



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
ECOLOGÍA

Dimorfismo sexual en una población de la lagartija *Sceloporus
megalepidurus* (Squamata: Phrynosomatidae) que habita en una
comunidad de matorral Xerófilo al este de Puebla.

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

P R E S E N T A

Mariana González Ruiz

Tutor Principal de Tesis: Dr. Isaías Hazarmabeth Salgado Ugarte

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM.

Comité Tutor: Dr. Manuel Feria Ortiz

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM

Dr. Fausto Roberto Méndez De La Cruz

Instituto de Biología, UNAM

México, D.F.

Junio, 2014



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
ECOLOGÍA

Dimorfismo sexual en una población de la lagartija *Sceloporus
megalepidurus* (Squamata: Phrynosomatidae) que habita en una
comunidad de matorral Xerófilo al este de Puebla.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

P R E S E N T A

Mariana González Ruiz

Tutor principal de tesis: Dr. Isaías Hazarmabeth Salgado Ugarte
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM.

Comité Tutor: Dr. Manuel Feria Ortiz
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM

Dr. Fausto Roberto Méndez de la Cruz
Instituto de Biología, UNAM

México, D.F.

Junio, 2014



Dr. ISIDRO ÁVILA MARTÍNEZ
Subdirector de Certificación y Control Documental
Dirección General de Administración Escolar, UNAM

Presente

Me permito informar a usted que el subcomité de Ecología y Manejo Integral de Ecosistemas, en su sesión ordinaria del 12 de mayo de 2014, aprobó el jurado para el examen de grado de **MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** de la alumna **GONZÁLEZ RUIZ MARIANA** con número de cuenta **303160209** del posgrado en Ciencias Biológicas, con la tesis titulada **"Dimorfismo sexual en una población de la lagartija *Sceloporus megalepidurus* (Squamata: Phrynosomatidae) que habita en una comunidad de matorral Xerófilo al este de Puebla"**, bajo la dirección del **DR. ISAÍAS HAZARMABETH SALGADO UGARTE**:

Presidente: DRA. GABRIELA PARRA OLEA
Vocal: DR. ENRIQUE MARTÍNEZ MEYER
Secretario: DR. FAUSTO ROBERTO MÉNDEZ DE LA CRUZ
Suplente: DR. JOSÉ JAIME ZÚÑIGA VEGA
Suplente: DR. MANUEL FERIA ORTÍZ

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 02 de junio de 2014.

DRA. MARÍA DEL CORO ARIZMENDI ARRIAGA
COORDINADORA DEL PROGRAMA

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento al Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, por permitirme ser alumna del mismo. Asimismo quiero reconocer el apoyo que el Posgrado me brindó en el pago de la estancia en la Estación Biológica de Chamela durante el curso de campo en ecología del Bosque Tropical Caducifolio: Vertebrados Terrestres el pasado año.

Agradezco a la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT, No. 270092) por la beca recibida durante el tiempo en que fui alumna, y por el servicio de seguro médico al que tuve derecho.

Agradezco también al Comité Tutor: Dr. Isaías H. Salgado Ugarte, Dr. Fausto Roberto Méndez de la Cruz y Dr. Manuel Feria Ortiz, por aceptar ser parte del comité, por su inversión de tiempo en la lectura de mi trabajo y por todas las observaciones, sugerencias y correcciones hechas durante el desarrollo de este.

Quiero también agradecer a los integrantes del jurado: Dra. Gabriela Parra Olea, Dr. Enrique Martínez Meyer, Dr. Fausto Roberto Méndez de la Cruz, Dr. José Jaime Zúñiga Vega y Dr. Manuel Feria Ortiz. Por acceder a formar parte de mi jurado y dedicar parte de su tiempo a la revisión de mi trabajo, porque sus observaciones, sugerencias y correcciones fueron de gran ayuda en la realización de este escrito.

AGRADECIMIENTOS

Quiero dar mis más sinceras gracias a mis padres. Por ese apoyo incondicional que siempre me han otorgado. Por haberme enseñado a luchar por mis sueños y objetivos y a nunca quedarme con las ganas. Por haberme guiado a ser la persona que hoy en día soy. Por todos esos consejos, alegrías y regaños, que me ayudaron a llegar hasta este momento en mi vida.

A mis hermanos, Marisol y Manuel. Por toda la ayuda otorgada, por todas esas risas y por el amor.

Quiero agradecerte Yibb, por todo tu apoyo incondicional y sobre todo por tu paciencia. Sin duda esto no sería posible sin ti, sin tus múltiples consejos, comentarios y toda la ayuda que me diste durante la realización de mi maestría. Gracias por todo ese amor que me da fuerzas para salir adelante. Porque nunca dejas que me rinda y por darme ese empujón necesario para lograr lo que me he propuesto.

A toda mi familia, gracias.

A mis compañeros y amigos: Mixtli, Abel y Gabriel. Gracias por las risas, consejos y la ayuda que me otorgaron durante mi estancia en el museo. A Mayra, por lo anterior y por esas interminables pláticas, carcajadas y hasta lágrimas. Gracias al resto de los compañeros del museo.

A mis amigas Jaz y Diana (muñeca), porque siempre han estado ahí cuando las necesito.

Go as far you can, in the way you have chosen...

ÍNDICE

Resumen.....	1
Abstract.....	2
Introducción.....	3
Objetivos.....	4
Antecedentes.....	5
Método.....	6
Resultados.....	11
Discusión.....	38
Conclusiones.....	42
Literatura Citada.....	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Sceloporus megalepidurus</i>	5
Figura 2. Ubicación del área de estudio.....	6
Figura 3. Zona de colecta.....	7
Figura 4. Medidas morfométricas registradas en <i>Sceloporus megalepidurus</i>	8
Figura 5. Variabilidad de tamaño en las variables morfométricas entre machos y hembras de crías y adultos de <i>Sceloporus megalepidurus</i>	14
Figura 6. Gráfico de dispersión de organismos machos y hembras adultos de <i>Sceloporus megalepidurus</i> en los dos primeros componentes principales.	17
Figura 7. Gráfico de dispersión de organismos machos y hembras crías de <i>Sceloporus megalepidurus</i> en los dos primeros componentes principales.....	18
Figura 8. Rectas de regresión lineal para la longitud de la cabeza (LCa) de jóvenes de <i>Sceloporus megalepidurus</i>	24
Figura 9. Rectas de regresión lineal para la longitud de la cabeza (LCa) de adultos de <i>Sceloporus megalepidurus</i>	24
Figura 10. Rectas de regresión lineal para el ancho de la cabeza (ACa) de jóvenes de <i>Sceloporus megalepidurus</i>	25
Figura 11. Rectas de regresión lineal para el ancho de la cabeza (ACa) de adultos de <i>Sceloporus megalepidurus</i>	25
Figura 12. Rectas de regresión lineal para la longitud de la cola (LC) de jóvenes de <i>Sceloporus megalepidurus</i>	26
Figura 13. Rectas de regresión lineal para la longitud de la cola (LC) de adultos de <i>Sceloporus megalepidurus</i>	26
Figura 14. Rectas de regresión lineal para la longitud de la tibia (LTi) de jóvenes de <i>Sceloporus megalepidurus</i>	27
Figura 15. Rectas de regresión lineal para la longitud de la tibia (LTi) de adultos de <i>Sceloporus megalepidurus</i>	27
Figura 16. Rectas de regresión lineal para la longitud del tronco (LT) de jóvenes de <i>Sceloporus megalepidurus</i>	28
Figura 17. Rectas de regresión lineal para la longitud del tronco (LT) de adultos de <i>Sceloporus megalepidurus</i>	28

Figura 18. Rectas de regresión lineal para la longitud del antebrazo (LAn) de jóvenes de <i>Sceloporus megalepidurus</i>	29
Figura 19. Rectas de regresión lineal para la longitud del antebrazo (LAn) de adultos de <i>Sceloporus megalepidurus</i>	29
Figura 20. Rectas de regresión lineal para el peso de jóvenes de <i>Sceloporus megalepidurus</i> ...	30
Figura 21. Rectas de regresión lineal para el peso de adultos de <i>Sceloporus megalepidurus</i>	30
Figura 22. Coloración de vista dorsal de <i>Sceloporus megalepidurus</i> en adultos.....	32
Figura 23. Coloración de vista ventral de <i>Sceloporus megalepidurus</i> en adultos.....	33
Figura 24. Coloración de vista dorsal de jóvenes de <i>Sceloporus megalepidurus</i>	34
Figura 25. Coloración de vista ventral de jóvenes de <i>Sceloporus megalepidurus</i>	35
Figura 26. Coloración de vista dorsal de crías de <i>Sceloporus megalepidurus</i>	36
Figura 27. Coloración de vista ventral de crías de <i>Sceloporus megalepidurus</i>	37

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Promedios \pm 1ES e intervalos de variación (entre paréntesis) para siete rasgos morfométricos registrados en machos y hembras adultas de <i>Sceloporus megalepidurus</i>	12
Tabla 2. Promedios \pm 1ES e intervalos de variación (entre paréntesis) para siete rasgos morfométricos registrados en machos y hembras crías de <i>Sceloporus megalepidurus</i>	13
Tabla 3. Primeros dos componentes principales en adultos de <i>Sceloporus megalepidurus</i> y su porcentaje de la variación explicada.	15
Tabla 4. Primeros dos componentes principales en crías de <i>Sceloporus megalepidurus</i> y su porcentaje de la variación explicada.	16
Tabla 5. Resumen del análisis discriminante de las variables morfométricas de <i>Sceloporus megalepidurus</i> en adultos.	19
Tabla 6. Resumen del análisis discriminante de las variables morfométricas de <i>Sceloporus megalepidurus</i> en crías.....	20
Tabla 7. Resultados de las regresiones por mínimos cuadrados de adultos de <i>Sceloporus megalepidurus</i>	22
Tabla 8. Resultados de las regresiones por mínimos cuadrados de jóvenes de <i>Sceloporus megalepidurus</i>	23

RESUMEN:

El dimorfismo sexual puede atribuirse a causas próximas y últimas. Dentro de las causas últimas están la selección sexual (elección de la hembra o el combate entre machos por el acceso a las hembras) y la selección natural (diferencias sexuales en el uso del espacio o alimento). Entre de las causas próximas se encuentran las diferencias sexuales en el crecimiento mismo de los organismos como el patrón de crecimiento de partes corporales particulares.

En este estudio, se describe el dimorfismo sexual en tamaño, forma y color de una población de la lagartija vivípara *Sceloporus megalepidurus* ubicada en los alrededores de la laguna San Luis Atexcac, Puebla. Los individuos fueron colectados mensualmente de octubre de 2011 a agosto del 2013. Se examinaron 261 adultos (133 machos y 128 hembras), 58 jóvenes (34 machos y 24 hembras) y 63 crías (31 machos y 32 hembras). Los caracteres morfológicos medidas fueron: Longitud hocico-cloaca (LHC), longitud de la cabeza (LCa), ancho de la cabeza (ACa), longitud del tronco (LT), longitud de la cola (LC), longitud de antebrazo (LAn), longitud de tibia (LTi) y peso. Los individuos se dividieron en 6 grupos tomando en cuenta la talla y el sexo: dos para los adultos, dos en jóvenes y dos en crías (uno de machos y otro de hembras).

Los machos fueron más grandes y más pesados que las hembras. También, excepto por la longitud relativa del tronco (longitud del tronco/longitud hocico cloaca), la cual fue mayor en hembras que en machos, las longitudes relativas de los restantes cinco caracteres morfométricos (medidas lineales) fueron mayores en machos que en hembras.

Las crías no presentaron dimorfismo sexual ni en tamaño ni en forma. Por lo que en consecuencia el dimorfismo sexual en adultos se adquiere conforme crecen los organismos.

Los resultados obtenidos con uso de la ecuación alométrica sugieren que las diferencias sexuales en el ancho de la cabeza, la longitud del tronco y longitud de la cola se deben a trayectorias de crecimiento sexualmente diferentes. En el caso de los primeros dos caracteres la diferenciación parece ocurrir después de que los organismos alcanzan la madurez sexual, mientras que la diferenciación en la longitud de la cola ocurre principalmente durante la etapa juvenil.

El grado de dimorfismo sexual obtenido por el índice de dimorfismo sexual en *Sceloporus megalepidurus* es poco, esto es consistente con la regla de Rensch al ser una especie de talla pequeña.

No se encontraron diferencias en coloración en la región ventral entre machos y hembras, ya que ambos pueden o no mostrar parches con ligeras tonalidades naranjas, las cuales no varían en intensidad durante la época reproductiva.

Los machos adultos tienen pequeños puntos de color azul-verde en el dorso los cuales no se presentan en las hembras. Estas tonalidades no se presentan en las crías y en los jóvenes comienzan a ser evidentes.

ABSTRACT:

Sexual dimorphism can be attributed to proximate and ultimate causes. Into the ultimate causes are sexual selection (female choice or male-male combat for female access) and natural selection (sexual differences in the use of space or food). Among the proximate causes are sexual differences in growth of the organisms and the growth pattern of individual body parts.

In this study, is described sexual dimorphism in size, shape and color of a population of the viviparous lizard *Sceloporus megalepidurus* located around the Laguna San Luis Atexcac, Puebla. Individuals were collected monthly from October 2011 to August 2013. 261 adults (133 males and 128 females), 58 youth (34 males and 24 females) and 63 young (31 males and 32 females) were examined. Morphological characters measured were: snout-vent length (LHC), head length (LCa), head width (ACa), trunk length (LT), tail length (LC), forearm length (LAn), tibia length (LTi) and weight (PESO). Individuals were divided into 6 groups taking into account the age and sex: two for adults, two for juveniles, and two for offspring (one for males and one for females).

Males were in these morphometric characters larger and heavier than females. Also, except for the relative length of the trunk (trunk length / snout vent length), which was higher in females than in males, the relative lengths of the remaining five morphometric characters (linear measurements) were higher in males than in females.

Offspring did not show sexual dimorphism in size or shape. Consequently, the sexual dimorphism in adults is acquired as the organisms grow up.

The results obtained using the allometric equation suggest that sex differences in the width of the head, trunk length and tail length are due to sexually different growth paths. For the first two characters, differentiation seems to occur after the organisms reach sexual maturity, whereas differentiation in the tail length occurs mainly during the juvenile age.

The degree of sexual dimorphism obtained by sexual dimorphism index in *Sceloporus megalepidurus* is low, this is consistent with the Rensch' rule because is a small size lizard.

We did not found differences in color on ventral region between males and females, since both may or may not show patches with light orange.

Adult males have little green-blue points on the back which are not present in females. These colors are not presented in offspring and juvenile males become apparent.

INTRODUCCIÓN:

El dimorfismo sexual, o las diferencias en forma en machos y hembras, es un carácter ampliamente extendido en lagartijas, y puede manifestarse de diferentes maneras (Pinto *et al.*, 2005, Ribeiro *et al.*, 2010). Muchas especies presentan dimorfismo sexual en tamaño y en forma del cuerpo, también es común el dimorfismo sexual en el patrón de coloración y en algunas especies en la presencia o ausencia de algunos rasgos o estructuras. Una especie particular puede presentar dimorfismo en una o alguna combinación de estos aspectos, o bien puede no presentar dimorfismo sexual evidente.

El dimorfismo sexual en tamaño es común dentro de las lagartijas. Dentro de este grupo, es común que los machos sean más grandes que las hembras, si bien en algunas especies de algunos géneros (*Mabuya*, *Apraisa*, *Polychrus*) ocurre lo contrario (Cox, *et al.*, 2007). El grado de dimorfismo se calcula como: $ID = LHC \text{ promedio del sexo más grande} / LHC \text{ del sexo más pequeño} - 1$ (Lovich y Gibbons, 1992). Arbitrariamente, cuando el sexo más grande es el macho el índice se expresa como un valor negativo. Al igual que en varios otros grupos de lagartijas (Abouheif y Fairbairn, 1997), dentro de las lagartijas se ha detectado un patrón en grado de dimorfismo conocido como Regla de Rensch. La regla mantiene que en especies en las cuales los machos son más grandes que las hembras, el grado de dimorfismo aumenta con el tamaño promedio de la especie mientras que en especies en donde el dimorfismo sexual en tamaño es sesgado hacia las hembras ocurre lo contrario.

Diversos autores han intentado explicar las causas últimas y próximas del dimorfismo sexual (Pounds *et al.*, 1983; Cox *et al.* 2003; Yun Kuo *et al.*, 2009). Dentro de las causas últimas, por ejemplo, el dimorfismo sexual en tamaño corporal, sesgado hacia el sexo masculino, puede ser resultado de la selección sexual favoreciendo a los machos más grandes (Ruby, 1981; Stamps *et al.*, 1997) y éste puede estar relacionado al cortejo o a la defensa de espacio entre machos. No obstante, otros factores también pueden producir este mismo tipo de dimorfismo (V. gr., la selección natural). Los machos más grandes pueden tener mayor probabilidad de supervivencia si son más hábiles en evadir depredadores o si esto les confiere una ventaja ante un clima adverso (como en climas fríos) (Dunham, 1981). Así mismo, las hembras seleccionan machos grandes probablemente debido a una genética superior, ya que al poseer un cuerpo grande indica que han sobrevivido durante varios años (Vitt & Cooper 1985). Una hipótesis diferente, propone que machos más grandes o con cabezas más grandes tienen mayor éxito reproductivo ya que en la cópula los machos sujetan a la hembra mordiénandola, lo que asegura la fertilización (Herrel *et al.*, 1996).

Las hipótesis previamente mencionadas no son mutuamente excluyentes: dos o más factores pueden favorecer el mayor tamaño de los machos. Por otro lado, se han propuesto explicaciones adicionales al dimorfismo sexual en tamaño. Algunos autores mencionan que los sexos pueden adaptarse de forma distinta a su hábitat (Butler *et al.*, 2000; 2002), lo cual usualmente se atribuye a una repartición de recursos con el fin de disminuir la competencia intersexual (Shoener, 1967). Otros modelos sugieren que el dimorfismo sexual puede ser consecuencia de un proceso no adaptativo, en el cual una diferencia en tamaño puede deberse a eventos psicológicos como el estrés debido a la predación, de comportamiento y diferencias ecológicas entre sexos (Anderson y Vitt, 1990; Cordes *et al.*, 1995; Sugg *et al.*, 1995; Cox *et al.*, 2003)

Una causa próxima en relación al dimorfismo en tamaño es el factor que produce las diferencias en el crecimiento alométrico entre ambos sexos, el cual puede producirse por diferencias en la concentración de la hormona del crecimiento o en el reparto de energía entre el crecimiento y la reproducción (John-Alder *et al.* 2007).

Otras especies, si bien no presentan dimorfismo sexual en tamaño, sí lo presentan en la forma del cuerpo (Bookstein, 1989). La mayoría de los autores definen a la forma de una parte del cuerpo como el valor del rasgo (usado para describir dicha parte del cuerpo), después de eliminar el efecto del tamaño del cuerpo, expresado como una proporción o como residuales obtenidos de la regresión sobre el tamaño del cuerpo. Por ejemplo, en algunas especies de escincos, ambos sexos poseen tamaños similares pero los machos tienen cabezas y extremidades más grandes que las hembras (Heideman, *et al.*, 2008). La selección sexual puede favorecer un tamaño grande, especialmente el tamaño de la cabeza siendo ésta, características relacionadas con el combate (Trivers, 1972; Stamps, 1983; Carothers, 1984; Anderson y Vitt, 1990). O también pueden diferir en importantes aspectos de su nicho, como la dieta (Herrel *et al.* 2006) o uso del microhábitat (Hellstedt y Henttonen, 2006).

Para el dimorfismo en la forma corporal, la causa próxima es la diferencia en las trayectorias de crecimiento, las cuales se analizan de manera separada para cada parte del cuerpo, con lo cual se conduce a las diferencias en forma del cuerpo (Butler y Losos, 2002). Al analizar los cambios de forma que están relacionados al cambio en tamaño en los individuos se describe una alometría ontogenética, mientras los individuos crecen y aumentan de tamaño, cambia la forma principalmente debido a que diferentes estructuras exhiben distintos patrones de crecimiento (Anzelmo *et al.*, 2012). La determinación de las trayectorias o las relaciones alométricas de escala, establecen cómo el dimorfismo en tamaño de dicha parte se produce durante el crecimiento (Johnson *et al.*, 2005).

En la mayoría de las especies los machos presentan colores ventrales llamativos. Comúnmente estos colores sirven tanto para atraer a consortes potenciales como para emitir señales de advertencia a conespecíficos del mismo sexo (Thompson y Moore, 1991).

En algunas especies los machos poseen rasgos o estructuras que no poseen las hembras. En las lagartijas del género *Anolis*, por ejemplo, los machos presentan un abanico gular extensible cuyo color varía de acuerdo con la especie (Johnson *et al.*, 2011). Los rasgos masculinos, al igual que el patrón de coloración, puede servir para emitir señales a las hembras o machos conespecíficos.

OBJETIVOS:

- Determinar el grado de dimorfismo sexual en una población de la lagartija *Sceloporus megalepidurus* que habita en una comunidad de matorral espinoso en el este-centro del estado de Puebla, desde crías hasta adultos.
- Evaluar la importancia de la alometría en el dimorfismo sexual detectado en *S. megalepidurus*.

ANTECEDENTES:

Smith (1939) y, Smith y Smith (1976) describen a la especie *Sceloporus megalepidurus* como una lagartija pequeña con una longitud hocico-cloaca máxima de 55.0 mm., es de color café grisáceo con líneas claras a los costados. La región ventral es blanca sin presencia de parches ventrales en los machos. Presenta escamas de la región dorsal del cuerpo relativamente pequeñas, de 54 a 62 hileras de escamas dorsales; los machos presentan de 2 a 5 escamas entre los poros femorales; las escamas de la cola, en la región de la base, son quilladas en las hembras; los machos presentan regiones de color azul a los costados del cuello (Fig. 1).

Guillete *et al.* (1980) la consideró como especie ovípara al no existir evidencia comprobada de formación de la placenta. Posteriormente, Godínez (1985) trabajó con aspectos del ciclo reproductivo de la especie con lo cual encontró la vivipariedad de la misma, así mismo, un patrón reproductivo estacional hacia los últimos meses del año.

La distribución de la especie está registrada para los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz (Smith, 1939; Dasman y Smith, 1974; Sánchez, 1980). A la especie se le observó asociada a plantas de maguey y yucas (Sánchez, 1980).

González-Ruiz (1991) trabajó aspectos de la biología de la especie a nivel poblacional, con factores como densidad poblacional, crecimiento individual, comportamiento, eventos reproductivos, alimentación y dimorfismo sexual; sin embargo, este último no se estudió a profundidad y solamente existen algunos datos y comentarios realizados.



Figura 1. *Sceloporus megalepidurus*.

La especie *S. megalepidurus* se encuentra en la NOM-059 con categoría de protección especial al ser una especie endémica y con una distribución limitada a los estados mencionados anteriormente.

MÉTODO:

Zona de estudio.

El área de estudio se localiza en la porción centro-norte del municipio de Guadalupe Victoria, Puebla. Se trata de un área pequeña de alrededor de 2 hectáreas localizada al este de la Laguna San Luis Atexcac (Figuras 3 y 4). Se encuentra a una mediana altura de 2436 metros sobre el nivel del mar. Todos los organismos se recolectaron en esta área (en los alrededores del punto 19°20'10.47"N y 97°26'47"W). En esta área se asienta una comunidad de Matorral Xerófito en donde son frecuentes plantas de los géneros *Agave*, *Hecthia*, *Yuca*, *Dasylyrion* y *Nolina*.

El clima es semiseco templado con lluvias en verano. La precipitación total anual es de 400-800 mm. Y la temperatura media anual 12-16 °C. No existen corrientes de agua en las cercanías del área de estudio.

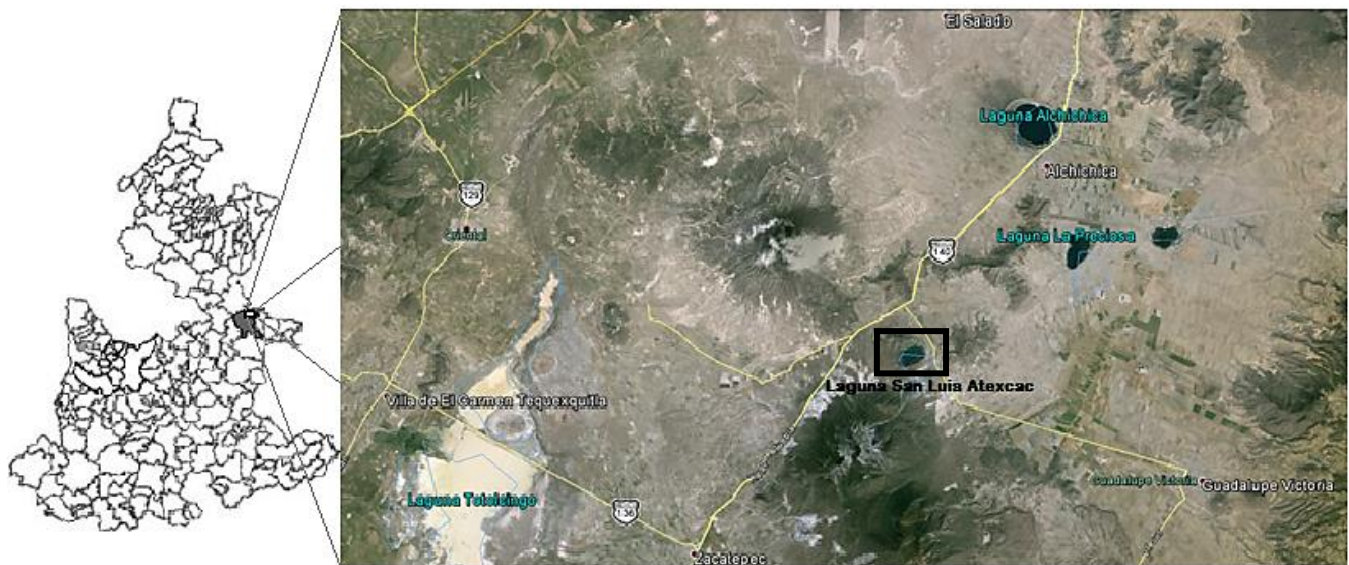


Figura 2. Ubicación del área de estudio. Laguna de San Luis Atexcac en el Municipio de Guadalupe Victoria, Puebla.



Figura 3. Zona de colecta. Laguna San Luis Atexcac, Guadalupe Victoria, Puebla. Dentro del recuadro se muestra el área de colecta de los organismos. Google earth 2013.

Trabajo de campo.

Se realizaron 17 salidas de octubre de 2011 a agosto del 2013. Cada salida tuvo una duración de dos días y en cada una de ellas se recolectaron de 5 a 40 ejemplares (n total=382). Los ejemplares comúnmente se encontraron entre las hojas de las plantas que les servían de refugio (*Agave*, *Hecthia*, *Yuca*, *Dasyllirion* y *Nolina*) Ocupaban sitios ubicados cerca de la base de las hojas y de este modo no podían capturarse con la mano. Por esta razón, se utilizaron palos delgados y largos de madera (palitos de bandera de \approx 40 cm de largo y 0.5 cm de diámetro) para sacarlos de su refugio o bien para sujetarlos y de este modo poder tomarlos con la mano. Una vez capturado el ejemplar se colocó dentro de una bolsa de plástico para transportarlo al sitio en dónde se capturaron los datos (hotel o al laboratorio en el caso de algunas hembras preñadas – ver abajo). En cada salida se registró la fecha de captura, y posterior a la revisión todos los individuos fueron devueltos al área de estudio.

Morfometría.

A cada lagartija recolectada se le registraron las siguientes medidas: (1) Longitud hocico-cloaca (LHC), medida de la punta del hocico a la cloaca, (2) longitud de la cabeza (LCA), medido de la punta de hocico a la parte posterior del tímpano, (3) ancho de la cabeza (ACA), medido a la altura del tímpano, (4) longitud de la cola (LC), medida de la cloaca a la punta de la cola (únicamente se consideraron los ejemplares con cola completa), (5) longitud del tronco (LT), medido de la axila a la ingle. Previo al registro de este dato, se colocó al animal con el cuerpo totalmente derecho, (6) longitud de la tibia (LTI), medida desde la inserción de la extremidad derecha al cuerpo del organismo hasta la rodilla al tobillo y (7) longitud del antebrazo (LAN), medido del codo a la muñeca del brazo derecho. Todas las mediciones se realizaron con un

calibrador tipo vernier 0.02 mm. (8) Para el peso corporal de cada ejemplar (PESO), se utilizó una balanza semianalítica 0.01 g.

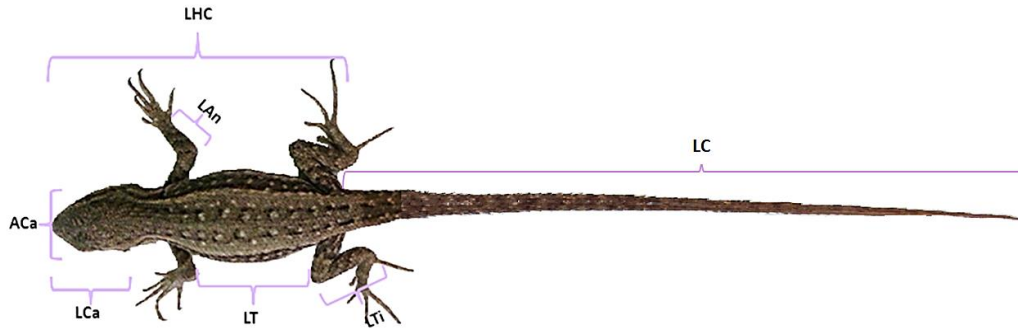


Figura 4. Medidas morfométricas registradas en *Sceloporus megalepidurus*. LHC= longitud hocico-cloaca, LCa= longitud de la cabeza, ACa= ancho de la cabeza, LT= longitud del tronco, LC= longitud de la cola, LTi= longitud de la tibia, LAn= longitud del antebrazo.

Se dividió a los individuos en 6 grupos: machos y hembras adultas, se consideraron como adultos a todos los organismos que tuvieron una LHC > 39 mm para los machos y 37 mm para las hembras debido a la evidencia del inicio reproductivo tomada de la literatura (González-Ruiz, 1991); machos y hembras crías. Se consideraron como “crías” a todas las lagartijas pequeñas que tuvieron una longitud hocico cloaca menor a 25mm, esta fue la LHC máxima observada en las crías nacidas en cautiverio (ver abajo); los últimos dos grupos fueron formados por los machos y hembras que no se encontraban dentro de alguno de los cuatro grupos anteriores y se consideraron como “jóvenes” (machos LHC mayor o igual a 25mm y menor a 39mm; hembras mayor o igual a 25mm y menor a 37mm).

Para obtener información respecto a la presencia o ausencia de dimorfismo en crías recién nacidas, se transportó una muestra de 16 hembras preñadas al laboratorio, y se mantuvieron hasta la fecha de parto. Se mantuvieron en un terrario de vidrio de 50 x 26 x 31 cm. Se alimentaron con larvas de *Tenebrio* (*Tenebrio monitor*) y se les proporcionó humedad con papel absorbente húmedo. Se revisó diariamente el terrario con el fin de registrar el nacimiento de las crías. Inmediatamente después de detectar el nacimiento de crías, a cada una se le tomaron los mismos datos morfométricos que a los adultos. Con el fin de aumentar el tamaño de muestra de lagartijas recién nacidas (o casi recién nacidas), se recolectaron lagartijas pequeñas durante la temporada de parto (de marzo a mayo) (Godínez, 1985; González-Ruiz, 1991).

Patrón de coloración.

Para conocer el dicromatismo sexual presente en la especie se tomaron dos fotografías (vista dorsal y vista ventral) a cinco organismos de cada grupo. Todas las fotos se tomaron con una cámara digital (Lumix, con 12 megapíxeles de resolución) y se mantuvieron las mismas

condiciones de luz y distancia cámara-lagartija. La variación en la coloración se evaluó con el programa ImageJ v.1.45s en donde se seleccionaron 5 puntos al azar en las zonas de interés (manchas dorsales, flancos, vientre y parches ventrales) y se registró los códigos de colores de acuerdo al sistema RGB (Red, Green, Blue). Posteriormente se describió la coloración observada en las fotografías para cada grupo.

Todos los organismos luego de su revisión fueron devueltos al área de estudio.

Análisis de datos.

Para cada grupo se calcularon resúmenes estadísticos (promedio, error estándar e intervalos de variación). Como una medida del grado de dimorfismo sexual se calculó el índice de tamaño del dimorfismo (IDS) de acuerdo con la fórmula propuesta por Lovich y Gibbons, (1992): $IDS = (LHC \text{ del sexo de mayor tamaño} / LHC \text{ del sexo de menor tamaño}) - 1$. Para propósitos comparativos, arbitrariamente se expresó el valor de IDS como positivo cuando el sexo más grande fue la hembra y como negativo cuando ocurrió lo contrario (Lovich y Gibbons, 1992). Este índice es usado debido a que genera valores que son intuitivos, direccionales, propiamente escalados, y simétricos alrededor de cero (Lovich y Gibbons, 1992; Smith, 1999).

Con el fin de mejorar el ajuste de los datos a las suposiciones de los análisis y pruebas estadísticas realizadas (normalidad, linealidad y homocedasticidad), antes de la realización de los mismos, se obtuvo el valor logarítmico (\log_{10}) de cada variable morfométrica, incluyendo el peso corporal. También, con el fin de evitar valores negativos, cada valor logarítmico se multiplicó por 10.

Para detectar diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de las medidas morfométricas (incluyendo el peso corporal), se realizó un análisis multivariado de varianza (MANOVA) con ajuste de pendientes por separado para los adultos. Se eligió un MANOVA que ajusta las pendientes por separado, en virtud de que en un análisis multivariado de varianza (MANCOVA) detectó interacción significativa entre el factor (sexo) y la covariable (LHC) (Norusis, 1985). Se consideró a las medidas morfométricas (LHC, LCA, ACA, LC, LT, LTi, LAn) como variables dependientes y al sexo como factor. Para las crías se utilizó un MANCOVA. En este análisis se consideró al sexo como factor fijo, a la LHC como covariable y al resto de las variables analizadas como variables de respuesta (García-Berthou y Moreno-Amich, 1993; Salgado-Ugarte *et al.* 2005).

Para investigar los patrones generales del tamaño y variación de forma, y de visualizar gráficamente el grado de dimorfismo sexual, se realizaron Análisis de Componentes Principales (PCA) con los datos de cada grupo de edad-sexo. Cada PCA fue construido a partir de una matriz de correlación de Pearson. Posteriormente, con los valores de los dos primeros componentes principales obtenidos de los adultos, se realizó un análisis discriminante en el cual se usaron los valores de los componentes principales como variables independientes, esto con el fin de encontrar el grado de traslape entre los dos grupos (Salgado- Ugarte, en preparación).

Para identificar las características que diferencian a los sexos entre los adultos y crías se utilizaron dos análisis discriminantes.

Se evaluó la importancia de la alometría en el dimorfismo sexual a través de análisis de regresión por mínimos cuadrados. La justificación es la siguiente. El modelo alométrico, que

relaciona cualquier par de variables morfométricas (X e Y) obtenidas para alguna serie de organismos, es:

$$Y = \alpha X^\beta$$

Donde α y β son constantes que tienen que estimarse para cada par de variables particulares. Esta ecuación no es lineal y esto dificulta la estimación de los parámetros involucrados. Sin embargo, la ecuación puede “linealizarse” si en lugar de considerar los valores reales se manejan valores logarítmicos. Esto es:

$$\text{Log}(Y) = \text{Log}(\alpha X^\beta), \text{ y}$$

$$\text{Log}(Y) = \text{Log}(\alpha) + \beta \text{Log}(X)$$

Por ejemplo, si Y = LCA (longitud de la cabeza) y X = LHC (Longitud hocico cloaca), se tiene

$$\text{Log}(LCA) = a + \beta \text{Log}(X)$$

Dado que los valores de las variables morfométricas son valores Log_{10} , la ecuación de una recta (para un par dado de variables) obtenida por mínimos cuadrados puede considerarse como una ecuación alométrica, y a la pendiente de la misma (β) como un coeficiente de alometría la cual refleja la tasa de cambio de una variable con respecto a la otra.

Se consideró que el crecimiento de una dimensión corporal fue isométrica, alométrica negativa o alométrica positiva con respecto a la LCH si el intervalo de confianza del 95% para el valor de β incluyó el valor de 1, incluyó únicamente valores menores que uno o incluyó solamente valores mayores que uno, respectivamente. Se utilizaron pruebas de t (siguiendo el procedimiento descrito en Zar (1996) para evaluar la significancia estadística de las diferencias sexuales en los coeficientes de alometría.

Los análisis estadísticos se realizaron con la ayuda de los programas STATA v.13 (Análisis de componentes principales), SPSS v.20 (MANOVA) y Statistica v.7 (MANCOVA) y la obtención de rectas de regresión y pruebas relacionadas). En todos los análisis se consideró un nivel de significancia de 0.05.

RESULTADOS:

Morfometría

Se examinaron 382 individuos de *Sceloporus megalepidurus*, 261 adultos (machos n= 133, hembras n=128), 58 jóvenes (machos n= 34, hembras n=24) y 63 crías (machos n= 31, hembras n=32).

Para los adultos, el MANOVA detectó diferencias sexuales significativas en las variables morfométricas conjuntas relacionadas con el tamaño y forma del cuerpo (Wilks=0.14348, p= 0.000) y las diferencias sexuales para cada parte corporal analizadas son altamente significativas (p<0.0001) (Tab.1, fig. 5).

En las crías el MANCOVA realizado no detectó diferencias entre los sexos (Wilks= 0.88115, F= 0.9056, p= 0.51) (Tab. 2, fig. 5).

Los tamaños promedio en mm (\pm ES) e intervalos de variación de los jóvenes fueron: hembras 31.94 \pm 0.87 (25.03- 36.95), machos 32.90 \pm 0.70 (25.07-38.81).

Los pesos promedio en g (\pm ES) e intervalos de variación para estas mismas categorías fueron: adultos: hembras 2.33 \pm 0.05 (1.14- 3.77), machos 2.91 \pm 0.05 (1.50- 4.44); jóvenes: hembras 0.92 \pm 0.07 (0.35- 1.50), machos 1.02 \pm 0.06 (0.47- 1.82); crías: hembras 0.30 \pm 0.01 (0.18- 0.50), machos 0.32 \pm 0.01 (0.17- 0.59) (Fig. 5).

Para los grupos adultos y jóvenes el número de machos fue mayor que el de las hembras, la proporción fue de 1.039 en adultos y 1.416 en jóvenes. Caso contrario ocurrió en las crías (0.968).

Los adultos mostraron dimorfismo sexual en tamaño (LHC) sesgado hacia los machos, éstos fueron en promedio 8% más grandes con valor de índice de IDS = -0.08601.

En las hembras la talla corporal observada con mayor frecuencia fue de 42.85mm y en machos 48.83mm.

A pesar de que los machos fueron en promedio más grandes que las hembras con respecto a la LT, el porcentaje que ocupa esta variable en relación a la LHC de las hembras es mayor (adultos: machos=0.4631, hebras=0.4960; crías: machos= 0.4024, hembras=0.4090).

Comparando los resultados obtenidos, el dimorfismo sexual que existe en la especie no se encuentra desde el nacimiento y éste surge con la edad.

Tabla 1. Promedios \pm 1ES e intervalos de variación (entre paréntesis) para siete rasgos morfométricos registrados en machos y hembras adultas de *Sceloporus megalepidurus* de las cercanías del lago cráter San Luis Atextac, Puebla. La columna porcentaje indica el cociente de la división variable/ LHC. La última columna de la derecha muestra el estadístico F (obtenido de ANOVAs univariadas posteriores) y la significancia de la diferencia entre los promedios involucrados. (LHC) longitud hocico-cloaca, (LCa) longitud de la cabeza, (ACa) ancho de la cabeza, (LT) longitud del tronco, (LC) longitud de la cola, (LTi) longitud de la tibia, (LAn) longitud del antebrazo. Machos n= 133, hembras n=128. *** Altamente significativo ($p < 0.000$). Para la LC machos n=70, hembras n=67.

VARIABLE	HEMBRAS		MACHOS		ANOVA (F)
	Observado	Porcentaje	Observado	Porcentaje	
LHC	42.90 \pm 0.24 (37.00- 48.31)	---	46.59 \pm 0.27 (39.12- 53.08)	---	29.28***
LCa	10.17 \pm 0.04 (8.96- 11.72)	0.237 \pm 0.001 (0.20 - 0.28)	11.39 \pm 0.06 (9.74 - 12.8)	0.244 \pm 0.0008 (0.22- 0.28)	102.45** *
ACa	7.46 \pm 0.05 (5.79- 9.2)	0.174 \pm 0.001 (0.14 - 0.21)	8.28 \pm 0.06 (6.51- 10.34)	0.177 \pm 0.0009 (0.15 - 0.21)	50.83***
LT	21.31 \pm 0.21 (15.56- 28.84)	0.496 \pm 0.003 (0.37- 0.67)	21.57 \pm 0.15 (16.94- 25.69)	0.463 \pm 0.002 (0.40 - 0.53)	112.90** *
LC	61.45 \pm 0.71 (41.17- 71.97)	1.442 \pm 0.016 (1- 1.62)	72.80 \pm 0.80 (55.24- 84.25)	1.584 \pm 0.013 (1.19 - 1.73)	34.47***
LTi	8.79 \pm 0.05 (6.3 - 10.84)	0.205 \pm 0.0009 (0.17 - 0.23)	10.19 \pm 0.06 (8.35- 11.85)	0.219 \pm 0.001 (0.19 - 0.27)	66.12***
LAn	6.04 \pm 0.04 (4.79- 8.26)	0.141 \pm 0.0009 (0.11- 0.17)	6.767 \pm 0.05 (5.41 - 8.26)	0.145 \pm 0.0009 (0.11- 0.17)	30.71***

Tabla 2. Promedios \pm 1ES e intervalos de variación (entre paréntesis) para siete rasgos morfométricos registrados en machos y hembras crías de *Sceloporus megalepidurus* de las cercanías del lago cráter San Luis Atextac, Puebla. La columna porcentaje indica el cociente de la división variable/ LHC. (LHC) longitud hocico-cloaca, (LCa) longitud de la cabeza, (ACa) ancho de la cabeza, (LT) longitud del tronco, (LC) longitud de la cola, (LTi) longitud de la tibia, (LAn) longitud del antebrazo. Machos n= 31, hembras n=32. Para la LC machos n=27, hembras n=29.

VARIABLE	HEMBRAS		MACHOS	
	Observado	Porcentaje	Observado	Porcentaje
LHC	22.52 \pm 0.20 (18.57- 24.40)		22.86 \pm 0.24 (18.78- 24.94)	
LCa	6.45 \pm 0.06 (5.42-7.19)	0.28 \pm 0.003 (0.24- 0.32)	6.63 \pm 0.08 (5.69 -7.47)	0.29 \pm 0.002 (0.25- 0.31)
ACa	4.35 \pm 0.04 (3.71- 4.94)	0.19 \pm 0.001 (0.17 - 0.22)	4.47 \pm 0.06 (3.84- 5.40)	0.19 \pm 0.001 (0.17 - 0.22)
LT	9.20 \pm 0.16 (6.46-10.94)	0.40 \pm 0.004 (0.33 - 0.46)	9.21 \pm 0.14 (7.41- 10.84)	0.40 \pm 0.003 (0.37 -0.45)
LC	32.79 \pm 0.58 (24.68- 39.17)	1.45 \pm 0.019 (1.26 - 1.78)	33.51 \pm 0.70 (23.83- 40.57)	1.46 \pm 0.019 (1.26- 1.73)
LTi	4.64 \pm 0.06 (3.65- 5.10)	0.20 \pm 0.002 (0.16- 0.23)	4.77 \pm 0.08 (3.53- 5.58)	0.20 \pm 0.002 (0.17- 0.23)
LAn	3.34 \pm 0.04 (2.89-3.90)	0.14 \pm 0.002 (0.12 - 0.17)	3.52 \pm 0.04 (2.89- 4.06)	0.15 \pm 0.001 (0.13- 0.17)

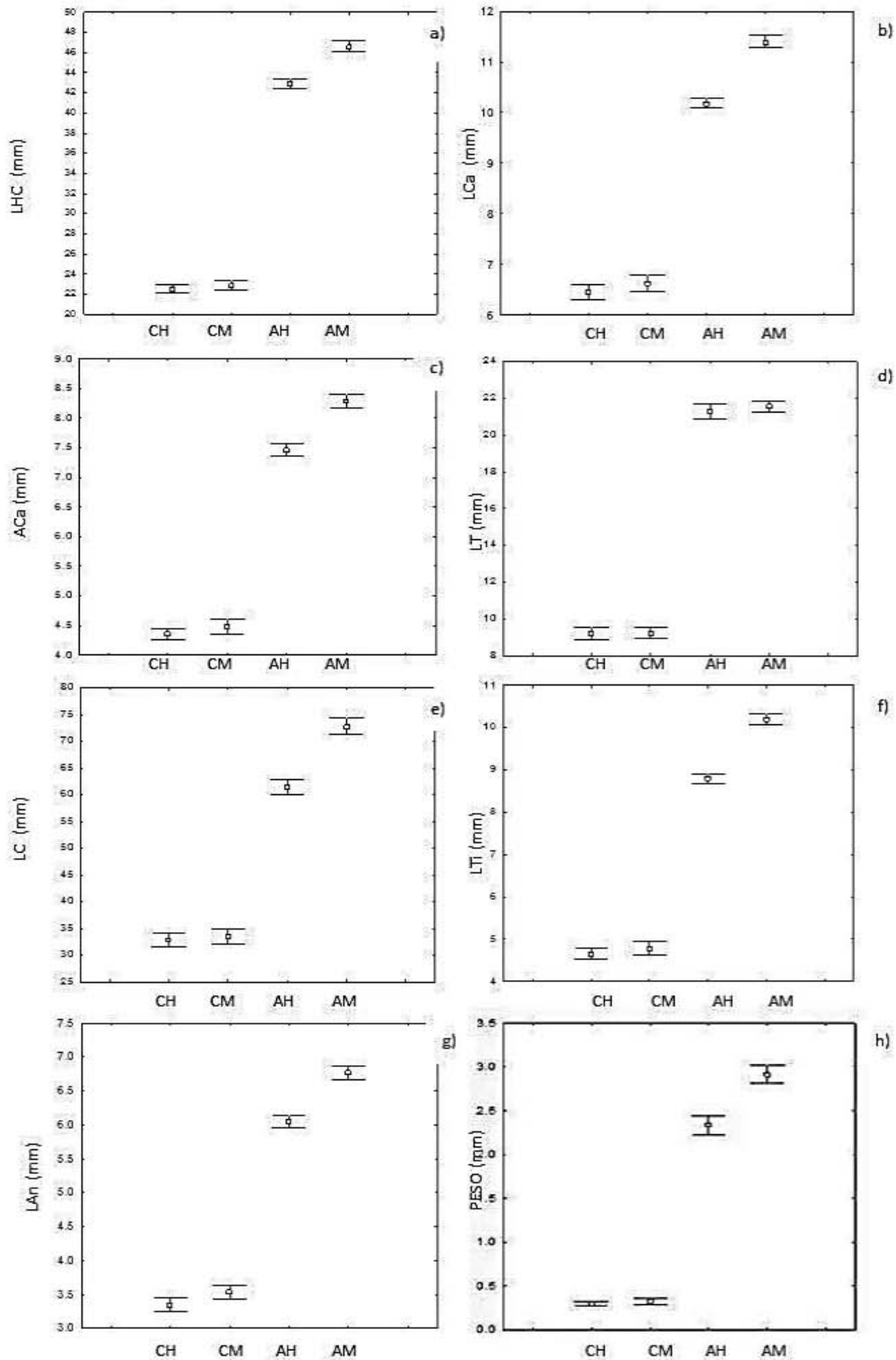


Figura 5. Variabilidad de tamaño en las variables morfométricas entre machos y hembras de crías y adultos de *Sceloporus megalapidurus*: a) longitud hocico cloaca, b) longitud de la cabeza, c) ancho de la cabeza, d) longitud del tronco, e) longitud de la cola, f) longitud de la tibia, g) longitud del antebrazo, h) Peso. CH: hembras crías, CM: machos crías, AH: hembras adultos, AM: machos adultos. \square Media, $|$ Media ± 0.95 I.C.

En el análisis de componentes principales realizado en los adultos, los dos primeros componentes acumulan el 80.52% del total de la variación de la muestra (Tabla 3). El primer componente acumula el 69.014% de la variación, y está fuertemente relacionada con LHC. El primer factor es un indicador claro del tamaño del cuerpo. El segundo componente está fuertemente relacionado con la longitud del tronco y explica un 11.510%.

Tabla 3. Primeros dos componentes principales en adultos de *Sceloporus megalepidurus* y su porcentaje de la variación explicada. Las variables fuertemente relacionadas en la diferenciación se encuentran en negritas. (LCa) longitud de la cabeza, (ACa) ancho de la cabeza, (LT) longitud del tronco, (LC) longitud de la cola, (LTi) longitud de la tibia, (LAn) longitud del antebrazo.

	PC1	PC2
LHC	0.936	0.171
LCa	0.912	-0.167
ACa	0.853	-0.103
LT	0.613	0.746
LC	0.761	-0.253
LTi	0.894	-0.248
LAn	0.776	-0.284
PESO	0.855	0.301
Autovalor	5.521	0.920
% Varianza	69.014	11.510
% Varianza acumulada	69.014	80.524

En el análisis de componentes principales realizado en las crías, los dos primeros factores acumulan el 74.47% del total de la información, el primer componente tiene el 61.44% del total de la información.

Tabla 4. Primeros dos componentes principales en crías de *Sceloporus megalepidurus* y su porcentaje de la variación explicada. Las variables fuertemente relacionadas en la diferenciación se encuentran en negritas. (LCa) longitud de la cabeza, (ACa) ancho de la cabeza, (LT) longitud del tronco, (LC) longitud de la cola, (LTi) longitud de la tibia, (LAn) longitud del antebrazo.

Variable	PC1	PC2
LHC	-0.247	0.922
LCa	0.871	0.170
ACa	0.836	-0.108
LT	0.778	-0.033
LC	0.868	0.212
LTi	0.846	0.213
LAn	0.858	0.022
PESO	0.765	-0.246
Autovalor	4.916	1.042
% Varianza	61.448	13.030
% Varianza acumulada	61.448	74.477

Al graficar los valores de los componentes 1 y 2 correspondientes a los adultos se observa ligero traslape entre los dos sexos de aproximadamente el 8%, sin embargo se nota la segregación de los machos hacia la parte inferior derecha, y de las hembras hacia la parte superior izquierda de la gráfica (Fig. 6). Dentro de la nube de puntos perteneciente a los machos se observan 6 hembras con características de machos y en la nube de puntos de hembras se observan 5 machos que presentan características del sexo opuesto. Este traslape de los grupos nos indica que ambos sexos muestran características similares entre sí y es posible encontrar a un macho o una hembra con características pertenecientes al sexo opuesto. La pendiente se calculó usando con los coeficientes de la función discriminante del componente 1 y el componente 2 ($0 = 0.5326674 * C1 - 1.0360 * C2 - 4.20e-10$) (StataCorp, 2013).

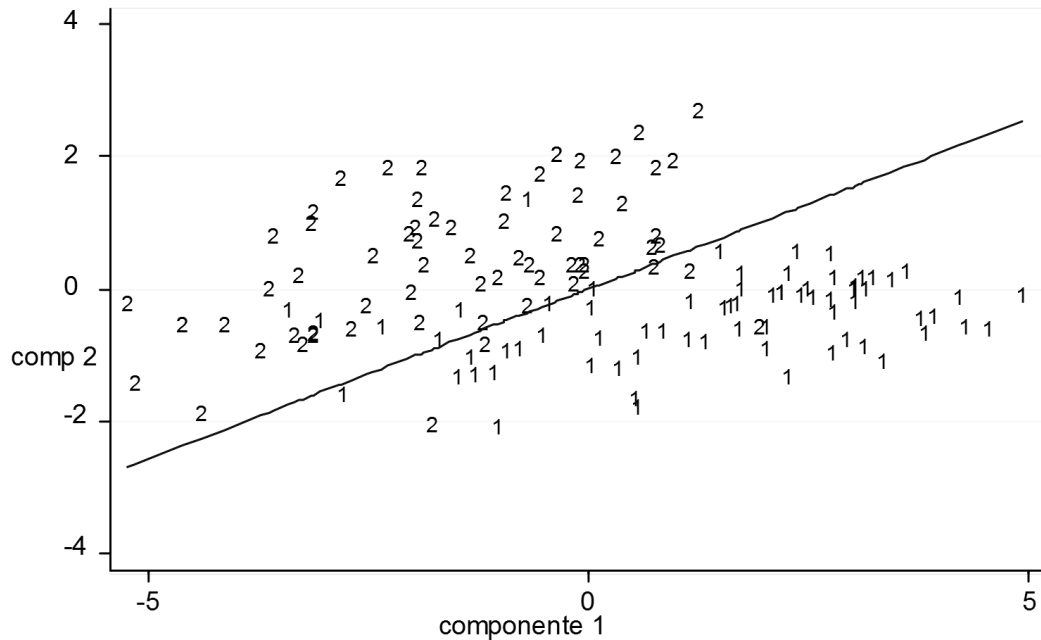


Figura 6. Gráfico de dispersión de organismos machos y hembras adultos de *Sceloporus megalepidurus* en los dos primeros componentes principales. 1= machos, 2= hembras. La línea muestra la división entre machos y hembras.

A diferencia de los adultos, los valores de las hembras cría a lo largo de los ejes muestran traslape con los valores de los machos cría no fue posible distinguir entre machos y hembras (fig. 7).

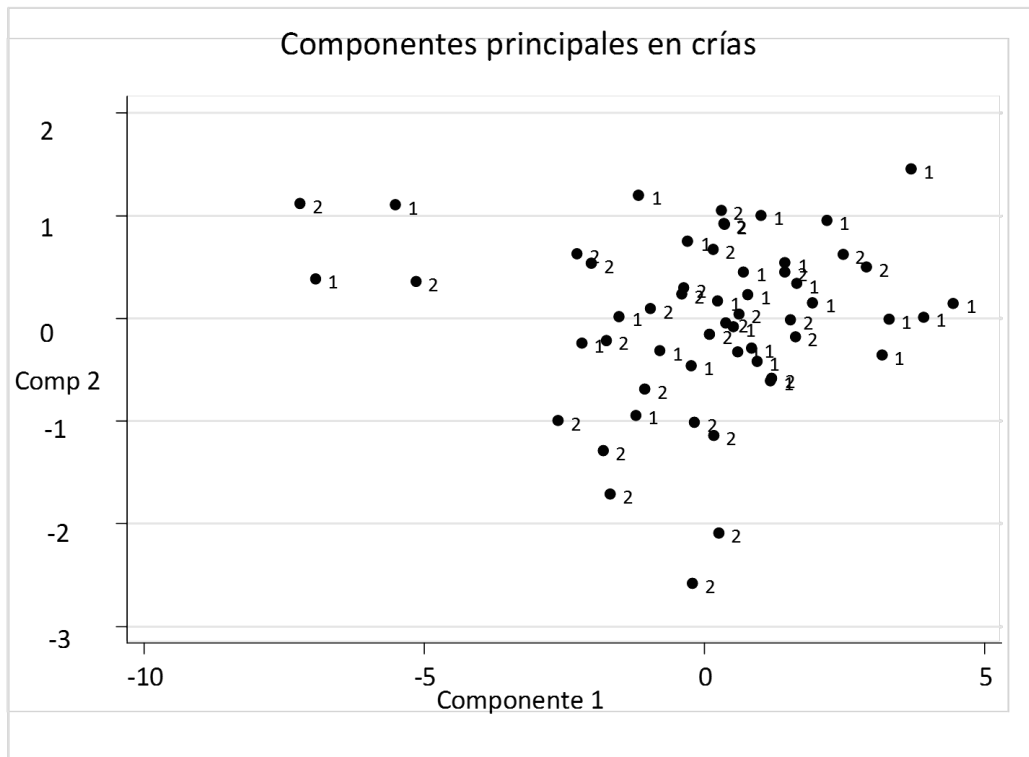


Figura 7. Gráfico de dispersión de organismos machos y hembras crías de *Sceloporus megalepidurus* en los dos primeros componentes principales. 1= machos, 2= hembras.

Una clasificación mejorada de sexos se consiguió a través del uso de análisis discriminante en adultos, en donde se obtuvo un porcentaje de variabilidad explicada en el primer eje del 100%, y las variables de mayor importancia son LTi, LCa y LT. Los autovalores y la correlación canónica son altos, con lo cual se puede intuir que las variables discriminantes utilizadas permiten distinguir bien entre los dos sexos y que no existe mucho solapamiento entre ellos (tabla 5).

Tabla 5. Resumen del análisis discriminante de las variables morfométricas de *Sceloporus megalepidurus* en adultos. En negritas los valores de las variables más explicativas.

Variable	Función 1
LHC	-0.365
LCa	0.637
ACa	-0.323
LT	-0.566
LC	0.536
LTi	0.872
LAn	-0.077
PESO	0.002
Autovalores	2.255
% Varianza	100
Correlación Canónica	0.832
Wilks' Lambda	0.307
Sig.	0.000

En el análisis discriminante que se realizó en las crías, el porcentaje de variabilidad es del 100%, en este caso, las variables de mayor importancia son LT y LAn, la LT tiene mucha influencia en la función y solo esta variable se comparte con los adultos. Para las crías, los autovalores y la correlación canónica son bajos, con ello podemos decir que estas variables no permiten distinguir entre grupos y que existe solapamiento ente ellos ya que no son estadísticamente diferentes (tabla 6).

Tabla 6. Resumen del análisis discriminante de las variables morfométricas de *Sceloporus megalepidurus* en crías. En negritas los valores de las variables más explicativas.

Variable	Función 1
LHC	0.411
LCa	0.588
ACa	0.272
LT	-0.756
LC	-0.300
LTi	-0.496
LAn	0.885
PESO	0.172
Autovalores	0.158
%Varianza	100.0
Correlación Canónica	0.369
Wilks' Lambda	0.863
Sig.	0.500

Análisis alométrico.

Se realizaron análisis de regresión por mínimos cuadrados para detectar diferencias sexuales para cada parte corporal analizada, en las que se observaron diferencias significativas en las pendientes.

Se observaron alometría positivas y negativas así como isométricas en los individuos estudiados (Tabla 7). En el análisis, las hembras mostraron una relación alométrica positiva con relación a la longitud del tronco (LT) ($m=0.9527$; mín. 0.826, máx.1.079) y en el peso ($m=3.1164$; mín. 2.678, máx. 3.555), y para el resto de las variables morfométricas medidas se mostró relación alométrica negativa. En el análisis los machos no mostraron relación alométrica positiva en ninguna de las variables, isometría en las variables del ancho de la cabeza (ACa) ($m=0.8621$; mín. 0.706, máx. 1.018), longitud de la cola (LC) ($m=0.8574$; mín. 0.619, máx. 1.096) y longitud del tronco ($m=0.9527$; mín. 0.826, máx.1.079); y para el resto de las variables se encontró alometría negativa.

También se realizaron análisis de regresión por mínimos cuadrados para detectar diferencias sexuales alométricas en los jóvenes para cada parte corporal.

Se observó alometría positiva así como isometría en los individuos estudiados (Tabla 8). En el análisis, las hembras mostraron isometría para la mayoría de las variables con excepción de la tibia y del tronco en donde se observó alometría positiva. El análisis alométrico en los jóvenes machos mostró isometría en la mayoría de las variables analizadas, con excepción de la longitud de la cola y longitud del tronco que fueron alometrías positivas.

Tabla 7. Resultados de las regresiones por mínimos cuadrados de adultos de *Sceloporus megalepidurus*. Longitud hocico-cloaca como variable independiente y LCa, ACa, LC, LTi, LT, LAn y peso como variables dependientes ($p < 0.0000$). R^2 = coeficiente de determinación. Entre paréntesis se muestran los intervalos de confianza.

Variable	Pendiente	R^2	P	Alometría
LCa				
Machos	0.771 (0.682 - 0.861)	0.6887	<0.001	Negativa
Hembras	0.522 (0.411 - 0.635)	0.4048		Negativa
ACa				
Machos	0.862 (0.706 - 1.018)	0.4783	<0.2	Isometría
Hembras	0.788 (0.615 - 0.963)	0.3898		Negativa
LC				
Machos	0.857 (0.619 - 1.096)	0.4301	>0.1	Isometría
Hembras	0.562 (0.288 - 0.836)	0.1372		Negativa
LTi				
Machos	0.749 (0.623 - 0.876)	0.5104	>0.5	Negativa
Hembras	0.748 (0.608 - 0.890)	0.4674		Negativa
LT				
Machos	0.952 (0.826 - 1.079)	0.6278	<0.001	Isometría
Hembras	1.368 (1.186 - 1.551)	0.6359		Positiva
LAn				
Machos	0.759 (0.579 - 0.939)	0.3478	>0.5	Negativa
Hembras	0.764 (0.561 - 0.967)	0.3049		Negativa
Peso				
Machos	0.787 (0.667 - 0.908)	0.5593	<0.01	Negativa
Hembras	1.051 (0.906 - 1.197)	0.6201		Isometría

Tabla 8. Resultados de las regresiones por mínimos cuadrados de jóvenes de *Sceloporus megalepidurus*. Longitud hocico-cloaca como variable independiente y LCa, ACa, LC, LTi, LT, LAn y peso como variables dependientes ($p < 0.0000$). R^2 = coeficiente de determinación. Entre paréntesis se muestran los intervalos de confianza.

Variable	Pendiente	R^2	P	Alometría
LCa				
Machos	0.886 (0.660 - 1.114)	0.6646	>0.5	Isometría
Hembras	0.954 (0.732 - 1.176)	0.7828		Isometría
ACa				
Machos	1.101 (0.880 - 1.322)	0.7633	>0.05	Isometría
Hembras	0.816 (0.577 - 1.268)	0.6945		Isometría
LC				
Machos	1.527 (1.046 - 2.009)	0.6009	>0.5	Positiva
Hembras	1.096 (0.915 - 1.278)	0.9173		Isometría
LTi				
Machos	1.090 (0.928 - 1.253)	0.8541	<0.05	Isometría
Hembras	1.387 (1.151 - 1.624)	0.8707		Positiva
LT				
Machos	1.376 (1.165 - 1.587)	0.8470	>0.5	Positiva
Hembras	1.378 (1.117 - 1.639)	0.8452		Positiva
LAn				
Machos	0.800 (0.552 - 1.048)	0.5744	<0.5	Isometría
Hembras	0.983 (0.596 - 1.371)	0.5578		Isometría
Peso				
Machos	0.954 (0.872 - 1.036)	0.9461	<0.2	Isometría
Hembras	1.027 (0.919 - 1.137)	0.9456		Isometría

En las hembras jóvenes el crecimiento de la longitud de la cabeza en relación a la longitud hocico cloaca es mayor que el crecimiento de esta variable en los machos (machos $m=0.8869$, hembras $m= 0.9541$), no obstante esta diferencia no fue significativa ($p>0.5$) (Fig. 8). Caso contrario ocurre en los adultos, el crecimiento de la longitud de la cabeza en relación a la LHC es mayor en machos que en hembras (machos $m=0.7712$, hembras $m= 0.5229$) la diferencia entre las pendientes fue altamente significativa ($p<0.001$) (Fig. 9).

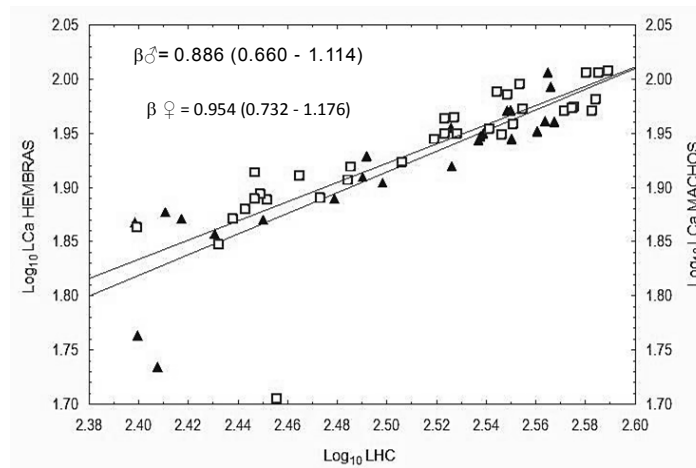


Figura 8. Rectas de regresión lineal para la longitud de la cabeza (LCa) de jóvenes de *Sceloporus megalepidurus*. Machos= cuadros, hembras= triángulos.

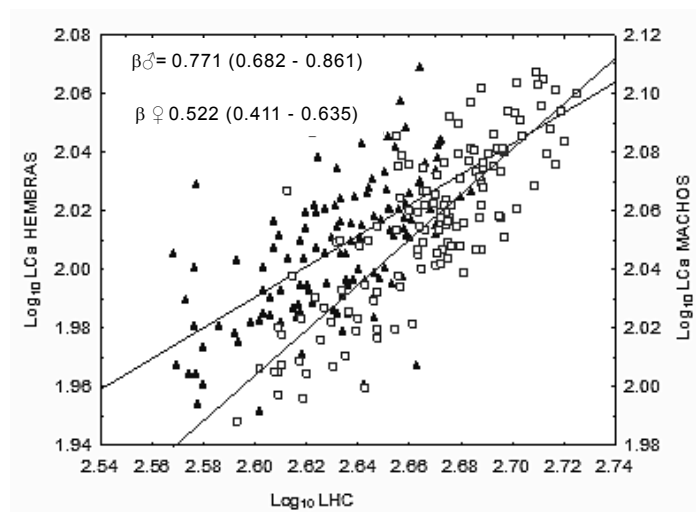


Figura 9. Rectas de regresión lineal para la longitud de la cabeza (LCa) de adultos de *Sceloporus megalepidurus*. Machos= cuadros, hembras= triángulos.

En el crecimiento del ancho de la cabeza entre machos y hembras jóvenes se encontraron variaciones, en donde los machos crecen con mayor velocidad en relación a la LHC que las hembras (machos $m=1.1012$, hembras $m= 0.8161$) y muestran diferencias significativas ($p>0.05$) (fig. 10). Diferente a esto, en los adultos el crecimiento de esta misma variable entre machos y hembras fue similar (machos $m=0.8621$, hembras $m= 0.7889$) y las pendientes no fueron estadísticamente significativas ($p<0.2$) (Fig. 11).

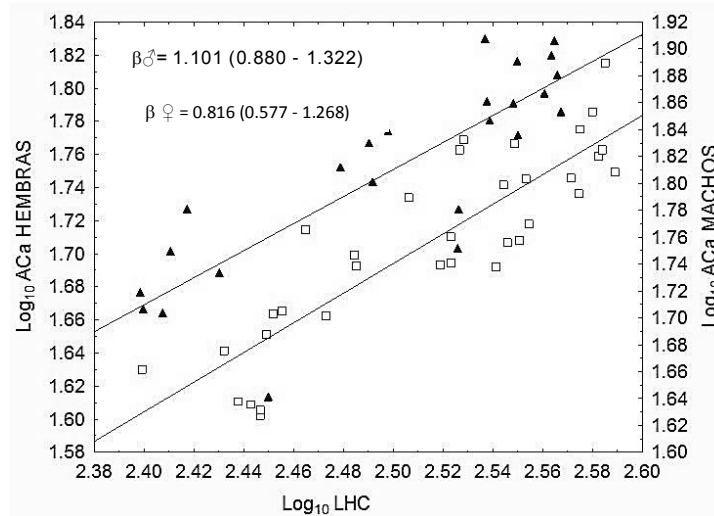


Figura 10. Rectas de regresión lineal para el ancho de la cabeza (ACa) de jóvenes de *Sceloporus megalapidurus*. Machos= cuadros, hembras= triángulos.

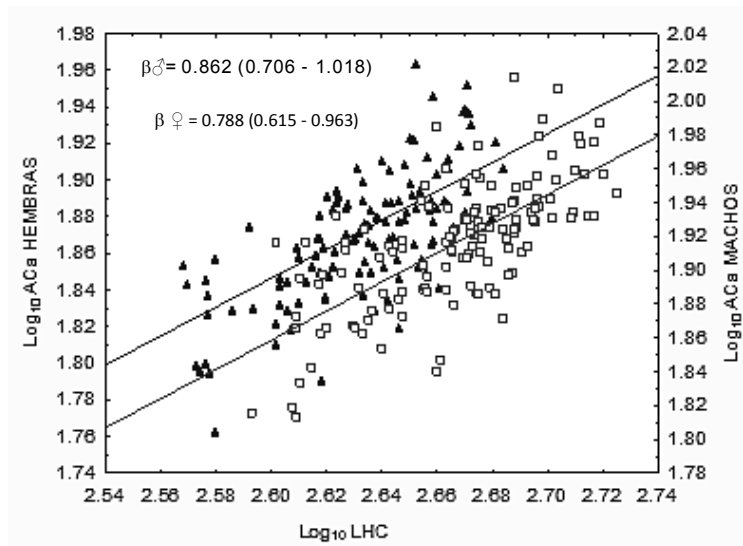


Figura 11. Rectas de regresión lineal para el ancho de la cabeza (ACa) de adultos de *Sceloporus megalapidurus*. Machos= cuadros, hembras= triángulos.

Con respecto a la cola, los machos jóvenes muestran un crecimiento mayor en esta variable en relación a la LHC que el crecimiento observado en las hembras (machos $m= 1.5275$, hembras $m= 1.0965$), sin embargo, no es significativo ($p>0.5$) (Fig.12). En los adultos el crecimiento de la cola de los machos con respecto a la LHC ($m=0.8574$) también fue mayor comparado con el crecimiento de las hembras ($m= 0.5621$), sin embargo, este no fue significativo ($p>0.1$) (Fig. 13).

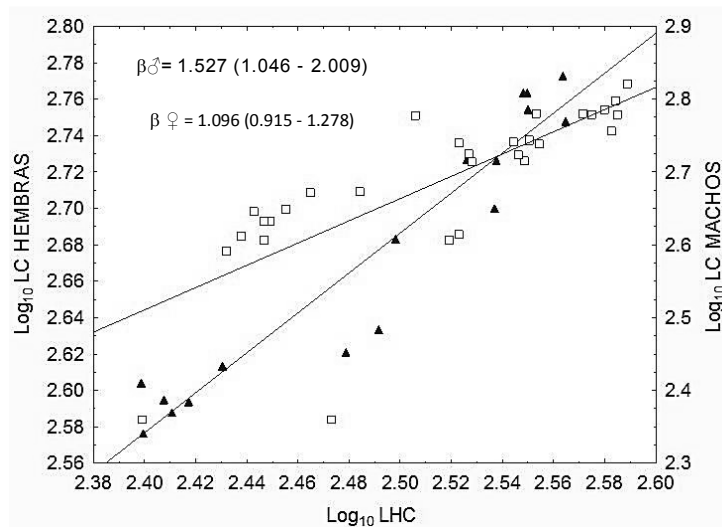


Figura 12. Rectas de regresión lineal para la cola (LC) de jóvenes de *Sceloporus megalepidurus*. Machos= cuadros, hembras= triángulos.

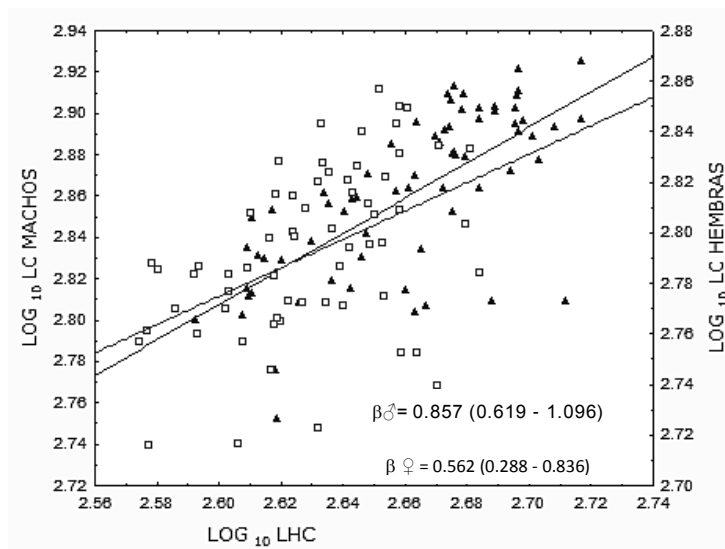


Figura 13. Rectas de regresión lineal para la cola (LC) de adultos de *Sceloporus megalepidurus*. Machos= cuadros, hembras= triángulos.

El crecimiento en la longitud de la tibia en relación al crecimiento de la LHC en los machos jóvenes fue mayor en hembras (machos $m=1.0904$, hembras $m= 1.3876$) y éste difiere significativamente ($p<0.05$) (Fig.14). En los adultos el crecimiento de la tibia fue muy similar en ambos sexos (machos $m= 0.7495$, hembras $m= 0.7488$) el cual no fue significativo ($p>0.5$) (Fig. 15).

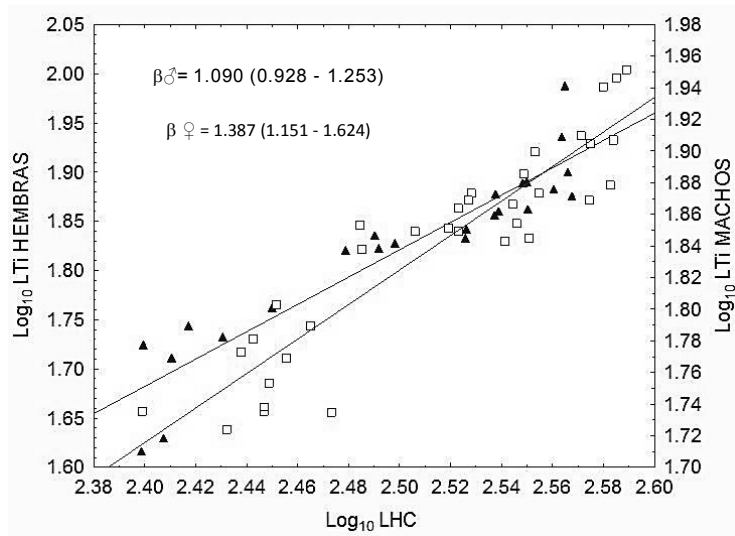


Figura 14. Rectas de regresión lineal para la longitud de la tibia (LTi) de jóvenes de *Sceloporus megalapidurus*. Machos= cuadros, hembras= triángulos.

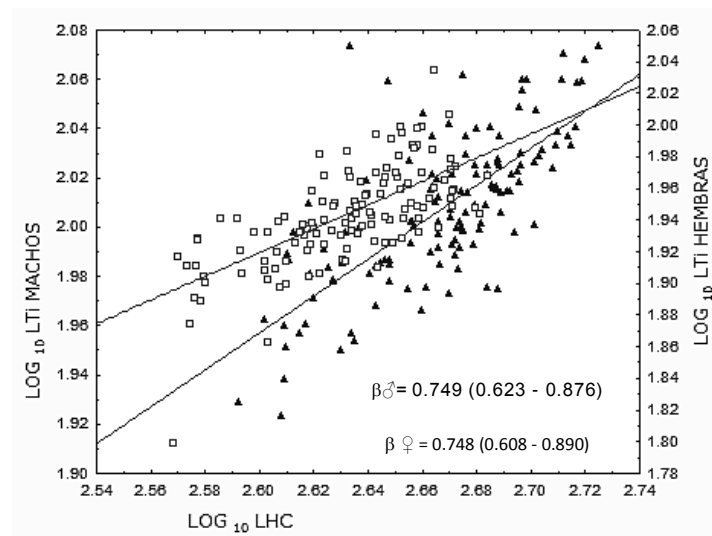


Figura 15. Rectas de regresión lineal para la longitud de la tibia (LTi) de adultos de *Sceloporus megalapidurus*. Machos= triángulos, hembras= cuadros.

En cuanto al crecimiento del tronco con relación a la LHC en los jóvenes es muy semejante en ambos sexos (machos $m= 1.3761$, hembras $m= 1.3781$) y no difiere significativamente ($p>0.5$) (Fig. 16). En los adultos, las hembras muestran un crecimiento mayor ($m=1.3688$) comparado con el de los machos ($m=0.9527$) y la diferencia es altamente significativa ($p<0.001$) (Fig. 17).

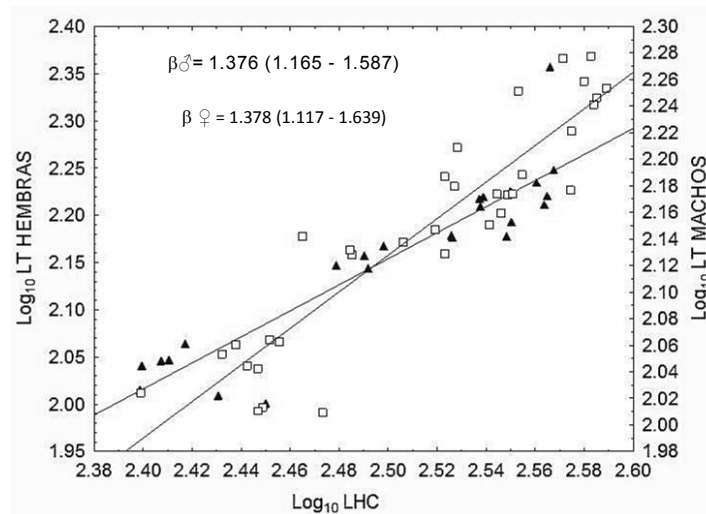


Figura 16. Rectas de regresión lineal para la longitud del tronco (LT) de jóvenes de *Sceloporus megalepidurus*. Machos= cuadros, hembras= triángulos.

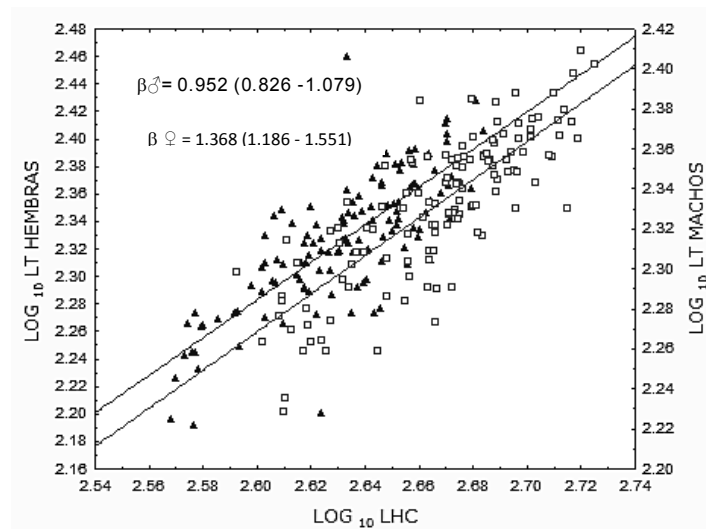


Figura 17. Rectas de regresión lineal para la longitud del tronco (LT) de adultos de *Sceloporus megalepidurus*. Machos= cuadros, hembras= triángulos.

En las hembras jóvenes, aunque en el crecimiento del antebrazo en relación a la longitud hocico cloaca fue ligeramente mayor que en los machos, la diferencia no fue significativa ($p < 0.5$) (Fig. 18). En los adultos el crecimiento de esta variable respecto a la longitud hocico cloaca en ambos sexos es similar (hembras $m = 0.764$, machos $m = 0.759$) y no hubo diferencia significativa ($p > 0.5$) (Fig. 19).

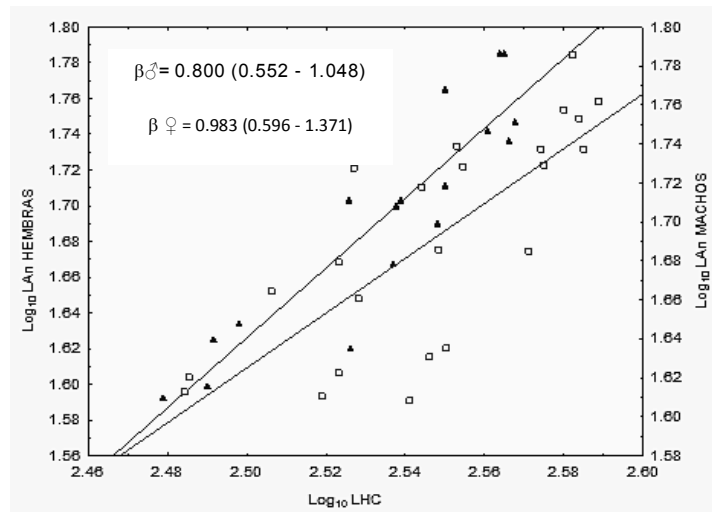


Figura 18. Rectas de regresión lineal para la longitud del antebrazo (LAN) de jóvenes de *Sceloporus megalapidurus*. Machos= cuadros, hembras= triángulos.

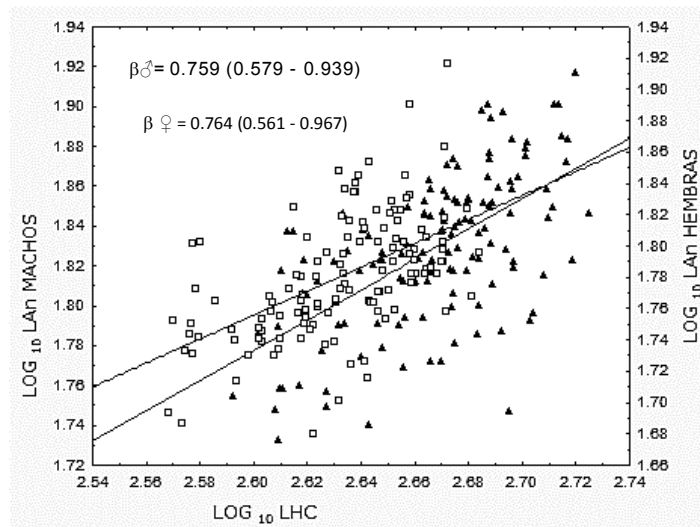


Figura 19. Rectas de regresión lineal para la longitud del antebrazo (LAN) de adultos de *Sceloporus megalapidurus*. Machos= triángulos, hembras= cuadros.

El peso en los jóvenes aumentó en mayor medida comparado con el crecimiento longitud hocico-cloaca en las hembras ($m= 1.0278$), contrario a esto ocurrió en los machos ($m=0.9541$), sin embargo las pendientes no difieren significativamente ($p<0.2$) (Fig. 20). En los adultos las hembras exponen incremento mayor en el peso respecto a la longitud hocico cloaca, y el de los machos es menor (Machos $m=0.7873$, hembras $m= 1.0515$) estas diferencias son significativas ($p<0.01$) (Fig.21).

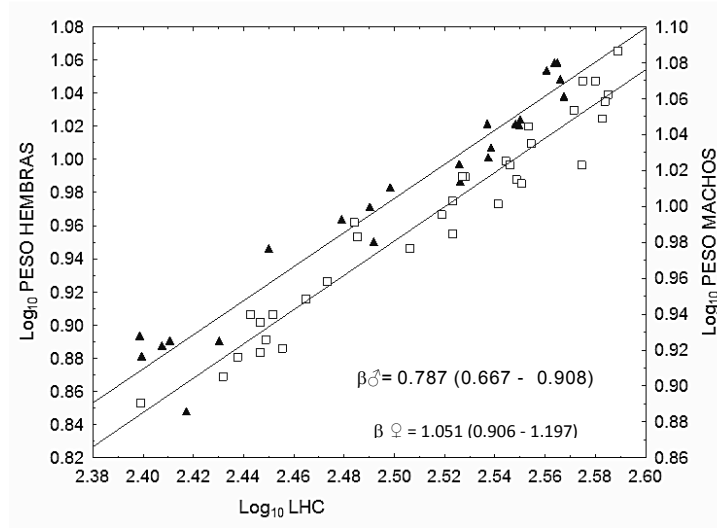


Figura 20. Rectas de regresión lineal para el peso de jóvenes de *Sceloporus megalapidurus*. Machos= cuadros, hembras= triángulos.

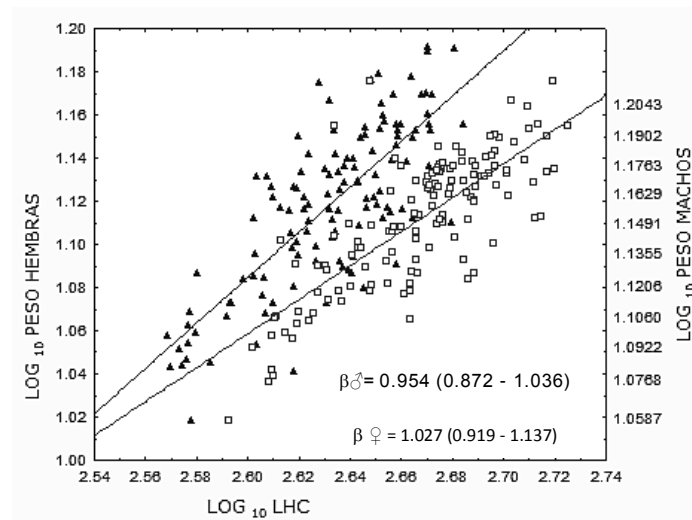


Figura 21. Rectas de regresión lineal para el peso de adultos de *Sceloporus megalapidurus*. Machos= cuadros, hembras= triángulos.

Patrón de coloración.

La coloración corporal entre machos y hembras no difiere en gran medida, en hembras se observan tonos color verde grisáceo oscuro y los machos presentan tonalidades naranja grisáceas oscuras en el dorso (RGB machos: 121, 125, 120; hembras: 126, 122, 111).

Los machos presentan en el dorso pequeños puntos en tonalidades azul-verde grisáceo (RGB 181, 191, 171) y en hembras estos puntos son de color azul grisáceo muy oscuro (RGB 73, 77, 79).

En los costados del dorso se observa en los machos ligeras tonalidades naranjas grisáceas (RGB 135, 120, 95), mientras que en las hembras no difiere la coloración grisácea entre los costados y el dorso (RGB 96, 101, 94) (Fig. 22).

Estas diferencias en la coloración no son muy evidentes y pueden pasar desapercibidas a distancia, la coloración del cuerpo de ambos sexos es similar a la del sustrato lo cual puede favorecerlos, ya que pueden pasar inadvertidos ante depredadores; aunque la coloración discreta pueden condicionar parte del dimorfismo sexual en los machos, ya que al no ser una coloración llamativa podría pasar inadvertido por conoespecíficos.

No se observaron patrones en la coloración de los parches ventrales, tanto hembras como machos adultos pueden o no mostrar parches ventrales color amarillo-naranja grisáceo (RGB machos: 211, 202, 144, hembras: 198, 191, 175). La coloración de los parches no varía en intensidad entre los sexos y a lo largo del año se mantiene la misma coloración, incluso durante la época reproductiva (Fig. 23), con ello se podría pensar es una característica de la calidad del individuo.



Figura 22. Coloración de vista dorsal de *Sceloporus megalepidurus* adultos. En la fotografía parte superior macho, hembra inferior.

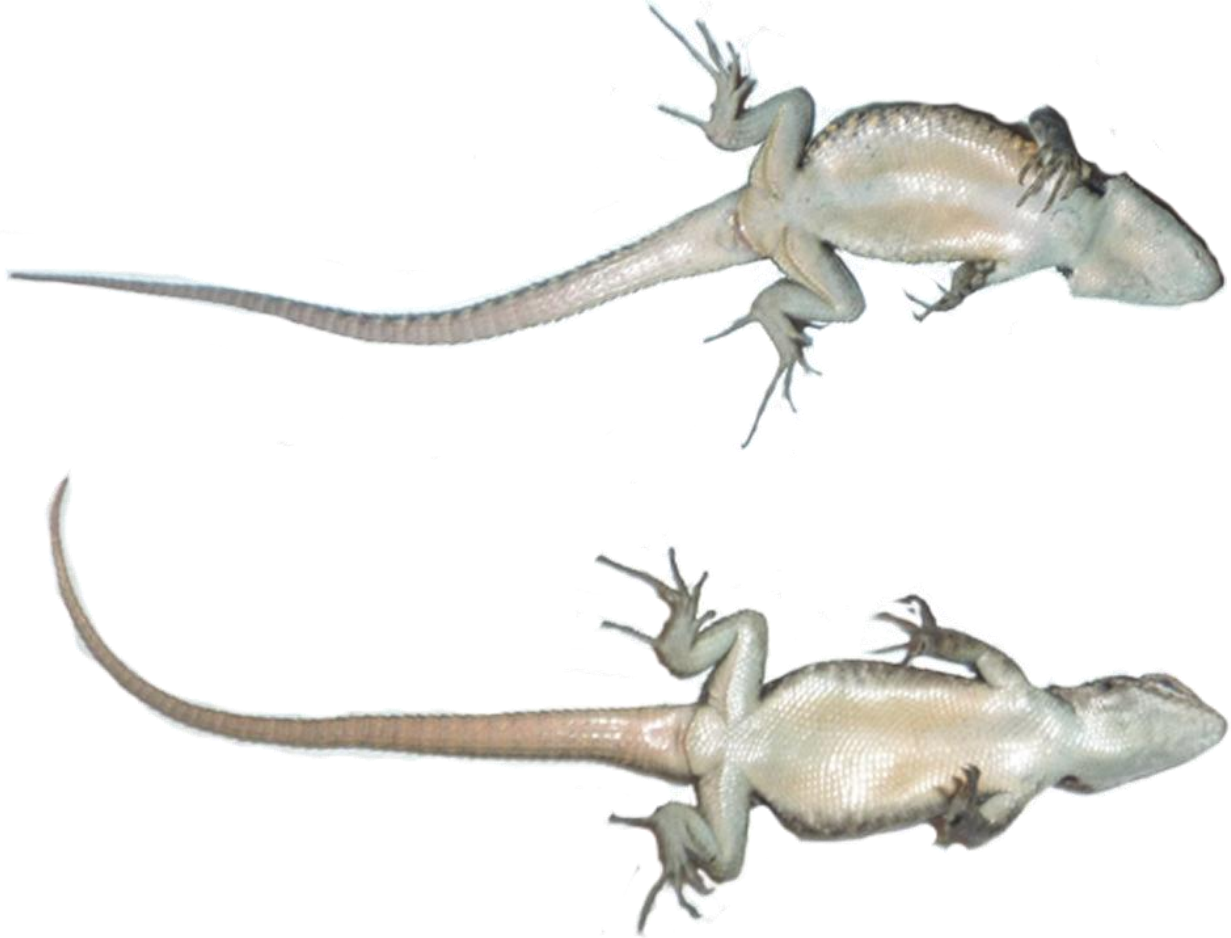


Figura 23. Coloración de vista ventral adultos de *Sceloporus megalepidurus*. En la fotografía parte superior macho, hembra inferior.

En los jóvenes se observan tonalidades dorsales similares entre sí en tonos amarillo grisáceo oscuro (RGB hembras= 124, 125, 116; machos=135, 136, 125).

En algunos de los machos las manchas dorsales tienen tonalidades azul-verde grisáceo, estas son similares a las que presentan los adultos, sin embargo solo se observan en los que tienen mayor talla corporal dentro del grupo, todas las hembras tienen puntos color amarillo grisáceo muy oscuro (RGB hembras= 73, 73, 71; machos=168, 178, 165).

En los costados aún no se notan diferencias entre sexos como en los adultos, machos y hembras jóvenes tienen tonalidades amarillo grisáceas igual a la coloración en el dorso (RGB hembras=111, 108, 102; machos=152, 151, 134) (fig. 24).

No se muestra patrones en la presencia de parches ventrales, éstos pueden estar presentes o no en ambos sexos los cuales son de tonalidades naranja grisáceo claro (RGB machos= 218, 208, 184; hembras= 223, 205, 181) (Fig. 25).

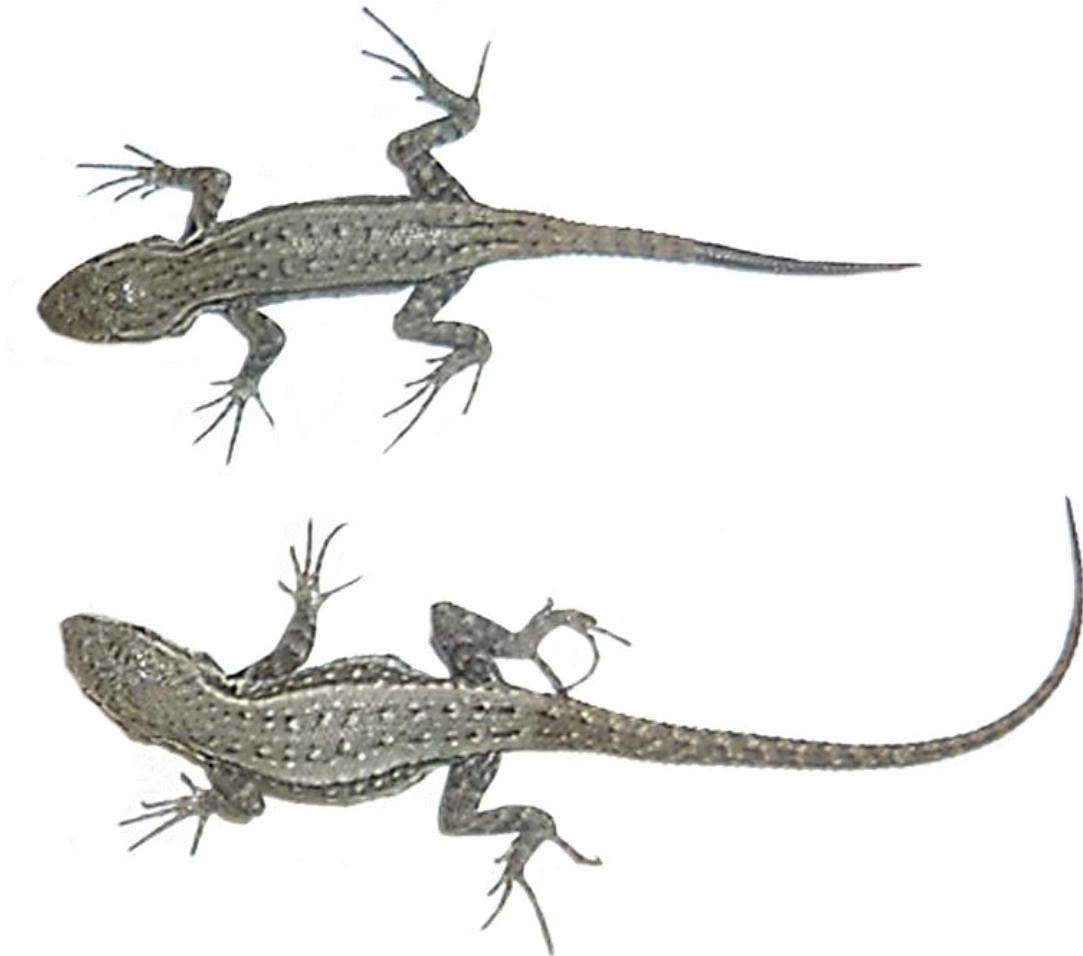


Figura 24. Coloración de vista dorsal de jóvenes de *Sceloporus megalepidurus*. En la parte superior hembra, inferior macho.

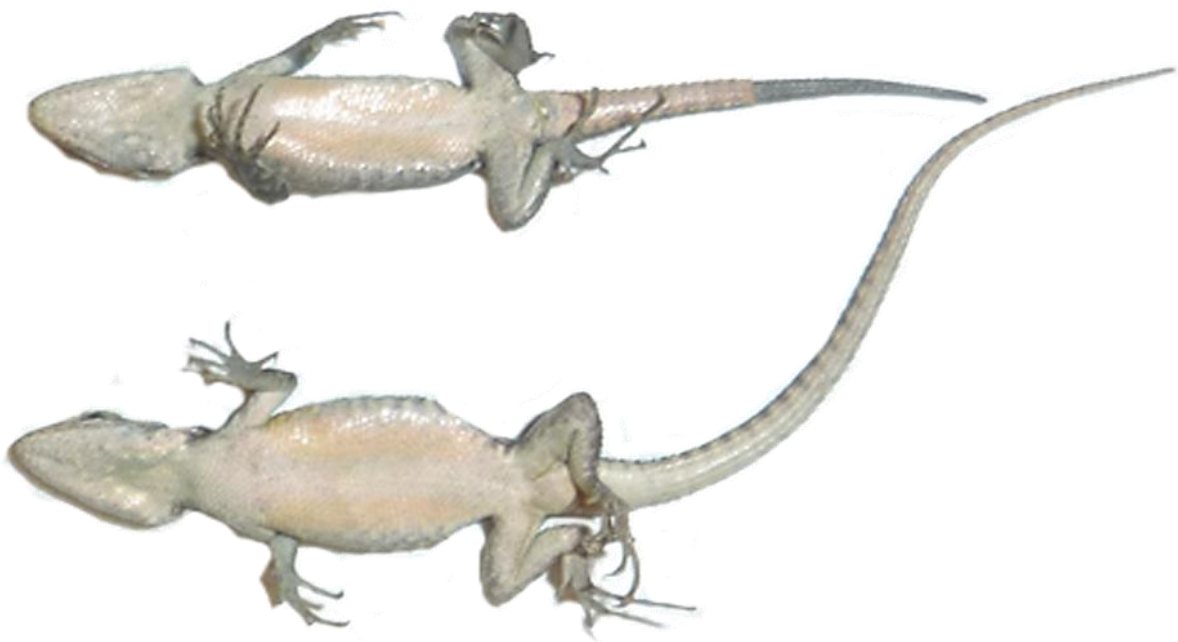


Figura 25. Coloración de vista ventral de jóvenes de *Sceloporus megalepidurus*. En la fotografía parte superior hembra, inferior macho.

Las crías no muestran tonalidades dorsales diferentes entre sí con tonalidades amarillo grisáceo oscuro (RGB hembras= 133, 131, 120; machos= 127, 127, 118).

La coloración en las manchas dorsales tampoco difieren entre sexos ya que las tonalidades en ambos son amarillo grisáceo muy oscuro; las tonalidades en azul-verde grisáceo aún no están presentes en los machos (RGB hembras= 96,94, 87; machos= 99, 98, 92).

En los costados la coloración es naranja grisáceo oscuro en ambos sexos (RGB hembras= 119, 116, 107; machos= 114, 111, 102) (Fig. 26).

No hay presencia de parches ventrales y la coloración del vientre se observa amarillo-naranja grisáceo (RGB hembras= 214, 200, 175; machos= 193, 184, 158) (Fig. 27).



Figura 26. Coloración de vista dorsal crías de *Sceloporus megalepidurus*. Parte superior de la fotografía macho, inferior hembra.

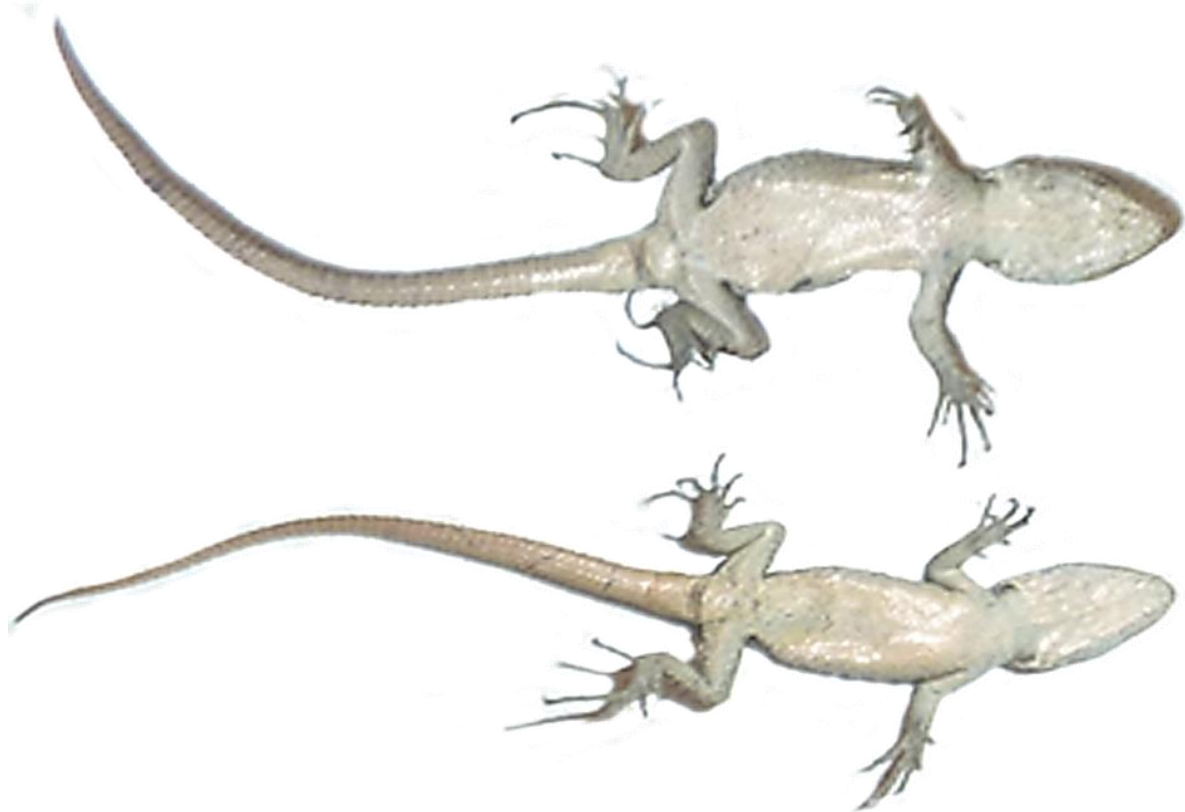


Figura 27. Coloración de vista ventral de crías de *Sceloporus megalepidurus*. Parte superior de la fotografía macho, inferior hembra.

DISCUSIÓN:

Sceloporus megalepidurus presentó dimorfismo sexual en los adultos, siendo los machos más grandes que las hembras en todos los caracteres morfológicos analizados. En varias familias de reptiles es común que en una especie exista un mayor tamaño corporal en los machos (Cox *et al.*, 2007), y esto ocurre con frecuencia en el género *Sceloporus* (Fitch, 1978).

González-Ruiz (1991) encontró dimorfismo sexual en tamaño en una población de esta misma especie ubicada en el oriente de Tlaxcala, en donde los machos son más grandes que las hembras al igual que en el presente estudio. Sin embargo, no es claro si el grado de dimorfismo encontrado en la población de San Luis Atexcac es similar a la de la población estudiada por González-Ruiz debido a que la autora basó sus resultados en las frecuencias modales obtenidas de sus datos de tamaño, y no en el cálculo de valores promedio.

El comportamiento de territorialidad y la lucha por obtención de hembras puede promover mayor tamaño el cual le puede proveer mayor ventaja al macho más grande durante la época de apareamiento (Fitch, 1981; Anderson y Vitt, 1990). González-Ruiz (1991) realizó experimentos de comportamiento y territorialidad, en el cual se registraron algunos eventos de agresión entre machos y hembras como despliegues o aplanamiento corporal. Sin embargo, este comportamiento no se observó con frecuencia en campo por la autora ni durante la realización de este trabajo, en donde se llegó a encontrar a más de un macho en un solo refugio sin encuentros agonísticos. Aunado a esto, durante el presente estudio se observó baja fidelidad de los individuos hacia un solo refugio debido al bajo número de recapturas, lo que hace posible pensar que *S. megalepidurus* es una especie poco territorial.

La baja territorialidad en *S. megalepidurus* puede ser debida a diferentes causas. Algunos autores (Fitch, 1978; Fox *et al.*, 1981) señalaron que los reptiles pueden mostrar jerarquías, y se puede establecer una relación entre dominante y sumiso, siendo este último de menor talla, y así poder tolerar la presencia de otro individuo en su territorio. González-Ruiz (1991) observó la posibilidad de jerarquías durante los experimentos anteriormente mencionados.

Fitch (1978) señaló que las especies en donde ambos sexos tienen un tamaño similar, los machos pueden tener menos tendencia hacia los comportamientos combate y territorialidad.

Sin embargo, este comportamiento podría cambiar a lo largo del año como se ha observado en otras especies, (*Sceloporus jarrovi*, Moore y Marler, 1987) en donde la testosterona la cual comúnmente se encuentra en altas concentraciones durante la época reproductiva, esta correlacionada con la territorialidad y esto provoca un aumento en la agresividad, siendo posible que el resto del año se encuentre a más de un individuo por refugio sin encuentros agonísticos entre machos.

Dentro del género *Sceloporus* el dimorfismo sexual en tamaño del cuerpo varía ampliamente. En algunas especies se puede observar caso contrario a *S. megalepidurus*, en el que las hebras son de mayor tamaño, tal es el caso de *S. virgatus* (Cox y Jhon-Alder, 2005). Según los autores esto se pude explicar por la alta concentración de testosterona en los machos, la cual actúa en los organismos como un inhibidor de crecimiento. En otras especies del mismo género no se observa dimorfismo sexual en el tamaño corporal. Tal es el caso de *S. formosus*, en la cual en diversos estudios se encontró similitudes entre ambos sexos (Guillete y Sullivan, 1985; Ramírez-Bautista *et al.*, 2005; García- Mares, 2013).

Los análisis encontraron dimorfismo sexual sesgado hacia el macho en la longitud hocico-cloaca y según la regla de Rensch existe una relación positiva entre el dimorfismo sexual en tamaño y el tamaño corporal, ya que el dimorfismo sexual en tamaño presente en un género está positivamente correlacionado con el tamaño corporal promedio. Esto es consistente con otras especies del mismo género, por ejemplo *S. anahuacus* al ser una especie pequeña el IDS es bajo (IDS= -0.099) (Arriaga-Nava, 2013) al igual que en *S. megalepidurus* (IDS= -0.086), y en *S. torquatus* al ser una especie grande el IDS es alto (IDS= -0.165) (García-Reyes, 2014).

En el análisis de componentes principales realizado en adultos, se encontró un traslape entre ambos sexos al graficar los dos primeros componentes principales, esto nos indica que podemos encontrar tanto a machos como hembras con características similares, o bien, que los caracteres morfométricos considerados no permiten separar plenamente a los machos de las hembras. El dimorfismo detectado en los adultos se adquiere durante el crecimiento de los organismos ya que en las crías no se encontraron diferencias sexuales en ninguno de los caracteres morfológicos analizados.

Las diferencias en la longitud de la cola y el largo de las extremidades, de mayor tamaño en los machos, pueden estar asociadas a la función motriz, las extremidades pueden estar relacionadas a una mayor movilidad en sus áreas de actividad, mientras que un mayor tamaño en la cola le conferirá mayor equilibrio durante la locomoción en hábitats terrestres y arbóreos (Rueda, 1992).

Un mayor tamaño en la cabeza de los machos podría tener de igual manera diferentes causas y/o consecuencias. Estos resultados continuamente son vistos en diversos estudios en lagartijas, en donde los machos presentan cabezas más grandes que las hembras (Olsson *et al.*, 2002; Sánchez-Carpio, 2010).

Cabeza más grande en los machos puede ser inicialmente favorecida debido a la competencia entre machos y a la intensidad de la selección sexual (Darwin, 1871; Trivers, 1976; Perry 1996). Por otro lado, la diferencia en la intensidad en que actúa la selección natural en ambos sexos puede ocasionar diferencias en tamaño de la cabeza (Shine, 1988). Si los machos muestran tamaños de cabeza más grandes podrán consumir presas más grandes y monopolizar los recursos (Engen *et al.* 1988; Censky 1996), y con ello se podría reducir la competencia intraespecífica (Schoener, 1967; Shine, 1989) que puede estar presente en la población debido a la baja disponibilidad de alimento que existe en el área de estudio, sin embargo se requiere un estudio que pueda soportar esta hipótesis.

No obstante, aunque los machos fueron más grandes que las hembras, la longitud relativa del tronco es mayor en hembras que en los machos. La diferencia en el tronco de las hembras sugiere que podría existir selección por fecundidad, lo que implica que a mayor tamaño del tronco se podrá tener una mayor tamaño de camada (Aguilar-Moreno *et al.*, 2010).

Además de la selección sexual y natural, las causas próximas como lo es el crecimiento alométrico el cual puede explicar las diferencias sexuales encontradas en *Sceloporus megalepidurus*. Aunque desde el nacimiento ambos sexos no difieren, la alometría entre machos y hembras difiere y son los machos quienes tienden a crecer más rápido en las variables morfométricas en relación a la LHC con excepción en la longitud del tronco.

Una vez alcanzada la edad reproductiva en las hembras, el crecimiento alométrico observado en la mayoría de las variables fue negativo con excepción de la longitud del tronco que mostró

alometría positiva y el peso que fue isometría, ambas variables morfométricas están relacionadas a la fecundidad (Trivers, 1972), la explicación a lo observado es que las hembras podrán alojar mayor tamaño en la camada y tener mayor provecho reproductivo derivado de una mayor longitud del tronco.

Schwarzkoﬀ (2005) propone que en muchas especies de lagartos, las diferencias sexuales en la separación de los miembros anteriores y posteriores, está dada por la diferencia en el crecimiento alométrico y esto puede conducir a otro tipo de diferencias como el largo de las vértebras o el tamaño de los cartílagos intravertebrales.

A pesar de que los machos son más pesados que las hembras, se registró diferencia altamente significativa en el peso, en donde las hembras muestran isometría y los machos alometría negativa. Una causa de ello es la temporada de gestación, al ser una especie vivípara (Godínez, 1985) las crías aportan mayor peso, no importando el tamaño corporal o la cantidad de alimento contenido en el estómago.

Es importante notar que el uso de la masa del cuerpo puede adversamente afectar las estimas del dimorfismo debido a la presencia de huevos en hembras (Stamps, 1983), la carga parasitaria (Rose *et al.*, 1989), la condición osmótica y la reciente historia alimenticia deben ser consideradas cuando se usa el peso como una medida del tamaño del cuerpo (Iskjaer *et al.*, 1989).

En los adultos se observaron diferencias sexuales alométricas en el ancho de la cabeza, y longitud de la cola. La diferenciación en la longitud de la cola ocurre durante la etapa juvenil mientras que en el ancho de la cabeza la diferenciación parece ocurrir después de que los organismos alcanzan la madurez sexual. Aunque existen diferencias alométricas en estas variables morfométricas, no muestran diferencias significativas. Por otro lado, aunque en el largo de la cabeza ambos sexos exponen alometría negativa estas diferencias son altamente significativas. Todas estas diferencias pueden estar originando la diferenciación que existe en la especie.

Las diferencias alométricas entre machos y hembras adultos, en donde los machos manifestaron variables con isometría y en las hembras en la mayoría de las variables se observó alometría negativa, puede deberse a que las hembras gastan mayor energía en la preparación y gestación que en el crecimiento corporal (Perry, 1996).

La selección sexual puede favorecer a una coloración llamativa, mientras que la selección natural puede favorecer a una coloración menos conspicua (Endler, 1983; Anderson, 1994), y siendo que *S. megalepidurus* no muestra coloración muy llamativa, se podría sugerir que la especie puede verse favorecida por medio de la selección natural con una coloración parecida al sustrato para evitar de una manera más eficaz a los depredadores al mimetizarse en su entorno.

Por otro lado, el color llamativo en las lagartijas comúnmente se asocia a la territorialidad (Aragón-Carrera, 2001), y como se explicó anteriormente, en *Sceloporus megalepidurus* existen conductas de agresión pero es limitada, por esta razón no será necesaria la presencia de colores llamativos. A diferencia de otras especies de *Sceloporus* que tienen marcada la territorialidad, en *S. megalepidurus* no es importante para sus relaciones sociales y las diferencias en la coloración entre machos y hembras puede ser resultado de la testosterona responsable de la coloración azul (Cox *et al.*, 2008), y la presencia de parches ventrales en algunos de los individuos tanto machos como hembras sin cambios durante la época reproductiva, podría ser un reflejo de la

calidad del individuo como se ha observado en otras especies (Weiss, 2006), sin embargo, será necesario un estudio para comprobar esta hipótesis.

Si bien en el presente estudio no se midió la talla en la cual la coloración distintiva de los machos apareció, González-Ruiz registró para la población de Tlaxcala presencia de coloración llamativa en los machos a partir de los 33mm de longitud sin presentarse en los organismos menores a esta talla. La talla registrada por la autora es consistente con el grupo machos jóvenes de la población registrada en el presente estudio.

CONCLUSIONES:

Dados todos los resultados obtenidos en este estudio, se puede concluir que el dimorfismo sexual en esta población de *Sceloporus megalepidurus* está presente en LHC, LT, LCa, ACa, LC, LTi, LAn, peso y color.

Aunque los machos tienen valores más grandes en las variables morfométricas analizadas, la longitud relativa tronco en hembras es mayor comparada con la longitud relativa del tronco de los machos.

Los machos adultos tienen tonalidades azules-verdosas en el dorso y en los costados tonalidades rojo-anaranjado las cuales están ausentes en las hembras.

En las crías estas diferencias sexuales no están presentes, sugiriendo que el dimorfismo surge con la madurez sexual y se acentúan con la edad.

Los análisis de alometría evidencian que existe un crecimiento diferencial que da origen al dimorfismo sexual en la especie.

El crecimiento alométrico difiere entre machos y hembras. Los machos crecen más rápido en LCa, ACa, LC en relación a LHC, por el contrario las hembras crecen más rápido en LT en relación a LHC y la ganancia de peso en hembras es mayor.

El crecimiento alométrico es distinto entre jóvenes y adultos, los jóvenes tienden a crecer más rápido hasta alcanzar la madurez sexual.

Explicaciones para los patrones observados del dimorfismo en las diferentes características morfológicas no siempre son aparentes, ya que muchos otros factores incluso pudieron ser influencia del grado de dimorfismo sexual, como lo son diferencias en el comportamiento, demografía, historia de vida, psicología, ecología y evolución de machos y hembras dentro de la población (Cox *et. al.*, 2003).

LITERATURA CITADA:

- Abouheif, E. y Fairbairn, D.J. 1997. A comparative analysis of allometry for sexual size dimorphism. *American Naturalist* 149: 540-562.
- Aguilar-Moreno, M. 2009. Dimorfismo sexual y uso de espacio en *Aspidoscelis costata* (Squamata: Teiidae) en Tonatico, Estado de México. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.
- Aguilar-Moreno, M., Rodríguez-Romero, F.J., Aragón-Martínez, A., Muñoz-Manzano, J.A., Granados-González, G. y Hernández-Gallegos, O. 2010. Dimorfismo sexual de *Aspidoscelis costata costata* (Squamata: Teiidae) en el sur del Estado de México, México. *Revista Chilena de Historia Natural* 83: 585-592.
- Anderson, M. 1994. Sexual Selection. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Anderson, R.A. y Vitt, L. 1990. Sexual selection versus alternative causes of sexual dimorphism in Teiid lizards. *Oecologia* 84: 145-157.
- Anzelmo, M., Sardi, M.L, Barbeito-Andrés, J., Pucciarelli, H. M. 2012. Alometrías ontogenéticas y dimorfismo sexual facial en dos poblaciones humanas modernas. *Revista argentina de antropología biológica* 14: 89-100.
- Aragón-Carrera, P. 2001. Mecanismos para reducir los costes derivados de los encuentros agresivos en los machos de la lagartija serrana ("*Lacerta monticola*"). Tesis de doctorado. Facultad De Ciencias Biológicas. Universidad Complutense de Madrid, España.
- Arriaga-Nava, G. 2013. Dimorfismo sexual y supervivencia en *Sceloporus anahuacus* (Squamata: Phrynosomatidae). Tesis de Maestría. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Bickel, R., Losos, J.B. 2002. Patterns of morphological variation and correlates of habitat use in chameleons. *Biological Journal of the Linnean Society* 76: 91–103.
- Bookstein, F.L. 1989. 'Size and shape': a comment on semantics. *Systematic Zoology* 38: 173–180.
- Butler M.A., Schoener, W. y Losos, J.B. 2000. The Relationship between Sexual Size Dimorphism and Habitat Use in Greater Antillean Anolis Lizards. *Evolution* 54: 259–272.
- Butler, M.A. y Losos, J.B. 2002. Multivariate Sexual Dimorphism, Sexual Selection and Adaptation in Greater Antillean Anolis Lizards. *Ecological Monographs* 72: 541–559.
- Carothers, J.H. 1984. Sexual selection and sexual dimorphism in some herbivorous lizards. *American Naturalist* 124: 244-254.
- Censky, E.J. 1996. Mating strategy and reproduction in the teiid lizard *Ameiva plei*. *Behavior* 132: 529-557.

- Cordes, I.G., Le, P., Mouton, F.N. y Van Wyk, J.H. 1995. Sexual dimorphism in two girdled lizard species, *Cordylus niger* and *Cordylus cordylus*. *South African Journal of Zoology* 30:187–196.
- Cox, R.M., Skelly, S.L. y John-Alder, H.B. 2003. A comparative study of adaptive hypotheses for sexual size dimorphism in lizards. *Evolution* 57: 1653-1669.
- Cox, R.M., Butler, M.A. y John-Alder, H.B. 2007. The evolution of sexual size dimorphism in reptiles. Chapter 4 in *Sex, Size & Gender Roles: Evolutionary Studies of Sexual Size Dimorphism*. Edited by D.J. Fairbairn, W.U. Blanckenhorn, and T. Székely. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Cox, R.M., Zilberman, V., y John-Alder, H.B. 2008. Testosterone Stimulates the Expression of a Social Color Signal in Yarrow's Spiny Lizard, *Sceloporus jarrovii*. *Journal of Experimental Zoology* 309A:505–514.
- Darwin, C. 1871. *The descent of man and selection in relation to sex*. John Murray. London.
- Dasman, M.M, y H.M. Smith. 1974. A new sceloporine lizard from Oaxaca, México. *Great Bas. Nat.*, 34:231-237.
- Dunham, A.E. 1981. Populations in a fluctuating environment: the comparative population ecology of the iguanid lizard *Sceloporus merriami* and *Urosaurus ornatus*. *Univ. Mich. Mus. Zool. Mis. Publ.* 158:1–62.
- Endler, J.A. 1983. Natural and sexual selection on color patterns in Poeciliid fishes. *Environmental Biology of Fishes* 9: 173–190.
- Engen, S., Saether, B., Stenseth, N.C. 1988. The effect of competition on the ranking of food items. *The American Naturalist* 132: 629- 642.
- Fairbairn, D.J., y Preziosi, R. 1994. Sexual selection and the evolution of allometry for sexual size dimorphism in the water strider *Aquarius remigis*. *American Naturalist* 144:101-118.
- Ferner, J.W. 1979. *A Review of Marking Techniques for Amphibians and Reptiles*. Salt Lake City UT: Society for the Study of Amphibians and Reptiles. *Herpetological Circulars* 9: 42
- Fitch, H.S. 1978. Sexual size differences in the genus *Sceloporus*. *University of Kansas Science Bulletin (USA)* 51: 441-461.
- Fitch, H.S. 1981. Sexual size differences in reptiles. *Univ. Kans. Mus. Nat. Hist. Misc. Publ. No.* 70.
- Fox, S.F., Rose, E., Myers, R. 1981. Dominance and the acquisition of superior home ranges in the lizard *Uta stansburiana*. *Ecology* 62: 888–893.
- García-Berthou, E. y Moreno-Amich, R. 1993. Multivariate analysis of covariance in morphometric studies of the reproductive cycle. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 50:1394–1398.
- García-Mares, R.A. 2013. Aspectos ecológicos y dimorfismo sexual de la lagartija vivípara *Sceloporus formosus* (Squamata: Phrynosomatidae) en la parte centro-este del estado de

Puebla. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

García-Reyes, J.L. 2014. Dimorfismo sexual en tamaño y forma corporal en *Sceloporus gadoviae* y *Sceloporus torquatus* (Squamata: Phrynosomatidae). Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Godínez-Cano, E. 1985. Ciclo reproductivo d *Sceloporus megalepidurus megalepidurus* Smith (Reptilia: Sauria: Iguanidae), en la parte oriental de Tlaxcala, México. Tesis de licenciatura. ENEP Iztacala, UNAM. Estado de México.

González-Ruíz, A. 1991. Aspectos de la Ecología Poblacional de *Sceloporus megalepidurus* Smith (Reptilia; Sauria; Iguanidae) en el Oriente de Tlaxcala, México. Tesis de licenciatura. Depto. de Biología Experimental, Escuela Nacional de Estudios Profesionales, Unidad Iztacala, UNAM. Estado de México.

Guillete, R.E., Fitzgerald, K.T., y Smith, H.M. 1980. Evolution of viviparity in the lizard genus *Sceloporus*. *Herpetologica* 36: 201-215.

Guillete, L.J. y Sullivan, W.P. 1985. The reproductive and fat body cycle of the lizard, *Sceloporus formosus*. *Journal of Herpatology* 19:474-480.

Gvozdík, L. y Van Damme, R. 2003. Evolutionary maintenance of sexual dimorphism in head size in the lizard *Zootoca vivipara*: A test of two hypotheses. *Journal of Zoology* 259: 7-13.

Heideman N.J.L., Daniels, S.R., Mashinini, P.L., Mokone, M.E., Thibedi, M.L., Hendricks, M.G.J., Wilson, B. A., and R. M. Douglas. 2008. Sexual dimorphism in the African legless skink subfamily Acontiinae (Reptilia: Scincidae). *African Zoology* 43:192-201.

Hellstedt P, Henttonen H. 2006. Home range, habitat choice and activity of stoats (*Mustela erminea*) in a subarctic area. *Journal of Zoology* 269: 205–212.

Herrel, A., Van Damme, R. y De Vree, F. 1996. Sexual dimorphism of head size in *Podarcis hispanica atrata*: testing the dietary divergence hypothesis by bite force analysis. *Netherlands Journal of Zoology* 46:253–262.

Herrel, A., Joachim, R., Vanhooydonck, B., Irschick, D.J. 2006. Ecological consequences of ontogenetic changes in head shape and bite performance in the Jamaican lizard *Anolis lineatopus*. *Biological Journal of the Linnean Society* 89: 443–454.

Hews, D.K. 1990. Examining hypotheses generated by field measures of sexual selection on male lizards, *Uta palmeri*. *Evolution* 44: 1956-1966.

John-Alder, H.B., Cox, R.M. y Taylor, E.N. 2007. Proximate developmental mediators of sexual dimorphism in size: case studies from squamate reptiles. *Integr. Comp. Biol.* 47: 258-271.

Johnson J.B., Mcbrayer, L.D. y Saenz, D. 2005. Allometry, Sexual Size Dimorphism, and Niche Partitioning in the Mediterranean Gecko (*Hemidactylus Turcicus*). *The Southwestern Naturalist* 50:435–439.

- Johnson M.A., Cohen, R.E., Vandecar, J.R. y Wade, J. 2011. Relationships among reproductive morphology, behavior, and testosterone in a natural population of green anole lizards. *Physiology & Behavior* 104: 437–445.
- Lovich, J.E. y Gibbons, J.W. 1992. A review of techniques for quantifying sexual size dimorphism. *Growth dev. aging* 56:269-281.
- Magnusson, W., Lima, A., Silva, W. y Araújo, M.C. 2003. Use of geometric forms to estimate of invertebrates in ecological studies of dietary overlap. *Copeia* 1: 13-19.
- Measey GJ, Hopkins KP, Tolley KA. 2009. Morphology, ornaments and performance in two chameleon ecomorphs: is the casque bigger than the bite? *Zoology* 112: 217–226.
- Moore, M.C., y Marler, C.A. 1987. Effects of testosterone manipulations on nonbreeding season territorial aggression in free-living male lizards, *Sceloporus jarrovi*. *General and comparative endocrinology* 65(2), 225-232.
- Norusis, M.J. 1985. SPSS-X advance statistics guide. McGraw-Hill. New York: 195-254.
- Olsson M., Shine, R., Wapstra, E., Ujvari, B. y Madsen, T. 2002. Sexual dimorphism in lizard body shape: The roles of sexual selection and fecundity selection. *Evolution* 56: 1538-1542.
- Perry, G. 1996. The evolution of sexual dimorphism in the lizard *Anolis polylepsis* (Iguania): evidence from intraspecific variation in foraging behavior and diet. *Canada Journal of Zoology* 74:1238-1245.
- Pinto, A.C.S., Wiederhecker, H. y Colli, G.R. 2005. Sexual dimorphism in the Neotropical lizard, *Tropidurus torquatus* (Squamata: Tropiduridae). *Amphibia-Reptilia* 26:127–137.
- Pounds, J.A., James, F.J., Stephen H.S. 1983. Allometric Growth of the Hind Limbs of Some Terrestrial Iguanid Lizards. *American Midland Naturalist*, Vol. 110, No. 1. (Jul., 1983), pp. 201-207.
- Ramírez Bautista, A. y Arizmendi, M.C. 2004. *Sceloporus megalepidurus*. Sistemática e historia natural de algunos anfibios y reptiles de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO), Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W013. México. D.F.
- Ramirez-Bautista, A. y Numa, P. 2009. Dimorfismo sexual y ciclo reproductivo de la lagartija espinosa arbórea *Sceloporus formosus*. Weigmann (Squamata: Phrynosomatidae) from Central Oaxaca, Mexico. *Revista Chilena de Historia Natural* 82: 553-563.
- Ribeiro L.B., Kolodiuk, M.F. y Freire, E.M.X. 2010. Ventral Colored Patches in *Tropidurus semitaeniatus* (Squamata, Tropiduridae): Sexual Dimorphism and Association with Reproductive Cycle. *Journal of Herpetology* 44:177-182.
- Rice, W.R. 1989. Analyzing tables of statistical tests. *Evolution* 43: 223–225.

- Rose, F.L. Long, D.R. Pence, D.B. y Wade, D. 1989. Oxyurid infection of yellow mud turtles (*Kinosternon flavescens*) and correlated reductions of turtle viability. (Abst.) 65th Annual Mtg. Pennsylvania Acad. Sci. Pocono, Pennsylvania. Pp. 58.
- Ruby, D.E. 1981. Phenotypic correlates of male reproductive success in the lizard, *Sceloporus jarrovi*. Natural selection and social behavior. Alexander, R. D. y D. W. Tinkle, editores. New York Chiron Press, 96: 197.
- Rueda, J. M. 1992. Consecuencias ecológicas de la pérdida de la cola en la lagartija serrana (*Lacerta monticola*). Tesis De Doctorado. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.
- Salgado-Ugarte, I.H., Gómez-Márquez, J.L. y Peña-Mendoza, B. 2005. Métodos actualizados para análisis de datos biológico-pesqueros. FES Zaragoza y DGAPA (PAPIME EN221403) (10 capítulos, 5 apéndices). I.S.B.N. 970-32-3120-9. 240 p.
- Salgado-Ugarte, I.H. En preparación. Métodos estadísticos multivariados y no convencionales para análisis de datos biológicos. FES Zaragoza y DGAPA, UNAM, México.
- Sánchez, H.O. 1980. Diagnósis preliminar de la herpetofauna de Tlaxcala, México. Tesis (licenciatura). Facultad de ciencias. UNAM. México.
- Sánchez-Carpio, J.M. 2010. Dimorfismo sexual y dieta de *Sceloporus bicanthalis* (Squamata: Phrynosomatidae) en el Nevado de Toluca. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.
- Shine, R. 1988. Ecological causes for the evolution of sexual dimorphism: a review of evidence. *Q. Rev. Biol.* 64: 419-441.
- Schoener, T.W. 1967. The ecological significance of the sexual dimorphism in the size in the lizard *Anolis conspersus*. *Science* 145: 474-477.
- Schwarzkopf, L. 2005. Sexual dimorphism in body shape without sexual dimorphism in body size in water skinks (*Eulamprus quoyii*). *Herpetologica* 61:116-123.
- Smith, H.M. 1939. The Mexican and Central American Lizards of the Genus *Sceloporus*. Zoological Series. *Field Museum of Natural History* 26: 1-122.
- Smith, R.J. 1999. Statistics of sexual size differences in adult body size. *The American Naturalist* 135:278-283.
- Smith, H. M. y Smith, R.B. 1976. Synopsis of the herpetofauna of México. Vol. III. Source analysis and index for Mexican reptiles. John Johnson North Bennington. 22p.
- Stamps, J.A. 1983. Sexual selection, sexual dimorphism, and territoriality. En: R.B. Huey, E.R. Pianka and T.W. Schoener (Eds.), *Lizard Ecology Studies of a Model Organism*. Harvard University Press. Cambridge, MA. 169-204 pp.
- Stamps, J.A., Losos, J.B., y Andrews, R.M. 1997. A comparative study of population density and sexual size dimorphism in lizards. *The American Naturalist* 149:64-90.

StataCorp. 2013. Stata: Release 13. Statistical Software. College Station, TX: StataCorp LP.

Tabachnick B.G, Fidell, L.S. 1996. Using multivariate statistics, 3rd edn. New York, NY: HarperCollins College Publishers.

Thompson, C.W. y Moore, M.C. 1991. Throat color reliably signals status in male tree lizards, *Urosaurus ornatus*. *An. Behav.* 42:745–753.

Trivers, R. 1972. Parental investment and sexual selection. En: Campbell B (ed) Sexual selection and descent of man: 1871-1971: 136-207. Aldine Publishing Company, Chicago, USA.

Trivers, R. L. 1976. Sexual selection and resource accruing abilities in *Anolis garmani*. *Evolution* 30: 253-269.

Vitt, L. y Cooper, W. 1985. The evolution of sexual dimorphism in the skink *Eumeces laticeps*: An example of sexual selection. *Journal of Zoology* 63: 995-1002.

Weiss, S.L. 2006. Female-specific color is a signal of quality in the striped plateau lizard (*Sceloporus virgatus*). *Behavioral Ecology* 17(5), 726-732.

Yun Kuo, C., Teh Lin, Y., Sung Lin, Y. 2009. Sexual Size and Shape Dimorphism in an Agamid Lizard, *Japalura swinhonis* (Squamata: Lacertilia: Agamidae). *Zoological Studies* 48: 351-361.

Zar, J. 1996. Bioestatistical Analysis. 3a. edition. Editorial Prentice Hall. EUA 918 pp.