



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

CARRERA DE BIOLOGÍA

**Aspectos ecológicos y dimorfismo sexual de la lagartija vivípara
Sceloporus formosus (Squamata: Phrynosomatidae) en la parte
centro-este del estado de Puebla.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G O

P R E S E N T A

RICARDO ANTONIO GARCÍA MARES

DIRECTOR DE TESIS: Dr. Manuel Feria Ortiz



México, D. F.

Abril, 2013.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 Y DEDICATORIAS

A la UNAM por ser mi casa por muchos años, por haberme formado y enseñado lo que soy hasta ahora, nunca podre agradecer todo lo que me ha dado. A pesar de que tuve algunos problemas con algunas de las materias que curse a lo largo de estos años, no me arrepiento, porque pude aprender de mis errores. Y gracias a esos errores soy la persona que soy. Y si alguien me preguntara que si pudiera detener el tiempo y cambiar algo del pasado para ser mejor yo diría que no cambiaría nada aunque pudiera, ya que mi vida es perfecta, aun cuando no lo es, de todos modos la vida es mucho para ser tan insignificante.

A la carrera de Biología, porque gracias a ella conocí a gente que nunca imagine conocer y que ya forma parte de mi vida. Aunque en un principio no me gustaba ni sabía nada de ella ahora la he llegado a amar, porque es un gran orgullo estudiar Biología en el único lugar en todo el universo donde existe la vida.

A mis padres y hermanas porque sin su apoyo emocional y económico nunca hubiera podido haber acabado mis estudios, ni haber realizado gran parte de mis metas. Quiero que sepan que este trabajo también es fruto de su dedicación que tuvieron hacia conmigo, y como ustedes dicen, también es su logro y por fin cumplieron su meta; MUCHAS FELICIDADES.

Una especial agradecimiento a mis dos abuelas, porque aunque haya estado poco o mucho tiempo viviendo con ustedes, fueron un gran apoyo para seguir adelante. Sin su ayuda no sería la persona que soy ahora, esta tesis es para ustedes y de ustedes, con gran cariño se las dedico. LAS AMO....

A mis sinodales por su contribución a esta tesis, ya que su aportación fue muy valiosa; enriquecieron e hicieron que esta tesis quedara mucho mejor. Gracias por sus observaciones que sirvieron de mucho, pero quiero agradecer especialmente al "Prof." (Dr. Manuel Feria Ortiz), por todo su apoyo que me brindo en la realización de esta tesis, por todos los consejos, por los aventones que me dio, las comidas que me invito, y por todas las risas.

A TI el amor de mi vida, a TI que estuviste todos esos momentos felices y también tristes; siempre me apoyaste y lo sigues haciendo. Te tengo que agradecer mucho por todo, por haberme impulsado a seguir adelante y nunca dejarme caer en situaciones difíciles, y aunque a veces tuve tropiezos, también tuve muchas victorias aprendidas a lo largo de estos años. Asimismo, por ayudarme a la realización de esta tesis, ya que tú me ayudaste en casi todo, y casi fue una tesis conjunta, por eso quiero decirte que TRIUNFO se escribe con "T" de TI.

A mí mismo, porque yo también tuve que poner muchísimo de mi parte para la realización de todos estos proyectos, ya que es difícil cerrar ciclos, y no me gusta abrir ciclos sin cerrar otros. Y sé que puede pasar mucho tiempo para lógralo pero así es mejor, y así, puedo lograr mis metas y realizar mis sueños. Yo sé que en esta vida nada es sencillo pero que mejor "Caminando en línea recta no puede uno llegar muy lejos"

A mis amigos, amigos de carrera y compañeros de laboratorio, por su apoyo a lo largo de mi vida y de mi carrera, por sus consejos y aventuras que tuvimos juntos. Muchas gracias por estar conmigo en este largo camino; y deseo que todos acaben y se superen en todos los planes que tengan de ahora en adelante; y solo les puedo decir: NUNCA OLVIDEN A LAS PERSONAS QUE LES AYUDARON A LLEGAR A DONDE ESTAN, PORQUE ELLAS SON UNA PARTE IRREEMPLAZABLE DE USTEDES.

Y no mucho menos importante agradecer a estos seres que contribuyeron a este estudio, porque sin estos seres tan especiales nada de esto hubiera sido posible, y aunque sé que algunos reirán por esto no importa. Gracias a las lagartijas que se tuvieron que sacrificar (aunque no era la intención) por haber ayudado a este trabajo "EL AMOR POR TODAS LAS CRIATURAS VIVIENTES ES EL MÁS NOBLE ATRIBUTO DEL HOMBRE"

Ya sé que mucha gente al leer esta tesis puede que no le guste el contenido y puede hacer muchas críticas, y puede que tengan mucha razón, a lo mejor pueden haber mejores. Pero eso para mí no es tan relevante, ya que para mí, mi tesis es más que un estudio, es parte de mi vida, es un fruto de muchos sacrificios y alegrías. Y lo único que puedo decir a mi favor es muy simple: "No se ve bien sino con el corazón, lo esencial es invisible a los ojos".

ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
ANTECEDENTES	7
JUSTIFICACIÓN	8
OBJETIVOS	10
DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	11
ÁREA DE ESTUDIO	14
MÉTODOS	17
RESULTADOS	25
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	46
CONCLUSIONES	56
BIBLIOGRAFÍA CITADA	57

RESUMEN

El estudio aporta información sobre algunas características ecológicas de una población de la especie vivípara *Sceloporus formosus*, que habita en el centro-este del estado de Puebla. Los objetivos fueron determinar dimorfismo sexual, tamaño de camada y termorregulación en esta población; *Sceloporus formosus* es una especie pobremente estudiada. No hubo dimorfismo sexual en la longitud hocico cloaca, los machos tuvieron cabezas más anchas y largas que las hembras. El tamaño de camada promedio de *Sceloporus formosus* fue de 6.84 ± 0.56 (4-10), se encontró una relación positiva entre longitud hocico-cloaca y tamaño de camada ($r = 0.71$; $p < 0.0064$), y entre éste, y el peso corporal ($r = 0.83$; $p < 0.0004$). De acuerdo al modelo obtenido el tamaño de camada aumenta en una cría por cada aumento en la LHC de 2.78; asimismo, se espera que el tamaño de camada aumente en una cría por cada aumento de 2.17 g en el peso corporal.

Los promedios de las temperaturas corporales de las lagartijas activas variaron de 30.2 a 32.9, los datos sugieren que las hembras preñadas mantienen temperaturas corporales más altas que los jóvenes y otros adultos (machos y hembras no preñadas). Al igual que en las temperaturas corporales, la temperatura promedio del sustrato correspondiente a las hembras preñadas fue mayor que las de las otras categorías (Machos, machos jóvenes, hembras y hembras jóvenes), los promedios de la temperatura del aire fueron, en general, más bajos que los promedios correspondientes a la temperatura corporal y la del sustrato. La pendiente de la recta de regresión entre la temperatura del sustrato y la del cuerpo correspondiente a los organismos activos ($n = 50$) fue de 0.27; de acuerdo al criterio de Huey y Slatkin (1976) esto sugieren actividad termorregulatoria en *Sceloporus formosus*.

Por otra parte, con el fin estimar la eficiencia térmica de los organismos de la población de San Juan del Valle, se utilizó el modelo propuesto por Hertz (1993), para evaluar la eficiencia termorregulatoria de una especie. Los índices de eficiencia sugieren que la eficiencia termorregulatoria es moderada excepto en las hembras preñadas, esto es, al parecer las hembras preñadas regulan con mayor eficiencia su temperatura corporal (0.88 ver discusión) que otras categorías de sexo o edad.

INTRODUCCIÓN

Los reptiles son organismos ectotermos, que tienen una capacidad limitada para generar calor a través del metabolismo (Huey, 1982), por ello, dependen de fuentes de calor externo para elevar su temperatura corporal. En muchos casos, la regulación es muy efectiva y pueden mantenerla permitiéndoles realizar sus funciones vitales. Sin embargo, en otros casos, sobre todo en áreas en donde la regulación de la temperatura corporal resulta muy costosa, los reptiles prácticamente no realizan actividades termorregulatorias y, por lo tanto, la temperatura corporal tiende a seguir pasivamente la temperatura de sus ambientes. A los primeros se les denomina termorreguladores activos y a los segundos termoconformistas (Hertz, 2004; Lemos-Espinal *et al*; 1997).

Puesto que los organismos son sistemas térmicamente abiertos, los reptiles no solo tienen que elevar su temperatura corporal sino también mantenerla dentro de intervalos apropiados (Hertz *et al*; 1993). Sin embargo, el comportamiento térmico de los reptiles es muy variado y en una especie en particular puede caer en algún punto en ambos extremos. Algunos reptiles pueden ganar calor por radiación directa al sol (heliotermos), mientras que otros lo obtienen del sustrato en el que se encuentren (tigmotermos). Por ejemplo, muchas lagartijas tigmotermas aprovechan el calor que se desprende de rocas previamente calentadas por el sol (Zug *et al*; 2001).

Los reptiles pueden realizar diferentes actividades por la noche pero dependen de microclimas disponibles durante el día para alcanzar las temperaturas necesarias y llevar a cabo funciones fisiológicas como la digestión (Angilletta *et al*; 1999). Además que la termorregulación define la estrategia de muchos seres vivos para optimizar su temperatura corporal, ya que es un sistema de regulación del ritmo metabólico de los reptiles.

Shine y Madsen en 1996 mencionan que en ambientes térmicamente estables como los ambientes tropicales, se espera que las especies tengan una continua disponibilidad de altas temperaturas a lo largo del año, a diferencia de aquellos ambientes que no proporcionen alternativas adecuadas para la termorregulación (por ejemplo, en especies de hábitos secretivos o fosoriales, o de especies de hábitos nocturnos) los organismos por lo común, tenderán a ser activos en temperaturas corporales subóptimas.

La precisión, exactitud y eficiencia de la termorregulación en una especie dada están estrechamente ligadas a la calidad térmica del hábitat (Hertz, 1993; Shawn *et al*, 2002). En ambientes térmicamente heterogéneos, la termorregulación puede ser más precisa, ya que las especies pueden tener más alternativas para la obtención de calor (Huey y Slatkin, 1976), mientras que en ambientes con temperaturas cercanas a las óptimas (ambientes homogéneos), la termorregulación también puede ser efectiva e incluso puede requerir menos esfuerzo, y esto le permitirá dedicar más energía y tiempo a otras actividades (Shawn *et al*; 2002).

Es común que dentro de una población o especie particular haya diferencias en el comportamiento térmico entre machos, hembras, juveniles y hembras preñadas. Se ha documentado que la regulación térmica de las hembras preñadas se lleva a cabo a una temperatura corporal mayor en relación a las hembras no preñadas (Stewart, 1984). Dicho comportamiento puede ser influenciado por los microhábitats utilizados por ambos sexos (Beuchat, 1986; Smith *et al*; 1993), así como a la condición reproductiva de las hembras, ya sea en especies ovíparas o vivíparas. Esto se puede relacionar con la temperatura apropiada para optimizar el desarrollo embrionario (Beuchat, 1988; Andrews *et al*; 1997).

Dimorfismo sexual

El dimorfismo sexual es definido como las variaciones en la fisonomía externa, como forma, coloración o tamaño, entre machos y hembras de una misma especie. Se presenta en la mayoría de las especies, en mayor o menor grado. Muchas especies de anfibios y reptiles, las hembras son más grandes que los machos (Cox *et al.*, 2003). También se da el caso en que individuos del mismo sexo presentan distinto aspecto morfológico, lo que recibe el nombre de polimorfismo sexual. Ahora bien, resulta conveniente aclarar que no todas las especies de animales presentan dimorfismo sexual. Muchos reptiles, por ejemplo, con los órganos sexuales internos, no demuestran notorias diferencias externas entre los especímenes de diferente sexo.

La talla es un carácter dentro del dimorfismo sexual, que sirve como indicador de la historia natural de las especies y está relacionada con diferentes características ecológicas (ej. termorregulación, reproducción). En cuanto a la competencia intraespecífica esta disminuye debido a la diferencia de tallas, ya que los organismos son más efectivos en diferentes tipos de recursos (Pianka, 1986; Smith *et al.*, 1997; Shine *et al.*, 1998). También se puede observar en el patrón de coloración, en varias especies de lagartijas los machos exhiben colores vistosos (Ramírez-Bautista y Olvera-Becerril, 2004). Los colores vistosos y la presencia de estructuras conspicuas tienen una doble función. La primera es para atraer a las hembras y en las especies que son territoriales se ocupa para advertir a otros machos rivales acerca de la posesión de algún territorio (Fitch, 1981).

Por otro lado, el dimorfismo sexual puede tener gran importancia en el comportamiento, como puede ser la que está relacionada al cortejo y a la defensa del territorio por los machos y/o por la lucha relacionada a la elección de sitios de puesta en las hembras, cuando el espacio es reducido (Stebbins *et al.*, 1967; Stamps, 1977). Autores como (Butler *et al.*, 2000, 2002) establecen que los sexos pueden adaptarse en forma muy diferente al ambiente, por lo tanto, los machos y

hembras y su diferenciación morfométrica, pueden interactuar de manera distinta con el hábitat. De acuerdo con esto, Herrel *et al.* (1999), mencionan que la mayoría de los reptiles están sometidos a una fuerte selección natural, lo cual conduce a la partición de nichos entre machos y hembras, siendo el principal factor la elección de un hábitat natural y sus beneficios.

Tamaño de camada

El tamaño de camada o de nidada se puede definir como el número de crías por hembra en cada evento reproductor (Ballinger, 1973; Manríquez-Moran, 1995). En los reptiles, el esfuerzo reproductor se encuentra asociado a diferentes factores, como los ambientales, ecológicos, anatómicos, fisiológicos y filogenéticos (Fitch, 1970; Tinkle, 1972; Vitt y Price 1982; Dunham, 1994; Rodríguez *et al.*, 2002).

En ambientes tropicales, la mayoría de lacertilios son ovíparos y presentan un patrón continuo de reproducción, maduran durante su primer año de vida y presentan múltiples nidadas. Mientras que las especies de ambientes templados, las lagartijas se reproducen durante su segundo año de vida y sólo tienen una camada durante su periodo de reproducción (Fitch, 1970; Dunham, 1988). La actividad reproductiva en especies de lagartijas se puede clasificar en sincrónica y asincrónica. La actividad reproductiva sincrónica se refiere a que la gametogénesis, apareamiento y fertilización ocurren durante la misma temporada, es decir, la actividad reproductiva de los machos y de las hembras ocurre al mismo tiempo (Ortega y Barbault, 1984; Guillette y Casas-Andreu, 1980; Guillette y Sullivan, 1985). En el género *Sceloporus* el tamaño de camada, puede ser influenciado por factores filogenéticos, fisiológicos y ecológicos, el tamaño de puesta varía de una a 24 crías (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tamaño de camada o puesta de diferentes especies del género *Sceloporus*

Especie	Tamaño de camada	Fuente
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	(1-4)	Porter, 1972
<i>Sceloporus clarki</i>	(4-22)	Porter, 1972
<i>Sceloporus formosus</i>	7.5 ± 2.0 (3-9)	Guillete, 1985; Porter, 1972
<i>Sceloporus graciosus</i>	(2-5)	Porter, 1972
<i>Sceloporus grammicus</i>	5.7 ± 0.39 (4-12)	Porter, 1972
<i>Sceloporus jarrovi</i>	2.8 ± 0.51 (5-13)	Ramirez-Bautista 2002; Porter 1972
<i>Sceloporus magister</i>	(7-19)	Porter, 1972
<i>Sceloporus mucronatus</i>	5.11 ± 0.24	Mendez-de la Cruz, 1988
<i>Sceloporus olivaceus</i>	(11-24)	Porter, 1972
<i>Sceloporus scalaris</i>	(9-12)	Porter, 1972

ANTECEDENTES

Sceloporus formosus ha sido poco estudiada en algunos de sus aspectos ecológicos, en un estudio sobre dimorfismo sexual realizado por Ramírez-Bautista y Pavón (2009) se usaron especímenes de colecciones científicas procedentes de varios estados de la república mexicana (Veracruz, Guerrero, Oaxaca y Puebla); y esperaron que *Sceloporus formosus* mostrará dimorfismo sexual. Sin embargo, su estudio no mostró diferencias sexuales.

El patrón reproductivo de esta población es de tipo otoñal; el cual es típico de especies vivíparas que habitan altitudes elevadas, donde la temperatura es baja, y la precipitación y humedad son altas. Lo que sugiere que la convergencia en los ciclos reproductivos puede estar asociada con un cambio en las condiciones ambientales imperantes en altitudes elevadas. El tamaño de camada basado con el número de embriones se correlacionó con la LHC para probar una relación significativa entre ambas (Ramírez-Bautista *et al.* 2002).

Se calculó la masa de camada relativa (Vitt y Congdon, 1978) como la masa de la camada (masa de la hembra - masa camada)⁻¹. Se determinó la etapa (1-40) del desarrollo embrionario según Dufaure y Hubert (1961). También se han reportado algunos trabajos que dan a conocer varios aspectos reproductivos de esta especie, como “The Reproductive and Fat Body Cycles of the Lizard, *Sceloporus formosus*” (Guillette *et al.*, 1985), donde demostraron que *Sceloporus formosus* exhibe un ciclo reproductivo otoñal. La ovulación y fecundación se producen durante los meses de otoño, el desarrollo embrionario durante el invierno y el alumbramiento durante la primavera. Sin embargo, aunque se han hecho varios estudios sobre el género *Sceloporus*, ninguno trabajo de termorregulación se ha realizado a *Sceloporus formosus*.

JUSTIFICACIÓN

Sceloporus es uno de los géneros de lagartijas frinosomátidas más diverso. Se reconocen aproximadamente 86 especies de *Sceloporus* (Wiens *et al.*, 2010). Por esta razón han sido objeto de una gran cantidad de estudios ecológicos, sin embargo, dada la amplia diversidad del género, aún hay algunas especies que han sido muy pobremente estudiadas y que por lo tanto se conoce muy poco acerca de su ecología. Tal es el caso de la lagartija verde espinosa, *Sceloporus formosus*. La falta de conocimiento ecológica de algunas especies de *Sceloporus* representa una carencia relevante que es necesario llenar, sobre todo si se considera el papel importante que juegan estos reptiles dentro de las comunidades bióticas (por ejemplo, controlando el tamaño poblacional de muchas especies de insectos).

El conocimiento de matices ecológicos básicos de los reptiles también puede ser útil para plantear hipótesis sobre aspectos ecológicos o evolutivos más profundos, por ejemplo, antes de intentar examinar el papel de la selección sexual en algunas especies, es necesario, o al menos muy útil, describir el dimorfismo sexual. También puede servir como fuente de información en estudios comparativos, por ejemplo, se ha logrado un avance significativo en el conocimiento de los aspectos ecológicos que favorecen la aparición de la viviparidad gracias a la diversidad de estudios ecológicos.

Una de las características más fácilmente observadas entre la mayoría de los organismos dioicos, es el dimorfismo sexual, el cual consiste en diferencias morfológicas marcadas entre sexos. En el caso de los lacertilios tales diferencias se pueden encontrar principalmente en el tamaño del cuerpo y en otros atributos morfológicos independientes, como el tamaño de la cabeza, largo de la cola, largo de las extremidades anteriores y posteriores, talla y patrones de coloración del cuerpo (Vitt, 1983; Vitt y Cooper, 1985; Ramírez-Bautista *et al.*, 2000).

Todas las características antes mencionadas se cree que provienen de un proceso evolutivo encaminado hacia la reproducción, específicamente hacia la búsqueda de pareja o acceso a las hembras en el caso de los machos; por ejemplo, la diferencia en las dimensiones del cuerpo entre individuos del mismo sexo se explica como una respuesta a las presiones ejercidas por una conducta, pues los individuos compiten entre ellos por la selección de pareja o bien luchan por un sitio con características particulares que los hagan más atractivos para las hembras (Vitt, 1983; Shine, 1989).

La finalidad de este trabajo, es aportar algunos aspectos sobre reproducción, dimorfismo sexual y termorregulación que puedan servir como antecedentes para la realización de trabajos posteriores acerca de esta especie, así como algunos aspectos de conservación de esta población, por la pérdida del hábitat en el que se encuentran. El poblado en donde se encuentra la población bajo estudio es San Juan del Valle, Puebla, ha sido gravemente afectado por el hombre al utilizar gran parte de su superficie como zona de cultivo.

OBJETIVOS

Objetivo general

Contribuir al conocimiento de la biología térmica y reproductiva de esta especie endémica de México; en una comunidad de pino-encino ubicada en San Juan del Valle, Puebla.

Objetivos particulares

- ☛ Detectar si existe dimorfismo sexual en hocico cloaca, longitud de la cabeza, ancho de la cabeza, peso corporal y patrón de coloración en la población de *Sceloporus formosus*.

- ☛ Estimar el tamaño de camada media y si existe relación entre el tamaño de camada y el tamaño corporal de las hembras gestantes.

- ☛ Evaluar si *Sceloporus formosus* se comporta como un organismo termoconformista o termorregulador activo.

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

***Sceloporus formosus* Wiegmann, 1834**

La lagartija verde espinosa *Sceloporus formosus* (Figura 1) es una especie pequeña de la familia Phrynosomatidae, es endémica del centro de México. Se localiza en zonas altas de los estados de Guerrero, Oaxaca, Puebla y Veracruz. El intervalo de altitud varía entre los 1850 y 3450 msnm (Canseco-Márquez *et al.*, 2007). De acuerdo con las listas de la NOM-059-2010 y de la CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) esta especie es moderadamente común. No se encuentra incluida en ninguna de estas listas. Sin embargo, en la lista roja de UINC tiene un estatus de preocupación menor.

El color dorsal de los machos de *Sceloporus formosus* es verde esmeralda, mientras que el de las hembras es de café a verde oscuro. Además, los machos poseen parches azules (de azul turquesa a azul marino) en ambos lados de su vientre y una gula con colores azul y naranja. La longitud total de los adultos varía de 15 a 20 cm. Al igual que otras especies del género *Sceloporus* sus escamas tienden a ser bastante duras y con quilla en gran medida, dándoles una textura espinosa.

Específicamente *Sceloporus formosus* presenta una LHC máxima de 88 mm y se caracteriza por tener un par de manchas negras en los hombros, 34 escamas dorsales en promedio, 46 ventrales y 39 escamas alrededor del cuerpo, 16 poros femorales; en la cabeza, presenta el área internasal cubierta por escamas relativamente grandes generalmente dispuestas en uno, dos o tres pares, las supraoculares son pequeños (Smith, 1939).

La coloración de los machos es iridiscente en tonalidades verdes y azul olivo en la superficie dorsal, con la prominente mancha negra en cada uno de los hombros (tal como se muestra en la Figura 1), en la región ventral, presenta una banda azul a cada uno de los lados bordeada por una banda negra (Figura 2); por su parte, las hembras en la región dorsal tienen una coloración café, las manchas negras en los hombros son más angostas que en los machos (Figura 3) (Smith, 1939).

Sceloporus formosus es una lagartija diurna. Pasan la mayor parte del día exponiéndose al sol, estas se retiran a una madriguera o debajo de una roca, o un tronco si su temperatura es demasiado alta. La lagartija verde espinosa es vivípara y muy activa. (Flores-Villela y McCoy 1993).



Figura 1. Ejemplar de macho de *Sceloporus formosus* (Foto Manuel Feria Ortiz, 2011, San Juan del Valle, Chilchotla, Puebla)



Figura 2. Macho *S. formosus* en Posición ventral, se puede observar el patrón de coloración característico de los machos.



Figura 3. Hembra *S. formosus* en posición ventral.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio está localizada aproximadamente 1 km al sur del poblado de San Juan del Valle, ubicado en el municipio de Chilchotla, Puebla, el cual a su vez se ubica en la parte centro-este de este estado. En el sitio se encuentran varios cúmulos o montecillos de roca los cuales los utiliza *Sceloporus formosus* como perchas de asoleo. La vegetación natural del área es un remanente de bosque de pino encino; sin embargo, la mayor parte consiste en área desmontada, para uso de pastoreo o cultivo (Figura 4).



Figura 4. Bosque templado (pino-encino) del centro-este de Puebla, de donde provienen los ejemplares de *S. formosus* utilizados en este estudio.

El clima es semifrío subhúmedo con lluvias en verano (Fig. 7), en algunas zonas presenta vegetación de matorral, pero en su mayoría, principalmente en las zonas montañosas, predomina la vegetación de bosque templado (Rzedowski, 1978), los organismos son más abundantes en campos abiertos, localizados en los alrededores del poblado, más que en el interior del bosque (INEGI 2011). Los ejemplares se recolectaron alrededor del punto $19^{\circ} 15' 22.5''$ de latitud norte y $97^{\circ} 11' 53.8''$ de longitud oeste (Figura 5 y 6).

Sceloporus formosus vive en simpatría con otras especies de reptiles tales como *Sceloporus bicanthalis*, *S. grammicus*, *Plestiodon brevirostris*, *Barisia imbricata*, *Conopsis lineata* y *Crotalus intermedius*, entre otras.

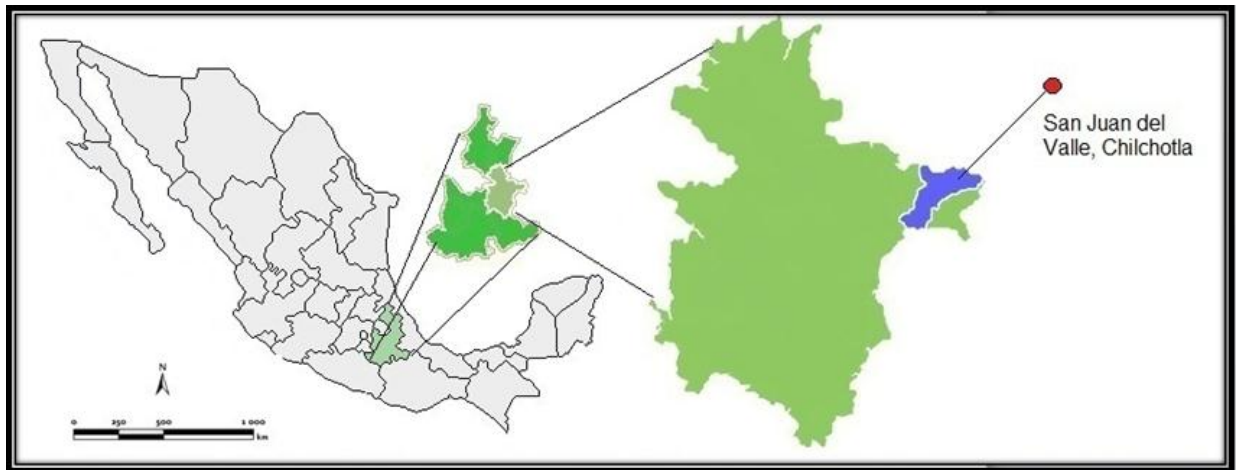


Figura 5. Ubicación relativa del poblado San Juan del Valle, Chilchotla, Puebla. El Municipio se encuentra marcado con azul y el poblado esta señalado con un círculo rojo.



Figura 6. El área de estudio se encuentra localizada en un cuadrante cuyas coordenadas son 19° 16' 44.40" N, 97° 12' 51.31" O; 19° 16' 18.82" N, 97° 10' 24.39" O; 19° 14' 22.85" N, 97° 10' 23.7" O y 19° 14' 35.95" N, 97° 13' 7.13" O.

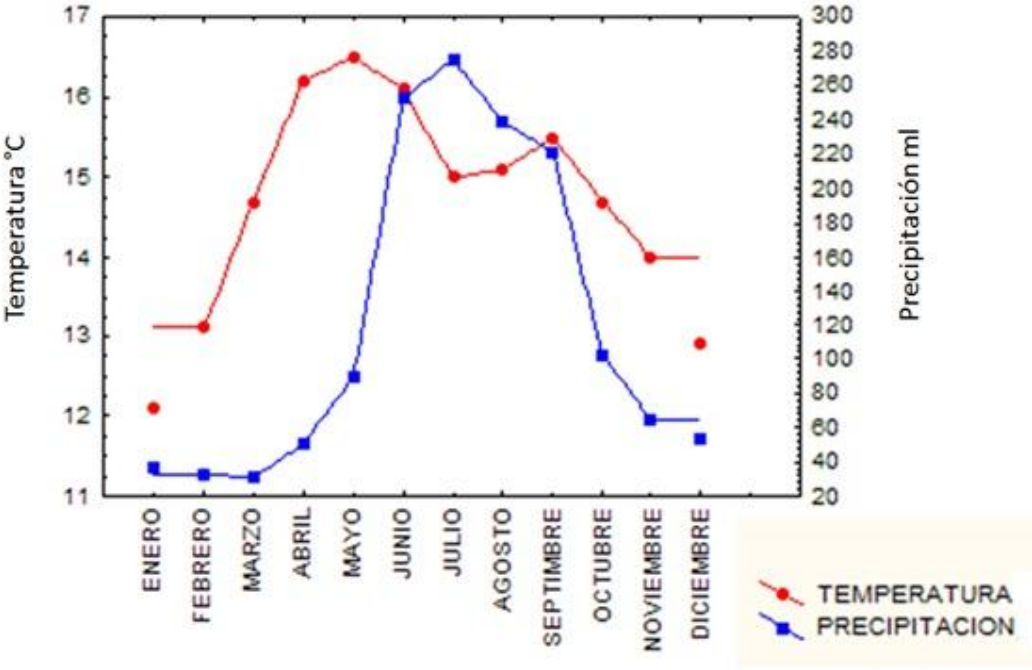


Figura 7. Promedios mensuales de temperatura y precipitación obtenidos de la estación meteorológica del municipio de Chilchotla, Puebla. De color azul se muestra la precipitación y de color rojo la temperatura (Datos obtenidos de la estación meteorológica de Chilchotla, Puebla)

MÉTODOS

Trabajo de Campo

Como parte del trabajo de investigación se realizó un estudio que se llevó a cabo de marzo del 2010 a febrero del 2011, los viajes se realizaron aproximadamente en intervalos mensuales (al menos 12 salidas) y tuvieron una duración de tres días. El método que se utilizó con el fin de recolectar ejemplares y registrar los datos de campo correspondientes fue la búsqueda en diferentes microhábitats; esto consistió en hacer recorridos a pie en un horario de 10:00 a las 17:00 horas, levantando y buscando entre las rocas.

Se trataron de capturar la mayoría de ejemplares, aunque el número de ejemplares varió cada salida, ya que los ejemplares de *Sceloporus formosus* son particularmente evasivos lo que dificulta grandemente su captura. Por esta razón, los especímenes se capturaron con ayuda de resorteras o bandas de goma, y piedrecillas pequeñas con el fin de no dañar a los ejemplares.

Todos los registros de temperatura se realizaron con la ayuda de un termómetro digital marca Fluke 54-2 60HZ; con precisión de 0.1 C°; a cada organismo capturado se le registro hora y fecha de captura, temperatura corporal (Tc); esto se realizó introduciendo el termopar (sensor que registra la temperatura en un termómetro digital) por la vía cloacal medio centímetro.

Se excluyeron del registro de temperatura aquellos datos que requirieron un esfuerzo mayor a 2 minutos en la captura. La temperatura del sustrato (Ts) y la temperatura del aire (Ta) se tomaron en el mismo sitio donde se encontró al organismo, a una altura de 1 y 5 cm por encima del sustrato respectivamente con la ayuda de una regla

Y la temperatura del modelo (Tmod) se registró en un sitio cercano de donde se capturo al organismo con la ayuda de unos modelos de cobre; se utilizan modelos de cobre porque se ha visto que se comportan térmicamente igual que los especímenes de esta especie (al menos tres modelos por salida).

Se dejaron por un lapso de 30 minutos, se considera a esta temperatura como un supuesto si la lagartija no termorregulara, ya que su temperatura corporal sería muy similar al registro de la temperatura del sustrato. Todos los registros de temperatura se realizaron con la ayuda de un termómetro digital marca Fluke 54-2 60HZ; con precisión de 0.1 C°.

Trabajo de laboratorio

A cada ejemplar que fue recolectado se le registraron las medidas siguientes, (I) Longitud hocico cloaca (LHC), medida de la punta del hocico a la cloaca; (II) longitud del tronco (LT), distancia entre el punto de inserción de la extremidad anterior al punto de inserción de la extremidad posterior, (III) largo de la cabeza (LCA), distancia desde el tímpano hasta la punta del hocico; (IV) ancho de la cabeza (ACA), medida desde un tímpano hasta el otro por la parte más ancha de la cabeza y (V) largo de la cola, (LCO); distancia desde la base de la cola hasta la punta de la misma (Figura 8)(representación de las medidas a realizar).

Las cinco medidas se tomaron con la ayuda de un calibrador tipo vernier Truper® con una precisión de 0.02 mm. El peso corporal (PCO) se registró con una balanza digital OHAUS® con precisión de ± 0.001 g. En el caso de las hembras, se extrajeron los huevos oviductales y se registró el número y peso oviductal con una balanza analítica (con precisión de ± 0.0001 g). Asimismo, se midió el diámetro de cada huevo con la ayuda de un vernier, también se registró la LHC y el peso corporal total de las hembras gestantes.

Los ejemplares adultos fueron sacrificados por hipotermia (congelación) o con una sobredosis de Pentobarbital sódico; se espera que estos métodos de sacrificio eviten en la medida de lo posible el sufrimiento de los organismos. Después de registrar los datos, se prepararon los individuos para su inclusión en la colección Herpetológica de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Los especímenes se fijan con formaldehído al 10%, posteriormente se colocaron en un contenedor de plástico con toallas de papel humedecidas con el mismo reactivo hasta endurecerse. Una vez endurecidos, se lavan con agua corriente y finalmente son preservados con alcohol etílico al 70%.

Para estimar el intervalo de temperatura se registraron las temperaturas seleccionadas (Tsel) de algunos de los organismos colectados, esto se hace para saber cuál es la temperatura óptima del organismo en un gradiente de temperatura en condiciones controladas en laboratorio. Estas temperaturas son utilizadas para evaluar la eficiencia térmica, el número de ejemplares a los que se le registro la temperatura seleccionada dependerá del éxito de captura. Se procurará registrar la temperatura preferida de al menos cinco lagartijas por salida, ya que son organismos difíciles de capturar. La toma de temperaturas se tiene que hacer lo más pronto posible, esto es para que el organismo no se aclimate a las condiciones de laboratorio. Los organismos se clasificaron en adultos (machos, hembras y hembras preñadas) y juveniles (hembras juveniles y machos juveniles); se consideraron adultos a aquellos organismos que tuvieron la talla mínima de 68.9 mm de LHC, en el cual las hembras presentan folículos agrandados o huevos en el oviducto.

El método que se ocupó en laboratorio para registrar la temperatura seleccionada (Tsel) se utilizó el método de Hertz *et al* (1993), y para evaluar las tendencias termorreguladoras y termoconformistas se aplicó el criterio de Huey y Slatkin (1976). Se creó un gradiente térmico de tal manera que cada organismo pudiera elegir la temperatura de preferencia dentro de un intervalo, este registro se realizó en un terrario de vidrio de 1 x 0.4 x 0.5 m (Figura 9), al cual se le aplica un gradiente térmico, de la siguiente manera: en un extremo se colocará (por debajo del terrario) una bandeja llena de hielo; en el otro se colocarán dos focos de 300 watts (aproximadamente 20 cm por arriba de la base del terrario). Se ha observado que esto genera un gradiente térmico de 12° a 60°C; el terrario tendrá una división de dos carriles con el fin de que pueda registrarse la temperatura a dos lagartijas. Se colocará una lagartija en cada carril y se le tomarán temperaturas cada media hora, durante dos horas continuas, y al día siguiente se hará una repetición por cada organismo con los mismos intervalos de tiempo. De acuerdo con el método de Hertz *et al* (1993), se eliminan los valores extremos (25%) de los registros de la Tsel; obteniendo un intervalo de temperatura más confiable.

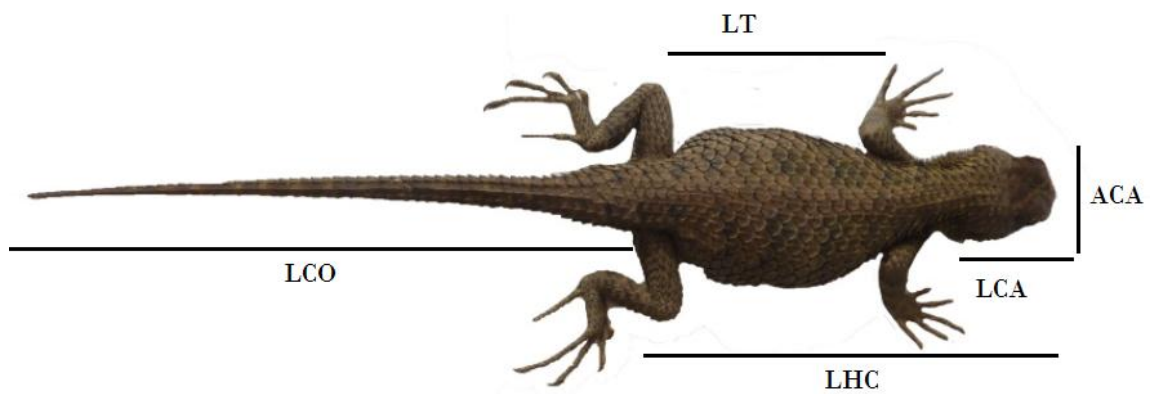


Figura 8. Medidas morfométricas registradas a *Sceloporus formosus*

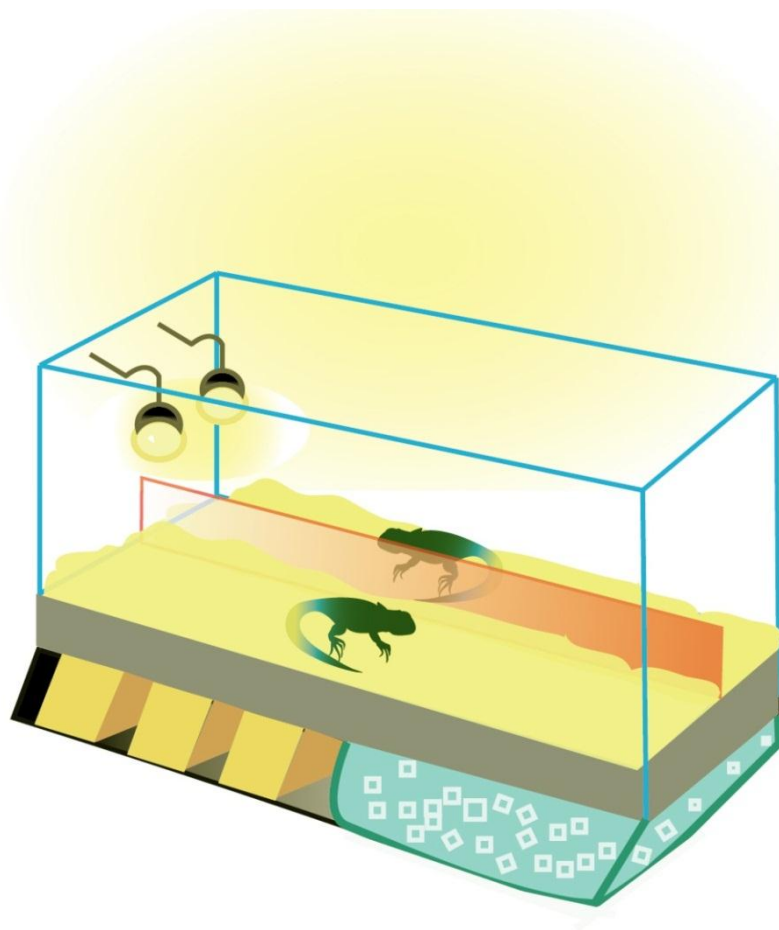


Figura 9. Terrario de vidrio (1 x 0.4 x 0.5 m)

Tratamiento de los datos

Se calcularán los promedios más menos un error estándar de las variables registradas, para cada una de las cinco categorías diferentes (machos, machos juveniles, hembras, hembras preñadas y hembras juveniles) como son: LHC, LCA, ACA, LTRON, LCO y PCO.

Posteriormente se realizó la disección de los organismos, en el caso de hembras preñadas, se registró: (i) número de huevos en cada oviducto (NHOV), (ii) peso de la camada (PCAM) y, (iii) diámetro del huevo oviductal (DHOV), ulteriormente los órganos del espécimen se incluyeron en pequeños frascos con alcohol etílico al 70%; para realizar estudios posteriores con estos.

Se realizó una prueba de t de student ($p < 0.05$) con el fin de detectar si existen diferencias sexuales en la LHC (tamaño corporal). Asimismo, para evaluar si existen diferencias significativas en las demás variables morfométricas: LHC, LCA, ACA, LTRON, LCO y PCO (solo adultos); se realizó un ANMUCOVA de una vía, utilizando como covariable a la LHC. Se utilizó el sexo como factor para evaluar la relación entre la LHC y cada variable morfométrica. Con el fin de ajustar los datos a los requerimientos de las pruebas, los valores de las variables se transformaron a valores logarítmicos (base 10). Se calculó el coeficiente de correlación para la LHC de las hembras y tamaño de camada, y se obtuvo la recta de regresión por mínimos cuadrados. En todas las pruebas se consideró un valor de significancia de 0.05, los análisis estadísticos se realizaron con la ayuda del programa de cómputo Statistica versión 7.0 (Stat soft Inc., 1984-2004).

Para evaluar si *Sceloporus formosus* regula su temperatura corporal se realizará un análisis de regresión, mediante la técnica de mínimos cuadrados. Las regresiones se realizarán entre la temperatura corporal y la temperatura del sustrato, y entre la primera y la temperatura del aire. El criterio de evaluación será el propuesto por Huey y Slatkin (1976); quienes mencionan que una especie es termorreguladora cuando el valor de la pendiente de la regresión lineal del Tc sobre la temperatura ambiental Tsus es cero, mientras que el valor de una pendiente cercana a uno sugerirá que los organismos se comportan como termoconformista.

Debido a su gran importancia biológica, se desarrolló un estudio para evaluar la eficiencia de la termorregulación en ectotermos con base en la calidad térmica del hábitat y en la precisión de los organismos para mantener su temperatura corporal dentro de un intervalo de temperatura preferida (Hertz *et al.*, 1993). El cual permite evaluar de una forma más rigurosa el comportamiento térmico de un reptil. Para calcular la efectividad (E) de la termorregulación se utilizará el criterio de Hertz (1993); donde una E cercana o igual a cero indica una baja eficiencia en la termorregulación, y una E cercana a 1 indica una alta eficiencia termorreguladora.

$$E = 1 - \left(\frac{\bar{d}_b}{\bar{d}_e} \right)$$

Donde E es el índice de eficiencia termorregulatoria, d_b es el índice de precisión térmica y d_e es el índice de la calidad térmica del ambiente. Para aplicar y obtener los anteriores índices es necesario tener el registro de tres temperaturas; (i) temperatura corporal de campo (Tc), (ii) temperatura operativa (Tmod) y (iii) el intervalo de temperaturas corporales seleccionadas (Tsel).

Se requiere el cálculo de los índices d_b y d_e . El d_b mide el grado con el cual los organismos experimentan temperaturas corporales fuera del intervalo de las temperaturas seleccionadas y se calcula de la siguiente manera: es el promedio de los valores absolutos de las diferencias entre temperatura cloacal tomada en campo y el intervalo de temperaturas preferidas. Si la temperatura corporal está por debajo del intervalo de temperaturas preferidas la diferencia se calculará con base en el valor mínimo del mismo, si está por arriba la diferencia se realizará considerando el valor máximo.

El d_e es la medida de la desviación de la T_{mod} con respecto al intervalo de T_{sel} y se calcula de la siguiente manera: d_e es el promedio de los valores absolutos de las diferencias entre temperatura operativa (temperaturas del modelo de cobre) y el intervalo de temperaturas preferidas. Si la temperatura corporal está por debajo del intervalo de temperaturas preferidas la diferencia se calculará con base en el valor mínimo del mismo, si está por arriba la diferencia se realizará considerando el valor máximo.

RESULTADOS

Dimorfismo sexual

Se examinaron 60 organismos adultos, 22 machos y 38 hembras. La LHC promedio de los machos fue similar a la de las hembras: $(\bar{x} \pm 1ES) = 64.56 \pm 1.70$ (47.22-76.42) y 64.02 ± 1.22 (50.00-76.86) para machos y hembras, respectivamente. No se detectaron diferencias significativas ($t = 0.22$, $gl = 57$, $p = 0.82$) entre estos promedios. El ANMUCOVA detectó diferencias significativas entre las variables dependientes conjuntas asociadas a los sexos (Wilks = 0.61; $F = 8.38578$; $gl = 4,53$; $p < 0.0001$). La prueba de contraste posterior de Bonferroni no detectó diferencias en el peso corporal (Cuadro 2). No obstante, los machos tuvieron cabezas significativamente más largas y anchas que las hembras (contraste de Bonferroni: $p < 0.0001$; (Figura 10 y Cuadro 2).

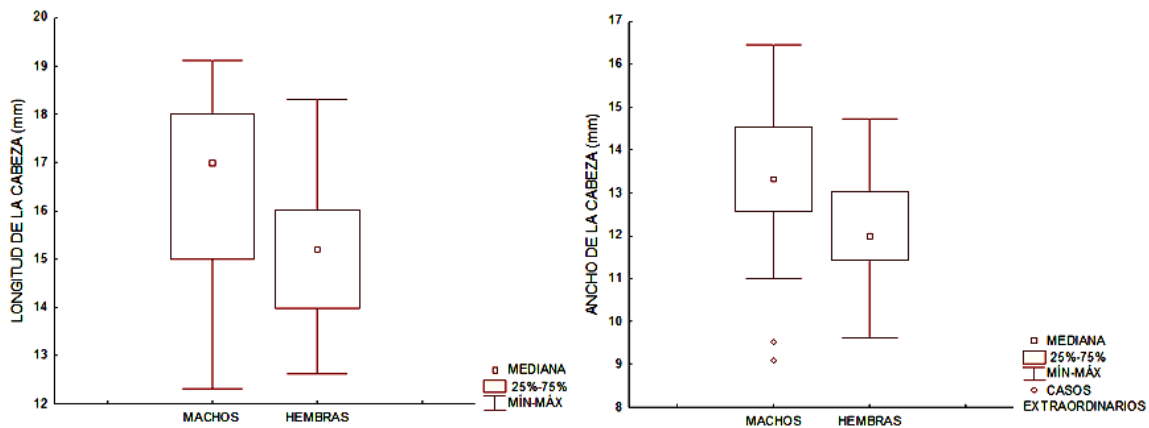


Figura 10. Diagramas de caja para la longitud y ancho de la cabeza en machos y hembras de *Sceloporus formosus*.

Cuadro 2. Promedios (± 1 error estándar) e intervalos de variación del peso corporal (PCO), longitud del tronco (LT), longitud y ancho de la cabeza (LCA y ACA). n.s. = no significativo, *** = < 0.0001 . N = número de ejemplares.

	PCO	LT	LCA	ACA
MACHOS	9.94 \pm 0.79	29.50 \pm 1.12	16.54 \pm 0.39	13.22 \pm 0.39
N=22	(4.26 - 17.98)	(20.02-39.1)	(12.32-19.1)	(9.1-16.44)
HEMBRAS	9.99 \pm 0.63	30.36 \pm 0.83	15.14 \pm 0.24	12.17 \pm 0.20
N=38	(2.74 - 9.81)	(20.42-39.62)	(12.62-18.32)	(9.62-14.72)
SIGNIFICANCIA	n.s.	n.s.	***	***

Patrón de coloración


Existe dimorfismo sexual acentuado en *Sceloporus formosus*, primero se describirá el patrón de coloración de los machos y en seguida el de las hembras. La parte dorsal y lateral del cuerpo de los machos adultos es de color verde, sin embargo, el tono del color varía. En un ejemplar recolectado en mes de Mayo el color fue verde sauce (Fig. 11a, Cuadro 3); el otro presentó un color verde oscuro (Figura 11a, Cuadro 3). Todos los machos adultos presentan un par de manchas ventrales azules alargadas que se extienden desde la axila hasta cerca de la ingle (Figura 11b), como en el caso del dorso, la intensidad del color azul varía de individuo a individuo, desde un azul celeste, hasta un azul eléctrico (Figura 11b, Cuadro 3). Ambos parches se encuentran bordeados en su margen ventral por una o dos hileras de escamas negras, la parte media del cuerpo y la región del pecho (anterior a las axilas) es de color gris acero. En la parte dorsal correspondiente a la región del cuello se encuentra una línea oscura la cual puede ser delgada (dos o tres escamas de ancho) o extenderse más hacia la región gular (Figura 11b); en organismos juveniles no se logró apreciar estos patrones.

Pueden distinguirse dos tipos (morfos) de machos por el patrón de coloración de la región gular. En un tipo (denominado aquí morfo bicolor) la región gular presenta dos colores: la parte más anterior es de color naranja mientras que la porción inmediata posterior es azul (Figura 11b). El tono del color de ambas regiones varía de un individuo a otro (Figura 11b, Cuadro 3). El otro morfo (unicolor) se distingue por poseer toda (o la mayor parte) la región de la gula de color azul y por no presentar color naranja.





Las hembras presentan una serie de ocho manchas dorsales a cada lado del cuerpo. Las manchas ocurren en una región que va desde la porción más anterior de la cola hasta una línea imaginaria que pasara a nivel de la axila. En la región del cuello se distingue (a cada lado del cuerpo) una línea oscura que comienza a la altura de la tercera hilera corporal, pasa a nivel de los hombros y se hace difusa en la parte ventral del cuerpo. En algunas hembras la región dorsal correspondiente a la zona donde se encuentran las hileras de manchas dorsales (más la región del cuello hasta antes de la nuca) es de color verdoso. En otras toda la parte dorsal del cuerpo, de la cabeza hasta la cola, es de color marrón (Figura 12a, cuadro 4).

Las hembras que presentan una coloración verde en el dorso también pueden presentar una mancha de color amarillo en la parte ventral de la cabeza, la cual abarca casi toda la región del hocico (Figura 12b). Además, pueden presentar manchas verdosas (de tamaño y posición irregular) en la porción ventral del cuerpo (Figura 12b). No es claro, sin embargo, si todas las hembras con dorsos verdosos presentan estas manchas verdosas (únicamente se examinaron dos hembras con dorsos verdosos y ambas presentaron patrones de coloración similares). Las hembras con dorsos marrones no presentan estos tonos verdosos, ni en la región ventral de la cabeza ni en la región ventral del tronco. En ambos tipos de hembras la parte ventral del cuerpo es gris (Figura 12b).

Cuadro 3. Códigos RGB (Red-Green-Blue), hexadecimal (HEX RGB) y decimal (RGB, para la coloración dorsal y ventral de los machos ilustrados en las figuras 11a y 11b.

Acrónimo de color	Región	Color	Nombre del color	HEX RGB	RGB
Ms	Dorso		Verde sauce (Yellow Green)	9A CD 32	154 205 50
Mo	Dorso		Verde oscuro (Dark Green)	00 64 00	0 100 0
Mn	Gula		Naranja (Dark orange)	FF 8C 00	255 140 0
Mc	Gula y vientre		Celeste (Medium turquoise)	48 D1 CC	0 206 209
Mt	Gula y vientre		Turquesa (Steel blue)	46 82 B4	70 130 180
Me	Gula y vientre		Azul eléctrico (Medium blue)	00 00 CD	0 0 205
Mg	Vientre		Gris acero (Slate Gray)	70 80 90	112 128 144

Cuadro 4. Códigos RGB (Red-Green-Blue), hexadecimal (HEX RGB) y decimal (RGB, para la coloración dorsal y ventral de los machos ilustrados en las figuras 12a y 12b.

Acrónimo del color	Región	Color	Nombre del color	HEX RGB	RGB
Hv	Dorso		Verde sauce (Yellow Green)	9A CD 32	154 205 50
Hm	Dorso		Marrón medio (Saddle Brown)	8B 45 13	139 69 19
Hg	Ventre		Gris (Silver)	C0 C0 C0	192 192 192
Hn	Gula		Naranja (Dark orange)	FF 8C 00	255 140 0

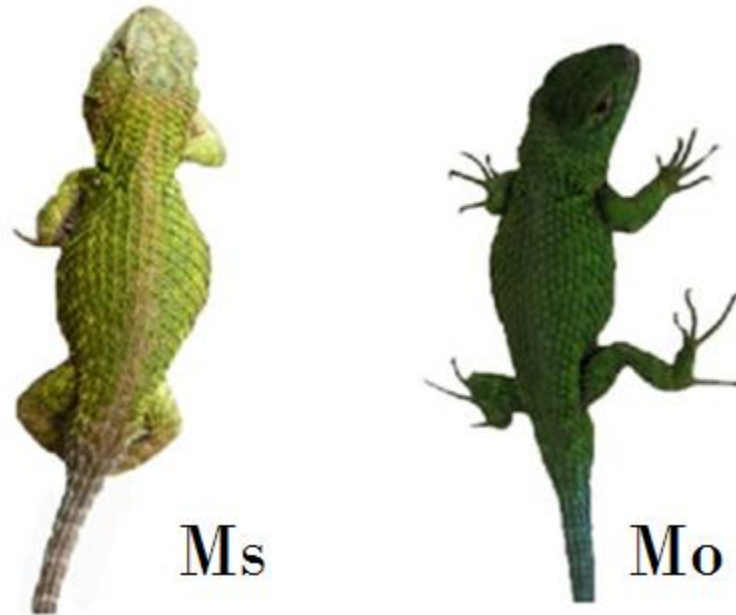


Figura 11a. Vista dorsal de dos machos de *Sceloporus formosus*. Ms = verde sauce; Mo = verde oscuro.

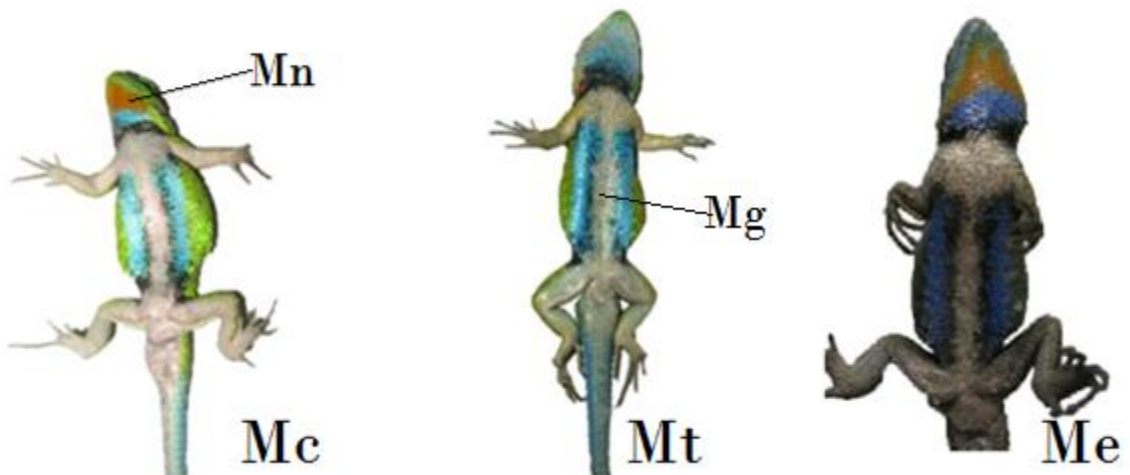


Figura 11b. Vista ventral de tres machos de *Sceloporus formosus*. Mc = azul celeste; Mt = azul turquesa; Me = azul eléctrico; Mn =gula naranja, Mg = Ventre gris

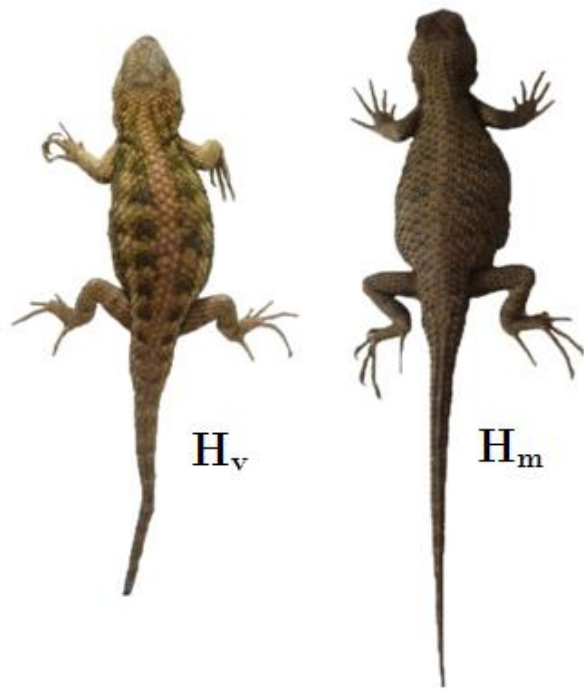


Figura 12a. Vista dorsal de dos hembras de *Sceloporus formosus*. Hv = verde sauce; Hm = marrón medio.

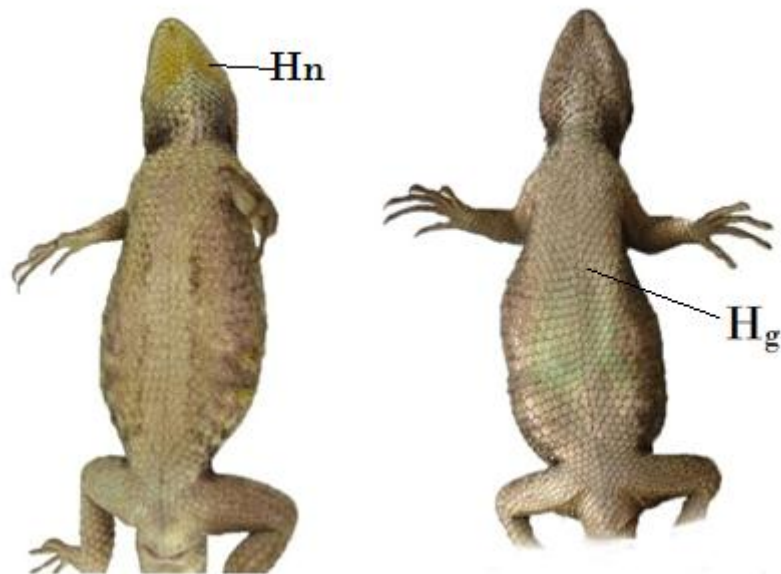


Figura 12b. Vista ventral de dos hembras de *Sceloporus formosus*. Hn = Gula naranja; Hg = Vientre gris

Gestación y Tamaño de camada

En total se examinaron 25 hembras no preñadas y 13 preñadas. En agosto, solo dos de las nueve hembras adultas recolectadas se encontraban preñadas. Todas las hembras adultas capturadas en los meses de septiembre, octubre y diciembre se encontraban preñadas. En enero, tres de ocho hembras adultas estaban preñadas. La longitud hocico cloaca promedio ($\pm 1ES$) de las hembras no preñadas fue 62.5 ± 1.5 (50.0-74.2) mm; y la de las preñadas fue 69.1 ± 1.1 (63.0-76.9) mm.

El cuadro 1 muestra los resúmenes estadísticos correspondientes a las variables relacionadas con los huevos en oviducto. El diámetro promedio de los huevos en oviducto fue menor en agosto, cuando ocurre la ovulación (9.98 ± 0.65 mm. Cuadro 5) que en los otros meses, en los meses siguientes aumenta este valor. El diámetro promedio de los huevos en oviducto del mes de enero fue 12.48 ± 0.192 mm; es factible asumir que el diámetro promedio relativamente grande de los huevos en oviducto de octubre se debe al tamaño pequeño de las muestras involucradas (esto es, que sea un efecto azaroso) y no a que verdaderamente el diámetro alcance un valor máximo en este mes.

El peso húmedo de la camada (esto es, de los huevos en oviducto en conjunto) varió de 2.55 ± 0.36 g en agosto a 4.73 ± 1.73 g en diciembre (el peso relativamente grande de este mes se debe a que se capturó una hembra con 10 huevos en oviducto). La variación en el peso de la camada se debió principalmente a la variación en el tamaño de camada ($r = 0.88$; $p < 0.001$; $n = 13$; Cuadro 5). Excepto el mes de diciembre, el peso húmedo promedio de los huevos en oviducto aumentó de 1.57 ± 0.23 g en agosto a 2.27 ± 0.22 g en enero. El peso relativamente bajo de diciembre se debió a que las dos hembras preñadas de este mes tuvieron camadas relativamente grandes y el peso de cada huevo en oviducto fue ligero en comparación con el peso de los huevos de octubre y enero.

Cuadro 5. Promedios (\pm ES) e intervalos de variación (entre paréntesis) para los caracteres registrados en las hembras preñadas. DIA HUE = Diámetro de huevos en oviducto, P CAM = Peso de camada, TAM CAM = Tamaño de camada y P HUE = peso promedio de los huevos en oviducto. N=Número de ejemplares examinados.

MES	DIA HUE (mm)	P CAM (g)	TAM CAM	P HUE (g)	N
Agosto	9.98 \pm 0.65	2.55 \pm 0.36	6.5 \pm 1.5	1.57 \pm 0.23	2
	(5.72-13.52)	(2.18-2.92)	(5-8)	(1.34-1.8)	
Septiembre	10.38 \pm 0.42	3.58 \pm 0.959	7.75 \pm 1.108	1.65 \pm 0.10	4
	(5.3-14.02)	(1.922-6.278)	(5-10)	(1.52-1.98)	
Octubre	12.93 \pm 0.47	3.165 \pm 1.811	6.5 \pm 1.5	2.17 \pm 0.30	2
	(10.0-15.76)	(1.353-4.977)	(5-8)	(1.87-2.48)	
Diciembre	10.60 \pm 0.78	4.736 \pm 1.738	8.5 \pm 1.5	1.65 \pm 0.13	2
	(5.28-14.82)	(2.998-6.474)	(7-10)	(1.52-1.79)	
Enero	12.48 \pm 0.192	2.351 \pm 0.525	5 \pm 0.577	2.27 \pm 0.22	3
	(12-12.72)	(1.31-3.03)	(4-6)	(1.84-2.56)	

Tamaño de camada y crecimiento de las crías

El tamaño de camada promedio de *Sceloporus formosus* fue de 6.84 \pm 0.56 (4-10). Se encontró una relación positiva entre longitud hocico-cloaca y tamaño de camada ($r = 0.71$; $p < 0.0064$), y entre éste y el peso corporal ($r = 0.83$; $p < 0.0004$) (Figura 13). De acuerdo con el modelo obtenido, el tamaño de camada aumenta en una cría por cada aumento en la LHC de 2.78. Asimismo, se espera que el tamaño de camada aumente en una cría por cada aumento de 2.17 g en el peso corporal. No obstante, los porcentajes de variación en el TMC explicada por los modelos son 50.59 y 70.07% para la LHC y el peso corporal, respectivamente (Figura 13).

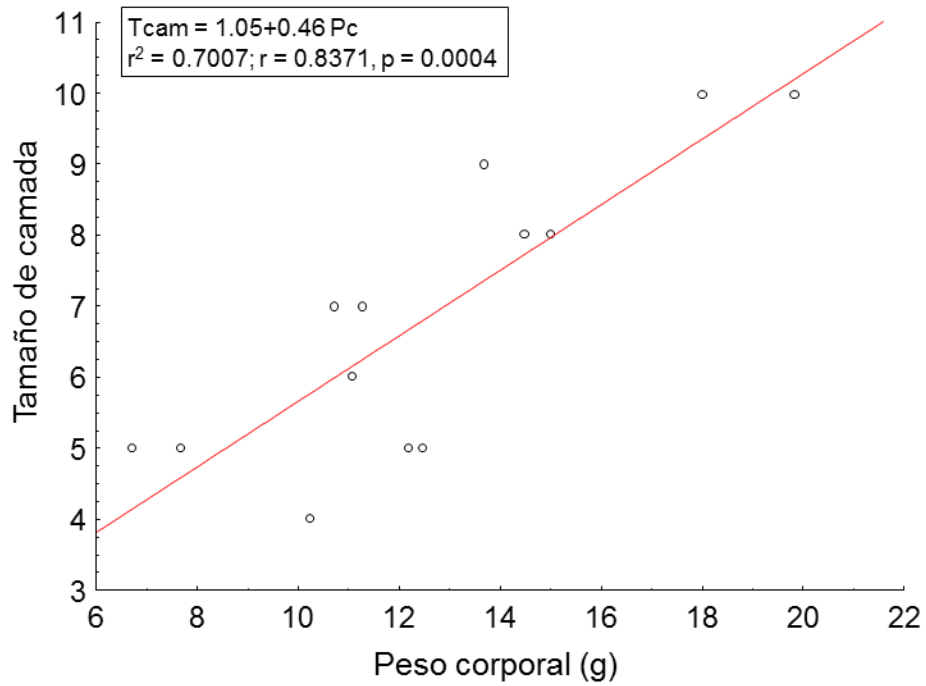
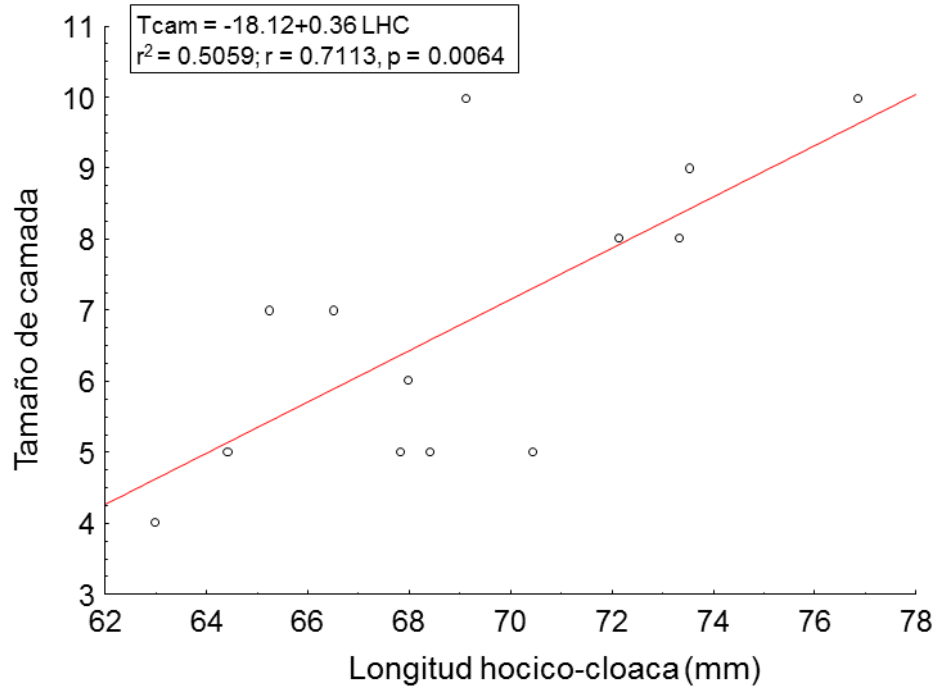


Figura 13. Relación entre el tamaño corporal y la longitud hocico–cloaca (arriba) y el peso corporal (abajo) de *Sceloporus formosus*.

Las crías nacen en enero, si bien no se observó el nacimiento de ninguna cría, los ejemplares de enero (el último mes del desarrollo embrionario) fueron los más pequeños y aún tenían las cicatrices de la pérdida del cordón umbilical. El tamaño promedio de estas crías fue de 26.04 ± 0.17 mm. La tabla muestra los resúmenes estadísticos de las medidas morfométricas de los jóvenes recolectados de enero a abril. Hubo diferencias significativas en los promedios mensuales de las LHCs de las cuatro categorías de jóvenes mostradas en el Cuadro 6 ($F = 119.99$; $gl = 3,26$ $p=0.0000$). El cuadro refleja a grosso modo la tasa de crecimiento de los jóvenes (Figura 14). De enero a febrero, las crías crecen aproximadamente 3.23 mm de LHC. En los otros meses el crecimiento parece ser más rápido (3.25 y 5.68 de febrero a marzo y de marzo a abril, respectivamente). Sin embargo, en estos casos, las diferencias parecen deberse principalmente al efecto de los tamaños de muestra pequeños de los meses de marzo y abril que a un verdadero crecimiento de los jóvenes.

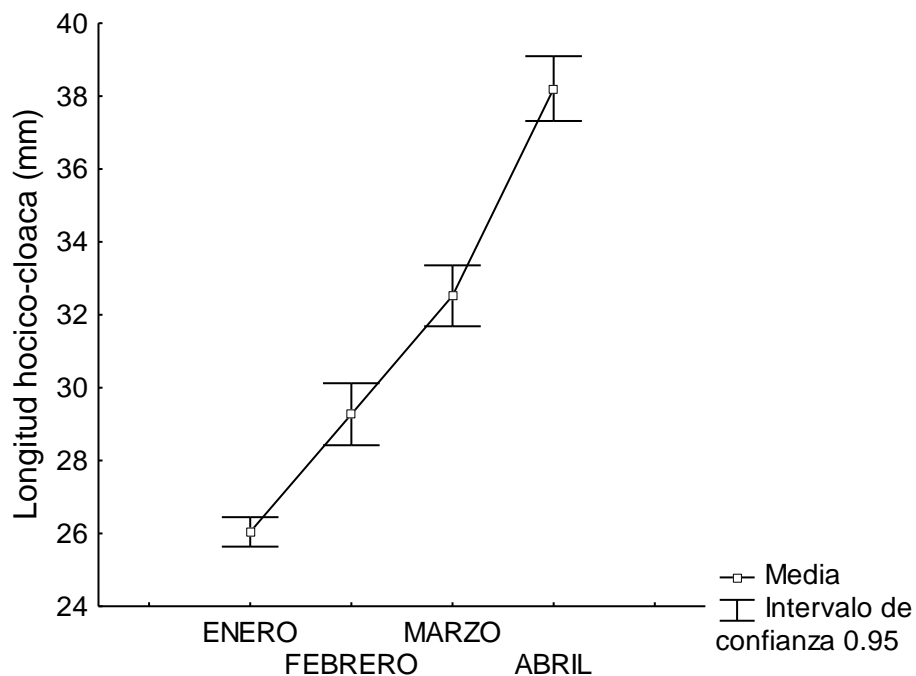


Fig. 14 Crecimiento de los jóvenes de *Sceloporus formosus*.

Cuadro 6 Promedios ($\pm 1ES$) e intervalos de variación de las medidas morfométricas registradas en los jóvenes de *Sceloporus formosus*. LHC = Longitud hocico-cloaca, PCO = Peso corporal, LT = Longitud de tronco, LCA = Longitud de cabeza, ACA = Ancho de la cabeza, N = Número de ejemplares examinados.

MES	LHC	PCO	LT	LCA	ACA	N
ENERO	26.04 \pm 0.17 (25.32-27)	0.63 \pm 0.01 (0.56-0.74)	11.01 \pm 0.25 (10-12.42)	7.96 \pm 0.19 (7.1-8.72)	6.09 \pm 0.6 (5.62-6.42)	10
FEBRERO	29.27 \pm 0.39 (27.22-31)	0.94 \pm 0.05 (0.7-1.31)	12.08 \pm 0.24 (10.82-13.62)	8.62 \pm 0.14 (7.62-9.62)	6.55 \pm 0.11 (5.7-7.14)	13
MARZO	32.52 \pm 0.26 (31.92-33)	1.19 \pm 0.12 (0.84-1.45)	14.83 \pm 0.13 (14.52-15.1)	9.36 \pm 0.14 (9-9.7)	6.88 \pm 0.41 (6-8)	4
ABRIL	38.20 \pm 0.20 (38-38.62)	1.88 \pm 0.05 (1.83-1.99)	15.91 \pm 0.09 (15.82-16.1)	11.24 \pm 0.04 (11.2-11.32)	8.07 \pm 0.07 (8-8.22)	3

Desarrollo embrionario

Debido a que se recolectaron pocas hembras preñadas en cada mes durante el desarrollo embrionario no es posible describir adecuadamente la modalidad del desarrollo embrionario (velocidad de desarrollo o tiempo de aparición de determinadas estructuras). Sin embargo, pueden señalarse algunas particularidades. En agosto se recolectaron únicamente dos hembras preñadas y sus embriones se encontraban en la fase 31-32 (Figura 15). Asimismo, las hembras de septiembre tuvieron embriones en fases similares de desarrollo (Fig. 16). En octubre y diciembre los embriones se encontraban en fase 35 y 36 (Figura 17 y 18) y para enero las tres hembras que se recolectaron tenían, embriones en fase 40 (Figura 19).

Agosto



Figura 15. Estadio 31 Los muñones de los miembros están aplanados en el extremo. No se distinguen los dedos. Los ojos son prominentes y se encuentran pigmentados.

Septiembre



Figura 16. Estadio 32 La paleta de los miembros está bien diferenciadas y dos hendiduras branquiales permanecen abiertas

Octubre



Figura 17. Estadio 35. Los dedos se individualizan pero permanecen unidos por una membrana de tal modo que forman una palma; el borde interno de los párpados es dentado.

Diciembre



Figura 18. Estadio 36. Las palmas ya están formadas. Las membranas interdigitales son más cortas y esto es más notable en las extremidades delanteras que en las traseras. Las uñas se esbozan en los extremos de los dedos. Algunas escamas del cuerpo comienzan a esbozarse.

Enero



Figura 19. Estadio 40. Las escamas de todo el cuerpo están totalmente formadas y pigmentadas.

Tendencias termorreguladoras

Criterio de Huey y Slatkin (1976)

Se registró la temperatura corporal de 80 organismos, 20 machos (nueve adultos y 11 jóvenes) y 60 hembras (25 adultas, 13 hembras preñadas y 22 hembras juveniles). Si bien la mayoría de los organismos (50) involucrados claramente se encontraban activos, muchos de ellos (30) se recolectaron debajo de rocas o en grietas u oquedades entre las mismas. Estos últimos por lo común poseían temperaturas corporales relativamente bajas y por esta razón se consideraron como inactivas. Los cuadros 6 y 7 muestran los resúmenes estadísticos correspondientes a las temperaturas corporales de las distintas categorías de *Sceloporus formosus* (machos adultos, hembras preñadas, etc.).

Los promedios de las temperaturas corporales de las lagartijas activas variaron de 30.2 a 32.9 (cuadro 6). Si bien la temperatura corporal promedio de las hembras preñadas fue más alta que la de las otras categorías no hubo diferencias significativas en los valores involucrados ($H_4 = 8.01$; $p = 0.09$; $n = 50$).

Esto puede deberse a las pocas hembras preñadas activas que se recolectaron (Cuadro 6). La variación en los promedios de las temperaturas del sustrato fue más alta que la de los promedios de la temperatura corporal (Cuadro 6). Al igual que en las temperaturas corporales, la temperatura promedio del sustrato correspondiente a las hembras preñadas fue mayor que las de las otras categorías. No obstante, las diferencias involucradas solo fueron marginalmente significativas ($H_4 = 8.93$; $p = 0.06$; $n = 50$). Los promedios de la temperatura del aire fueron, en general, más bajos que los promedios correspondientes a la temperatura corporal y la del sustrato. Las diferencias entre las temperaturas promedios del aire entre las cinco categorías involucradas no fueron significativas ($H_4 = 8.72$; $p = 0.07$; $n = 50$).

Las temperaturas corporales de los organismos activos fueron mayores que las del sustrato o las del aire (Cuadro 6). Esto y el hecho de que a las lagartijas de esta especie comúnmente se les observa asoleándose sugieren que la energía que utilizan para calentar sus cuerpos procede principalmente de las radiaciones solares. La pendiente de la recta de regresión entre la temperatura del sustrato y la del cuerpo correspondiente a los organismos activos ($n = 50$) fue de 0.27. No hubo correlación entre la temperatura del aire y la corporal (Fig.16). Asimismo, el modelo correspondiente a la relación $T_c - T_{sus}$ explica muy pobremente la variación en las temperaturas corporales ($r^2 = 0.16$). De acuerdo al criterio de Huey y Slatkin (1976) sugieren actividad termorregulatoria en *S. formosus*.

Las temperaturas corporales de los organismos inactivos fueron muy variables (Cuadro 7). Además, no hubo relación entre la temperatura de estos organismos y la de su sustrato o la del aire (Figura 21). Por otro lado, las temperaturas corporales promedio de los organismos inactivos tendieron a ser menores que las temperaturas promedio del sustrato o las del aire (Cuadro 7). Estos resultados parecerían indicar que los organismos inactivos también muestran actividad termorregulatoria. No obstante, debe tomarse en cuenta que es posible que muchos de los organismos considerados como inactivos realmente

se encontraban activos pero temporalmente refugiados en grietas. Otros, sobre todo los encontrados debajo de algún cúmulo de rocas, podrían ser organismos verdaderamente inactivos. La técnica de captura y la relativamente baja temperatura corporal de estos ejemplares no permitió distinguir claramente entre inactivos y activos pero temporalmente refugiados en madrigueras. De este modo, la amplia variación en las temperaturas corporales de estos organismos, y las diferencias relativamente grandes entre temperatura corporal y del sustrato observada en algunos casos puede explicarse por la inclusión de ambos tipos de organismos en el análisis.

El cuadro 6 muestra los resúmenes estadísticos para las temperaturas de actividad para temperaturas corporales, temperatura del sustrato y temperatura del aire de las 5 categorías para *Sceloporus formosus*:

Cuadro 6. Resúmenes estadísticos de temperaturas corporales de actividad (Tc), temperaturas del sustrato (Ts) y temperaturas del aire (Ta) correspondientes a 5 categorías de tamaño y edad de *Sceloporus formosus*; se proporciona el promedio \pm ES y los intervalos de variación. N = tamaño de muestra.

	N	Tc (°C)	Ts (°C)	Ta (°C)
Hembras	19	30.5 \pm 0.73 (25.9-37.6)	22.7 \pm 1.01 (15.4-36)	21.27 \pm 0.66 (15.5-25)
Hembras preñadas	2	32.9 \pm 0.7 (32.2-33.6)	27.25 \pm 0.95 (26.3-28.2)	21.15 \pm 1.65 (19.5-22.8)
Hembras jóvenes	18	31.87 \pm 0.60 (29.6-39.8)	25.62 \pm 0.81 (21.5-33.2)	23.31 \pm 0.65 (19.3-29)
Machos	4	31.35 \pm 1.56 (27.2-34.3)	22.07 \pm 2.19 (16.3-26.9)	21.5 \pm 2.18 (15.8-26.3)
Machos jóvenes	7	30.2 \pm 0.72 (28-33.3)	23.18 \pm 1.44 (17.3-28.4)	20.28 \pm 1.04 (15.9-24)

El cuadro 7 muestra los resúmenes estadísticos para las temperaturas de inactividad para temperaturas corporales, temperatura del sustrato y temperatura del aire de las 5 categorías para *Sceloporus formosus*:

Cuadro 7. Resúmenes estadísticos de las temperaturas corporales de inactividad para temperatura corporal Tc (°C); temperatura del sustrato Ts (°C) y temperaturas del aire Ta (°C) de las 5 categorías diferentes para *Sceloporus formosus*; se proporciona el promedio ± ES y los intervalos de variación. N=tamaño de muestra.

	N	Tc (°C)	Ts (°C)	Ta (°C)
Hembras	8	21.21±1.39 (12.3-24.9)	15.72±1.14 (10.9-20.3)	15.11±0.96 (10.7-19.2)
Hembras preñadas	9	17.46±0.83 (13.9-21.1)	16.48±1.16 (12.3-24.2)	16.01±0.81 (13.5-21.6)
Hembras juveniles	4	21.6±1.18 (19-24.7)	18.47±2.67 (15.6-26.5)	17.57±2.17 (15.2-24.1)
Machos	5	17.58±0.49 (16.2-19.3)	15.52±0.59 (13.2-16.4)	15.08±0.44 (13.6-16.1)
Machos juveniles	4	21.82±1.52 (18.8-24.6)	18.35±1.95 (14.2-23.3)	17.15±1.42 (13.6-19.8)

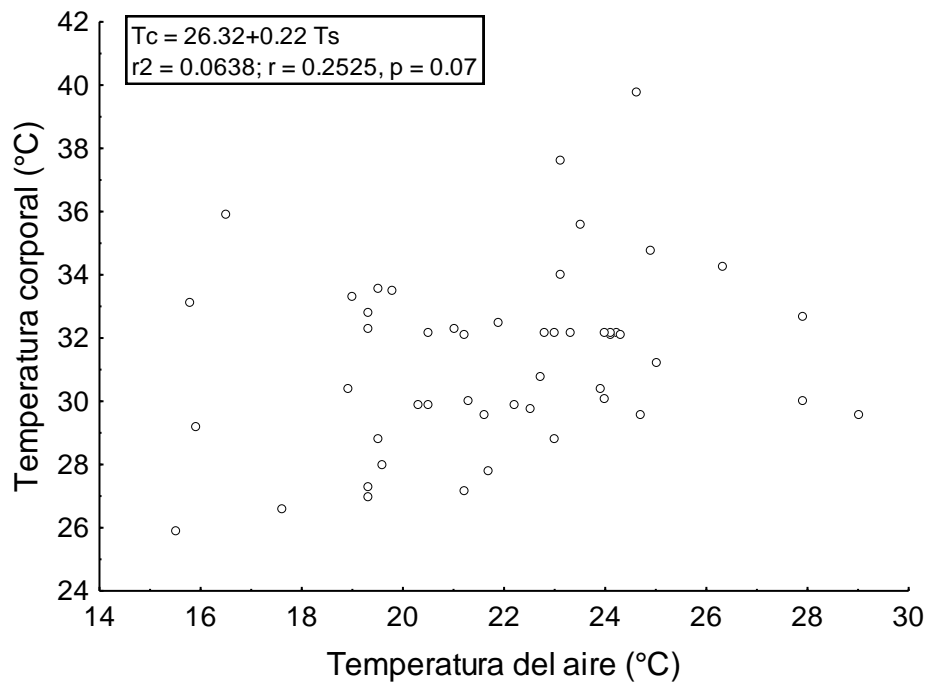
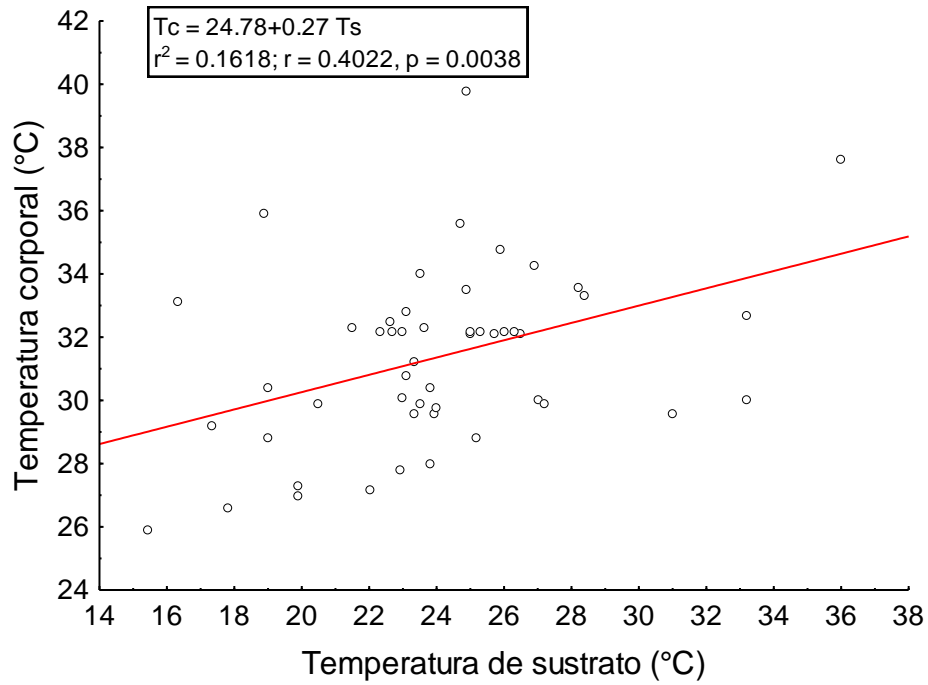


Figura 20. Relación entre temperatura del sustrato y temperatura corporal (arriba), y entre esta y la del aire (abajo), correspondientes a los ejemplares de *Sceloporus formosus* que capturaron mientras se encontraban activos.

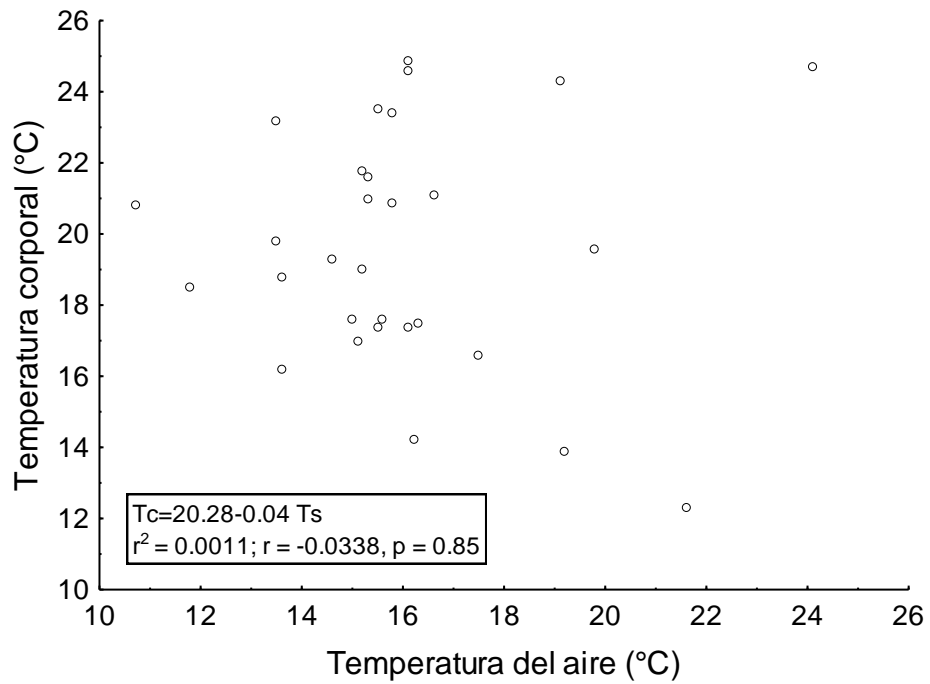
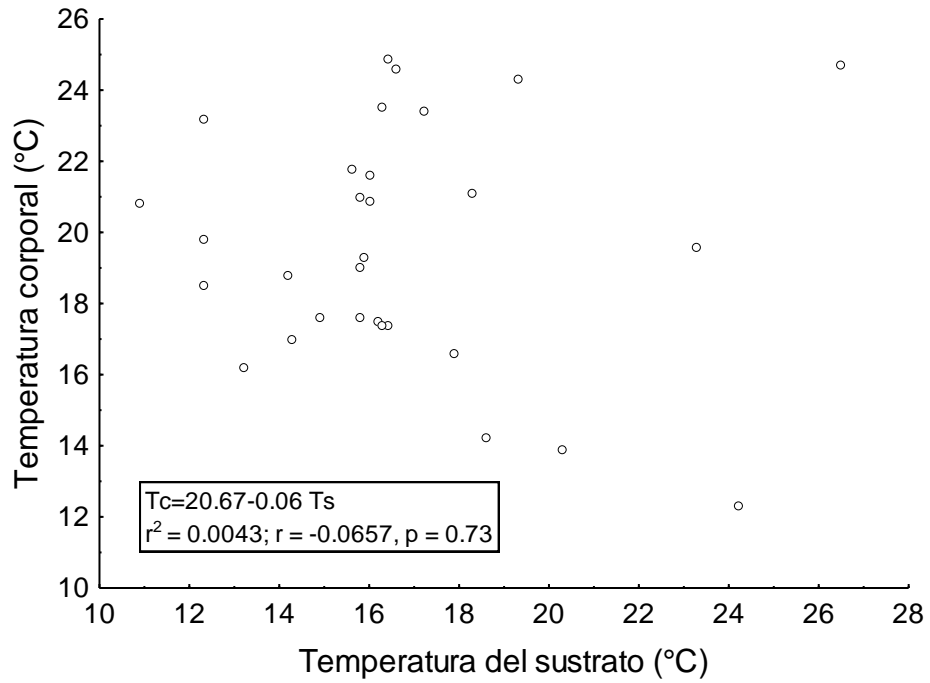


Figura 21. Relación entre temperatura del sustrato y temperatura corporal (arriba), y entre esta y la del aire (abajo), correspondientes a los ejemplares de *Sceloporus formosus* que se capturaron dentro de sus refugios.

Tendencias termorreguladoras método de Hertz *et al.* (1993)

Eficiencia térmica

En la cuadro 8 se muestra los resúmenes estadísticos de las temperaturas seleccionadas (Tsel), los índices de calidad térmica (d_e), de precisión (d_b), y de eficiencia térmica (E) para cada categoría de *Sceloporus formosus*. Si bien los resultados son preliminares (en virtud de los tamaños de muestra pequeños) se observan algunas tendencias generales: (i) el intervalo de temperaturas seleccionadas fue relativamente alto y similar en todas las categorías consideradas, (ii) en las cinco categorías la desviación de la temperatura corporal (d_b) con respecto al intervalo de temperaturas seleccionadas (Tsel) es mucho menor que la desviación de las temperaturas operativas con respecto a este mismo intervalo y (iii) la eficiencia térmica es moderada en todos los casos excepto en las hembras preñadas (varía de 0.47 a 0.64). Esto es, al parecer las hembras preñadas regulan con mayor eficiencia su temperatura corporal. Sin embargo, que solo se recolectaron dos hembras preñadas activas se requieren más datos para confirmar esta tendencia.

Cuadro 8. Intervalos de temperaturas corporales seleccionadas (Tsel C°) y resúmenes estadísticos $\bar{x} \pm ES$ para los índices de exactitud (d_b) y calidad térmica (d_e), también se muestra el valor de eficiencia térmica (E).

Categoría	Tsel (C°)	(d_b)	(d_e)	(E)
Hembras	35.2-37.6	4.87±0.65	9.22±0.87	0.47
Hembras Preñadas	34.1-36.6	0.95±0.95	8.06±0.79	0.88
Hembras Juveniles	35-37.5	3.16±0.42	8.9±0.85	0.64
Machos	35.2-37.2	3.85±1.56	9.26±0.86	0.58
Machos Juveniles	34-36.6	3.78±0.72	8.28±0.82	0.54

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Dimorfismo sexual

En la población de *Sceloporus formosus* de los alrededores del poblado de San Juan del Valle, Puebla, los tamaños promedios de machos y hembras adultas fueron similares (Cuadro 2). Este resultado es similar al reportado por Ramírez-Bautista *et al.* (2005) para una serie 133 de ejemplares de museo de esta misma especie procedentes de los municipios de San Pablo Etlá, San Andrés Huayapam, Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca. Guillette y Sullivan (1985) también midieron la LHC de 108 especímenes de *S. formosus* procedentes de diversos estados de nuestro país (Veracruz, Guerrero, Oaxaca y Puebla) y tampoco encontraron diferencias significativas en el tamaño corporal. El tamaño corporal promedio (\pm 1ES) y los intervalos de variación correspondiente también fueron similares en los tres estudios: las LHC promedio para machos y hembras reportadas por Ramírez-Bautista *et al.* (2005) fueron 64.8 ± 1.4 (47.0-81.0) mm y $64.8 \pm$ (50.0-79.0), respectivamente y los reportados por Guillette y Sullivan: 64.2 ± 6.9 y 59.8 ± 6.8 , en ese mismo orden. La similitud en estos resultados es de esperarse dado el parentesco filogenético de los especímenes: en los tres casos se estudiaron ejemplares de la misma especie.

Sceloporus formosus es similar a algunas otras especies del género respecto a la ausencia de dimorfismo sexual en tamaño como ocurre en *Sceloporus melanorrhinus* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2006). Sin embargo, dentro del género *Sceloporus* la mayoría de las especies presentan dimorfismo sexual en tamaño sesgado hacia los machos, esto es, que estos tienden a ser más grandes que las hembras (Fitch, 1978; Hernández-Salinas *et al.*, 2010; Bustos-Sagal *et al.*, 2011). Si bien algunas especies también muestran dimorfismo sexual sesgado hacia las hembras como en *Sceloporus bicanthalis* (Crisóstomo-Pérez, 2012). Por lo tanto, debido a la ausencia de dimorfismo *Sceloporus formosus* es diferente a la mayoría de las especies de *Sceloporus* estudiadas hasta la fecha.

Diferentes razones pueden explicar la ausencia de dimorfismo sexual en *S. formosus*. Machos y hembras podrían tener roles ecológicos similares. También, la selección natural podría favorecer el aumento en el tamaño corporal en ambos sexos. Por ejemplo, en las hembras el tamaño corporal podría estar positivamente correlacionado con la fecundidad y en los machos un tamaño corporal grande podría aumentar el éxito en conseguir apareamientos. En casos como éstos el resultado sería ausencia de dimorfismo sexual. Evidentemente, es necesario estudiar más a fondo la ecología de esta especie para comprender la naturaleza de este rasgo. Por otro lado, la ausencia de dimorfismo en *S. formosus* parece ser un rasgo derivado en relación a la presencia. El clado *Sceloporus* es diverso (más de 90 especies: Leaché, 2010) y *Sceloporus formosus* es una de las pocas especies que no presentan dimorfismo sexual en (Ramírez-Bautista *et al.*, 1996).

Ramírez-Bautista y Pavón (2009) no encontraron diferencias sexuales significativas en el ancho y largo de la cabeza de *S. formosus*. Contrariamente, en la población de *S. formosus* de San Juan del Valle los machos tuvieron cabezas significativamente más largas y anchas que las hembras. Dado que se trata de una misma especie las diferencias en los resultados obtenidos podrían implicar diferencias en algún o algunos aspectos de la biología de las poblaciones involucradas. Sin embargo, es más probable que las diferencias se deban a la naturaleza de los datos. Ramírez-Bautista y Pavón (2009) examinaron ejemplares procedentes de tres localidades diferentes (separadas unas de otra por alrededor de 20-35 Km, dependiendo el par de poblados que se comparen). Además, examinaron únicamente ejemplares de museo. Estas particularidades pueden aumentar la varianza en los datos morfométricos registrados. Esto es, los datos de Ramírez-Bautista y Pavón (2009) pudieron incluir variación geográfica debida a la medición de lagartijas preservadas en posiciones ligeramente distintas. En consecuencia, la falta de significancia en las diferencias evaluadas por Ramírez-Bautista y Pavón (2009) pudo deberse a una alta variación en sus datos; de hecho, los valores promedio de longitud y ancho de la cabeza reportados por Ramírez-Bautista y Pavón (2009)., (machos: 17.1 ± 0.32 y 14 ± 0.30 mm de largo

y ancho de la cabeza, respectivamente; hembras: 16.6 ± 0.22 y 13.5 ± 0.22 mm, para estas mismas dimensiones) sugieren, al igual que los resultados obtenidos en este estudio, que los machos tienen cabezas más grandes que las hembras.

En muchas especies de lagartijas los machos tienen cabezas más largas y anchas que las hembras (Herrel *et al.* 1996), se han propuesto varias hipótesis para explicar este tipo de dimorfismo. Una hipótesis es selección sexual: una cabeza relativamente grande puede conferir alguna ventaja a su poseedor en encuentros agonísticos con conespecíficos de su mismo sexo y de este modo, tener mayor acceso a las hembras (Vitt y Cooper 1985). Y también es común que el macho tenga que sostener a la hembra durante la cópula, y una cabeza relativamente grande puede facilitar la cópula al mantener más firmemente a la hembra en cierta posición.

Otra hipótesis es selección natural: una manera de disminuir la competencia entre sexos por un recurso (alimento) es a través del reparto del mismo, los machos podrían alimentarse preferentemente con presas relativamente grandes y las hembras con presas de menor tamaño. Las diferencias sexuales en el tamaño de la cabeza resultarían como consecuencia del reparto del recurso, también las diferencias en las dimensiones de una estructura podría ser simplemente debido a diferencias alométricas. No es claro el significado del dimorfismo sexual en el tamaño de la cabeza en *Sceloporus formosus*, es necesario realizar estudios de dieta y comportamiento reproductivo con el fin de evaluar la relevancia de algunas de las hipótesis propuestas. Sin embargo, dado que es una especie altamente territorial es probable que la selección sexual juegue un papel importante.

En *Sceloporus formosus* los machos tienen un patrón de coloración más vistoso que las hembras. Por ejemplo, toda la parte dorsal de los machos es verde mientras que en el caso de las hembras la coloración del dorso es café claro o algo verdosa (pero no muy conspicua). Es factible asumir que estas diferencias están relacionadas con el comportamiento sexual de los organismos. El color verde puede ser fácilmente detectado por diferentes depredadores y por lo tanto debe aumentar grandemente el riesgo de depredación. Esta puede ser la razón principal de que esta especie se sumamente precavida (lo que es más evidente en los machos que en las hembras). Difícilmente una persona puede acercarse más de cuatro metros con respecto a un organismo antes de que éste huya hacia un refugio cercano. De este modo, la ventaja del color puede recaer en su importancia ya sea en el cortejo (atrayendo a consortes potenciales) o en la competencia intrasexual (por ejemplo, como apoyo en el comportamiento de advertencia de que se es dueño de un territorio).

Pueden distinguirse dos morfos distintos en los machos de *S. formosus*. Uno posee la región de la garganta totalmente azul, mientras el otro es azul en la parte posterior y naranja en la anterior (Figura 11b). Es posible que el patrón de coloración de la región de la garganta esté relacionado con algún aspecto de su comportamiento sexual. Por ejemplo, puede significar diferentes estrategias para conseguir pareja. En la lagartija de parches laterales *Uta stansburiana* los machos presentan tres tipos de morfos, uno presenta el color de la garganta naranja, otro la presenta azul y el tercero presenta barras de color amarillo. Sinervo y Lively (1996) notaron que cada morfo posee una estrategia diferente para conseguir hembras (el morfo naranja defiende territorios relativamente grandes, el morfo azul defiende territorios relativamente pequeños y el morfo con barras no defiende ningún territorio). La adecuación de cada morfo con respecto a los otros dos morfos depende de la frecuencia de los mismos (por ejemplo, cuando el morfo con barras es más común tiene ventaja en relación con el morfo azul pero está en desventaja con el morfo naranja). No es claro si algo similar ocurre con los morfos de *Sceloporus formosus*, es necesario examinar más ejemplares con el fin de

detectar si únicamente están presentes dos morfos o si aún hay más. También, es necesario registrar datos referentes a su comportamiento social con el fin de esclarecer apropiadamente el significado biológico de los morfos (si lo hay). Sin embargo, el hecho de que en otras lagartijas los morfos de un sexo tengan papeles diferentes sugiere fuertemente que en *S. formosus* esto puede ser el caso.

Tamaño de Camada

El tamaño de camada promedio de *Sceloporus formosus* en la población de San Juan del Valle fue de 6.84 ± 0.56 (4-10). Guillette y Sullivan (1985) reportaron un tamaño de camada de 7.5 ± 2.0 para esta misma especie, una cifra un poco mayor que la de la población de San Juan del Valle. No es claro si la diferencia realmente es significativa. Guillette y Sullivan (1985) examinaron 27 hembras preñadas procedentes de diferentes estados (no señalaron de que entidades provienen las hembras pero en general los ejemplares que examinaron proceden de cuatro estados diferentes (Oaxaca, Veracruz, Guerrero y Puebla). No especificaron ni la procedencia ni el número de hembras prolíferas, de este modo no es posible conocer si en alguna localidad particular *Sceloporus formosus* deja más descendientes que en otras. Por su parte Fitch (1970) examinó ejemplares procedentes de la región de Chilpancingo Guerrero y reportó que el tamaño de camada varió de 3 a 9 crías (no reportó tamaño de muestra), este grado de variación es similar a al reportado en este trabajo.

El tamaño de camada de *S. formosus* es similar al de algunas lagartijas vivíparas de tamaño corporal parecido o ligeramente más grande (Cuadro 5). Sin embargo, es ligeramente menor a otras especies vivíparas de tallas similares y claramente es menor en comparación con el tamaño de puesta de algunas lagartijas ovíparas (Cuadro 6). El tamaño de camada puede depender en gran parte de la disponibilidad alimenticia, en *Sceloporus torquatus*, por ejemplo, las hembras de la población del Pedregal de San Angel, Distrito Federal, tienen un tamaño de camada mucho menor al de la población de Cerro Gordo, Distrito

Federal (Méndez de la Cruz *et al.* 1992), notaron que en el área del Pedregal el poco suelo existente provoca sequías más fuertes y más prolongadas en comparación con el área del Cerro Gordo y señalaron que esta disimilitud puede explicar en gran parte las diferencias en el tamaño de camada. El tamaño de camada relativamente bajo de *Sceloporus formosus* puede estar relacionado con la productividad total del área involucrada. Sin embargo, es necesario realizar estudios similares al presente en ésta y otras poblaciones de la misma especie para poder inferir si el tamaño de camada está o no influido por algún factor próximo tal como la disponibilidad alimenticia.

Cuadro 9. Tamaño corporal (LHC) y tamaño de camada para algunas lagartijas vivíparas y ovíparas de tamaño similar a *S. formosus*. MR = Modo de reproducción, V = vivíparo, O = ovíparo

Especie	LHC (mm)	MR	Tamaño de camada	Fuente
S. torquatus				
P.de San Angel	90.6 ± 0.06	V	6.5 ± 0.25	Feria-Ortiz <i>et al.</i> (2001)
Cerro Gordo	92.6	V	11.3	Méndez de la Cruz <i>et al.</i> (1992)
S. mucronatus	≈ 85.0	V	5.1 ± 0.24	Méndez de la Cruz <i>et al.</i> (1988)
S. poinsetti				
Texas	≈ 85.0	V	10.9	Ballinger (1973).
Mapimí, Durango	85.8 ± 1.30	V	6.3	Gadsden <i>et al.</i> (2005)
S. jarrovi				
Arizona	70.7 ± 0.97	V	10.5	Ballinger (1973)
Norte-Centro de México	≈ 70.0	V	3-11	Ramírez Bautista (2002)
S. formosus	69.1 ± 1.10	V	6.8 ± 0.56	Este estudio
S. clarcki	84.1 ± 1.60	O	8.2 ± 1.00	Fitch (1970)
S. melanorhinus	87.9 ± 1.20	O	7.7	Ramírez Bautista <i>et al.</i> (2006)
S. utiformis	63.8 ± 0.50	O	6.9 ± 0.28	Ramírez Bautista y Gutierrez Mayen (2003)

Ecología térmica

Los promedios de las temperaturas corporales de las lagartijas de *Sceloporus formosus* activas correspondientes a las diferentes categorías analizadas (machos adultos, hembras adultas, etc.) variaron de 30.2 a 32.9. Estas temperaturas corporales promedio son muy similares a las mantenidas por diferentes especies de lagartijas del género *Sceloporus* (Cuadro 6). Esto confirma la observación hecha por varios autores (Bogert, 1949; Crowley, 1985; Adolph, 1990) respecto a que este género es térmicamente conservativo. Todas o casi todas las especies de *Sceloporus* exhiben perfiles térmicos similares a pesar de las diferencias grandes en la ecología y distribución de las mismas (Algert *et al.* 2002).

Cuadro 10. Temperatura corporal promedio de diferentes poblaciones y lagartijas del género *Sceloporus*. MR = modo reproductivo, V = vivíparo, O = Ovíparo.

Especie	LHC (mm)	MR	Temperatura corporal (°C)	Fuente
S. palaciosi	52.13 ± 0.57	V	31.26 ± 0.37	Díaz-Mendoza J. I. (2012)
S. jarrovi				
Arizona	>40	V	33.6 ± 0.02	Middenfort y Simon (1988)
Arizona	74.4	V	32.1 ± 0.10	Mathies y Andrews (1997)
Arizona	67.2 ± 0.40	V	31.8 ± 0.10	Smith y Ballinger (1994)
S. formosus	69.1 ± 1.10	V	31.87 ± 0.60	Este estudio
S. anahuacus	43.22 ± 0.65	V	28.32 ± 0.58	Ávila-Bocanegra (2004)
S. undulatus	50.38 ± 0.80	O	35.2 ± 0.20	Lemos-Espinal <i>et al.</i> (2003)
S. grammicus	47.21 ± 0.62	V	31.43 ± 0.10	Woolrich Piña <i>et al.</i> (2006)

La temperatura corporal promedio de las hembras preñadas fue más alta que la de las otras categorías estudiadas. Si bien únicamente se tomaron datos para dos hembras preñadas parece poco probable que se trate de hembras sobrecalentadas. Se espera que el grado de variación en las temperaturas corporales de las hembras preñadas sea menor que en las no preñadas o en los machos, debido a que temperaturas variantes pueden dañar el desarrollo embrionario.

Las temperaturas mantenidas por las hembras preñadas sugieren que la temperatura bajo la cual los embriones se desarrollan mejor es más alta que la mantenida por las hembras adultas no preñadas (y las demás categorías), en este aspecto es similar a *Haplodactylus maculatus*. En esta especie las hembras preñadas mantienen temperaturas corporales más altas que las hembras posparto o las hembras no preñadas, lo que sugiere que la temperatura que requieren los embriones para su desarrollo es alta en comparación con las temperaturas que se requieren para realizar la mayoría de las actividades cotidianas (Rock *et al.*, 2002).

Tendencias termorreguladoras:

Las pendientes de las rectas de regresión obtenidas para las relaciones temperatura corporal-temperatura del sustrato, temperatura corporal-temperatura del aire, ya sea para organismos activos o inactivos, fue relativamente baja (Figuras 20 y 21). En consecuencia, de acuerdo al criterio de Huey y Slatkin (1976) *Sceloporus formosus* sí realiza comportamientos tendientes a regular la temperatura de su cuerpo. De hecho se trata de organismos heliotérmicos. Comúnmente se les observa asoleándose en alguna percha expuesta (sobre todo en las mañanas). Pueden evitar el sobrecalentamiento simplemente retirándose a sitios sombreados cuando la temperatura de su cuerpo rebase ciertos límites.

La temperatura corporal de los organismos inactivos fue mayor que la del sustrato en el cual se encontraba; en ocasiones la diferencia fue de alrededor de 6 o más grados centígrados. La razón para esta variación en las diferencias de temperatura puede deberse a diferencias en los tiempos de permanencia en los refugios. Un organismo que tiene poco tiempo de retirarse a un refugio (por decir unos 10 minutos) mantendrá aún una temperatura relativamente alta a pesar de que su sustrato sea fresco. Por el contrario si el organismo ya tiene mucho tiempo (por decir una hora) de estar en su refugio su temperatura ya habrá disminuido hasta niveles cercanos a la temperatura de su sustrato.

No es posible conocer el tiempo que lleva un organismo en su refugio en el momento de su captura pero es factible suponer que el tiempo de permanencia variará de un organismo a otro y esto puede explicar la falta de relación entre la temperatura corporal y la del sustrato; los organismos inactivos evidentemente no estarían termorregulando y de acuerdo con el criterio de Huey y Slatkin (1976) deberían encontrarse una relación “temperatura corporal-temperatura del sustrato” positiva, con una pendiente de la recta de regresión involucrada cercana o igual a 1.0.

Por otra parte, con el fin de saber cuál es la eficiencia térmica de los organismos en este estudio, se utilizó el modelo propuesto por Hertz (1993), este modelo fue diseñado para evaluar la eficiencia termorregulatoria de una especie (si el organismo en estudio termorregula o no); un valor alto en la eficiencia (E) indica que la especie es termorreguladora y puede mantener su temperatura corporal dentro de un intervalo de temperatura, donde este puede realizar mejor sus funciones vitales.

Los índices de eficiencia que se obtuvieron en este estudio es moderada en todos los casos (machos adultos y jóvenes 0.54 y 0.58, respectivamente), excepto en las hembras preñadas (0.88). Esto es, al parecer las hembras preñadas regulan con mayor eficiencia su temperatura corporal. Sin embargo, se requieren más datos para confirmar esta tendencia. Los valores de la eficiencia para todas las categorías se acercan más a 1 que a 0, lo que sugiere que los organismos tienden a regular la temperatura de sus cuerpos con alguna eficiencia.

Estatus de la especie

De acuerdo a las listas de NOM-059 y CITES esta especie no se encuentra en ningún *estatus* de riesgo (ver descripción de la especie). Sin embargo, esto puede deberse a que hasta la fecha no se han realizado estudios poblacionales con esta especie, como ocurre con otras especies de lagartijas. *Sceloporus formosus* puede ser altamente vulnerable a la alteración de su hábitat, en la UICN se menciona que su hábitat está siendo afectado por el uso de la tierra para agricultura y ganado. También, en el área de estudio existen grandes extensiones de tierra destinadas a ganadería y cultivos agrícolas, de este modo, es posible que una re-evaluación más cuidadosa la incluya en alguna categoría de riesgo.

CONCLUSIONES

- ✎ Se encontró dimorfismo sexual en *Sceloporus formosus*, los machos tienen cabezas más largas y más anchas que las hembras. También existe dimorfismo marcado en el patrón de coloración. Es necesario realizar estudios adicionales con el fin de esclarecer con fiabilidad el significado del dimorfismo sexual.
- ✎ El tamaño de camada promedio de la población de *Sceloporus formosus* de San Juan del Valle (6.84 ± 0.56) es pequeño en comparación con el tamaño de puesta de lagartijas ovíparas y/o vivíparas de tamaño similar que viven en ambientes relativamente productivos.
- ✎ La temperatura corporal mantenida por *Sceloporus formosus* en los alrededores del poblado de San Juan del Valle, Puebla ($\bar{x} = 31.87$ °C) es muy similar a la mantenida por otras especies del género *Sceloporus*.
- ✎ *Sceloporus formosus* de alguna manera regula su temperatura corporal, mientras esta activa mantiene su temperatura corporal dentro de ciertos límites a pesar de las fluctuaciones en la temperatura ambiental.
- ✎ Los datos obtenidos sugieren que las hembras preñadas regulan más eficientemente su temperatura corporal que los machos y las hembras no preñadas.
- ✎ *Sceloporus formosus* no se encuentra en ningún riesgo de amenaza evidente. Se necesita más investigación taxonómica y ecológica para confirmar si aún en estos tiempos puede considerarse como una especie no afectada por las actividades humanas.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Adolph, S. C. 1990. Influence of behavioral thermoregulation on microhabitat use by two *Sceloporus* lizards. *Ecology* 71:315–327.

Angert A. L., Hutchison D., Glossip D., and Losos J. B. 2002. Microhabitat Use and Thermal Biology of the Collared Lizard (*Crotaphytus collaris collaris*) and the Fence Lizard (*Sceloporus undulatus hyacinthinus*) in Missouri Glades. *Journal of Herpetology*, 36 (1): 23–29.

Andrews R. M., F. R. Méndez de la Cruz, y M. Villagrán-Santa Cruz. 1997. Body temperatures of female *Sceloporus grammicus*: Thermal stress or impaired mobility? *Copeia* pp.: 108-115.

Anguilletta M. J. Jr., L. G. Montgomery y Y. L. Werner. 1999. Temperature preference in geckos: diel variation in juveniles and adults. *Herpetologica* 55: 212-222.

Ávila-Bocanegra L. E. 2004. Ecología térmica de una población de la lagartija *Sceloporus anahuacus* (Sauria: Iguanidae) que ocurre en el Noreste del estado de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.

Ballinger, R. E. 1973. Comparative Demography of Two Viviparous Iguanid Lizards (*Sceloporus jarrovi* and *Sceloporus poinsettii*). *Ecology* 54: 269-283.

Beuchat C. A. 1986. Reproductive influences on thermoregulatory behavior of a live-bearing lizard. *Copeia* pp.: 971-979.

Beuchat C. A. 1988. Temperature effects during gestation in a viviparous lizard. *Journal of Thermal Biology* 13:135-142.

Bogert, C. M. 1949. Thermoregulation in reptiles—a factor in evolution. *Evolution* 3:195–211

Bustos-Sagal M. G., Méndez-de la Cruz F. R., Castro-Franco R., Villagrán-Santa Cruz M. 2011. Ciclo reproductor de *Sceloporus ochoterenae* en el estado de Morelos, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 82: 589-597.

Butler M.A., W. Schoener, y J.B. Losos. 2000. The Relationship between Sexual Size Dimorphism and Habitat Use in Greater Antillean Anolis Lizards. Evolution, 54(1): 259–272.

Butler M.A. y J.B. Losos. 2002. Multivariate Sexual Dimorphism, Sexual Selection and Adaptation in Greater Antillean Anolis Lizards. Ecological Monographs, 72 (4): 541–559.

Canseco-Márquez, L., Mendoza-Quijano, F. y Ponce-Campos, P. 2011. *Sceloporus formosus*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 22 February 2011.

Cox, R. M. S. L. Skelly, y H. B. J. Alder 2003. A comparative test of adaptive hypotheses for sexual size dimorphism in lizards. Evolution, 57; 1653-1669.

Crisóstomo Pérez M. 2012. Actividad reproductiva anual de *Sceloporus bicanthalis* (Squamata: Phrynosomatidae) en una comunidad de bosque de pino-encino. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM.

Crowley, S. R. 1985. Thermal sensitivity of sprinting in the lizard *Sceloporus undulatus*: support for a conservative view of thermal physiology. Oecologia 66:219–225.

Díaz-Mendoza J. I. 2012. Biología térmica, actividad y uso del micro hábitat de la lagartija *Sceloporus palaciosi* (sauria: Phrynosomatidae) en los dinamos de la Magdalena Contreras. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM.

Dufaure J. P. y J. Hubert 1961. Table de developement du lizzard vivipare: *Lacerta (Zootica) vivipara* Jacquin. Archives Anatomie Microscopie Morphologie Experimental 50: 309-328.

Dunham, A. E., D. B. Miles y D. N. Reznick 1988. Life History Patterns in Squamata Reptiles. 16 (1): pp. 441–511.

Dunham A. E. 1994. Population responses to global change: Physiologically structured models, operative environments, and population dynamics.

Feria-Ortiz M, A Nieto-Montes De Oca y IH Salgado-Ugarte (2001) Diet and reproductive biology of the viviparous lizard *Sceloporus torquatus* (Squamata: Phrynosomatidae). *Journal of Herpetology* 35: 104-112.

Fitch, H. S. 1970. Reproductive Cycles in Lizards and Snakes. University of Kansas, Museum of Natural History 52: 12–74.

Fitch, H. S. 1978. Sexual Size Differences in the Genus *Sceloporus*. Miscellaneous publication of the museum of Natural History, University of Kansas, 51:441-461.

Fitch, H. S. 1981. Sexual Size Differences in Reptiles. Miscellaneous publication of the museum of Natural History, University of Kansas, 70:1-72.

Flores-Villella / McCoy, C. J., ed. 1993. Herpetofauna Mexicana: Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes, y nuevas especies. Carnegie Museum of Natural History Special Publication, no. 17. Carnegie Museum of Natural History. Pittsburgh, Pennsylvania, USA.

Gadsden H., Rodríguez-Romero F., Méndez de la Cruz F. R., Gil-Martínez R. 2005. Ciclo Reproductor de *Sceloporus poinsetti* Baird y Girard 1852 (Squamata: Phrynosomatidae) en el Centro del Desierto Chihuahuense, México. Acta Zoológica Mexicana, Año/vol. 21, No. 3, Instituto de Ecología A.C. Xalapa México, pp. 93-107.

Guillette, L. J. y Casas-Andreu. 1980. Fall reproductive activity in the high altitude Mexican lizard, *Sceloporus grammicus microlepidotus*. *Journal of Herpetology*, 14 (2): 143-147.

Guillette, L. J. y Sullivan, W. P. 1985. The Reproductive and Fat Body Cycle of the Lizard, *Sceloporus formosus*. *Journal of Herpetology*, 19 (4): 474-480.

Hernández-Salinas U., Ramírez-Bautista A., Leyte-Manríquez A., Smith G. R. 2010. Reproduction and Sexual Dimorphism in two Populations of *Sceloporus grammicus* (Sauria: Phrynosomatidae) from Hidalgo, Mexico. *Herpetologica*, 66: 12–22.

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

Herrel A., L. Spithoven, R. Van Damme y F. De Vree.1999. Sexual Dimorphism of Head in *Gallotia galloti*: Testing the Niche Divergence Hypotesis by Functional Analyses. *Functional Ecology* 13: 289-297.

Hertz, P. E., Huey R. B. y R. D. Stevenson. 1993. Evaluating temperature regulation by field-active ectotherms: the fallacy of the inappropriate question. *The American Naturalist* 142: 796-818.

Hertz, P. E. 2004. Evaluating thermal resource partitioning. *Oecologia* 2004: 1432-1939.

Huey R. B. 1982. Temperature, physiology and the ecology of reptiles. In *Biology of the Reptilia*, vol. 12, C. Gans y F. H. Pough (Eds). Academic Press, London. P. 25-92.

Huey R. B. y M. Slatkin. 1976. Costs and benefits of lizard thermoregulation. *Quarterly review of Biology* 51: 363-384.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (INEGI) Promedios mensuales de temperatura y precipitación. Consultado el 22 de enero de 2011. Disponible on line URL. <http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=geo&c=909>.

Leaché A. D. 2010. Species trees for spiny lizards (Genus *Sceloporus*): Identifying points of concordance and conflict between nuclear and mitochondrial data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 54:162–171.

Lemos-Espinal J. A., G. R. Smith y R. E. Ballinger. 1997. Thermal ecology of the lizard, *Sceloporus gadoviae*, in an arid tropical scrub forest. *Journal of Arid Environments* 35: 311-319.

Lemos-Espinal J. A., Smith G. R., Ballinger R. E., Smith Hobart M. 2003. Ecology of *Sceloporus undulatus speari* (Sauria: Phrynosomatidae) from North-Central Chihuahua, Mexico. *Papers in Herpetology University of Nebraska – Lincoln*.

Manríquez-Moran. 1995. Estrategias reproductoras en las hembras de dos especies hermanas de lacertilios: *Sceloporus aeneus* y *S. bicanthalis*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias UNAM.

Mathies T. And Andrews R. M., 1997. Influence of Pregnancy on the Thermal Biology of the Lizard, *Sceloporus jarrovi*: Why do Pregnant Females Exhibit Low Body Temperatures. *Functional Ecology*, 11 (4): 498-507.

Méndez de la Cruz F. R., Guillette L. J., Villagrán Santa Cruz M., Casas-Andreu G. 1988. Reproductive and fat body cycles of the Viviparous Lizard, *Sceloporus mucronatus* (Sauria: Iguanidae). *Journal of Herpetology*, 22 (1): 1-12.

Méndez de la Cruz F. R., Feria-Ortiz M., Cuellar O. 1992. Geographic variation of Reproductive Traits in a Mexican Viviparous Lizard, *Sceloporus Torquatus*. *C.R. Soc. Biogeography*. 68 (4): 149-156.

Middendorf G. A. and Simon C. A. 1988. Thermoregulation in the Iguanid Lizard *Sceloporus jarrovi*: The Influences of Age, Time, and Light Condition on Body Temperature and Thermoregulatory Behaviors. *The Southwestern Naturalist*, 33 (3): 347-356.

Ortega A. and H.Barbault. 1984. Reproductive cycles in the Mesquite lizard, *Sceloporus grammicus*. *Journal of Herpetology* 18:168-175.

Pianka E.R. 1986. Ecology and Natural History of Desert Lizard. Princeton University Press. Princeton, New Jersey 150-167.

Porter K. R. 1972. Herpetology. Department of Biological sciences. The University of Denver 401-404.

Ramírez-Bautista A, Guillette L. J., Gutiérrez-Mayén G. y Uribe-Peña Z. 1996. Reproductive biology of the lizard *Eumeces copei* (Lacertilia; Scincidae) from the Eje Neovolcánico, Mexico. *Southwestern Naturalist* 41: 103-110

Ramírez-Bautista, A., C. Balderas-Valdivia, y L. J. Vitt. 2000. Reproductive ecology of the whiptail lizard *Cnemidophorus lineatissimus* (Squamata: Taiiidae) in tropical dry forest. *Copeia* 2000. 712-722.

Ramírez-Bautista A, O Ramos-Flores y JW Sites Jr. 2002 Reproductive cycle of the spiny lizard *Sceloporus jarrovi* (Sauria: Phrynosomatidae) from north-central México. *Journal of Herpetology* 36: 225-233.

Ramírez-Bautista A. y Olvera-Becerril V. 2004. Reproduction in the Boulder Spiny Lizard, *Sceloporus pyrocephalus* (Sauria: Phrynosomatidae), from a tropical dry forest of Mexico. *The Southwestern Naturalist*.47: 205-214.

Ramírez-Bautista A, Ca Maciel-Mata y Ma Martínez-Morales. 2005 Reproductive cycle of the viviparous lizard *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae) from Pachuca, Hidalgo, México. *Acta Zoológica Sinica* 51: 998-1005.

Ramírez-Bautista A., Luja V. H., Balderas-Valdivia C., Ortiz-Pulido R. 2006. Reproductive Cycle of Male and Female Spiny Lizards, *Sceloporus melanorhinus*, In a Tropical Dry Forest. *The Southwestern Naturalist* 51:157–162

Ramírez-Bautista A, y Numa P. Pavón. 2009 Dimorfismo sexual y ciclo reproductivo de la lagartija espinosa arbórea *Sceloporus formosus* Wiegmann (Squamata: Phrynosomatidae) de la zona central del estado de Oaxaca, México. *Revista Chilena de Historia Natural* 82: 553-563.

Rodríguez-Romero R., Méndez F. R., García-Collazo R., y Villagrán-Santa Cruz M. 2002. Comparación del esfuerzo reproductor en dos especies hermanas del género *Sceloporus* (Sauria. Phrynosomatidae) con diferente modo reproductor. *Acta Zoológica Mexicana*.85: 181-188

Rock, J., A. Cree, And R. M. Andrews. 2002. The effect of reproductive condition on thermoregulation in a viviparous gecko from a cool climate. *Journal of Thermal Biology* 27:17–27.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México. 432 pp.

Sinervo, B. and Lively C.M. 1996. The rock-paper-scissors game and the evolution of alternative male strategies. *Nature* 388: 240 - 243.

Shawn, S., J. Sartorius, P. S. do Amaral, R. D. Durtsche, and C. M. Deen y W. I. Lutterschmidt. 2002. Thermoregulatory accuracy, precision, and effectiveness in two sand-dwelling lizards under mild environmental conditions. *Canadian Journal of Zoology* 80: 1966-1976.

Shine, R. y Madsen. 1996. Is thermoregulation unimportant for more reptiles? An example using water phytoms, *Liasis fuscus*. In tropical Australia. *Physiological Zoology*. 69: 252-269.

Shine, R., S. Keogh, P. Doughty y H. Giragossyan. 1998. Costs of reproduction and the evolution of sexual dimorphism in a “flying lizard” *Draco melanopogon* (Agamidae). *J. Zool., Lond.* 246: 203-213.

Shine, R. 1989. Ecological causes for the evolution of sexual dimorphism: a review of the evidence. *Quart. Review Biology* 64:419-461.

Smith, H. M. 1939. The Mexican and Central American lizards of the genus *Sceloporus*. Field Museum of Natural History. Vol. 26. Tomo 1. 237p.

Smith G. R., Ballinger R. E y Congdon J. D. 1993. Thermal ecology of the high-altitude bunch grass lizard, *Sceloporus scalaris*. Canadian Journal of Zoology 71: 2152-2155.

Smith G. R. y Ballinger R. E. 1994. Temperature Relationships in the High-Altitude Viviparous Lizard, *Sceloporus jarrovi*. American Midland Naturalist, Vol. 131, No. 1, pp. 181-189.

Smith G. R., J. A. Lemos-Espinal y R.E. Ballinger. 1997. Sexual Dimorphism in Two Species of Knob Scaled Lizard (Genus *Xenosaurus*) From Mexico. Herpetologica 53 200-205.

Stamps J.A. 1977. The Relationship between Resource Competition, Risk, and Aggression in a Tropical Territorial Lizard. Ecology 58(2): 349-358.

Stebbins R.C., J.M. Lowenstein y N.W. Cohen. 1967. A Field Study of the Lava Lizard (*Tropidurus albemarlensis*) in the Galápagos Island. Ecology 48(5): 839-851.

Stewart J. R. 1984. Thermal biology of the live bearing lizard *Gerrhonotus coeruleus*. Herpetologica 40: 349-355.

Tinkle, D. W. 1972. The dynamics of a Utah population of *Sceloporus undulatus*. Herpetologica 28: 351-356.

Vitt L. J. y J. D. Congdon 1978. Body shape, reproduction effort, and relative clutch mass in lizards: Resolution of a paradox. American Naturalist 112: 595-608.

Vitt L. J. y Price H. J. 1982. Ecological and evolutionary determinants of relative clutch mass in lizards. Herpetologica 38: 237-255.

Vitt, L. J. 1983. Reproduction and sexual dimorphism in the tropical Teiid lizard *Cnemidophorus ocellifer*. *Copeia* 1983 (2): 359-366.

Vitt L. J., Cooper William E. 1985. The evolution of sexual dimorphism in the skink *Eumeces laticeps*: an example of sexual selection *Canadian Journal of Zoology*, 63: 995-1002.

Wiens J. J., Kuczynski C. A., Arif S., Reeder T. W. 2010. Phylogenetic relationships of phrynosomatid lizards based on nuclear and mitochondrial data, and a revised phylogeny for *Sceloporus*. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 54 150–161.

Woolrich Piña G. A., Lemos-Espinal J. A., Oliver-López L., Calderón-Méndez M., González-Espinosa J. E., Correa- Sánchez F., Montoya-Ayala R. 2006. Ecología térmica de una población de la lagartija *Sceloporus grammicus* (Iguanidae: Phrynosomatidae) que ocurre en la zona centro-oriente de la ciudad de México. *Acta Zoológica Mexicana*, 22 (2): 161-300.

Zug G. R., L. J. Vitt y J. P. Caldwell. 2001. *Herpetology: An introductory biology on amphibians and reptiles*. Segunda edición. Academic Press, San Diego, California. E.E.U.U.