1):25-51. Doi: <https://doi.org/10.1655/HERPMONOGRAPHS-D-10-00010.1>
- Grizante MB, Brandt R, Kohlsdorf T. Evolution of body elongation in gymnophthalmid lizards: Relationships with climate. *PLoS One.* 2012;7(11): e49772. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0049772>
- Harper WV. In: Makar K, de Sousa B, Gould R, editors. Reduced major axis regression: Teaching alternatives to least squares. Flagstaff, Arizona, USA: Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute; 2014.

- Herrel A, Spithoven L, Van Damme R, De Vree F. Sexual dimorphism of head size in *Gallotia galloti*: testing the niche divergence hypothesis by functional analysis. *Funct Ecol*. 1999;13(3):289-297. Doi: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.1999.00305.x>
- Hikida T, Lau MW, Ota H. 2001. A New record of the vietnamese five-lined skink, *Eumeces tamdaoensis* (Reptilia: Scincidae), from Hong Kong, China, with special reference to its sexual dimorphism. *Nat Hist J Chulalongkorn Univ*. 2001;1(1): 9-13.
- Huang WS. Sexual Size Dimorphism in the Five-striped Blue-tailed Skink, *Eumeces elegans*, with Notes on Its Life History in Taiwan. *Zool Stud*. 1996;35(3):188-194.
- Iraeta P, Monasterio C, Salvador A, Díaz JA. Sexual dimorphism and interpopulation differences in lizard hind limb length: locomotor performance or chemical signaling? *Biol J Linn Soc Lond*. 2011;104(2):318-329. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2011.01739.x>
- Ji X, Lin L-H, Lin C-X, Qiu Q-B, Du Y. Sexual Dimorphism and Female Reproduction in the Many-Lined Sun Skink (*Mabuya multifasciata*) from China. *J Herpetol*. 2006;40(3):351-357. Doi: <https://doi.org/10.1670/0022>
- Jiménez-Arcos VH, Sanabria-Urbán S, Cueva del Castillo R. The interplay between natural and sexual selection in the evolution of sexual size dimorphism in *Sceloporus* lizards (Squamata: Phrynosomatidae). *Ecol Evol*. 2017;7(3):905-917. Doi: <https://doi.org/10.1002/ece3.2572>
- Kadry MAM, Mohamed HRH, Hosney M. Ecological and biological studies on five-lined skink, *Trachylepis* (= *Mabuya*) *quinquetaeniata* inhabiting two different habitats in Egypt. *Cell Mol Biol*. 2017;63(11):28-35. Doi: <http://dx.doi.org/10.14715/cmb/2017.63.11.6>
- Kaliontzopoulou A, Carretero MA, Llorente GA. Sexual dimorphism in traits related to locomotion: ontogenetic patterns of variation in *Podarcis* wall lizards. *Biol J Linn Soc Lond*. 2010;99(3):530-543. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2009.01385.x>
- Kuo CY, Lin YT, Lin YS. Sexual size and shape dimorphism in an agamid lizard, *Japalura swinhonis* (Squamata: Lacertilia: Agamidae). *Zool Stud*. 2009;48(3):351-361.
- Lin ZH, Ji X. Food habits, sexual dimorphism and female reproduction of the skink (*Eumeces chinensis*) from a Lishui population in Zhejiang. *Acta Zoo Sinica*. 2000;20(2):304-310.
- Lucas Rodríguez RL, Eberhard WG. Why the Static Allometry of Sexually-Selected Traits Is So Variable: The Importance of Function. *Integr Comp Biol*. 2019;59(5):1-13. doi: <https://doi.org/10.1093/icb/icz039>
- Luo L, Wu Y, Zhang Z, XU X. Sexual size dimorphism and female reproduction in the white-striped grass lizard *Takydromus wolteri*. *Curr Zool*. 2012;58(2):236-243. Doi: <https://doi.org/10.1093/czoolo/58.2.236>
- Ma L, Pei J, Zhou C, Du Y, Ji X, Shen W. Sexual Dimorphism, Female Reproductive Characteristics and Egg Incubation in an Oviparous Forest Skink (*Sphenomorphus incognitus*) from South China. *Asian Herpetol Res*. 2018;9(2):119-128.
- Molina-Borja M. Sexual dimorphism of *Gallotia atlantica atlantica* and *Gallotia atlantica mahoratae* (Lacertidae) from the Eastern Canary Islands. *J Herpetol*. 2003;37(4):769-773. Doi: <https://doi.org/10.1670/11-03A>
- Mori E, Mazza G, Lovari S. In: Vonk J, Shackelford TK, editors. *Sexual dimorphism*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG; 2017. p. 1-6. Doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-47829-6\\_433-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-47829-6_433-1)
- Olberding JP, Herrel A, Higham TE, Garland T JR. Limb segment contributions to the evolution of hind limb length in phrynosomatid lizards. *Biol J Linn Soc Lond*. 2016;117(4):775-795. Doi: <https://doi.org/10.1111/bij.12709>
- Olsson M, Shine R, Wapstra E, Ujvari B, Madsen T. Sexual dimorphism in lizard body shape: the roles of sexual selection and fecundity selection. *Evolution*. 2002;56(7):1538-1542. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2002.tb01464.x>
- Pavón-Vázquez P, García-Vázquez UO, Bryson RW Jr, Feria-Ortiz M, Manríquez-Morán NL, Nieto-Montes de Oca A. Integrative species delimitation in practice: Revealing cryptic lineages within the short-nosed skink *Plestiodon brevirostris* (Squamata: Scincidae). *Mol Phylogenet Evol*. 2018;129:242-257. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2018.08.020>
- Pincheira-Donoso P, Hunt J. Fecundity selection theory: concepts and Evidence. *Biol Rev*. 2017;92(1):341-356. doi: <https://doi.org/10.1111/brv.12232>
- R Core Team. A language and environment for statistical computing, Vienna, Austria; 2019. Available in: <http://www.R-project.org/> Cited: 5 Sep 2019.
- Ramírez-Bautista A, Barba-Torres J, Vitt LJ. Reproductive cycle and brood size of *Eumeces lynxe* from Pinal de Amoles, Queretaro, México. *J Herpetol*. 1998;32(1):18-24. Doi: <https://doi.org/10.2307/1565474>
- Ramírez-Bautista A, Gillette LJ, Gutierrez-Mayen G, Uribe-Peña Z. Reproductive cycle of the lizard *Eumeces copei* (Lacertilia: Scincidae) from the Eje Neovolcánico, México. *Southwest Nat*. 1996;41(2):103-110.
- Rao CR. In: Maddala GS, Rao CR, editors. *Principal component and factor analyses*. Vol 14. Elsevier, Amsterdam; 1996. p. 489-505. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0169-7161\(96\)14018-9](https://doi.org/10.1016/S0169-7161(96)14018-9)
- Rastegar-Pouyani N, Fattahi R. Sexual dimorphism in *Trachylepis vittata* (Olivier, 1804) (Sauria: Scincidae) in the Zagros Mountains, western Iran. *Turk J Zool*. 2015;39:59-65. Doi: <https://doi.org/10.3906/zoo-1311-17>
- Rivero Suárez C, Rodríguez-Domínguez MA, Molina-Borja M. Sexual dimorphism in morphological traits and scaling relationships in two populations of *Gallotia stehlini*

- (Fam. Lacertidae: Squamata) from Gran Canaria. *Afr J Herpetol.* 2016;65(1):1-20. Doi: <https://doi.org/10.1080/21564574.2015.1130755>
- Ross TN, Pernetta AP, Jones CG, Bell DJ. Sexual size dimorphism and microhabitat use of the orange-tail skink (*Gongylomorphus* spp.) on Flat Island, Mauritius: conservation implications. *AMRE.* 2008;29(3):349-359. Doi: <https://doi.org/10.1163/156853808785112093>
- Scharf I, Meiri S. Sexual dimorphism of heads and abdomens: Different approaches to 'being large' in female and male lizards. *Biol J Linn Soc Lond.* 2013;110(3):665-673. Doi: <https://doi.org/10.1111/bij.12147>
- Schwarzkopf L. Sexual dimorphism in body shape without sexual dimorphism in body size in water skinks (*Eulamprus quoyii*). *Herpetologica.* 2005;61(2):116-123. Doi: <https://doi.org/10.1655/04-66>
- Stat Soft Inc. [Programa de computador] Statistica (data analysis software system), version 8. 2007.
- Vitt LJ, Cooper Jr WE. Skink reproduction and sexual dimorphism: *Eumeces fasciatus* in the Southeastern United States, with notes on *Eumeces inexpectatus*. *J Herpetol.* 1986;20(1):65-76. Doi: <https://doi.org/10.2307/1564126>
- Vitt LJ, Cooper Jr WE. The evolution of sexual dimorphism in the skink *Eumeces laticeps*: an example of sexual selection. *Can J Zool.* 1985;63:995-1002. Doi: <https://doi.org/10.1139/z85-148>
- Warton D, Duursma R, Falster D, Taskinen S. (Standardised) Major Axis Estimation and Testing Routines. R-Package "smatr", version 3.4-8. Disponible en: <https://cran.rproject.org/web/packages/smatr/smatr.pdf> Citado: 03 ene 2021.
- Yang C, Zhao J, Diaz RE, Lyu N. Development of sexual dimorphism in two sympatric skinks with different growth rates. *Ecol Evol.* 2019;9(13):7752-7760. Doi: <https://doi.org/10.1002/ece3.5358>
- Zuffi MAL, Sacchi R, Pupin F, Cencetti T. Sexual size and shape dimorphism in the Moorish gecko (*Tarentola mauritanica*, Gekkota, Phyllodactylidae). *North West J Zool.* 2011;7(2):189-197.

**APÉNDICE 1****EJEMPLARES EXAMINADOS**

El acrónimo MZFZ corresponde a la abreviación institucional del Museo de Zoología de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. Los registros se proporcionan en orden cronológico.

*Plestiodon* sp.- PUEBLA. Entre uno y dos kilómetros al sur del poblado de San Juan del Valle, municipio Chilchotla Puebla (19°15'22"N, 97°11'53"W). Altitud 2324 m.s.n.m. Bosque de pino-encino. Machos: 3-5 de marzo de 2010: MZFZ1991, MZFZ1992, MZFZ1995, MZFZ1999, MZFZ2038, MZFZ1942, MZFZ2102, MZFZ1971; 25 de marzo: MZFZ2041, MZFZ1943, MZFZ1944, MZFZ1946, MZFZ2106, MZFZ2107, MZFZ2108, MZFZ2110; 14-15 de mayo: MZFZ1951, MZFZ1953, MZFZ2046, MZFZ2047, MZFZ2049, MZFZ2050, MZFZ2053, MZFZ1954, MZFZ1955; 15 de junio: MZFZ2114, MZFZ2115, MZFZ1956, MZFZ2060, MZFZ2063; 27-28 de agosto: MZFZ1938, MZFZ2002, MZFZ2004, MZFZ2117, MZFZ2120, MZFZ2121, MZFZ2122, MZFZ2005, MZFZ2008; 17-18 septiembre: MZFZ2124, MZFZ2125, MZFZ2006, MZFZ2007, MZFZ2066, MZFZ2068, MZFZ2069, MZFZ2070, MZFZ2072, MZFZ2075, MZFZ1958, MZFZ1976, MZFZ1977, MZFZ1978; 3 de diciembre: 10-11

de febrero de 2011: MZFZ1964, MZFZ1966, MZFZ1969, MZFZ2011, MZFZ2131, MZFZ2034, MZFZ2085. Hembras: 3-5 de marzo: MZFZ1993, MZFZ1996, MZFZ1998, MZFZ2099, MZFZ2113, MZFZ1941, MZFZ2098, MZFZ2100, MZFZ2103, 25 de marzo; MZFZ2039, MZFZ2040, MZFZ1945, MZFZ1947, MZFZ1948, MZFZ2109, MZFZ2111, MZFZ2112; 17 de abril: MZFZ1972; 14-15 de mayo: MZFZ1950, MZFZ2043, MZFZ2044, MZFZ2045, MZFZ2048, MZFZ2051, MZFZ2052, MZFZ2054, MZFZ2055, MZFZ2057, MZFZ2058; 15 de junio: MZFZ2059, MZFZ2061, MZFZ2062, MZFZ2064, MZFZ2065; 27-28 de agosto: MZFZ1937, MZFZ1939, MZFZ2001, MZFZ2116, MZFZ2118, MZFZ2119; 17-18 septiembre: MZFZ2132, MZFZ2123, MZFZ1957, MZFZ2067, MZFZ2071, MZFZ2073, MZFZ2074, MZFZ2076, MZFZ1975, MZFZ1979, MZFZ2033, MZFZ2126; 3 de diciembre: MZFZ1959; MZFZ2133, MZFZ2009, MZFZ1980, MZFZ1981, MZFZ1983, MZFZ1960, MZFZ1961, MZFZ1962, MZFZ1963, MZFZ1936, MZFZ2078, MZFZ2079, MZFZ2080, MZFZ2081, MZFZ2082, MZFZ2127, MZFZ1940, MZFZ2128; 27-28 de enero de 2011: MZFZ2129, MZFZ2010, MZFZ2083, MZFZ2130; 10-11 de febrero de 2011: MZFZ1965, MZFZ1967, MZFZ1968, MZFZ1970, MZFZ2084, MZFZ2035, MZFZ2086.