



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

**DIMORFISMO SEXUAL EN UNA POBLACIÓN DE
ESCÍNCIDOS DE COLA AZUL (*Plestiodon brevirostris*)
QUE HABITA EN LA SIERRA NORTE DEL ESTADO DE
OAXACA.**

TESIS

Que para obtener el título de

Biólogo

PRESENTA

Ariel Camacho Téllez

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Manuel Feria Ortiz



Ciudad de México, 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos.

Al Dr. Manuel Feria Ortiz por brindarme la oportunidad de formar parte del laboratorio de Herpetología y así poder realizar este trabajo, y sobre todo por tanto apoyo, ayuda, paciencia y su amistad que sin duda fueron puntos clave para poder lograr este objetivo.

A mis sinodales: Dr. Antonio Alfredo Bueno Hernández, M. en C. Carlos Pérez Malváez, M. en C. Nicté Ramírez Priego, M. en C. Uri Omar García Vázquez por sus comentarios y observaciones que gracias a ellos fue posible mejorar y enriquecer mi trabajo, gracias por su tiempo y comprensión.

A mis amigos: Irene - Arely (Irely), Arturo, Yuri, Carlos, Max, por su amistad y compañía durante tanto tiempo. Al buen Javi y Fer (changuita) que me acompañaron durante el proceso, que además de su amistad y cariño, me dieron ánimos y me motivaron cuando más lo necesitaba, gracias por todo.

A la bandita de labo: Karencita, Celic, Abel, Carlos, Jorgito, Jael, Isaac, Perry, Brenda, Uriel, Vic, Yolo, Alex, Vane, Arantxa, Jessica, Karina, Ana; en fin a todos y los que me faltan que forman parte del laboratorio gracias por todas las vivencias, pláticas, y que hacen más ameno el trabajo y un gusto trabajar con todos ustedes.

Dedicatorias.

A mi madre y mi padre: Martha y Ariel, son un gran ejemplo a ustedes les debo tanto y todo en realidad, me han brindado su amor y apoyo en todo, además de inspirarme y motivarme a seguir adelante, todo esto es por ustedes y gracias a ustedes, los amo.

A mis hermanos: Ángeles y Edwin, por apoyarme e inspirarme a seguir adelante hasta cumplir mis objetivos haciendo lo que me gusta, gracias, los amo.

ÍNDICE

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN.....	6
ANTECEDENTES.....	9
ESPECIE BAJO ESTUDIO	11
JUSTIFICACIÓN	12
HIPÓTESIS DEL TRABAJO	12
OBJETIVOS.....	13
MÉTODO	13
Área de estudio.	13
Trabajo en campo.....	15
Trabajo en laboratorio	15
Análisis estadístico	17
RESULTADOS	20
Dimorfismo sexual en tamaño	20
Dimorfismo sexual en partes corporales en adultos	20
Dimorfismo sexual en partes corporales en jóvenes.....	23
Trayectorias alométricas en adultos	23
Trayectorias alométricas en jóvenes	26
DISCUSIÓN	30
Dimorfismo sexual en tamaño	30
Dimorfismo sexual en forma	31
Alometría	33
Adultos.....	33
Jóvenes.....	35
CONCLUSIONES	36
LITERATURA CITADA.....	37

RESUMEN

En animales existe un fenómeno común denominado dimorfismo sexual y este puede ser dimorfismo sexual en tamaño o en forma corporal. Dicho fenómeno se refiere a las diferencias fenotípicas que existen entre hembras y machos de una misma especie y puede tener dos causas, las últimas (evolutivas) y las próximas (durante la vida del animal).

El presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar si la especie *Plestiodon brevirostris* (Squamata: Scincidae) presentaba dimorfismo sexual y si este fenómeno lo presentaba en tamaño y/o forma corporal. Además de determinar si el dimorfismo sexual presentado por ejemplares adultos se encontraba también en los jóvenes. Finalmente se intentó evaluar si el dimorfismo presentado (tanto en adultos como en jóvenes) se podía explicar en parte, por las diferencias en las trayectorias de crecimiento.

Los ejemplares fueron colectados específicamente en una población de la Sierra Norte del estado de Oaxaca en la localidad Santa María Jaltianguis. A cada organismo se le tomaron las siguientes medidas del cuerpo: (1) Longitud hocico-cloaca (LHC), (2) ancho de la cabeza (ACA), (3) longitud de la cabeza (LCA), (4) longitud del tronco (LTR), (5) longitud del fémur (LFE), (6) base de la cola (BCO), (7) longitud del cuello (LCU) y finalmente el peso corporal (8). Posteriormente los especímenes se dividieron en cuatro grupos (machos adultos, hembras adultas, machos jóvenes y hembras jóvenes).

Plestiodon brevirostris no presentó dimorfismo sexual en tamaño pero sí en su forma corporal. En el caso de los ejemplares adultos, las hembras presentaron troncos más largos que los machos mientras que estos presentaron cabezas más grandes y anchas así como también la base de la cola más ancha y longitudes de cuello y fémur más largas que las hembras. Para el caso de los ejemplares jóvenes únicamente las hembras presentaron troncos más largos que los machos.

INTRODUCCIÓN

El dimorfismo sexual se refiere a las diferencias fenotípicas que existen entre hembras y machos de una misma especie (Rastegar y Fattahi, 2014). Los sexos pueden diferir en el tamaño, forma, color o patrón de coloración corporal o en la presencia-ausencia de estructuras particulares. Las diferencias no son mutuamente excluyentes (Kuo *et al.*, 2009), más bien el dimorfismo sexual puede presentarse en una o varias de estas particularidades, por ejemplo, en los pavorrales las hembras son de color marrón poco vistosas mientras que los machos presentan penachos grandes con plumas de color azul iridiscente (Herron y Freeman, 2014).

El dimorfismo sexual es un fenómeno común en animales y los reptiles no son la excepción (Stephens y Wiens, 2008), sin embargo en reptiles y en particular en lagartijas el grado en que se manifiesta el dimorfismo no es tan pronunciado como en otros grupos de animales tales como arañas y otros invertebrados, de este modo en los reptiles los tipos de dimorfismo más comunes y más frecuentemente estudiados son el dimorfismo sexual en tamaño y en la forma del cuerpo (Fairbairn *et al.*, 2007). El dimorfismo sexual en tamaño corporal (DST) puede ser sesgado hacia los machos (el macho es el sexo de mayor tamaño) o hacia las hembras (las hembras son más grandes que los machos). En la mayoría de los estudios se ha utilizado a la longitud del hocico a la cloaca (LHC) como un índice de tamaño, de modo que el DST se ha documentado como diferencias en la LHC promedio de machos y hembras (Rastegar y Fattahi, 2014).

En la mayoría de las familias de reptiles es frecuente encontrar especies en donde las hembras son más grandes que los machos (Cox *et al.*, 2007), por ejemplo, la mayoría de las especies de *Phrynosoma* exhiben dimorfismo sexual en tamaño y son las hembras las que poseen la LHC más grande (Zamudio, 1998). Pinilla-Renteria y colaboradores (2015) encontraron que en *Anolis maculiventris* las hembras son más grandes que los machos, un patrón que no es común dentro de este género. La tortuga *Kachuga tentoria* (Geoemydidae) posee el dimorfismo sexual en tamaño más extremo dentro de los reptiles, donde las hembras poseen un caparazón que es 175% más largo que el de los machos (Stephens y Wiens, 2008).

Sin embargo, el patrón más común en lagartijas es el dimorfismo sexual en tamaño sesgado hacia los machos (Cox *et al.*, 2007). En algunos lagartos, el DST sesgado hacia los machos llega a niveles en los que éstos pueden ser 50% más grandes que las hembras (Cox *et al.*, 2007). Un ejemplo con DST con sesgo hacia los machos se da en la iguana marina *Amblyrhynchus cristatus* la cual posee un sistema de apareamiento lek (hay competencia entre los machos por las hembras,

y no hay cuidado parental), el DST es particularmente pronunciado, en algunas poblaciones los machos son 1.4 veces más grandes que las hembras y dos veces tan pesados como ellas (Wikelski y Trillmich, 1997). Otro ejemplo de DST sesgado hacia los machos es el presentado por *Aspidoscelis costata costata*, Aguilar y colaboradores (2010) estudiaron una población de esta especie en el sur del estado de México y encontraron que la LHC promedio de machos y hembras fueron 101.8 ± 14.5 (76-130) y 89.5 ± 10.4 (69-110) respectivamente.

El dimorfismo sexual en la forma del cuerpo (DSFC) ha sido menos estudiado que el DST a pesar de que este tipo de dimorfismo es tan frecuente e importante de estudiar como el primero (Rastegar y Fattahi, 2014), existen casos extremos de este tipo de dimorfismo donde puede ocurrir que uno de los sexos presente algún tipo de estructura mientras que el otro no o la presenta pero menos desarrollada, cuando esto ocurre frecuentemente es el macho quien presenta una estructura particular, un ejemplo es el camaleón *Trioceros jacksonii* en esta especie el macho presenta tres cuernos, uno en la nariz y dos por encima de los ojos los cuales utiliza durante el combate macho-macho (Tolley y Herrel, 2014) y la hembra solo tiene un cuerno en la nariz, otro ejemplo de este fenómeno se da en una especie que se creía extinta, *Anolis proboscis* en la cual los machos presentan una probóscide en la cabeza mientras que las hembras no poseen dicha ornamentación (Torres, 2012), aún se desconoce la función de la proboscis de los machos.

Otro tipo común de dimorfismo sexual en la forma del cuerpo ocurre cuando partes corporales biológicamente relevantes tales como la cabeza, tronco y extremidades difieren en tamaño entre los sexos, por ejemplo, es común que los machos tengan cabezas más grandes y troncos más pequeños que las hembras del mismo tamaño corporal (Schwarzkopf, 2005). También ocurren diferencias relacionadas con la locomoción, tales como las extremidades y los dígitos o la cola (Laerm, 1974).

El dimorfismo sexual en la forma del cuerpo puede o no estar acompañado por dimorfismo sexual en tamaño corporal, en *Eulamprus quoyii* se encontraron diferencias sexuales entre machos y hembras en partes del cuerpo como la cabeza más ancha, miembros más largos y el tronco más corto que las hembras, pero no se detectó dimorfismo sexual en el tamaño del organismo (Schwarzkopf, 2005).

El dimorfismo sexual como cualquier otro rasgo biológico tiene dos tipos de causas, próximas y últimas (Kuo *et al.*, 2009), por lo tanto, se debe obtener una comprensión más completa de las causas del dimorfismo si se estudian ambas causas en lugar de centrarse en una sola de ellas.

Las causas últimas intentan explicar los mecanismos evolutivos que originan y mantienen un rasgo particular tal como el dimorfismo sexual, este puede ser explicado por selección sexual o natural o por la interacción entre ambas, la selección natural puede favorecer a las hembras de mayor tamaño si éstas dejan más descendientes que las pequeñas, a este tipo de selección se le llama selección por fecundidad (Dashevsky *et al.*, 2013).

La selección natural puede causar dimorfismo sexual por medio de la división de nichos entre ambos sexos (Dashevsky *et al.*, 2013), se espera que evolucione dimorfismo sexual si los sexos utilizan de manera diferente su hábitat o si compiten por un recurso escaso, por ejemplo, cuando el alimento es limitado los sexos pueden disminuir la competencia si cada uno tiende a explotar diferentes tipos de presas, si un sexo se alimenta de presas más grandes que el otro un resultado evolutivo puede ser dimorfismo sexual en el tamaño corporal y/o en el tamaño de la cabeza (Rastegar y Fattahi, 2014). En muchas especies de serpientes en donde la cabeza no interviene en combates o interacciones sexuales entre machos y hembras la causa última más comúnmente aceptada del dimorfismo es la segregación alimenticia (Shine, 1991).

La selección sexual también puede producir dimorfismo a través de la elección femenina o de la competencia entre machos, las hembras pueden elegir aparearse con los machos más grandes y de este modo favorecer el aumento en el tamaño promedio de la población masculina, el resultado sería dimorfismo sexual en tamaño y los machos serían más grandes que las hembras, se espera este mismo tipo de dimorfismo en especies donde los machos tienden a luchar entre sí por el acceso a las hembras, y en virtud de su tamaño los machos relativamente grandes tendrían ventaja sobre los más pequeños y por lo tanto tendrían un mayor acceso a las hembras (Aguilar *et al.*, 2010).

Las causas próximas operan durante la vida de los organismos. Las diferencias sexuales en las tasas de crecimiento o en la edad en la que se alcanza la madurez sexual originan dimorfismo sexual en tamaño corporal. Se espera que el sexo con una tasa de crecimiento mayor o que alcance la madurez sexual más tarde en su vida sea el sexo de mayor tamaño (Shine, 1990). También puede ocurrir que ambos sexos maduren a una talla similar pero que uno de los sexos (comúnmente los machos) invierta más energía en crecimiento después de la madurez que el otro. Otra cuestión es desde un punto de vista próximo ¿cómo se origina el dimorfismo sexual en el tamaño de partes corporales? en este caso lo más común es que existan diferencias sexuales en las relaciones alométricas de las partes involucradas.

La alometría se refiere a la relación entre las tasas de crecimiento de partes corporales particulares, por ejemplo, si la tasa de crecimiento de las extremidades es mayor que la tasa de crecimiento de la cabeza entonces el crecimiento de las extremidades será hiperalométrico con respecto al crecimiento de la cabeza, por el contrario, el crecimiento de la cabeza será hipoalométrico con respecto al crecimiento de las extremidades. Cuando las dos partes corporales crecen a la misma tasa el crecimiento de cualquiera de ellas es isométrico con respecto al otro. Evidentemente si en un sexo el crecimiento de una parte del cuerpo es hiperalométrico mientras que en el otro es isométrico o hipoalométrico el resultado será dimorfismo sexual en el tamaño de las partes involucradas y los sexos serían diferentes en la forma del cuerpo (Pérez *et al.*, 2009).

Los cambios alométricos que ocurren durante el crecimiento de los organismos pueden generalizarse con la expresión matemática:

$$y = a x^b,$$

donde a y b son constantes, y es la variable dependiente (el tamaño de la parte del cuerpo cuyo crecimiento queremos examinar) y x es la variable independiente o una medida de alguna parte del organismo tomada como referencia, por ejemplo, si queremos modelar las relaciones de crecimiento entre la longitud de la cabeza (LCA) de una lagartija y su LHC tenemos la relación:

$$LCA = a(LHC)^b,$$

El exponente b puede interpretarse como un coeficiente de alometría dado por la relación: (tasa de crecimiento de la LCA/tasa de crecimiento de la LHC).

ANTECEDENTES

En el presente trabajo se pretende describir el dimorfismo sexual en el tamaño y forma del cuerpo de una población de escíncidos de cola azul (*Plestiodon*) ubicada en los alrededores del poblado de Santa María Jaltianguis, asignada a la especie *Plestiodon brevirostris* (Fig. 1).



Figura 1. *Plestiodon brevirostris* Hembra adulta. Foto tomada por Manuel Feria Ortiz.

El género *Plestiodon* está compuesto por alrededor de 54 especies (algunas aún no formalmente descritas) que se encuentran distribuidas en la zona oriental de Asia, así como en el norte y centro de América (Pavón-Vázquez *et al.*, 2017, 2018; Kurita *et al.*, 2017). El dimorfismo sexual de este género ha sido relativamente poco estudiado, se ha encontrado dimorfismo sexual en el tamaño de la cabeza en las especies americanas *Plestiodon fasciatus*, *Plestiodon inexpectatus* y *Plestiodon laticeps*, en las cuales las cabezas de los machos son de mayor tamaño que las hembras, además en las tres especies los machos son más grandes que las hembras y estos presentan una coloración naranja en la cabeza durante la época de reproducción (Vitt y Cooper, 1986; Cooper y Vitt, 1988; Griffith, 1991).

Se conoce muy poco acerca del dimorfismo sexual en las especies de *Plestiodon* mexicanas. Ramírez y colaboradores (1996) encontraron que las hembras de *Plestiodon copei* presentan una mayor longitud hocico cloaca que los machos. Chávez (2012) en un estudio sobre la biología reproductiva de una población de *Plestiodon* sp. (anteriormente *Plestiodon brevirostris*, actualmente "*Plestiodon* PT" en Pavón-Vázquez *et al.*, 2018) del estado de Puebla, México, no detectó diferencias sexuales significativas en el tamaño corporal. Leal (2016) estudió el dimorfismo sexual en una población de *P. lynxe* que habita en un bosque de pino encino en el municipio de Ixtacamaxtitlán, Puebla, y encontró que los machos poseen cabezas más grandes que las hembras, mientras que la longitud hocico

cloaca y la longitud del tronco (después de controlar el efecto del tamaño) fueron mayores en hembras que en machos. No se conoce nada acerca del dimorfismo sexual en la especie que se pretende estudiar.

ESPECIE BAJO ESTUDIO

Recientemente Pavón-Vázquez y colaboradores (2018, 2015) a través de un estudio taxonómico integrativo demostraron que la especie *Plestiodon brevirostris* (sensu Feria-Ortiz *et al.*, 2011) está integrada por cuatro especies distintas, (es decir lo que se tenía descrito como una sola especie en realidad son cuatro) una distribuida en el estado de Guerrero, otra en los estados de Tlaxcala y Puebla y otras dos en el estado de Oaxaca. Una de las especies de Oaxaca (denominada “IJ-SMJ”) estuvo representada por cinco ejemplares, uno procedente de Santa María Jaltianguis, dos de Ixtlán de Juárez (el municipio aledaño) y dos recolectados en una localidad ubicada aproximadamente a 1.5 Km al SE de la desviación a Santa María Jaltianguis. La otra especie de Oaxaca (denominada “OAX”) presenta una distribución más amplia dentro del estado de Oaxaca la cual rodea la distribución de la especie de “IJ-SMJ”. Pavón-Vázquez y colaboradores (2018) resaltaron que el carácter que permite diferenciar a “IJ-SMJ” de las otras tres especies señaladas arriba, incluyendo “OAX”, es la altura a la que corre la línea clara lateral (LCL), en la primera especie esta línea siempre involucra a la quinta hilera longitudinal de escamas a nivel de la mitad del cuello mientras que en las otras tres no ocurre así. En la especie Oaxaqueña de distribución más amplia la LCL generalmente involucra a la séptima hilera longitudinal de escamas a nivel de la mitad del cuello.

La población estudiada en el presente trabajo se encuentra en Santa María Jaltianguis excepto cinco ejemplares, en todos los ejemplares la LCL involucra la séptima hilera longitudinal de escamas, los cinco ejemplares restantes son similares a IJ-SMJ en la ubicación de la LCL. Pavón-Vázquez y colaboradores (2018) encontraron que un ejemplar morfológicamente similar a “OAX” formó un clado con los ejemplares de Ixtlán de Juárez y Santa María Jaltianguis, en consecuencia asignaron este ejemplar a la especie “OAX” y sugirieron que el parecido genético con IJ-SMJ probablemente se debió a introgresión. En concordancia con esta asignación en este trabajo asumimos que los ejemplares cuya LCL involucra la séptima hilera de escamas corresponden a “OAX” mientras que los ejemplares cuya LCL involucra la quinta hilera longitudinal de escamas corresponden a “IJ-SMJ”. Taylor (1935) supuso que la localidad tipo de *P. brevirostris* se localiza en o en las cercanías de la ciudad de Oaxaca, en consecuencia se espera que eventualmente “OAX” retenga el nombre de

Plestiodon brevirostris. En este trabajo se registraron datos únicamente de ejemplares en los cuales la LCL involucra la séptima hilera longitudinal de escamas, es decir de ejemplares similares a “OAX”, en consecuencia se considerará que la población bajo estudio corresponde a *P. brevirostris*.

Plestiodon brevirostris es una especie endémica de México que se distribuye en varias localidades en el estado de Oaxaca (Pavón-Vázquez *et al.*, 2018), es una lagartija vivípara de extremidades cortas y cuerpo alargado, es fácil distinguirla por su cola de color azul turquesa (Fig. 1), los ejemplares adultos miden aproximadamente 60 mm de LHC. La especie pertenece al grupo *Plestiodon brevirostris* y al igual que las demás especies de este grupo, es de hábitos secretivos (Feria, 2011).

JUSTIFICACIÓN

Como se mencionó anteriormente el dimorfismo sexual es común en reptiles, en particular en lagartijas. La mayoría de los trabajos se centran en el dimorfismo sexual en tamaño (es frecuente encontrar dimorfismo sexual en donde los machos son más grandes que las hembras, Cox *et al.*, 2007), aún son pocos los estudios que toman en cuenta el dimorfismo en la forma del cuerpo o en partes corporales tales como cabeza, tronco y extremidades (Rastegar y Fattahi, 2014). El estudio del dimorfismo en partes corporales permite detectar más claramente cómo operan los mecanismos evolutivos involucrados, ya que en muchos casos son las partes corporales las que están sujetas a selección y no el tamaño corporal (Schwarzkopf, 2005).

Además, se conoce relativamente poco sobre la historia natural de las especies mexicanas de *Plestiodon*, por lo que considerando los puntos anteriores resulta de gran importancia estudiar al escíncido *P. brevirostris* endémico de México y así también apoyar a esclarecer aspectos relevantes de la historia de vida de este reptil.

HIPÓTESIS DEL TRABAJO

Como ocurre en muchas especies de lagartijas, incluyendo algunas del grupo *Plestiodon brevirostris*, los machos tienen cabezas y extremidades más grandes que las hembras mientras que las hembras tienen abdómenes más grandes que los del sexo opuesto, por lo que se espera que la especie bajo estudio siga la misma tendencia.

También al igual que en otras especies de lagartijas, se espera que la longitud de la cabeza y extremidades exhiban alometría positiva en los machos e isometría o alometría negativa en las hembras y que ocurra lo contrario en el caso de la longitud del tronco.

OBJETIVOS

Objetivos generales.

Determinar si *Plestiodon brevirostris* presenta dimorfismo sexual en el tamaño y la forma del cuerpo y describirlos en caso de estar presentes.

Objetivos particulares.

En caso de haber dimorfismo sexual, aclarar si está o no presente en organismos inmaduros.

De presentar dimorfismo sexual, determinar si es explicado al menos en parte por diferencias en las trayectorias de crecimiento de machos y hembras.

MÉTODO

Área de estudio.

La zona de estudio se ubica en el estado de Oaxaca en el municipio de Santa María Jaltianguis (Fig. 2) ya que en visitas previas se notó la presencia relativamente abundante de esta especie, este municipio se compone de planicies, montañas y terreno accidentado, predomina la vegetación de pino-encino, el suelo es principalmente de uso agrícola (INAFED, 2018) el clima en la zona de estudio se clasifica como Cwb por el sistema Köppen-Geiger y la temperatura promedio es 15.5 °C con precipitaciones promedio de 958 mm, febrero es el mes más seco con 11mm de precipitación y en junio ocurre la mayor cantidad de precipitación con 177 mm en promedio (Schwarz, 2018).

Los organismos se recolectaron en dos áreas pequeñas (~ 0.5 y 1.5 ha) separadas entre sí por una distancia de ~ 500 m. La mayoría de los ejemplares se capturaron en el área más grande la cual se ubica a 2263 msnm, en los alrededores del punto 96°31'11"W 17°22'03"N, se trata de una zona de ladera aparentemente usada para el pastoreo del ganado, donde es común encontrar excretas grandes y secas de vaca, y rocas pobremente sedimentadas al suelo, si bien también ocurren algunos troncos caídos (Fig. 3). Los organismos se

encontraron en estos escombros del suelo, principalmente debajo de excretas de vaca. En el área pequeña ($96^{\circ}31'16.1''\text{W}$ $17^{\circ}22'12.6''\text{N}$) los organismos se encontraron debajo de rocas y algunas debajo de láminas tiradas sobre el suelo, la altitud de esta área fue similar a la del área más grande, aunque a diferencia de la primera, aquí predominaba la hierba.

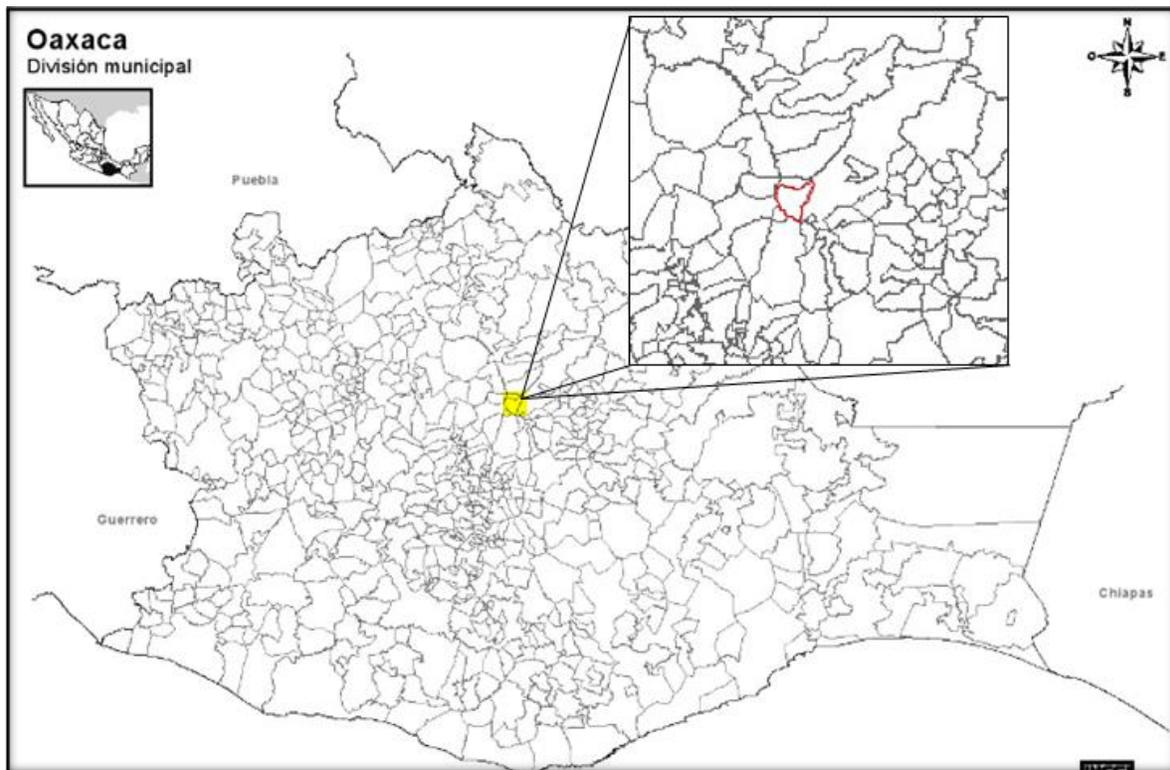


Figura 2. Oaxaca, Santa María Jaltianguis (municipio resaltado en amarillo y rojo).



Figura 3. Zona de recolecta dentro del municipio de Santa María Jaltianguis, Oaxaca. Los ejemplares se recolectaron debajo de excretas de vacas y rocas pobremente cimentadas al suelo.

Trabajo en campo.

Se realizaron cinco salidas a la zona de estudio para recolectar ejemplares, los meses en los que se realizaron recolectas fueron agosto, septiembre y noviembre del 2015, febrero del 2016 y finalmente en agosto del 2018. Se buscaron escíncidos en todos los sitios que pudieran albergarlos (debajo de rocas, troncos y otros escombros tirados en el suelo, tales como maderas, láminas o plásticos), todos los ejemplares se colectaron con la mano, inmediatamente después de su captura se introdujeron en transportadoras de mascotas para su traslado al laboratorio. Algo que no se esperaba, fue que en estos pastizales que son utilizados para pastoreo del ganado se encontró un número considerable de ejemplares debajo de excretas secas de vacas.

Trabajo en laboratorio.

A cada ejemplar recolectado se le registraron los siguientes caracteres (ver figura 4): (1) Longitud hocico-cloaca (LHC); de la punta del hocico a la cloaca, (2) Ancho de la cabeza (ACA); registrado a la altura de la temporal inferior, (3) longitud de la cabeza (LCA); de la punta del hocico a la parte posterior del tímpano, (4) Longitud

del tronco (LTR); de la parte inter-axilar de las patas delanteras a las traseras, (5) longitud del fémur (LFE); largo del fémur, (6) base de la cola (BCO); tomada a la altura de la cloaca, (7) longitud del cuello (LCU); desde el tímpano a la altura de la axila, y el peso corporal (8). Las medidas corporales se registraron con un vernier digital Truper® con precisión de 0.01 mm y peso corporal con una báscula digital USE-ACE® con precisión de centésimas de gramo.

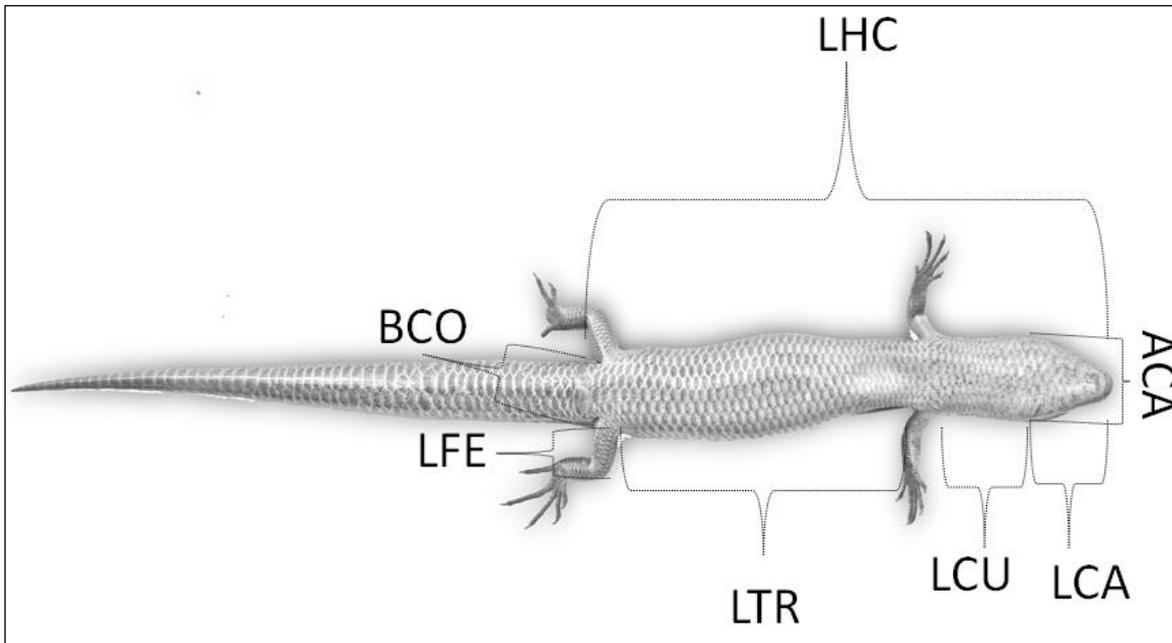


Figura 4. Caracteres medidos a escíncidos de cola azul de Santa María Jaltianguis, Oaxaca. LHC = Longitud hocico cloaca, ACA = Ancho de la cabeza, LCA = Largo de la cabeza, LCU = Longitud del cuello, LTR = Longitud del tronco, LFE = Longitud del fémur y BCO = Ancho de la base de la cola.

Se utilizaron ejemplares adultos y jóvenes para describir el dimorfismo sexual. Se examinaron organismos jóvenes con el fin detectar si el dimorfismo detectado en los adultos ya está presente en algún grado en los organismos inmaduros, si bien se desconoce la talla a la que los escíncidos de la población de estudio alcanzan la madurez sexual, Chávez (2012) estudió el ciclo reproductivo de una población de *Plestiodon* que habita en el este-centro del estado de Puebla, de acuerdo a Pavón y colaboradores (2018) esta población pertenece a una especie aún no descrita cercanamente emparentada a la especie bajo estudio, ambas especies son de tamaño similar y viven en ambientes ecológicos parecidos, Chávez (2012) encontró que los machos y hembras alcanzan la madurez sexual alrededor de los

59 mm de LHC, por lo tanto ante el desconocimiento de la talla a la que se alcanza la madurez sexual en *P. brevirostris*, se utilizó el tamaño reportado por Chávez (2012) para *Plestiodon* sp. Además se consideraron como jóvenes a los ejemplares con tallas de LHC menores a los 59 mm y lo suficientemente grandes como para poder ser sexados mediante la expulsión de los hemipenes.

Al igual que las demás especies del grupo *P. brevirostris*, los machos y hembras de la población de Santa María Jaltianguis, Oaxaca, presentan un patrón de coloración y una morfología muy similar y esto hace que sea difícil distinguir entre los sexos. En *P. indubitus* y *P. lynxe* los machos poseen cabezas más anchas que las hembras (Lagunas, 2014; Leal, 2016), lo cual permite distinguir entre los sexos, tal fue el caso de *Plestiodon brevirostris* de Santa María Jaltianguis, los machos presentaron cabezas más anchas que las hembras lo que permite distinguir entre los sexos en los organismos adultos, no obstante, con la finalidad de asegurar el género de cada ejemplar también se sexaron los organismos mediante la expulsión de los hemipenes (en el caso de los machos) o la ausencia de estos (para el caso de las hembras).

Análisis estadístico.

Se consideraron cuatro grupos de organismos, jóvenes machos y hembras (se consideraron como jóvenes a ejemplares menores a 59mm de LHC y lo suficientemente grandes para ser sexados mediante la expulsión de hemipenes) y adultos machos y hembras (se consideraron como adultos a ejemplares mayores a 59mm de LHC), y para cada uno de ellos se calcularon resúmenes estadísticos (promedios, errores estándar e intervalos de variación) del peso corporal y de cada variable biométrica para machos y hembras.

Para realizar todos los análisis se utilizaron los programas Statistica (StatSoft, Inc., 2004) y Stata (StataCorp LP, 2009), en todos los análisis se utilizó un nivel de significancia de 0.05.

Con el fin de mejorar el ajuste de las variables a la normalidad, todos los valores registrados se transformaron a valores logarítmicos base 10, para el caso de los jóvenes todos sus valores se multiplicaron x10 previamente a la transformación logarítmica con el fin de evitar números negativos, en seguida se realizaron pruebas de normalidad y homocedasticidad para cada variable y grupo considerado (Zar, 2010), se utilizaron pruebas de Kolmogorov-Smirnov y de Barlett, respectivamente para este propósito. También se verificó gráficamente la normalidad mediante curvas suavizadas por medio de estimadores de densidad por kernel (EDKs) (Salgado-Ugarte, 2013). Todas las variables mostraron

homocedasticidad entre grupos, y se distribuyeron normalmente. La figura 5 muestra las curvas suavizadas para dos de las variables registradas (ACA y LTR), por lo tanto, en todas las comparaciones se utilizaron pruebas paramétricas para detectar diferencias significativas.

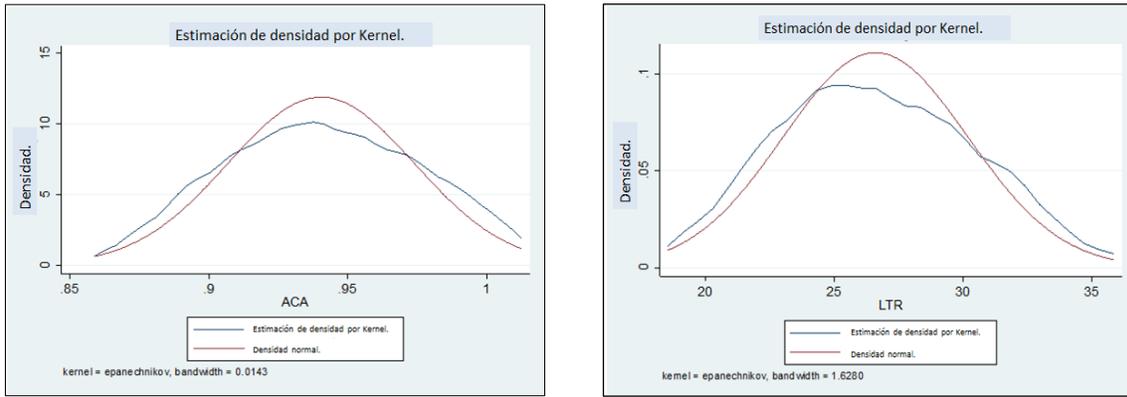


Figura 5. Curvas de densidad obtenidas mediante EDKs donde se aprecia una clara tendencia a la distribución normal. A la izquierda se muestra la curva EDKs para el ACA y a la derecha la curva correspondiente para la LTR. Note la aproximación a la normalidad.

Para cada categoría de edad (jóvenes y adultos), se realizó una prueba de t para evaluar las diferencias sexuales en la longitud hocico-cloaca entre machos y hembras.

Se realizó un análisis multivariado de covarianza (ANMUCOVA), considerando a la longitud hocico-cloaca como covariable y al sexo como factor fijo, para detectar o no diferencias sexuales significativas entre los vectores de medias de las medidas biométricas relacionadas con la forma corporal (longitud de la cabeza, ancho de la cabeza, etc.). Se utilizaron pruebas post-hoc de Bonferroni univariadas con el fin de detectar entre que pares de medias ocurrieron diferencias significativas.

Con el fin de explorar en qué medida las siete variables biométricas separaban a los machos de las hembras, y de este modo corroborar el dimorfismo sexual en la forma del cuerpo, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) y se consideraron las dos primeras componentes como ejes de una gráfica de ordenación de los organismos.

Para cada grupo considerado (hembras y machos de jóvenes y adultos) se evaluaron las relaciones de escala (isometría o alometría) de las partes corporales involucradas con respecto a la LHC. Como se señala en la introducción, la

ecuación alométrica produce una curva exponencial, sin embargo la transformación logarítmica de los datos “linealizó” el modelo alométrico y permitió la estimación del coeficiente de alometría (el exponente del modelo alométrico) mediante modelos lineales.

Con el fin de cuantificar la alometría (hiperalometría o hipoalometría) de cada parte corporal (ACA, LCA, LTR, LFE, BCO y LCU) con respecto a la longitud del cuerpo se utilizó el método de mínimos cuadrados para obtener el modelo (recta de regresión) para cada pareja de variables, se consideró a la pendiente como un coeficiente de alometría, de este modo se consideró que si:

$m > 1$ el crecimiento es hiperalométrico

$m = 1$ isométrico

$m < 1$ hipoalométrico

Con el fin de detectar diferencias significativas en los coeficientes alométricos de machos y hembras para rasgos particulares se realizaron pruebas de pendientes siguiendo el procedimiento propuesto por Zar (2010).

RESULTADOS

Se examinaron 73 especímenes de *Plestiodon brevirostris*, 42 adultos, 20 hembras y 22 machos; y 31 jóvenes, 16 machos y 15 hembras.

Dimorfismo sexual en tamaño.

Las longitudes corporales promedio ($\overline{LHC} \pm 1EE$) de hembras y machos adultos fueron 64.89 ± 0.72 (59.41-70.15) y 64.18 ± 0.52 (59.31-68.36), respectivamente. La prueba *t* de Student no detectó diferencia estadísticamente significativa entre los promedios ($t = 0.80$; $gl = 40$; $p = 0.42$). Los pesos corporales promedio de hembras y machos adultos fueron 4.88 ± 0.262 (2.95–7.30) y 4.93 ± 0.153 (3.67–6.39), respectivamente, la prueba post-hoc de Bonferroni no detectó diferencias significativas en los promedios ($p = 0.45$, ver cuadro 1).

Las longitudes hocico cloaca promedio de los escíncidos jóvenes $\pm 1EE$ fueron: 50.83 ± 1.13 (42.95-57.4) y 48.85 ± 1.35 (41.33-59.06) para machos y hembras, respectivamente. La prueba *t* de Student correspondiente no detectó diferencias significativas entre los promedios ($t = 1.11$; $gl = 29$; $p = 0.27$).

Dimorfismo sexual en partes corporales en adultos.

El ANMUCOVA detectó diferencias significativas en las variables dependientes conjuntas asociadas al sexo (Wilks = 0.248; $F = 14.270$; $gl = 7, 33$; $p = 0.0000$). Las pruebas Post-hoc de Bonferroni únicamente no detectaron diferencias sexuales significativas en el peso corporal, sin embargo si detectaron diferencias significativas en el ancho de la cabeza, el largo de la cabeza, longitud de tronco, longitud de fémur, base de la cola y longitud del cuello (Cuadro 1).

Las hembras presentaron mayor longitud de tronco que los machos mientras que los machos exhibieron tamaños significativamente mayores en ancho y largo de la cabeza, así como también en la base de la cola, longitud de fémur y cuello (Cuadro 1).

Cuadro 1. Promedios (\pm EE) de las variables morfométricas para hembras y machos adultos de *Plestiodon brevirostris*, están expresados en milímetros. La columna de la derecha muestra el valor de significancia de la prueba Post-hoc de Bonferroni (se usaron valores logarítmicos), los datos en negritas son las medidas morfométricas que presentaron diferencias significativas.

Carácter	X \pm 1EE (MIN-MAX)		Post-hoc Bonferroni
	Hembras	Machos	
Ancho de la cabeza	8.20 \pm 0.09 (7.47-8.90)	9.23 \pm 0.098 (8.54-9.96)	0.000
Largo de la cabeza	11.04 \pm 0.12 (10.27-12.54)	11.94 \pm 0.10 (10.97-13.01)	0.000
Longitud del tronco	38.96 \pm 0.75 (33.03-45.4)	35.88 \pm 0.45 (33.02-39.8)	0.000
Base de la cola	6.45 \pm 0.11 (5.72-7.52)	6.80 \pm 0.08 (5.88-7.74)	0.012
Longitud de fémur	6.49 \pm 0.08 (5.92-7.18)	7.04 \pm 0.12 (6.24-8.42)	0.001
Longitud de cuello	9.07 \pm 0.17 (7.41-10.73)	9.73 \pm 0.21 (8.06-12.09)	0.026
Peso	4.88 \pm 0.262 (2.951-7.305)	4.93 \pm 0.153 (3.675-6.39)	0.456

Los primeros dos componentes obtenidos mediante el ACP explicaron el 69.85 % de la varianza total de las siete variables biométricas (Cuadro 2), estos dos componentes separan a los machos y hembras en grupos distintos. Las hembras tienden a ubicarse en valores bajos para el componente principal 1 y altos para el componente principal 2, mientras que los machos tendieron a situarse en valores altos del componente principal 1 y bajos para el componente principal 2 (Fig. 6). Las variables biométricas más correlacionadas con el componente principal 1 son aquellas relacionadas con el tamaño de la cabeza (ACA y LCA), mientras que las que estuvieron más correlacionadas con el componente 2 fueron la LHC y la LTR (Cuadro 2).

Cuadro 2. Factores de carga de los primeros dos componentes principales obtenidos a partir de 7 caracteres biométricos de machos y hembras adultos de *Plestiodon brevirostris*. Las variables que se correlacionan fuertemente en cada componente principal están marcadas con un asterisco.

Carácter	CP1	CP2
LHC	0.327	0.897*
ACA	0.864*	-0.013
LCA	0.853*	0.078
LTR	-0.166	0.940*
LFE	0.664*	-0.350
BCO	0.702*	0.152
LCU	0.702*	-0.095
% varianza	43.41	26.44
% acumulado	43.41	69.85
Eigenvalue	3.038	1.851

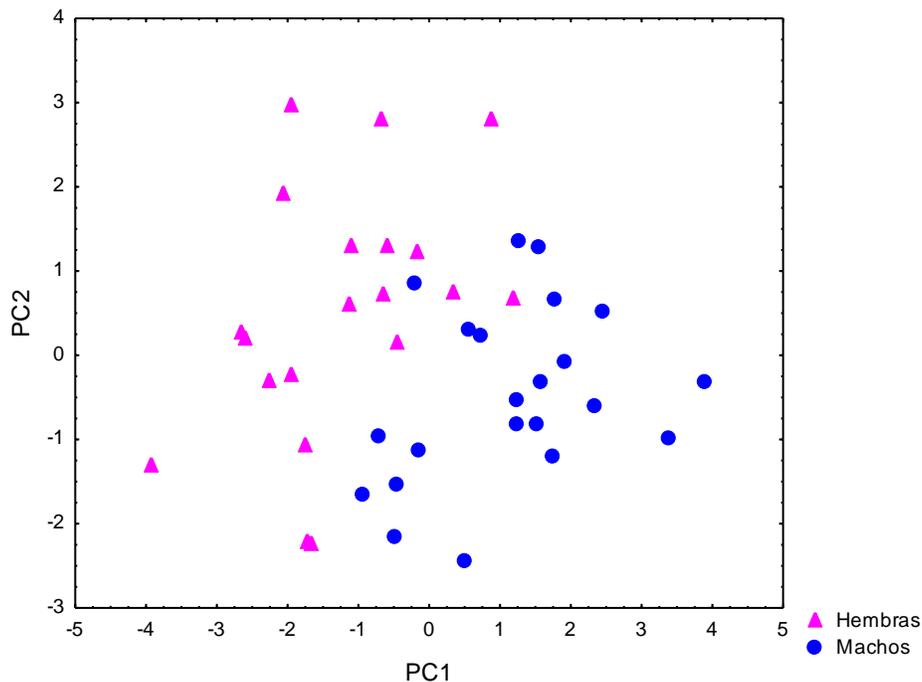


Figura 6. Ordenación de machos y hembras adultos de *Plestiodon brevirostris* en relación a los dos primeros componentes principales. Aunque no es total se puede apreciar cierto grado de separación que existe entre ambos sexos.

Dimorfismo sexual en partes corporales en jóvenes.

Al igual que en los adultos el análisis multivariado de covarianza de una vía (ANMUCOVA) detectó diferencias significativas en las variables conjuntas asociadas al sexo (Wilks = 0.388035; F = 4.9566; gl = 7, 22; p = 0.001749). En este caso las pruebas Post-hoc de Bonferroni solo detectaron diferencias sexuales significativas en la longitud del tronco (Cuadro 3), las hembras presentaron una mayor longitud de tronco que los machos.

Cuadro 3. Promedios (\pm EE) de las variables morfométricas para hembras y machos jóvenes de *Plestiodon brevirostris*, están expresados en valores reales medidos en milímetros. La columna de la derecha muestra el valor de significancia de la prueba Post-hoc de Bonferroni (fueron usados valores logarítmicos). Los datos en negritas son las medidas morfométricas que presentaron diferencias significativas.

Carácter	X \pm 1EE (MIN-MAX)		Post-hoc Bonferroni
	Hembras	Machos	
Ancho de la cabeza	6.88 \pm 0.14 (5.99-7.93)	7.08 \pm 0.18 (6.18-8.55)	0.06
Largo de la cabeza	9.47 \pm 0.20 (8.25-10.68)	9.52 \pm 0.21 (8.52-11.43)	0.73
Longitud del tronco	27.94 \pm 0.74 (23.48-32.71)	25.36 \pm 0.96 (20.19-34.24)	0.00
Longitud de fémur	5.80 \pm 0.11 (5.23-6.56)	5.54 \pm 0.19 (4.38-7.52)	0.13
Base de la cola	5.06 \pm 0.11 (4.15-5.72)	5.18 \pm 0.17 (4.17-6.77)	0.44
Longitud de cuello	8.52 \pm 0.34 (5.34-10.41)	8.48 \pm 0.23 (6.90-10.66)	0.93
Peso	2.30 \pm 0.16 (1.30-3.38)	2.23 \pm 0.20 (1.46-4.16)	0.38

Trayectorias alométricas en adultos.

En las hembras la longitud del tronco, y el ancho y largo de la cabeza estuvieron significativamente relacionados con la LHC, mientras que en los machos únicamente la longitud del tronco y la base de la cola estuvieron significativamente relacionadas con la LHC. Solo se describen las trayectorias de crecimiento que sí estuvieron significativamente relacionadas con la LHC (esto es, las trayectorias de

ACA, LCA, LTR y BCO), es decir con una $p < 0.05$. El cuadro 4 muestra los resultados de las regresiones obtenidas.

La única medida corporal cuya trayectoria de crecimiento pudo compararse entre machos y hembras fue la LTR, en ambos sexos la LTR fue hiperalométrico con respecto a la LHC, si bien fue alometría positiva fue significativamente más alta en hembras que en los machos ($t = 4.81127841$; $gl = 38$; $p < 0.05$), es decir en ambos casos la LTR crece más rápido que la LHC pero esto es más acentuado en hembras que en machos.

El ancho y el largo de la cabeza de las hembras exhibieron una trayectoria de crecimiento hipoalométrica, los coeficientes alométricos involucrados fueron relativamente bajos (Tabla 4). Mientras continúan creciendo, las hembras adultas tienden a disminuir el tamaño relativo de la cabeza (disminuye la relación ACA/LHC o LCA/LHC).

Solo se muestran las rectas de regresión para las parejas de variables que si mostraron relación positiva (Fig.7), estas rectas de las pendientes de las regresiones entre LTR y LHC para hembras y machos muestran dos aspectos, primero, considerando escíncidos de tamaño similar las longitudes del tronco de las hembras tienden a ser mayores que la de los machos (los triángulos rosas tienden a estar por arriba de los puntos azules) lo que confirma el dimorfismo detectado al comparar los promedios de esta variable entre ambos sexos (Cuadro 1), el segundo aspecto es que en concordancia con los valores de los coeficientes alométricos (Cuadro 4) las rectas de regresión muestran que durante el crecimiento de los adultos aumenta el dimorfismo sexual en la longitud del tronco (las rectas se separan más medida que aumenta la LHC).

Las gráficas para las relaciones ACA-LHC y LCA-LHC también reflejan el dimorfismo sexual detectado en el ancho y largo de la cabeza (Cuadro 1), ahora los puntos azules (Fig. 7) están por arriba de los triángulos rosas, no obstante se detecta una variación grande en los valores del ACA y LCA de los machos, por ejemplo, los escíncidos con longitudes hocico cloaca entre 63.09 y 67.60 mm (~ 1.80 y 1.83 en la gráfica) poseen valores del ancho de la cabeza varían de 7.47 a 8.90 mm (~ 0.93 a 1.1 en la gráfica), esta amplia variación impidió detectar la trayectoria de crecimiento de la LCA y ACA de los machos. Evidentemente se requieren más datos para este propósito.

Los valores del ancho de la base de la cola (BCO) de los machos tienden a estar arriba que la de las hembras, este resultado está de acuerdo con las diferencias encontradas en los valores promedio de la cola entre machos y hembras (Cuadro 1). Como ocurrió con los valores del ACA y LCA de los machos, el ancho de la

base de la cola de las hembras muestra una variación considerable, lo que imposibilita detectar alguna trayectoria de crecimiento. El tamaño de muestra necesario para detectar una trayectoria en el tamaño de una variable aumenta con la variación de los datos, por lo que se requiere un tamaño de muestra relativamente grande para determinar confiadamente como cambia el ancho de la base de la cola con el aumento en el tamaño de los organismos.

Cuadro 4. Alometría, en ejemplares adultos, de cada dimensión corporal considerada y la LHC. Se muestran los coeficientes alométricos, los intervalos de confianza del 95% (entre paréntesis), el coeficiente de determinación y la probabilidad de la regresión. ACA = ancho de la cabeza, LCA = Largo de la cabeza, LTR = Longitud del tronco, BCO = Base de la cola.

Variable	Coefficiente de alometría	R²	P	Alometría
ACA hembras	0.645 (0.27 - 1.01)	r ² = 0.4278	p = 0.0018	Hipo
LCA hembras	0.7339 (0.38 - 1.07)	r ² = 0.5267	p = 0.0003	Hipo
LTR hembras	1.4389 (0.98 - 1.89)	r ² = 0.7094	p = 0.000003	Hiper
LTR machos	1.1383 (0.67 - 1.59)	r ² = 0.5716	p = 0.00005	Hiper
BCO machos	0.7356 (0.1061909 - 1.365055)	r ² = 0.2291	p = 0.0242	Hipo

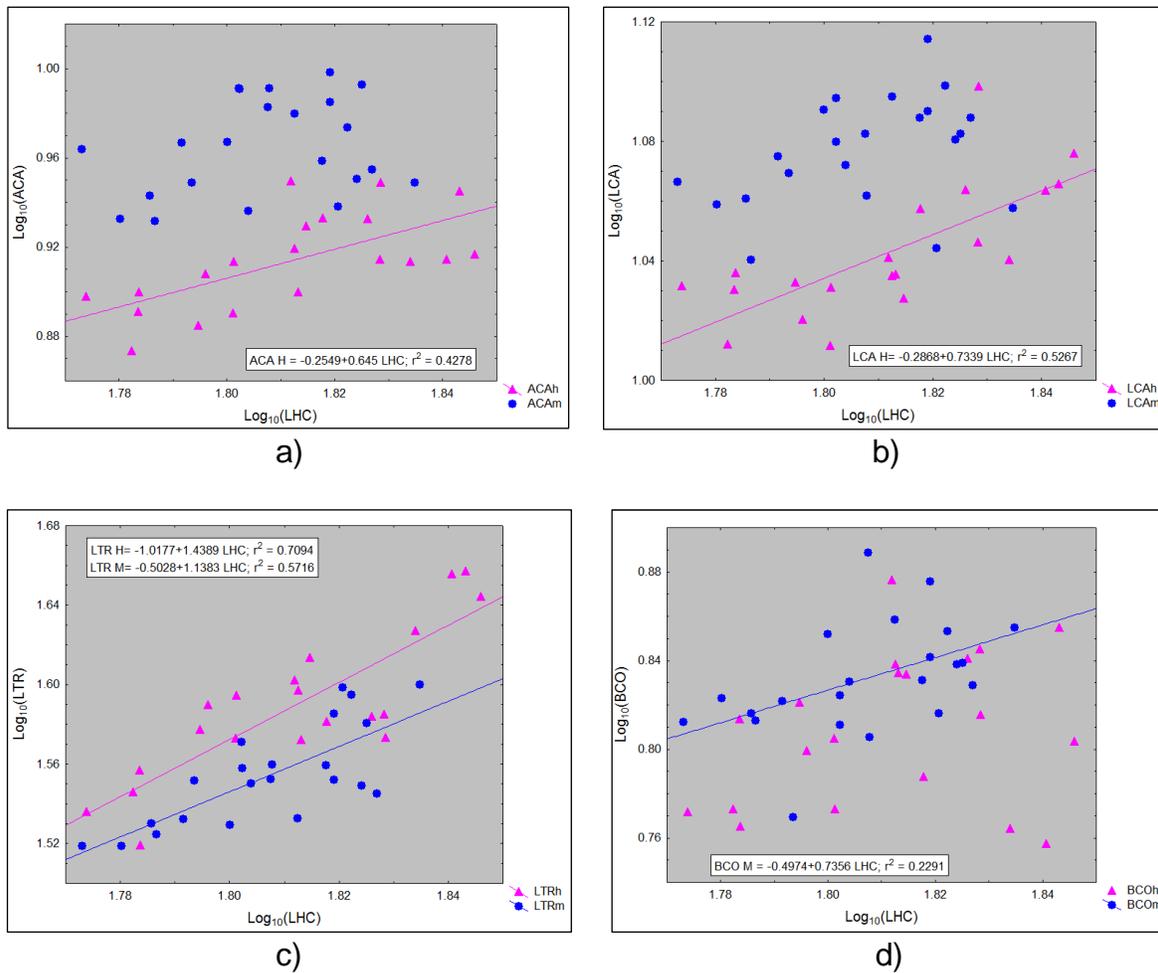


Figura 7. Relaciones alométricas entre la LHC y las variables dependientes a) ACA, b) LCA, c) LTR, d) BCO de hembras adultas (triángulos rosas) y machos adultos (círculos azules).

Trayectorias alométricas en jóvenes.

Se determinó el sexo de 15 hembras y 16 machos jóvenes y, a diferencia de los adultos cada variable relacionada con las partes corporales estuvo significativamente correlacionada con la LHC y coeficientes de determinación correspondientes fueron relativamente grandes (Cuadro 5).

En ambos sexos el crecimiento del ancho de la cabeza fue hipoalométrico en relación con la LHC (Cuadro 5), el coeficiente de alometría de los machos fue significativamente más alto que el de las hembras ($t = 4.773052$; $gl = 27$; $p < 0.05$),

esto es, en los jóvenes la tasa de crecimiento del ancho de la cabeza disminuye conforme crecen los organismos, si la disminución es menor en los machos que en las hembras, después de un tiempo se espera que las hembras tengan cabezas menos anchas que los machos del mismo tamaño (Fig. 8). Sin embargo, en el largo de la cabeza las hembras fueron quienes presentaron un coeficiente de alometría ligeramente mayor que su contraparte, también apoyado por su respectiva prueba de pendientes ($t = 2.814741$; $gl = 27$; $p < 0.05$), pero a su vez con un coeficiente de determinación ligeramente menor que los machos (Cuadro 5). La diferencia entre las trayectorias de crecimiento del ACA y el LCA son diferentes, pero no explica el dimorfismo sexual en el tamaño de la cabeza detectada en los adultos (los machos tienen cabezas más anchas y largas que las hembras).

En machos y hembras el crecimiento de la longitud del tronco fue hiperalométrico con relación a la LHC (Cuadro 5), en los jóvenes la tasa de alargamiento del tronco aumenta conforme crecen los organismos, no obstante la tasa de incremento es significativamente menor en las hembras que en los machos ($t = -3.50275267$; $gl = 27$; $p < 0.05$). En este caso la alometría tampoco explica el dimorfismo sexual en la LTR detectado en los adultos.

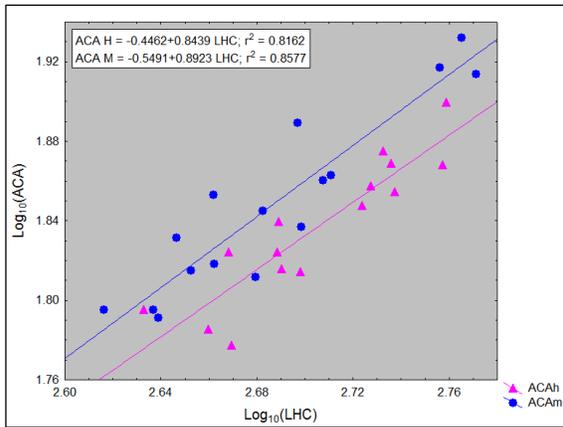
En la BCO los machos presentaron un mayor coeficiente de alometría que las hembras, lo cual sugiere que estos tienen un crecimiento más rápido, esto es confirmado con la prueba de pendientes ($t = 2.610741$; $gl = 27$; $p < 0.05$).

Ocurre lo contrario para la LCU, en este caso son las hembras quienes tienen un crecimiento más rápido que su contraparte, igualmente con un notable coeficiente de alometría, aunque la prueba de pendientes sugiere que no hay diferencias ($t = 0.754644$; $gl = 27$; $p > 0.05$).

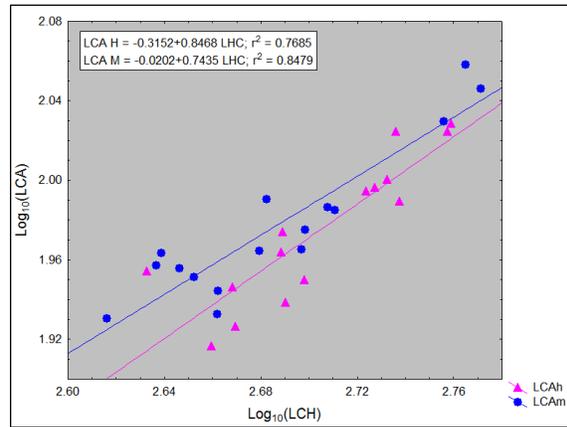
En cuanto a la longitud del fémur ambos sexos presentaron un crecimiento prácticamente igual, esto también es apoyado con su respectiva prueba de pendientes ya que no se encontraron diferencias significativas ($t = -0.17434$; $gl = 27$; $p > 0.05$).

Cuadro 5. Alometría para jóvenes de cada dimensión corporal considerada y la LHC. Se muestran los coeficientes alométricos, los intervalos de confianza del 95% (entre paréntesis), el coeficiente de determinación y la probabilidad de la regresión. ACA = ancho de la cabeza, LCA = Largo de la cabeza, LTR = Longitud del tronco, BCO = Base de la cola, LFE = longitud de fémur y LCU = longitud del cuello.

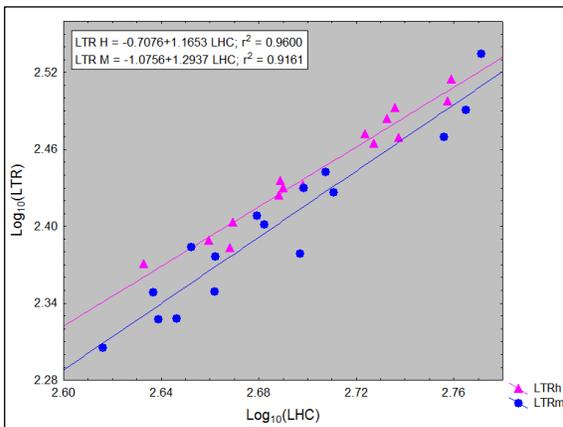
Carácter	Coefficiente de alometría	R²	P	Alometría
ACA hembras	0.8439 (0.60 - 1.08)	r ² = 0.8162	p = 0.000004	Hipo
ACA machos	0.8923 (0.68 - 1.10)	r ² = 0.8577	p = 0.0000003	Hipo
LCA hembras	0.8468 (0.56 - 1.12)	r ² = 0.7685	p = 0.00002	Hipo
LCA machos	0.7435 (0.56 - 0.92)	r ² = 0.8479	p = 0.0000004	Hipo
LTR hembras	1.1653 (1.02 - 1.30)	r ² = 0.9600	p = 0.0000	Hiper
LTR machos	1.2937 (1.06 - 1.51)	r ² = 0.9161	p = 0.000000006	Hiper
BCO hembras	0.6052 (0.09 - 1.11)	r ² = 0.3333	p = 0.0242	Hipo
BCO machos	1.1091 (0.78 - 1.42)	r ² = 0.7973	p = 0.000003	Hiper
LFE hembras	0.6203 (0.23 - 1.00)	r ² = 0.4865	p = 0.0038	Hipo
LFE machos	0.6391 (0.03 - 1.24)	r ² = 0.2684	p = 0.0398	Hipo
LCU hembras	1.2345 (0.31 - 2.15)	r ² = 0.3924	p = 0.0125	Hiper
LCU machos	0.6422 (0.21 - 1.06)	r ² = 0.4270	p = 0.0060	Hipo



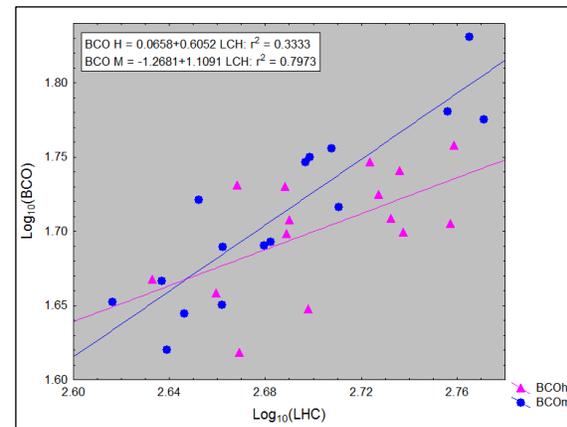
a)



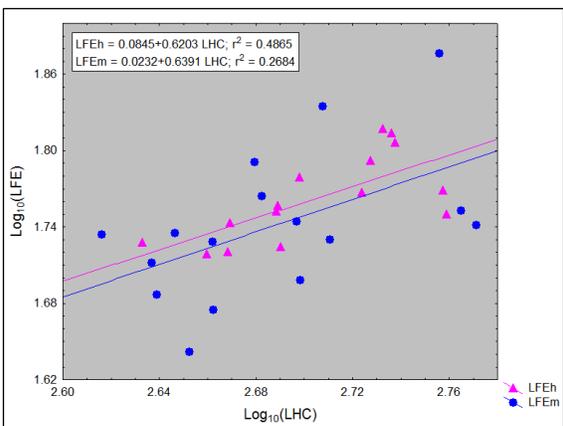
b)



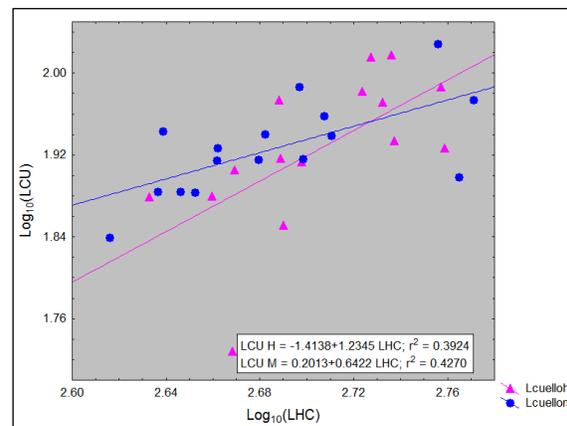
c)



d)



e)



f)

Figura 8. Relaciones de escala entre la LHC y las variables dependientes a) ACA, b) LCA, c) LTR, d) BCO, e) LFE, f) LCU de hembras juveniles (triángulos rosas) y machos juveniles (círculos azules).

DISCUSIÓN

Dimorfismo sexual en tamaño.

El dimorfismo sexual en tamaño es común en invertebrados y vertebrados (Fairbairn *et al.*, 2007). En anfibios el dimorfismo sexual en tamaño tiene una tendencia con sesgo hacia las hembras, estas son más grandes que los machos (Fairbairn *et al.*, 2007). Cox y colaboradores (2007) mencionan que para las serpientes y tortugas el dimorfismo sexual en tamaño también muestra tendencia a que las hembras son más grandes que los machos.

En lagartos es común el dimorfismo sexual en tamaño corporal con sesgo hacia los machos (es decir donde los machos son más grandes que las hembras) y en algunas familias, tales como Tropicuridae, Teiidae, Varanidae es el tipo de dimorfismo predominante (Cox *et al.*, 2007), no obstante, en algunas familias tales como Scincidae y Gekkonidae el dimorfismo sexual en tamaño sesgado hacia las hembras es tan frecuente como el dimorfismo sesgado hacia los machos, y en la familia Pygopodidae es el único tipo de dimorfismo encontrado hasta la fecha (Cox *et al.*, 2007). Son pocas las especies las cuales no exhiben dimorfismo sexual en tamaño, si bien hay especies monomórficas en la mayoría de las familias de lagartijas (Cox *et al.*, 2007). Por lo tanto puede decirse que la ausencia de dimorfismo sexual en tamaño, como ocurre en *Plestiodon brevirostris* de Santa María Jaltianguis, es la condición menos común dentro de las lagartijas.

En particular dentro del género *Plestiodon* se ha encontrado dimorfismo sexual en tamaño con sesgo hacia los machos en dos especies norteamericanas, *P. laticeps* y *P. inexpectatus* (Vitt y Cooper, 1985, 1986), y en al menos dos especies asiáticas, *P. egregius* y *P. latiscutatus* (Griffith, 1991). Por el contrario, se ha detectado dimorfismo sexual en tamaño con sesgo hacia las hembras en las especies mexicanas *P. copei* (Ramírez *et al.*, 1996) y *P. lynxe* (Leal, 2016). En *P. brevirostris* de Santa María Jaltianguis, Oaxaca (este estudio), al igual que en *P. indubitus* (Lagunas, 2014), y *P. sp* (Chávez, 2012) o recientemente denominada PT (Pavón-Vázquez, 2018) los machos y hembras adultos poseen tamaños corporales similares.

La ausencia de dimorfismo sexual en tamaño corporal en los escíncidos de cola azul de la población de Santa María Jaltianguis podría deberse a la ausencia de presiones selectivas que afecten este rasgo o a que si éstas existen afectan de manera similar a ambos sexos, sin embargo, también es posible que distintas fuerzas selectivas actúen en cada sexo anulando las diferencias en el tamaño, por

ejemplo, si la selección sexual favoreciera a los machos más grandes mientras que la selección de fecundidad favorece a las hembras más grandes el resultado podría ser monomorfismo en tamaño corporal (Schwarzkopf, 2005).

Dimorfismo sexual en forma.

En *P. brevirostris* (Scincidae) se encontró que los machos presentan cabezas más grandes que las hembras. Aguilar y colaboradores, (2010) realizaron un trabajo sobre dimorfismo sexual en *Aspidoscelis costata costata* en donde los machos presentaron cabezas más grandes que las hembras (entre otras diferencias) y sugieren que esto puede ser ocasionado por selección sexual mediante la competencia entre machos por las hembras, ya que los machos con cabezas más grandes tienen mordidas más fuertes y tienen ventajas sobre los más chicos.

Dentro del género *Plestiodon* es común que los machos tengan cabezas más grandes que las hembras, Vitt y Cooper (1985, 1986) y Cooper y Vitt (1987) notaron que en *P. laticeps*, *P. inexpectatus* y *P. fasciatus* los machos tienen cabezas más grandes que las hembras, en estas especies es común ver encuentros agonísticos entre los machos durante la época de reproducción, lo que condujo a los autores a asumir que el dimorfismo sexual en el tamaño de la cabeza es consecuencia de la selección sexual. En *P. brevirostris* no se han realizado estudios sobre su comportamiento reproductivo para esclarecer si presentan encuentros agonísticos, no obstante, en este estudio no notamos cicatrices corporales que indicaran la existencia de combate entre machos. También, a diferencia de las especies citadas arriba, los escíncidos de Santa María Jaltianguis no poseen cabezas con colores llamativos (lo cual puede estar asociado con selección sexual), esto sugiere que es poco probable que en *P. brevirostris* ocurra del mismo modo.

Otra explicación que se ha propuesto para el dimorfismo sexual en el tamaño de la cabeza es la segregación de nichos, si el alimento es escaso la selección natural puede favorecer la segregación alimenticia y esto puede producir dimorfismo en el tamaño de la cabeza si un sexo se alimenta de presas más grandes que el otro (Shine, 1989). Se desconocen los hábitos alimenticios de *P. brevirostris* y de este modo no es claro si las diferencias sexuales en el tamaño de la cabeza estén relacionadas con diferencias en el tipo de presas consumidas, no obstante, es poco probable que la segregación alimenticia tenga un papel relevante en *P. brevirostris* ya que se espera que las diferencias alimenticias asociadas al dimorfismo sexual en el tamaño de la cabeza ocurran en especies donde este tipo de dimorfismo sea pronunciado (Shine, 1989), además el tamaño de la cabeza de

los escíncidos de cola azul de Santa María Jaltianguis es pequeño y el hábitat en donde se desplazan ambos sexos es similar, esto sugiere que ambos sexos consumen presas pequeñas y que posiblemente haya un amplio traslape en la dieta.

Dentro del género *Plestiodon* se ha observado que durante el ritual de apareamiento los machos muerden a las hembras para retenerlas (Pyron y Camp, 2007) y facilitar la cópula, los machos con cabezas relativamente más grandes podrían tener ventaja sobre los que tiene cabezas más pequeñas en virtud de que podrían sujetar más fuertemente a las hembras y tener cópulas más exitosas (Pyron y Camp, 2007). *Plestiodon brevirostris* es una especie muy poco estudiada y no se han realizado trabajos sobre su comportamiento durante la cópula, sin embargo el hecho de que las mordidas nupciales para sujetar a las hembras durante la cópula sean comunes en lagartijas, incluyendo varias especies de *Plestiodon* no estrechamente emparentadas (Pyron y Camp, 2007), sugiere que *P. brevirostris* también puede exhibirlo. Por lo tanto, es posible que en *Plestiodon brevirostris* este comportamiento esté relacionado con el dimorfismo sexual en el tamaño de la cabeza, no obstante, es necesario conocer más acerca de la ecología y comportamiento social reproductivo de esta especie para conocer mejor el significado biológico del dimorfismo en el tamaño de la cabeza.

Las hembras de *P. brevirostris* presentaron mayor longitud del tronco que los machos, esto tanto en adultos como en los jóvenes, y esta diferencia puede ser ocasionada por selección de fecundidad, en este caso las hembras con troncos de mayor tamaño pueden verse favorecidas por esta selección si dejan más descendientes que las más pequeñas. Un caso similar ocurre en *Eulamprus quoyii*, Schwarzkopf (2005) encontró esta especie exhibe dimorfismo sexual en forma, pero no en tamaño corporal; como ocurre en *P. brevirostris*, las hembras presentaron mayor longitud del tronco que los machos, el autor menciona que al darse estos casos (monomorfismo en el tamaño del cuerpo y dimorfismo en una parte del mismo) es probable que la selección no trabaje en el tamaño del cuerpo como un todo sino que actúa en las diferencias individuales de las partes corporales, de este modo, el autor concluyó que el dimorfismo en la longitud del tronco se deba a selección de fecundidad.

Si bien son pocos los estudios sobre dimorfismo sexual en la longitud del tronco en especies de *Plestiodon*, se sabe que ocurre en al menos otra especie que exhibe dimorfismo sexual en el patrón de escamación del tronco con sesgo hacia las hembras, esto en *Plestiodon tamdaoensis* (Hickida *et al.*, 2001), en esta especie las hembras son más grandes que los machos, además las hembras también presentan un mayor número de escamas paravertebrales que los

machos, Hickida y colaboradores (2001) señalaron que el dimorfismo en el patrón de escamación en *Plestiodon tamdaoensis* puede deberse a una elongación abdominal para alojar más descendientes, es posible, como se ha argumentado para *Eulamprus quoyii* (Schwarzkopf, 2005) y *P. Tamdaoensis* (Hickida *et al.*, 2001) que el dimorfismo sexual en la longitud del tronco en *P. brevirostris* se deba a selección de fecundidad.

Los machos de *P. brevirostris* presentaron extremidades más grandes que las hembras, esto podría explicarse a que muchas veces los machos tienden a desplazarse más que las hembras ya que estos se ven obligados a salir en su busca en tiempos de reproducción y pueden verse favorecidos al tener extremidades de mayor tamaño con una mayor velocidad de carrera y así escapar de los depredadores (Fathinia y Rastegar, 2011). En relación a la longitud de las extremidades se ha encontrado que lagartijas crías con extremidades más grandes tienen mayores posibilidades de supervivencia que las que tienen extremidades más pequeñas (Husak, 2006), y es probable que esto ocurra en ejemplares adultos de *P. brevirostris*.

Finalmente, en cuanto a la BCO los machos fueron quienes presentaron un mayor ancho de la cola a la altura de la cloaca, esto es probable que ocurra debido a que los machos contienen los hemipenes cerca de esta zona (Rastegar y Fattahi, 2014).

Alometría.

Adultos.

En principio esperaríamos que todas las medidas corporales examinadas (ACA, LCA, LTR, LCU y BCO) estuvieran relacionadas ya sea con la LHC o entre ellas mismas, esto es, se espera que partes corporales como las medidas en este estudio (cabeza, tronco, extremidades y la base de la cola) aumenten en tamaño conforme crezcan los organismos, bajo esta perspectiva, se considera que la ausencia de significancia entre algunas parejas de variables puede ser resultado de la amplia variación en las medidas y el tamaño de muestra relativamente pequeño (Cuadro 1).

En las hembras el ancho y el largo de la cabeza fueron hipoalométricos en relación con la LHC, eso implica que entre más grandes son las hembras adultas menor es el tamaño de su cabeza en relación al tamaño de su cuerpo, esto podría tener implicaciones en el dimorfismo sexual en el tamaño de la cabeza, por ejemplo, Cooper y Vitt (1989) encontraron que *Sceloporus undulatus* exhibe

dimorfismo sexual en el tamaño de la cabeza con sesgo hacia los machos, además, detectaron que el tamaño de la cabeza crece de modo hipoalométrico en las hembras y de modo hiperalométrico en los machos, en consecuencia, atribuyeron el dimorfismo sexual en el tamaño de la cabeza a las diferencias en las trayectorias de crecimiento alométrico y no a la selección sexual. *Mesaspis monticola* también exhibe dimorfismo sexual con sesgo hacia los machos en el tamaño de la cabeza y es monomórfica, y el crecimiento de la cabeza es hipoalométrico en las hembras e hiperalométrico en los machos (Vial y Stewart, 1989), al igual que *Plestiodon brevirostris*. Si bien la alometría acentúa la expresión del dimorfismo en los adultos, en este caso Vial y Stewart (1989) concluyeron que la selección sexual debe ser el principal mecanismo detrás del dimorfismo exhibido por esta especie.

No es claro si la alometría tienen un efecto notable en el dimorfismo sexual en el tamaño de la cabeza de *Plestiodon brevirostris*, no se detectó relación significativa en ambos sexos entre el ACA o el LCA y la LHC. Es necesario aumentar el tamaño de muestra con el fin de conocer confiadamente los patrones alométricos de estos caracteres en los machos y de este modo determinar su efecto en el dimorfismo sexual.

Si bien los cambios alométricos pueden ocurrir simplemente para que los organismos sigan desempeñándose adecuadamente en su ambiente conforme se hacen más grandes los cambios morfológicos esperados por las trayectorias alométricas detectadas pueden ser adaptativos (Pounds *et al.*, 1983). *Plestiodon brevirostris* se desplaza entre la hierba que crece en el suelo y posiblemente con frecuencia escapan de los depredadores “enterrándose en el suelo” (abriéndose paso entre las raíces del pasto), de este modo una cabeza más corta y menos ancha puede facilitar el desplazamiento en estos hábitats de difícil acceso (Griffith, 1990; Barros *et al.*, 2011).

La longitud de tronco mostró una relación hiperalométrica con la longitud hocico cloaca en ambos sexos, sin embargo, la relación fue más alta en hembras que en machos, esto es, el crecimiento relativo del tronco fue mayor en las hembras que en machos, estas diferencias deben reflejarse en un dimorfismo más acentuado en los escíncidos adultos más grandes. Como en el caso de los rasgos relacionados con la cabeza (ACA y LCA), la hiperalometría exhibida por la longitud del tronco puede estar relacionado con la locomoción, las especies moradoras del suelo que se desplazan por espacios de difícil acceso como entre las hierbas y raíces de las plantas, como es el caso de *Plestiodon brevirostris*, han evolucionado una forma corporal que les facilitan vivir en estos lugares, la cual incluye un cuerpo relativamente redondeado y alargado, y extremidades relativamente pequeñas (Barros *et al.*, 2011).

Además, este rasgo también ha sido relacionado con la maniobrabilidad, en lagartijas con movimientos más serpenteantes se espera que una mayor longitud del tronco permita o facilite la entrada de ondulaciones corporales las cuales faciliten sus movimientos en el ambiente en el que se desenvuelven (Kaliontzopoulou *et al.*, 2010). Por otro lado, la hiperalometría positiva más fuerte en las hembras acentúa aún más el alargamiento de su tronco y esto puede favorecer su fecundidad. En *Plestiodon indubitus* y en una población de *Plestiodon* que habita en la parte este-centro de Puebla (previamente considerada como *Plestiodon brevirostris*, Pavón *et al.*, 2018) se encontró una relación positiva entre el tamaño de la hembra y el tamaño de la camada.

Jóvenes.

En jóvenes el ACA y la LCA de las hembras exhiben un crecimiento hipoalométrico y las pendientes alométricas involucradas fueron relativamente más grandes que en el caso de los adultos, esto es, al menos en las hembras la alometría negativa ocurre desde la fase juvenil, por lo tanto los neonatos deben tener cabezas más grandes en relación a su tamaño que los jóvenes y adultos. La longitud del fémur también mostró crecimiento hipoalométrico en los jóvenes, no es claro que ocurra en los adultos, sin embargo, al igual que como ocurre con el ACA y la LCA la longitud de las extremidades traseras deben ser más largas en neonatos que en jóvenes (la longitud relativa de las extremidades traseras disminuye durante el crecimiento de los jóvenes). También, al igual que en los adultos, el crecimiento de la LTR fue hiperalométrico con relación a la LHC, el que los jóvenes y adultos muestren hiperalometría en la LTR sugiere que los neonatos deben tener un tronco más corto en relación a su tamaño corporal que los jóvenes y adultos.

En resumen, las trayectorias alométricas de los jóvenes sugieren que los neonatos en comparación con los jóvenes y probablemente con los adultos, tienen cabezas y extremidades más grandes que los adultos y longitudes del tronco más cortos, los neonatos al nacer comúnmente corren mayor riesgo de depredación que los adultos, de este modo, la actividad principal de los neonatos debe ser la búsqueda e ingestión de alimento (Vitt, 2000). El uso de hábitat y la morfología puede ser muy diferente de la de jóvenes grandes y adultos (Vitt, 2000). Un tamaño de cabeza relativamente grande le permitiría consumir presas relativamente grandes para su tamaño corporal y un tronco más corto en combinación con extremidades más largas podría facilitar sus movimientos en áreas donde busque alimento, en *Sphenomorphus indicus* y *Eremias brenchleyi* las crías poseen cabezas proporcionalmente más grandes que la de los adultos y se ha sugerido que esto resalta la importancia de las presas relativamente grandes en la dieta de estos

organismos (Ji & Duin 2000, Xu & Ji 2003). También se ha observado que las extremidades de los adultos de *Basilliscus* presentan un crecimiento alométrico negativo, se ha interpretado que esto se debe a diferencias en la selección de hábitat, es decir los jóvenes prefieren estar cerca del agua por lo que conviene tener patas traseras más grandes ya que así pueden correr por más tiempo sobre el agua, mientras que los adultos prefieren estar en los árboles por lo que no parecen necesitar patas tan grandes como los juveniles (Laerm, 1974).

CONCLUSIONES.

P. brevirostris es monomórfica con respecto al tamaño corporal pero exhibe dimorfismo sexual en la forma del cuerpo y en este aspecto es similar a muchos otros escíncidos (Schwarzcopf, 2005; Kuo *et al.*, 2009; Li *et al.*, 2018). También como muchas otras especies de lagartijas que exhiben dimorfismo sexual en la forma del cuerpo las hembras presentan troncos más largos que los machos mientras que sus cabezas y extremidades son más pequeñas que en los últimos.

El poco conocimiento que se tiene sobre la biología de esta especie impide determinar con fiabilidad el significado biológico del dimorfismo sexual, sin embargo, la comparación con otras especies de lagartijas y algunos aspectos de la ecología de la especie hacen factible considerar que el dimorfismo en el ancho de la cabeza puede estar relacionado con su comportamiento en la reproducción, y que el dimorfismo en la longitud del tronco se debe a selección de fecundidad. El dimorfismo en la longitud de las extremidades traseras puede ser una consecuencia alométrica del mayor alargamiento del troco de las hembras.

La falta de relación entre la mayoría de las dimensiones de partes corporales y la longitud hocico cloaca impidieron determinar el papel de la alometría en la expresión del dimorfismo sexual en los adultos, no obstante, en el caso de la LTR notamos que la alometría debe aumentar la expresión del dimorfismo en este rasgo.

Las trayectorias de crecimiento de las dimensiones de las partes corporales de jóvenes sugieren poco impacto de las mismas en la manifestación del dimorfismo en los adultos, no obstante, permitieron inferir algunos aspectos de la morfología corporal de los neonatos, cabezas y extremidades relativamente grandes y troncos relativamente cortos en comparación con jóvenes y adultos.

LITERATURA CITADA.

Aguilar Moreno, M., Rodríguez Romero, F. de J., Aragón Martínez, A., Muñoz Manzano, J. A., Granados Gonzales, G. y Hernández Gallegos O. 2010. Dimorfismo sexual de *Aspidoscelis costata costata* (Squamata: Teiidae) en el sur del Estado de México. *Revista Chilena de Historia Natural* 83: 585 – 592.

Barros, F. C., Herrel, A. & Kohlsdorf, T. 2011. Head shape evolution in Gymnophthalmidae: does habitat use constrain the evolution of cranial design in fossorial lizards?. *Journal of Evolutionary Biology*. 24: 2423 – 2433.

Chávez López, L. 2012. Biología reproductiva de *Plestiodon brevirostris* (Squamata: Scincidae) en el centro-este del estado de Puebla (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Pp52

Cooper, W. E. y Vitt, L. J. 1987. Deferred Agonistic Behavior in a Long-Lived Scincid Lizard *Eumeces laticeps*. Field and Laboratory Data on the Roles of Body Size and Residence in Agonistic Strategy. *Oecologia*, 72: 321 – 326.

Cooper, W. E. y Vitt, L. J. 1988. Orange Head Coloration of the Male Broad-Headed Skink (*Eumeces laticeps*), a Sexually Selected Social Cue. *Copeia* 1988: 1 – 6.

Cooper, W. E., y Vitt, L. J. 1989. Sexual dimorphism of head and body size in an inguanid lizard: paradoxical results. *American Naturalist* 133: 729 – 735.

Cox, R. M., M. A. Butler y H. B. John-Adler. 2007. The evolution of sexual size dimorphism in reptiles. Pp. 38 – 49.

Dashevsky, D., M. Meik J., Mociño, Deloya E., Setser, K. y Schaack S. 2013. Patterns of sexual dimorphism in Mexican alligator lizards, *Barisia imbricate*. *Ecology and Evolution*, 3: 225 – 261.

Fairbairn, D. J., Blanckenhorn, W. U. y Székely T. 2007. Sex, Size, and Gender Roles Evolutionary, Studies of Sexual Size Dimorphism. USA. OXFORD. Pp 266

Fathinia, B. y Rastegar-Pouyani, N. 2011. Sexual dimorphism in *Trapelus ruderatus ruderatus* (Sauria: Agamidae) with notes on the natural history. *Amphibian and Reptile Conservation*, 5:15 – 22.

Feria Ortiz, M. 2011. Filogenia morfológica y molecular del grupo de especies *Plestiodon brevirostris* (SQUAMATA: SINCIDAE) (Tesis de doctorado). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Pp147.

Feria Ortiz, M., Manríquez Morán, N. L., y Nieto Montes de Oca, Adrián. 2011. Species Limits Based on mtDNA and Morphological Data in the Polytypic Species *Plestiodon brevirostris* (Squamata: Scincidae). *Herpetological Monographs* 25: 25 – 51.

Griffith, H. 1990. Miniaturization and Elongation in *Eumeces* (Sauria: Scincidae). *Copeia* 1990: 751 – 758.

Griffith H. 1991. Heterochrony and Evolution of Sexual Dimorphism in the *fasciatus* Group of the Scincid Genus *Eumeces*. *Journal of Herpetology*, 25: 24 – 30.

Herron, J. C. y S. Freeman. 2014. *Evolutionary analysis*. USA. 5ª Ed. Pearson Education. Pp 850.

Hikida, T., Wai-Neng Lau, M., 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. *The Natural History Journal of Chulalongkorn University* 1: 9 – 13.

Husak, J.F. 2006. Does speed help you survive? A test with collared lizards of different ages. *Functional Ecology* 20: 174 – 179.

INAFED. 2018. Inafed.gob. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Santa María Jaltilanguis. México.

Ji, X. & Duin, W.G. 2000. Sexual dimorphism in body size and head size and female reproduction in a viviparous skink, *Sphenomorphus indicus*. *Zoological Research* 21: 349 – 354.

Kaliontzopoulou, A., Carretero, M. A., y Llorente G.A. 2010. Sexual dimorphism in traits related to locomotion: ontogenetic patterns of variation in *Podarcis wall* lizards. *Biological Journal of the Linnean Society*, 99: 530 – 543.

Kurita, K., Y. Nakamura, T. Okamoto, S.-M. Lin y T. Hikida. 2017. Taxonomic reassessment of two subspecies of Chinese skink in Taiwan based on morphological and molecular investigations (Squamata, Scincidae). *ZooKeys* 687: 131 – 148.

Kou, C. Y., Lin, Y. T. y Lin Y. S. 2009. Sexual size and shape dimorphism in an Agamid Lizard, *Japalura swinhonis* (Squamata: Lacertilia: Agamidae). *Zoological Studies* 3: 351 – 361.

Lagunas Cortés, A. I. 2014. Ciclos reproductivos y de lípidos de la lagartija vivípara *Plestiodon indubitatus* (Scincidae) al Noroeste del Estado de Morelos (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Pp 68.

Laerm, J. 1974. A functional analysis of morphological variation and differential niche utilization in basilisk lizards. *Ecology*, 55: 404 – 411.

Leal Villanueva, I. F. 2016. Dimorfismo sexual de *Plestiodon lynxe* (Squamata: Scincidae), en el municipio de Ixtacamaxtitlán, Puebla (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Pp 49.

Li, M., Jianchi, P., Cuntong, Z., Yu D., Xiang, J. and Wen, S. 2018. Sexual Dimorphism, Female Reproductive Characteristics and Egg Incubation in an Oviparous Forest Skink (*Sphenomorphus incognitus*) from South China. *Asian Herpetological Research* 9: 119 – 128.

Pavón Vázquez, C.J. 2015. Reevaluación de los límites de especies en el escinco *Plestiodon brevirostris* con base en datos multi-locus. (Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas). Facultad de Ciencias, UNAM, México. Pp 116

Pavón Vázquez, C.J., Nieto Montes De Oca, A., Mendoza Hernández, Andrés A., Centenero Alcalá, E., Santa Cruz Padilla, Samuel A. y Jiménez Arcos, Víctor H. 2017. A new species of *Plestiodon* (Squamata: Scincidae) from the Balsas Basin, Mexico. *Zootaxa* 2: 149 – 172

Pavón Vázquez, C.J., García Vázquez, Uri O., Bryson Jr., Robert W., Feria Ortiz, M., Manríquez Morán, N. L., Nieto Montes de Oca, A. 2018. Integrative species delimitation in practice: Revealing cryptic lineages within the short-nosed skink *Plestiodon brevirostris* (Squamata: Scincidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 129: 242 – 257.

Pérez, Z. J., A. Díaz, J. y García M., A. 2009. Modelos adaptativos en zoología (Manual de prácticas) 2 tamaño, forma y alometría. España. Reduca (Biología) Serie Zoología 2: 20 – 30.

Pinilla Renteria, E., Rengifo-Mosquera, J.T. y Salas Londoño, J. 2015. Dimorfismo, uso de hábitat y dieta de *Anolis maculiventris* (Lacertilia: Dactyloidae), en bosque pluvial tropical del Chocó, Colombia. Acta Biológica Colombiana 20: 89 – 100.

Pounds, J.A., Jackson, J.F., Shively, S.H. 1983. Allometric Growth of the Hind Limbs of Some Terrestrial Iguanid Lizards. American Midland Naturalist 110: 201 – 207.

Pyron R. A. y Camp, C. D. 2007. Courtship and mating behaviours of two syntopic species of skink (*Plestiodon anthracinus* and *Plestiodon fasciatus*). Amphibia-Reptilia 28: 263 – 268.

Ramírez Bautista, A., J. Guillete, L. Jr., Gutiérrez Mayen, G. y Uribe Peña, Z. 1996. Reproductive biology of the lizard *Eumeces copei* (Lacertilia : Scincidae) from the eje neovolcanico, México. The Southwestern Naturalist 2: 103 – 110.

Rastegar Pouyani, N. y Fattahi, R. 2014. Sexual dimorphism in *Trachylepis vittata* (Olivier, 1804) (Sauria: Scincidae) in the Zagros Mountains, western Iran. Turkish Journal of Zoology 38: 1 – 7.

Salgado-Ugarte, I. H. 2013. Metodos estadisticos exploratorios y confirmatorios para analisis de datos. Un enfoque biométrico. Mexico. Primera edicion. DGAPA, PAPIIME PE205407. Pp 307.

Schwarz, T. 1 de Febrero de 2018. Climate-data. Recuperado de: <https://es.climate-data.org/america-del-norte/mexico/oaxaca/santa-maria-jaltianguis-873277/>

Schwarzkopf, L. 2005. Sexual dimorphism in body shape without sexual dimorphism in body size in water skinks (*Eulamprus quoyii*). Herpetologica, 61: 116 – 123.

Shine, R. 1989. Ecological causes for the evolution of sexual dimorphism: a review of the evidence. The Quarterly Review of Biology 64: 419 – 461.

Shine, R. 1990. Proximate determinants of sexual differences in adult body size. The American Naturalist 2: 278 – 283.

Shine, R. 1991. Intersexual dietary divergence and the evolution of sexual dimorphism in snakes. *The American Naturalist* 138: 103 – 122.

StataCorp LP (11.0). (2009). Stata/SE. Recuperado de www.stata.com

StatSoft, Inc. (7.0). (2004). STATISTICA (data analysis software system). Recuperado de www.statsoft.com.

Stephens, P. R. y Wiens, J. J. 2008. Evolution of sexual size dimorphisms in emydid turtles: ecological dimorphism, rensch's rule, and sympatric divergence. *Evolution* 63: 910 – 925.

Tolley, K. A. y Herrel, A. 2014. *The Biology of Chameleons*. USA. Pp 276.

Torres, C. O. 2012. Los anolis cornudos de Mindo: un encuentro con lo bizarro. *Actualidad Científica* 14: 21 – 23.

Taylor, E. H. 1935. A taxonomic study of the cosmopolitan scincoid lizards of the genus *Eumeces* with an account of the distribution and relationships of its species. *University of Kansas Science Bulletin* 23:1–643.

Vial, J. L. y Stewart, J. R. 1989. The manifestation and significance of sexual dimorphism in anguid lizards: a case study of *Barisia monticola*. *Canadian Journal of Zoology* 67: 68 – 72.

Vitt L., J. y Cooper W., E. 1985. The evolution of sexual dimorphism in the skink *Eumeces laticeps*: an example of sexual selection. *Can. J. Zool.* 63: 995 – 1002.

Vitt L., J. y Cooper W., E. 1986. Skink Reproduction and Sexual Dimorphism: *Eumeces fasciatus* in the Southeastern United States, with Notes on *Eumeces inexpectatus*. *Journal of Herpetology*, 20: 65 – 76.

Vitt, L. J. 2000. Ecological consequences of body size in neonatal and small-bodied lizards in the neotropics. *Herpetological monographs* 14: 388 – 400.

Wikelski, M. y Trillmich, F. 1997. Body Size and Sexual Size Dimorphism in Marine Iguanas Fluctuate as a Result of Opposing Natural and Sexual Selection: An Island Comparison. *Evolution* 51: 922 – 936.

Xu, X. & Ji, X. 2003. Ontogenetic shifts in sexual dimorphism in head size and food habits of *Eremias brenchleyi*. *The Journal of Applied Ecology* 14: 557 – 561.

Zamudio, K. R. 1998. The evolution of female-biased sexual size dimorphism: a population-level comparative study in horned lizards (*Phrynosoma*). *Evolution* 52: 1821 – 1833.

Zar, Jerrold H. 2010. *Biostatistical analysis*. USA. Quinta edición. Pearson. Pp 944.