



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA

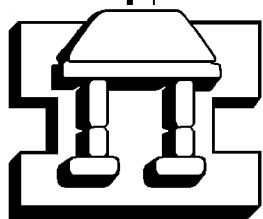
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

Ecología térmica de una población de la lagartija *Sceloporus anahuacus*
(Sauria: Iguanidae) que ocurre el Noroeste del estado de México.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
BIÓLOGO
PRESENTA
LUIS ENRIQUE AVILA BOCANEGRA

DIRECTOR DE TESIS: DR. JULIO A. LEMOS ESPINAL



IZTACALA

LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO 2004



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.

Dedicatorias

A mis sobrinos.

Rogelio y Arturo, este trabajo se lo dedico a ustedes, ya que con su corta edad han llenado de alegría mi vida, la de sus padres y abuelos. Esperando que esta tesis sea un aliciente para su desarrollo personal y profesional.

A mis hermanos.

Arturo y Verónica que de una u otra manera han estado a mi lado y a sus respectivos esposos **Alejandra y Rogelio**.

A mis padres.

L. Enrique y Rosa Isela, por su apoyo incondicional, ya que con tantos esfuerzos me brindaron lo que estuvo a su alcance para poder terminar mis estudios.

Gracias a todos los Quiero.

A mis amigos.

Ilich “el compadro”, Lula “la comadre”, Curi “compadre”, Mario “chaparrito”, “Goyo”, Fernando “negrito”, Susana, kibosh, Moisés, Sandra “la novia de Felipe”, Felipe, Ruben D. ”Patás”, Angélica, Xochitl “la Miss”. Con los cuales he compartido muchas experiencias y tal vez la que más nos ha marcado en nuestras vidas, aquellos 9 meses en los cuales formamos una gran familia, y todos aquellos que por el momento sus nombres se me escapan de la mente.

Tomas, Alfredo “Palencia”, Lalo y Jenny García, Hector, Luis Jesús, Lalo Benavides, Guillermo, Abraham “feno”, Santiago “chago”, Ángel “lobo”, Nancy, Erika “larva”, Monica, Alma, compañeros de estudios, practicas donde nos divertimos y aprendimos.

Lupita, Manuel, Gillian, Edgar “payaso”, José Luis “cadáver”, Gonzalo “zorrillito”, Mónica, Israel “cuas” y todos aquellos compañeros de primera etapa con los cuales nos divertimos y compartimos gratas experiencias.

José Luis Rivera, Sergio Parrales, entrenadores de los equipos de Voleibol, femenino y varonil respectivamente, a Liliana, Masiel, Nancy, Daniel y Julio Chagoza, Danielito, integrantes de los equipos representativos

A todos ellos y a los que faltaron, muchas gracias por brindarme su amistad y comprensión

Agradecimientos

Al director de esta Tesis. Dr. Julio A. Lemos Espinal, por hacer posible la realización de esta y por sus comentarios para mejorar este trabajo.

Al jefe de la carrera de Biología. Dr. Sergio Chazaro Olvera por sus comentarios para con esta Tesis y por la agilización de trámites de Titulación.

A el Biol. Tizoc Altamirano Alvarez, por sus observaciones para mejoramiento de este trabajo.

A el Biol. Felipe Correa, por sus acertadas correcciones y observaciones para este trabajo.

A el Biol. Guillermo Woolrich Piña, por todas sus atenciones hacia este trabajo, que sin sus comentarios y correcciones esta Tesis no se hubiese realizado y por su amistad. Por el apoyo que me brindaste durante todo el tiempo que trabajé contigo

A todos mis profesores durante la duración de mis estudios me empaparon de sus conocimientos, a los trabajadores de la FES-Iztacala que me han brindado su amistad.

A todos ellos muchas gracias no los defraudaré.

INDICE

RESUMEN.....	;	ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
INTRODUCCIÓN.....	;	ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANTECEDENTES.	;	ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.	;	ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
<i>Localización.</i>	;	Error! Marcador no definido.
<i>Fisiografía.</i>	;	Error! Marcador no definido.
<i>Clima.</i>	;	Error! Marcador no definido.
<i>Vegetación.</i>	;	Error! Marcador no definido.
<i>Hidrografía.</i>	;	Error! Marcador no definido.
DESCRIPCIÓN DEL ORGANISMO DE ESTUDIO.	;	ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
JUSTIFICACIÓN.	;	ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
OBJETIVO GENERAL:	;	ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
Objetivos particulares:	;	Error! Marcador no definido.
MATERIAL Y MÉTODOS.....	;	ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
RESULTADOS.....	;	ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	;	ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
CONCLUSIONES.....	;	ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
REFERENCIAS.	;	ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

Resumen

Los lacertilios regulan su temperatura corporal por medio de mecanismos conductuales y fisiológicos. En el presente trabajo, se estudió la ecología térmica de una población de la lagartija *Sceloporus anahuacus* que ocurre al NO del Estado de México. La longitud hocico-cloaca (LHC) para estos organismos promedió 43.22 ± 0.65 mm ($n = 120$). La T_c que promedió esta población fue de 28.32 ± 0.47 , observándose una correlación positiva, pero no significativa entre la temperatura corporal (T_c) y la LHC ($r^2 = 0.03$, $P = 0.48$, $n = 120$). Por otra parte, se observó una correlación positiva y significativa entre la T_c presentada por los lacertilios y la temperatura del aire (T_a), ($T_c = 1.9362 + 1.3184 T_a$; $r^2 = 0.545$, $P < 0.0001$; $n = 120$), así como la temperatura del sustrato (T_s), ($T_c = 1.3803 + 1.3791 T_s$; $r^2 = 0.596$, $P < 0.0001$; $n = 120$) ocupado por estas lagartijas. Por otro lado, se observaron diferencias significativas entre la temperatura corporal presentada por ambos sexos (ANCOVA con la T_s como covariable $F_{1, 118} = 23.737$, $P < 0.0001$) y por hembras preñadas y no preñadas (ANCOVA con la T_s como covariable $F_{1, 78} = 12.515$, $P < 0.0007$). Estos resultados sugieren que *Sceloporus anahuacus*, en esta población, presenta una tendencia hacia el termoconformismo debido a las restricciones ambientales, y por otro lado, el estadio reproductivo puede influir, tanto de manera fisiológica, como de manera conductual, la temperatura corporal presentada por las hembras.

Palabras clave: *Sceloporus anahuacus*, termorregulación, termoconformismo, temperatura corporal, ecología térmica, Estado de México, estadio reproductivo.

Introducción.

En 1944 Cowles y Bogert iniciaron el estudio de la termorregulación en lagartijas, este trabajo junto con los realizados por Bogert (1949a y 1949b) fueron la base para el desarrollo de las investigaciones sobre ecología térmica en lacertilios. Un gran número de estos trabajos han tenido un enfoque comparativo tratando de explicar cuales son las causas ecológicas y/o evolutivas que dan como resultado las temperaturas de actividad que actualmente presentan las diferentes especies de lagartijas (Bogert, 1949a y 1949b; Brattstrom, 1965; Ballinger *et al.*, 1970; Huey y Webster, 1976; Hertz *et al.*, 1979; Huey, 1982; Lemos-Espinal y Ballinger, 1995; Adolph, 1990; Lemos-Espinal *et al.*, 1997a, 1997b, 1997c, 1997e, 1997f, 1998, 2001). En la actualidad, las preferencias de temperatura han sido relacionadas con procesos fisiológicos, más aun, se ha probado que la temperatura influye fuertemente en las características de historias de vida mostradas por las lagartijas, tales como: tamaño de la cría al nacer, sobrevivencia de las hembras preñadas, fecundidad, tasa de crecimiento corporal, tiempo de actividad, etc. (Huey y Slatkin, 1976; Beuchat y Ellner, 1987; Beuchat, 1988; Dunham *et al.*, 1989; Grant y Dunham, 1989, 1990; Sinervo y Adolph, 1989; Adolph y Porter, 1993.; Zug, 1993; Smith y Ballinger, 1994; Zug *et al.*, 2001; Woolrich-Piña, 2002).

Los estudios sobre la temperatura crítica (temperatura a la cual los organismos pueden desarrollar normalmente sus funciones) explican muchos aspectos de la ecología de las lagartijas (Bogert, 1949a). La temperatura corporal de estos organismos es determinada por el calor obtenido directamente del ambiente físico a través de mecanismos como: radiación,

convección o conducción (Zug *et al.*, 2001). Con muy pocas excepciones, la temperatura corporal de las lagartijas está restringida por el intervalo de condiciones de temperatura que se presentan en el ambiente. Adicionalmente, aunque las lagartijas tienen la capacidad de regular su temperatura corporal a través de su comportamiento, los ambientes donde estos organismos viven son térmicamente variables, de tal forma que su temperatura corporal es igualmente variable (Ballinger *et al.*, 1970). Las variaciones en las temperaturas corporales de las lagartijas pueden ser asociadas con variaciones en los periodos de desarrollo de huevos o embriones, tasas de digestión, velocidades de escape, etc (Huey y Slatkin, 1976; Beuchat y Ellner, 1987; Beuchat, 1988; Dunham *et al.*, 1989; Grant y Dunham, 1989, 1990; Sinervo y Adolph, 1989; Adolph y Porter, 1993; Smith y Ballinger, 1994; Zug, 1993; Zug *et al.*, 2001).

La posición del cuerpo durante los periodos de asoleo es el mejor ejemplo de esta situación (ver figura 1); otros ejemplos incluyen poner en contacto el cuerpo con superficies calientes o frías para adquirir la temperatura de dichas superficies (Zug *et al.*, 2001; González-Espinosa, 2002). El primer ejemplo incluye a todos organismos conocidos como ectotérmos heliotérmos (aquellos que adquieren su temperatura a través de los rayos solares: ejem. lagartijas sceloporinas), y el segundo grupo conforma a los conocidos como ectotérmos tigmotérmos (aquellos que adquieren su temperatura a través de contacto: ejem. geckos (Bogert, 1949a), lacertilios pertenecientes al género *Xenosaurus* (González-Espinosa, 2002; Woolrich-Piña, 2002).

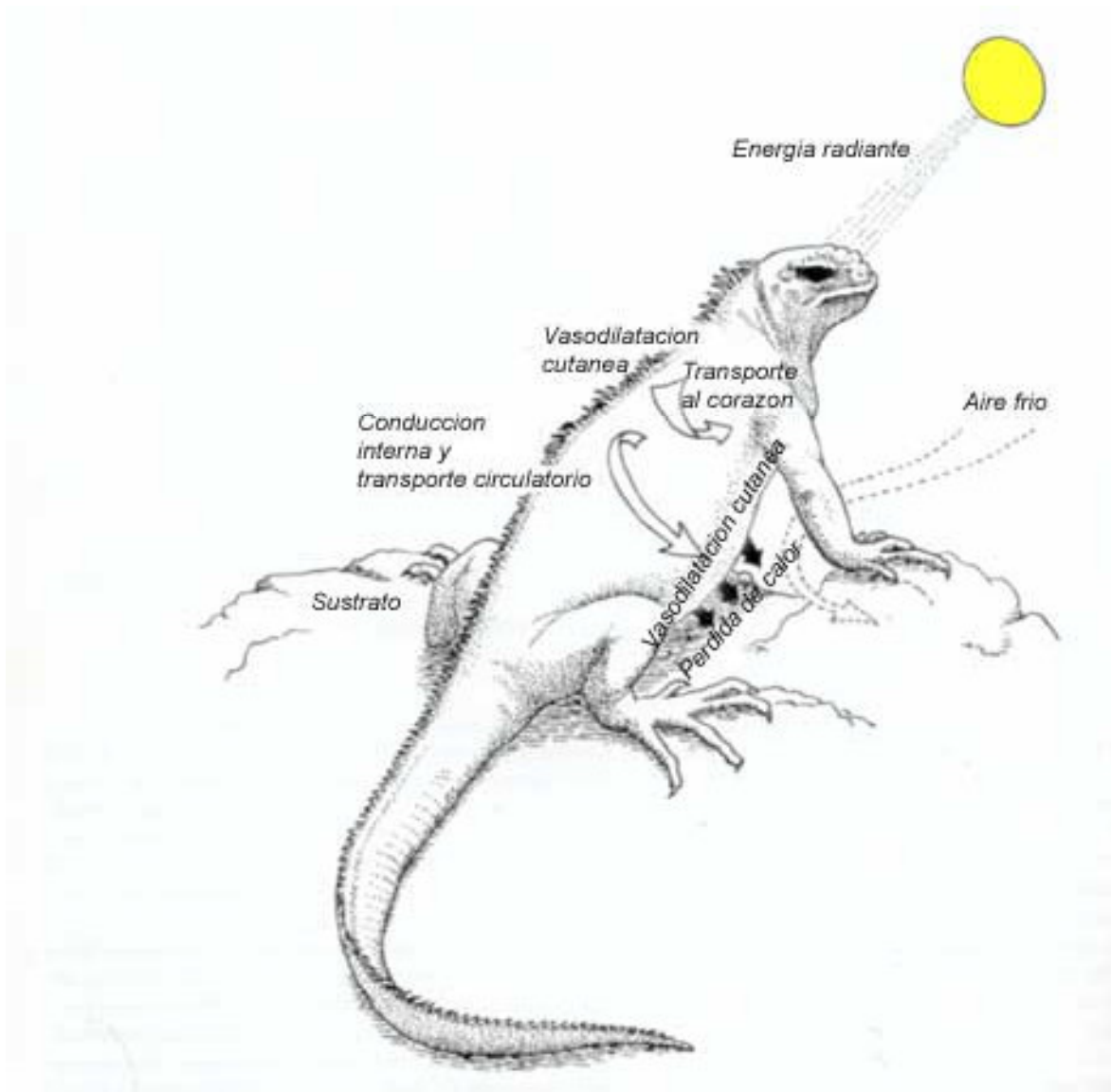


Fig. 1. Mecanismo mediante el cual un lacertilio puede regular su temperatura corporal.

Aunque en una proporción muy pequeña las lagartijas tienen la capacidad de producir calor metabólico, esta producción de calor metabólico se ve limitada por la talla reducida de los lacertilios, ya que el calor producido se pierde fácilmente (Bogert, 1949a; Huey y Slatkin, 1976; Sinervo, 1990; Lemos-Espinal *et al.*, 1997a, 1997b, 1997c, 1997e, 1998; Zug 1993; Zug *et al.*, 2001).

Antecedentes.

Bogert (1949a y 1949b) fue uno de los primeros en investigar aspectos de termorregulación en lacertilios de los géneros *Sceloporus* y *Aspodoscelis* (= *Cnemidopohorus*), encontrando una relación entre la temperatura corporal y el comportamiento, influenciados por la temperatura ambiental; asimismo menciona que la temperatura corporal es una característica conservativa entre los diferentes taxa de lagartijas. Posteriormente, Ballinger y colaboradores (1970) encontraron diferencias en la temperatura corporal de *Anolis limifrons* entre la temporada seca y la húmeda. Por otro lado, Huey y Slatkin (1976) mencionan que la termorregulación en lacertilios puede variar de forma proporcional, según los cambios de la temperatura ambiental. Cabe resaltar el trabajo realizado por Hertz y Huey (1981), quienes encontraron variaciones en la conducta termorregulatoria de *Anolis* debido a la diferencia en los factores ambientales de los diferentes hábitats.

Con respecto a la subfamilia Phrynosomatinae se han realizado diferentes trabajos entre los cuales podemos mencionar los de Sinervo y Adolph (1989 y 1994), quienes observaron que el ambiente térmico puede influir en el crecimiento corporal de *Sceloporus graciosus* y *Sceloporus occidentalis*. Después, Smith y colaboradores (1993), al estudiar la ecología térmica de *Sceloporus scalaris* encontraron que los machos presentaron una temperatura corporal mayor en comparación a la de las hembras. Por otra parte, Smith y Ballinger (1994a) no encontraron diferencias en la temperatura corporal entre machos y hembras de *Sceloporus jarrovi* y mostraron que el promedio de la temperatura corporal para esta especie fue de 31°C. Paralelamente, Smith y Ballinger (1994b) observaron en *Sceloporus virgatus* que las hembras grávidas tuvieron temperaturas corporales más bajas que las hembras no grávidas. Por otro lado, Lemos-Espinal y Ballinger (1995) mencionan que *Sceloporus*

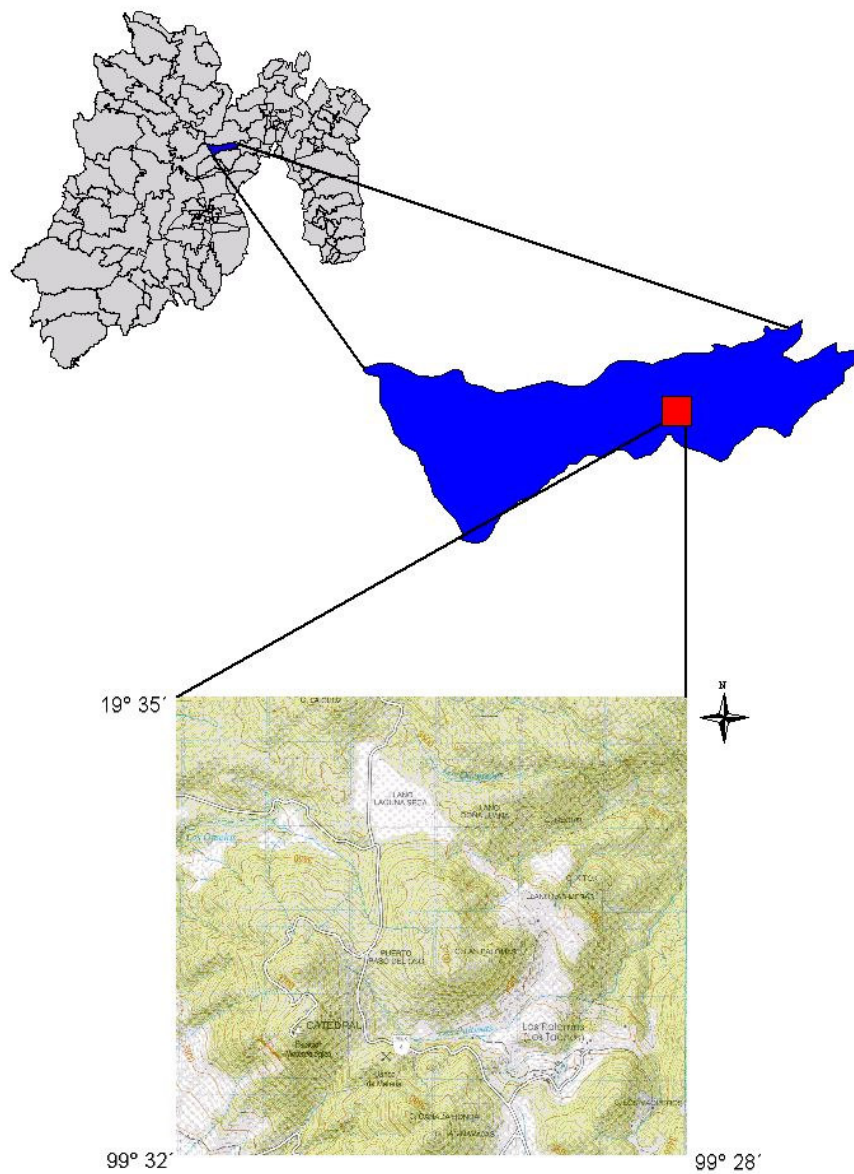
grammicus que habita en elevaciones de 3700 y 4400 msnm mantuvieron una temperatura similar en estos dos sitios. En otro estudio, Smith y Ballinger (1995) encontraron que las hembras de *Urosaurus ornatus* presentaron una temperatura corporal menor a la de los machos. Lemos- Espinal y colaboradores (1997a) hallaron que *Sceloporus gadoviae* presento una temperatura corporal mayor durante la época seca de este año. Por último, Lemos Espinal y colaboradores (1997b) no observaron diferencias en la temperatura preferida (34° C) de *Sceloporus ochoteranae* que se encontraban en hábitats y elevaciones diferentes.

Los trabajos realizados con el complejo *grammicus* en México se remontan a comienzos de los 80's, presentando un mayor énfasis algunos estudios que trataron aspectos de reproducción (Guillette y Casas-Andreu, 1980, 1981; Ortega-Rubio y Barbault, 1984; Ortega-Rubio *et al.*, 1984; Ortega-Rubio y Gutiérrez, 1986). Estudios publicados en la década de los 90's demuestran otras tendencias como demografía, aspectos de termorregulación y relaciones filogenéticas entre el grupo, principalmente (Ortega-Rubio y Arriaga, 1990; Lemos-Espinal y Ballinger, 1992; Ortega Rubio *et al.*, 1993; Lemos-Espinal y Ballinger, 1995a , 1995b; Sites *et al.*, 1995; Lemos-Espinal *et al.*, 1998).

Descripción del área de estudio.

Localización.

La zona de estudio se ubica en el Estado de México, dentro del municipio de Isidro Fabela a los $19^{\circ} 32' 41''$ N y $99^{\circ} 29' 20''$ O a una altitud de 3200 msnm, al N colinda con el municipio de Villa Nicolás Romero, al S con Santana Jilotzingo, al O con Oztolotepec y Temoaya, y al E con Atizapán de Zaragoza (INEGI, 1994a ver mapa).



Mapa de la zona de estudio

Geología.

Pertenece a la provincia del Eje Neovolcánico, la cual abarca la mayor parte del estado de México. Que se caracteriza geológicamente por el predominio de rocas volcánicas cenozoicas que datan del periodo terciario principalmente de rocas ígneas, brecha volcánica y andesita. La estratigrafía en esta provincia consiste en algunos afloramientos de rocas triásicas, litológicamente clasificadas como filitas y pizarras. (INEGI, 1994c).

Fisiografía.

Pertenece a la subprovincia Mil cumbres la cual está integrada por grandes Lagos y Volcanes del Anáhuac, dentro de esta se presentan once tipos de suelos entre los cuales dominan el andosol húmico, andosol ócrico; con presencia de luvisol crómico, feozem lúvico. Con suelos derivados de cenizas volcánicas muy ligeros y con alta capacidad de retención de agua. (INEGI, 1994f)

Clima.

El clima pertenece al grupo de los semifríos / subhúmedo que corresponden a C(E)(w2)(w) el más húmedo de los semifríos, con lluvias en verano. La precipitación media anual es mayor de 800mm, la temperatura media anual oscila entre los 4° y 12° C la máxima temperatura se presenta en los meses de abril y mayo con valor de entre 12° y 13° C, los meses mas fríos son diciembre y enero con una temperatura entre 8° y 9° C.(INEGI 1994b)

Vegetación.

Está representada por bosque mixto de *Pinus montezumae* y *Pinus hartwegii*. Cuyo estrato herbáceo está dominado por diversas especies de zacates amacollados (*Stipa ichu*,

Muhlenbergia sp., *Festuca* sp. y *Bouteloa* sp.) y en menor cantidad por arbustos tales como: *Bachaeris conferta* y *Senecio praecox*.

Hidrografía.

Existen un gran número de arroyos que se originan a partir de escurrimientos de las partes altas del Cerro de las Cruces y dirigiéndose hacia el NE, siendo los más importantes, la Concepción, la Zanja, el Chiquito y Las Palomas.



Foto 1. Área de estudio.

Descripción del organismo de estudio.

Sceloporus anahuacus es una lagartija de tamaño pequeño, con una longitud hocico-cloaca (LHC) promedio de 49.33mm y una LHC máxima de 54 mm. El color dorsal es grisáceo o parduzco, con cinco pares de líneas oscuras transversas, separadas en la parte media del dorso; el primer par formando un collar nucal estrecho. La coloración dorsal está bien diferenciada de la coloración lateral, el color lateral es más oscuro, con escamas aisladas. Los machos con parches ventrolaterales azul claro, mediados por una zona blanca y bordeados una línea negra que no cruza la inserción interior de las patas delanteras. La región pectoral es de color gris blancuzco, la región gular blancuzca con puntos grisáceos y escamas azules aisladas distribuidas en un esquema regular. La cabeza presenta una banda lateral oscura que cruza desde el ojo al borde anterior del orificio del oído. La superficie dorsal de la cola con bandas alternadas claras y oscuras, conspicuas y transversas (Lara-Góngora, 1983).

Sceloporus anahuacus es una lagartija que se encuentra en las partes altas de las sierras límites de la porción sur de la altiplanicie mexicana, los registros de esta especie, según Lara-Góngora (1983) son: Distrito Federal: Monte Alegre, Cerro del Coyote, (3600 msnm.); Cerro de los Gavilanes (3300-3400 msnm); Llanos de la Cantimplora (3200 msnm); Santa Rosa Xochiac, (2800-2950 msnm.). Estado de México: Parque Nacional Zoquiapán, Estación Experimental de Chapingo (3150msnm); Cerro Telapón, Cerro Potrero, Cañada de Quesero (3100- 3200 msnm); Extremo norte de Llano Grande (3150 msnm); entre Río Frío y llano del guarda (3100 msnm) y San Juan Zitlaltepec (2800 msnm). Cabe destacar que debido a que la distribución geográfica de esta lagartija abarca las sierras que rodean el Valle del Anáhuac, es por esta razón que deriva de aquí su nombre (Lara-Góngora, 1983).



Foto 2. *Sceloporus anahuacus*.

Justificación.

Debido al poco conocimiento que se tiene sobre aspectos de termorregulación en esta especie, el presente trabajo contribuirá al conocimiento sobre la ecología térmica de *Sceloporus anahuacus*, razón por la cuál se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Contribuir al conocimiento de la ecología térmica de una población de la lagartija *S. anahuacus* en el noroeste del estado de México.

Objetivos particulares:

- 1.- Determinar si existe una correlación entre la temperatura corporal de *S. anahuacus* con las temperaturas del microhábitat (aire y sustrato) ocupado por individuos de esta especie.
- 2.- Comparar la temperatura corporal entre machos y hembras de esta población de *S. anahuacus* de Sierra de las Cruces, México.
- 3.- Comparar la temperatura corporal presentada por hembras preñadas y no preñadas de esta población.
- 4.- Determinar la tendencia mostrada por *S. anahuacus* en cuanto a termorregulación (Termocomformismo vs. Termorregulación).

Material y Métodos.

Se realizaron 12 salidas durante un año entre julio de 2002 a junio de 2003 con periodicidad mensual y duración de dos días a la zona de estudio. Durante estas visitas, se procedió a capturar la mayor cantidad posible de animales activos; todas aquellas lagartijas que requirieron esfuerzos extremos para su captura (tiempo mayor a 2 minutos), fueron excluidas al realizar el análisis estadístico de los datos (Grant y Dunham, 1988; Lemos Espinal y Ballinger, 1995a). Inmediatamente, a cada animal se le registró la temperatura corporal (T_c), utilizando un termómetro cloacal de lectura rápida (intervalo de $0-50^\circ\text{C}$, graduado cada 0.2°C). Asimismo, se tomó la lectura de la temperatura del aire (T_a) (bulbo del termómetro a la sombra sobre 5 cm de altura del sustrato) y la temperatura del sustrato (T_s) del microhábitat ocupado por cada lagartija. Otros datos que se registraron: la longitud hocico-cloaca (LHC) utilizando una regla de plástico transparente, sexo, hora del día, aspectos climáticos (día soleado, nublado, etc) y la condición en la que se encontraban las lagartijas con respecto a los rayos del sol: soleado, nublado y mosaico. Estos datos se utilizaron para llenar un cuadro en campo (Cuadro 1). Para conocer el estado reproductivo de las hembras, se realizaron en el laboratorio las disecciones correspondientes, considerando a las hembras no preñadas aquellas que presentaron folículos no vitelogénicos y las hembras preñadas aquellas que presentaron folículos vitelogénicos y embriones en el oviducto.

Con respecto a los análisis estadísticos, para determinar si existe una correlación entre la temperatura corporal (T_c) y la temperatura del microclima (aire y sustrato), se aplicó un análisis de correlación de Pearson. Para establecer si existían diferencias entre la temperatura corporal de machos y hembras, así como entre hembras preñadas y no preñadas se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA), tomando como covariable aquel factor

que estuviera más correlacionado con la Tc, en este caso la Ts. Todos los datos evaluados se muestran mediante el valor promedio, \pm error estándar, el grado de significancia(α). Por último, para determinar si existía una tendencia termorreguladora o termoconformista, se utilizó el criterio de Huey y Slatkin (1976), quienes mencionan que una especie es termorreguladora cuando el valor de la pendiente de la regresión lineal de la Tc sobre la temperatura ambiental (Ta o Ts) es cero o cercano a este, cuando una especie es termoconformista el valor de la pendiente es uno o muy cercano a él.

Hora	Sexo	Ts	Ta	Tc	LHC	Condición	Posición	Microhábitat

Cuadro 1. Formato de campo donde se registraron las diferentes variables utilizadas para este trabajo.

Resultados

En el presente estudio, se capturaron un total de 120 organismos activos, 40 machos y 80 hembras. La LHC promedio para las lagartijas de esta población fue de 43.22 ± 0.65 mm (ver cuadro 2). De tal manera que son evidentes las diferencias significativas que se presentan entre la LHC de los machos y las hembras no preñadas, así como entre las hembras preñadas y no preñadas (Cuadro 3). Por otro lado, fue evidente una correlación positiva, pero no significativa entre la Tc y la LHC (r^2 0.03, $P = 0.48$, $n = 120$; Fig. 2).

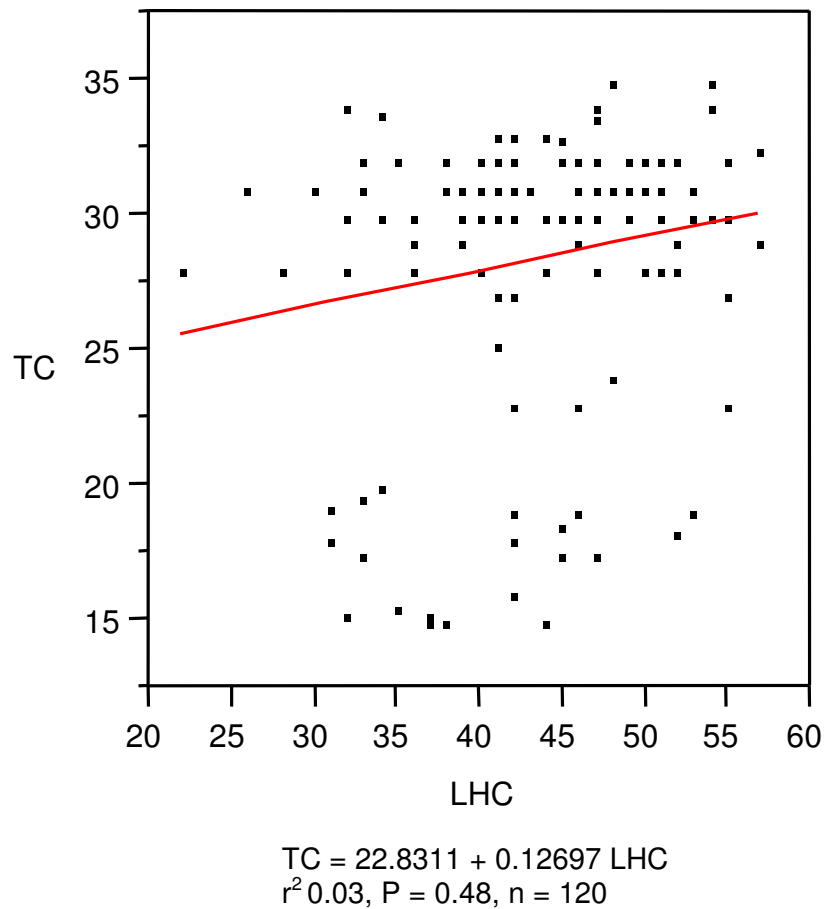


Fig. 2. Muestra la correlación positiva, pero no significativa entre la Tc y la LHC.

	<i>Machos</i>	<i>Hembras preñadas</i>	<i>Hembras no preñadas</i>	<i>Pob. total</i>
LHC Promedio (mm)	45.95 ± 1.12	44.45 ± 0.98	40.71 ± 0.99	43.22 ± 0.65

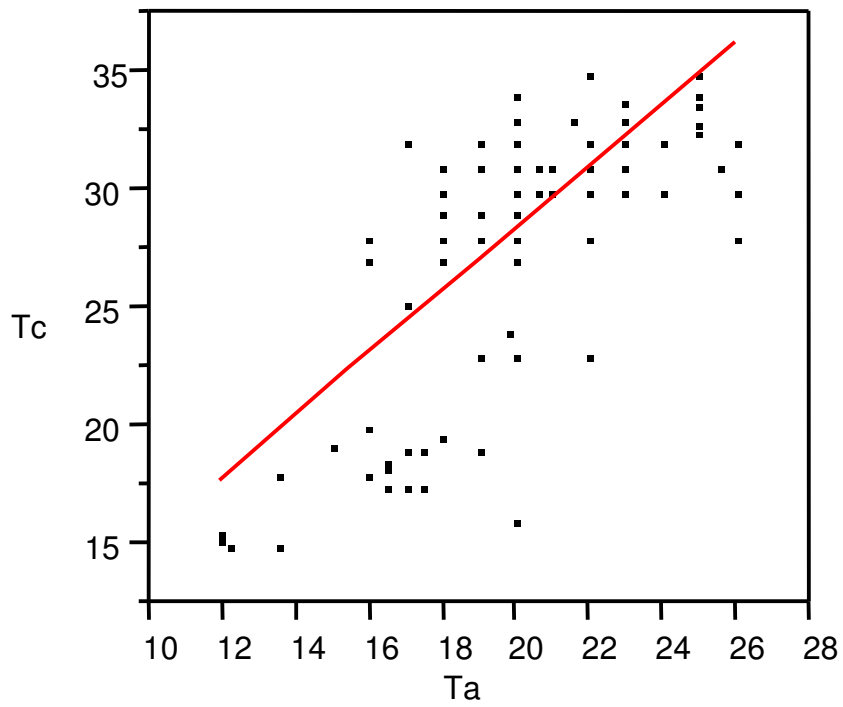
Cuadro 2. Muestra el promedio de la LHC de machos, hembras preñadas y hembras no preñadas.

<i>Sexo y/o Estado reproductivo</i>	<i>Estadístico</i>
Machos vs. Hembras preñadas	t = 0.962 67 g. l. P = 0.339
Machos vs. Hembras no Preñadas	t = 3.506 89 g. l. P <0.001
Hembras preñadas vs. Hembras no preñadas	t = 2.480 78 g. l. P = 0.015

Cuadro 3. Diferencia intrasexual e intersexual en la LHC, nótese que no hay diferencia estadísticamente significativa entre la LHC de machos y hembras preñadas.

Por otra parte, se observó una correlación positiva y significativa entre la temperatura corporal presentada por los lacertilios y la temperatura del microclima (T_a), ($T_c = 1.9362 + 1.3184 T_a$; $r^2 = 0.545$, $P < 0.0001$; $n = 120$; Fig. 3), así como del sustrato ($T_c = 1.3803 + 1.3791 T_s$; $r^2 = 0.596$, $P < 0.0001$; $n = 120$; Fig. 4.) ocupado por estas lagartijas.

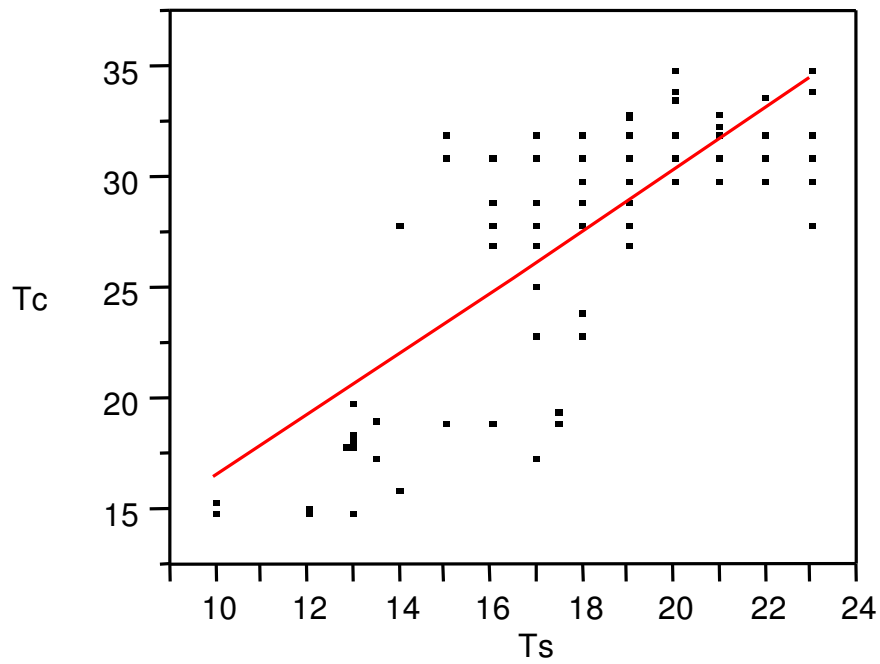
La temperatura corporal que promedio esta población fue de 28.32 ± 0.47 ; presentando los machos una T_c promedio de 29.92 ± 0.57 °C, $n = 40$; las hembras preñadas, su T_c promedió 29.81 ± 0.62 °C, $n = 29$; y las hembras no preñadas tuvieron una T_c promedio de 27.14 ± 0.83 °C, $n = 51$. De tal manera, se pudieron observar diferencias significativas entre la temperatura corporal presentada por ambos sexos (ANCOVA con la T_s como covariable, $F_{1, 118} = 23.737$, $P < 0.0001$), así como entre las hembras preñadas y no preñadas (ANCOVA con la T_s como covariable $F_{1,78} = 12.515$, $P = 0.0007$).



$$T_c = 1.93616 + 1.31841 T_a$$

$$r^2 = 0.545, P < 0.0001; n = 120$$

Fig. 3. Muestra una correlación positiva y significativa entre la Tc y la Ta (ver texto).



$$T_c = 1.3803 + 1.37907 T_s$$

$$r^2 = 0.596, P < 0.0001; n = 120$$

Fig. 4. Muestra una correlación positiva y significativa entre la Tc y la Ts (ver texto)

Por otro lado, la pendiente de la regresión lineal, se obtuvo por medio del análisis de correlación entre la Tc y la temperatura del microclima (Ta y Ts); esta obtuvo valores de 1.3, lo cuál nos sugiere que esta *S. anahuacus* presenta una tendencia termoconformista.

Con respecto a la condición del microhábitat ocupado por estos organismos en relación a los rayos del sol (organismo completamente expuesto, mosaico, sombra y nublado), su temperatura corporal no varió significativamente (ANCOVA con la Ts como covariable $F_{1,118} = 0.399$, $P = 0.5$).

En cuanto a la temperatura corporal presentada por estas lagartijas a través del año de estudio, se ve su comportamiento en la figura 5 y se resume en el cuadro 4.

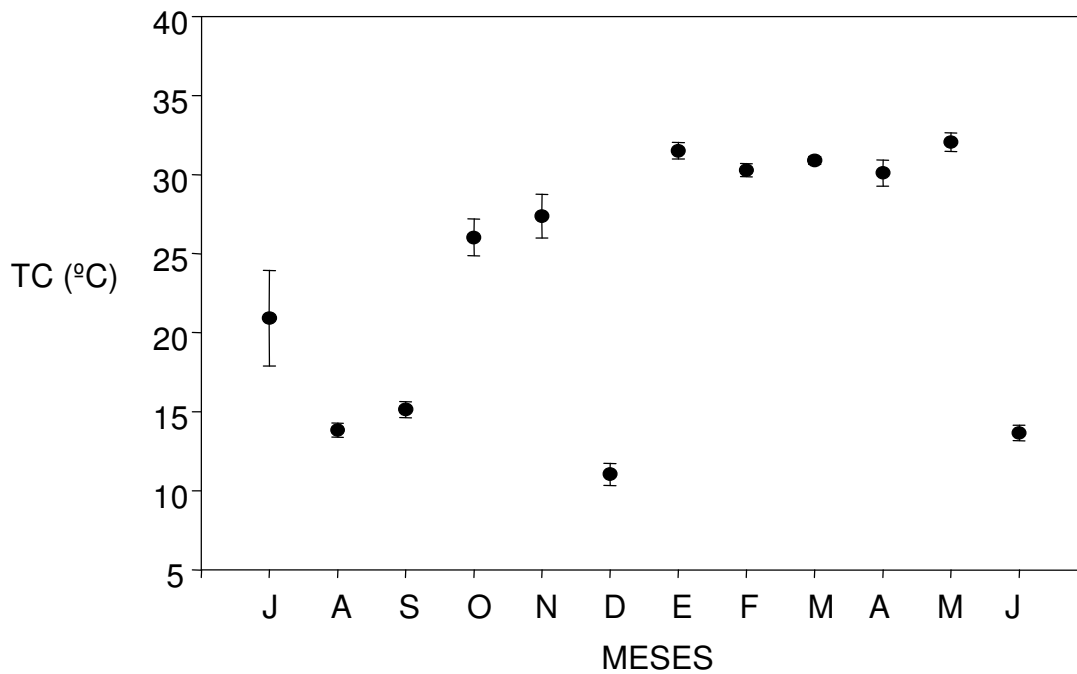


Fig. 5. La Tc promedio de *S. anahuacus* a lo largo del año de estudio.

MESES	PROMEDIO	INTERVALO
<i>JULIO</i>	20.92 ± 3.023 °C	14 – 28 °C
<i>AGOSTO</i>	13.83 ± 0.44 °C	13 – 14.5 °C
<i>SEPTIEMBRE</i>	15.13 ± 0.50 °C	11.4 – 20 °C
<i>OCTUBRE</i>	26.01 ± 1.16 °C	13.5 – 32 °C
<i>NOVIEMBRE</i>	27.36 ± 1.38 °C	17.5 – 32 °C
<i>DICIEMBRE</i>	11.03 ± 0.70 °C	8 – 15.4 °C
<i>ENERO</i>	31.5 ± 0.52 °C	28 – 34 °C
<i>FEBRERO</i>	30.28 ± 0.42 °C	27 – 33 °C
<i>MARZO</i>	30.89 ± 0.25 °C	28 – 32 °C
<i>ABRIL</i>	30.09 ± 0.82 °C	16 – 35 °C
<i>MAYO</i>	32.05 ± 0.58 °C	28 – 35 °C
<i>JUNIO</i>	13.65 ± 0.48 °C	12 – 18 °C

Cuadro 4. Representación numérica de la Tc promedio mensual para *S.anahuacus*.

Análisis y Discusión.

El promedio de la temperatura corporal de *Sceloporus anahuacus* fue de $28.32\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.58$ $^{\circ}\text{C}$, esta temperatura es una de las más bajas registradas para lagartijas pertenecientes al complejo *grammicus* (cuadro 5) y las lagartijas en general.

Especie	T. $^{\circ}\text{C}$	T. aire $^{\circ}\text{C}$	T. sustrato $^{\circ}\text{C}$	Lugar	Altitud (msnm)	Fuente
<i>S. grammicus</i>	30.57 ± 0.5 n = 65	N.D.	N.D.	La Michilía, Durango	2480	Ortega-Rubio <i>et al.</i> , 1984.
<i>S. grammicus</i>	33.6 ± 0.3 n = 38	27.2 n = 38	42.5 n = 38	La Goma, Durango	1100	Bogert, 1949.
<i>S. grammicus</i>	31.58 ± 0.11 n = 293	13.09 ± 0.87 n = 293	N. D.	Laguna, vertiente oriental del Iztaccihuatl, Puebla	3700	Lemos-Espinal y Ballinger 1995.
<i>S. grammicus</i>	31.22 ± 0.16 n = 245	5.69 ± 0.51 n = 245	N. D.	Paredón vertiente oriental del Iztaccihuatl, Puebla	4400	Lemos-Espinal y Ballinger 1995.
<i>S. grammicus</i>	28.15 n = 108	17.9 n = 108	N. D.	Parque Nacional Zoquiapán Edo. Méx.	3400	Andrews <i>et al.</i> , 1997
<i>S. grammicus</i>	31.37 ± 0.1 n = 134	20.09 ± 0.25 n = 134	20.74 ± 0.26 n = 134	Centro de México D.F.	2240	Woolrich-Piña <i>et al.</i> , 2004
<i>S. anahuacus</i>	28.32 ± 0.47 n = 120	20.01 ± 0.26 n = 120	19.53 ± 0.26 n = 120	Sierra de las Cruces, Edo. Méx	3200	Este trabajo.

Cuadro 5. Este cuadro presenta la Tc promedio de diferentes poblaciones del complejo *grammicus*.

Tal vez esta temperatura corporal sea baja debido a las restricciones ambientales, tales como una elevación alta (3200 msnm), clima estacional y corta duración de radiación solar, entre otras, evitando que los lacertilios tengan un acceso a una fuente de calor, no permitiéndoles alcanzar una Tc similar a otras lagartijas pertenecientes al género (Lemos-

Espinal y Ballinger, 1995; Lemos-Espinal *et al.*, 1993, 1997a, 1997b, 1997c, 1997e, 1997f; Smith y Ballinger, 1994a, 1994b, 1995; Smith *et al.*, 1993 y Andrews *et al.* 1999). Por otro lado, se ha observado que los lacertilios que habitan en zonas altas presentan temperaturas corporales bajas (Pearson y Bradford, 1976; Marquet *et al.*, 1989). Sin embargo, esta tendencia puede ser una ventaja adaptativa para evitar las temperaturas de congelación, ya sea por mecanismos fisiológicos o conductuales, puesto que se ha observado en organismos vivíparos que ocurren en elevaciones altas un comportamiento de agregación precisamente para soportar las temperaturas bajas (observación personal, Burns, 1970; Congdon *et al.*, 1970; Ruby, 1977; Lemos-Espinal *et al.*, 1997d). Por otra parte, quizás debido a esta serie de restricciones ambientales, estas lagartijas presentan una tendencia hacia el termoconformismo (Huey y Slatkin 1976).

El que una lagartija sea termoconformista tiene ciertas implicaciones. Por un lado, al presentar su cuerpo bajas temperaturas, habrá una mayor tendencia a evitar la pérdida de agua por evaporación (Hertz, 1992b). Sin embargo, al tener una restricción a fuentes de calor, el organismo buscará una radiación directa al sol o sustratos más calientes, se puede hacer más conspicuo a potenciales depredadores, entre otros posibles costos (Ballinger *et al.*, 1970; Huey, 1974; Huey y Slatkin, 1976).

Por otro lado, el acceso a una temperatura ambiental para que los organismos puedan elevar su temperatura corporal a un intervalo óptimo, trae como posible ventaja que el animal asigne adecuadamente energía al crecimiento, reproducción y mantenimiento, entre otros (Beuchat y Ellner, 1987; Sinervo y Adolph, 1989; Sinervo, 1990; Daut y Andrews, 1993).

Respecto a la similitud en la temperatura corporal presentada por *S. anahuacus*, ocupando diferente condición (sol, sombra, mosaico y nublado) puede ser una evidencia del termoconformismo de estos lacertilios, ya que las T_c 's fueron semejantes en días soleados

que en días nublados y, quizás al no regular su T_c , no ocupen el mecanismo de cambiar de postura de sol a sombra como lo hacen otros saurios (Bauwens *et al.*, 1996).

En cuanto a la temperatura corporal promedio presentada por los organismos durante el año de estudio, ésta presentó diferencias entre la temporada de lluvias y la de secas (ver figura 5); alcanzando en los meses más secos y más fríos una T_c mayor, esto tal vez se deba a que al no haber una cubierta espesa de nubes (como ocurre en la época de lluvias), la radiación directa del sol, caliente el aire y sustrato en el período de actividad de los organismos, permitiéndoles a las lagartijas elevar más su temperatura con respecto a la temporada de lluvias. Esta tendencia a presentar temperaturas corporales altas durante la época de secas también ha sido observada en *S. gadoviae* que ocurre en una zona semiárida del estado de Guerrero, México (Lemos-Espinal *et al.*, 1997a).

Diferencias en la temperatura corporal de los machos y hembras se han presentado en otros lacertilios. En algunos organismos, las hembras presentaron una temperatura corporal mayor a los machos (Daut y Andrews, 1993; Gillis, 1991) y en otros, al igual que *S. anahuacus* (en este estudio), las hembras presentaron temperaturas corporales menores a los machos (Smith *et al.*, 1993; Woolrich-Piña *et al.*, 2004). Puede ser que estas diferencias térmicas intersexuales se deban al grado de territorialidad o la utilización del hábitat de estos organismos. Por otro lado, se han observado diferencias intrasexuales en la temperatura corporal de algunas especies vivíparas, presentando las hembras preñadas temperaturas corporales más bajas que las hembras no preñadas debido a que las altas temperaturas pueden afectar el desarrollo embrionario (Beuchat y Ellner, 1987; Smith y Ballinger, 1994b; Andrews *et al.*, 1997). Sin embargo, esta disminución en la temperatura corporal por parte de las hembras preñadas puede perjudicar su crecimiento, reproducción y sobrevivencia a futuro (Beuchat y Ellner, 1987). Por otra parte, en especies ovíparas, se ha

observado un aumento en la temperatura corporal por parte de hembras grávidas; esta temperatura puede ser la máxima óptima en la que pueden desarrollarse los embriones de manera más rápida sin afectar su fisiología y de esta manera, la exposición de los huevos hacia posibles depredadores será la menor cantidad de tiempo posible (Daut y Andrews, 1993). Otro aspecto que cabe mencionar es que quizás las hembras preñadas ocupen diferentes microhábitats, por ejemplo lugares poco soleados para evitar el riesgo de ser depredadas y por esta razón presenten una temperatura corporal menor en comparación de las hembras no preñadas (Shine, 1980; Braña, 1993). Sin embargo, en este trabajo se observó lo contrario, las hembras preñadas presentaron temperaturas corporales más altas en relación a las hembras no preñadas. Esto tal vez se deba a que los embriones presenten un estrés térmico a temperaturas bajas y por esta razón, las hembras preñadas busquen microambientes que les permitan tener un acceso a una mayor temperatura buscando un desarrollo óptimo de los embriones (Shine, 1995). Un costo para estas hembras puede ser, por un lado, al buscar accesos a una mayor temperatura, son mas visibles a depredadores potenciales, y, por otro lado, al ser detectadas por posibles depredadores, su masa corporal no les permitirá tener un movimiento veloz para eludir el ataque, y por otra parte, los embriones al ir desplazando la estructura digestiva de la hembra, de manera paulatina esta perderá la disponibilidad de presas (Shine y Downes, 1999).

Por último, la temperatura ambiental no puede explicar por si misma la temperatura corporal presentada por *S. anahuacus*. Por esta razón sería necesaria la utilización de modelos biofísicos (lagartijas de cobre) que presenten una talla, forma y color similar a la especie en estudio para tener un modelo nulo (sin termorregulación) así como la realización de experimentos de gradientes térmicos en el laboratorio para conocer la temperatura

corporal preferida por estos organismos (Hertz, 1992a, Hertz *et al.*, 1993) a fin de comprender más a fondo los factores proximales implicados en la Tc de estas lagartijas.

Las propuestas anteriores pueden ser de gran utilidad, debido a que el método utilizado por Huey y Slatkin (1976) para medir la termorregulación es en cierta forma inapropiado (Dreisig, 1984), ya que la temperatura ambiental (T_a y T_s) es únicamente uno de “algunos” factores biofísicos que pueden influir sobre la temperatura corporal de una lagartija (Stevenson, 1985a, 1985b; Tracy y Christian, 1986).

Por tales motivos se sugiere que en estudios posteriores sobre termorregulación sea considerado el protocolo propuesto por Hertz y colaboradores (1993) para generar un mayor conocimiento en aspectos termorregulatorios de este género y de los lacertilios en general.

Conclusiones.

Sceloporus anahuacus presenta una temperatura corporal promedio de las más bajas registradas para lagartijas pertenecientes al complejo *grammicus*, dicha temperatura puede estar influenciada por la restricción ambiental presente en el lugar, de tal manera que, se observa una tendencia hacia el termoconformismo.

La Tc de este lacertilio puede ser explicada por la temperatura del microclima, debido a que se presentó una correlación positiva entre la Tc con la Ta y la Ts.

Las temperaturas corporales mayores a la temperatura ambiental, pueden deberse a la poca cobertura vegetal presente en la zona de estudio.

La diferencia en la Tc entre ambos sexos puede deberse al estado reproductivo de las hembras, ya que, al presentar las hembras preñadas una Tc mayor que las hembras no preñadas, tal vez se acelere el tiempo de duración del desarrollo embrionario.

Por ultimo *S. anahuacus* podría utilizar el comportamiento de agregación, para soportar las temperaturas bajas, presentes en el área de estudio.

Referencias.

- Adolph, S. C., and W. P. Porter 1993. Temperature, activity and lizard life-history. *American Naturalist* 142 (2) : 273 – 295.
- Adolph, S. C. 1990. Influence of behavioral thermoregulation on microhabitat use by two *Sceloporus* lizards. *Ecology* 71, 315±327.
- Andrews, R. M., F. R Méndez-de la Cruz, and M. Villagrán-Santa Cruz. 1997. Body temperature of female *Sceloporus grammicus* of thermal stress or impaired mobility? *Copeia*. 1997(2): 108-115.
- Ballinger, R. E., K. R. Marion and O. J. Sexton. 1970. Thermal ecology of the lizard, *Anolis limifrons*, with comparative notes on three additional panamanian Anoles. *Ecology* 51 (2). 246-254.
- Ballinger, R.E., J.A. Lemos-Espinal and G.R Smith.1998. Thermal tolerance of five species of lizard from Mexico and the southwestern USA. *Bulletin of the Maryland Herpetological Society*. 34 (1): 1- 14.
- Battstrom, B. H. 1965. body temperatures of reptiles. *The American Midland. Naturalist*. 73(2): 376-422.
- Bauwens, D., P. E. Hertz, and A. M. Castilla. 1996. Thermoregulation in a lacertid lizard: The relative contributions of distinct behavioral mechanisms. *Ecology* 77 (6): 1818-1830.
- Beuchat, C. A., and S. Ellner. 1987. A quantitative test of life history theory: Thermoregulation by a viviparous lizard. *Ecological Monographs* 51 (1): 45-68.
- Bogert, C.M. 1949a Thermoregulation and ecritic body temperatures in Mexican lizards of the genus *Sceloporus*. *Anales del Instituto de Biología, México*. 20: 415-426.
- Bogert, C.M. 1949b. Thermoregulation of reptiles, a factor in evolution. *Evolution* 3 (3): 195 – 211.

- Burns, T. A. 1970. Temperature of Yarrow's spiny lizard *Sceloporus jarrovi* at high altitudes. *Herpetologica* 26 (1): 9-16.
- Braña, F., A. Bea, and M. J. Arrayago. 1991. egg retention in lacertid lizard: relationships with reproductive ecology and the evolution of viviparity. *Herpetologica*. 47(2):218-226.
- Congdon, J. D., R. E. Ballinger, and K. G. Nagy. 1979. Energetics, temperature and water relations in winter aggregated *Sceloporus jarrovi* (Sauria: Iguanidae). *Ecology* 60 (1): 30-35.
- Cowles, R.B., and Bogert. 1944. A preliminary study of thermal requirements of desert reptile. *Bulletin of the American Museum of History* 83:261-296.
- Daut, E. F., and R. M. Andrews. 1993. The effect of pregnancy on thermoregulatory behavior of the viviparous lizard *Chalcides ocellatus*. *Journal of herpetology* 27 (1): 6-13.
- Dreisig, H. 1984. Control of body temperature in shuttling ectotherms. *Journal of Thermal Biology* 9: 229-233
- Dunham, A. E., B. W. Grant, and K. L. Overall. 1989. Interfeces between biophysical and physiological ecology and the population ecology of terrestrial vertebrate ectotherms. *Physiological Zoology* 62: 335-355
- Gillis, R. 1991. Thermal biology of two populations of red-chinned lizards (*Sceloporus undulatus erythrocheilus*) living in different habitats in southcentral Colorado. *Journal of herpetology* 25: 18-23.
- González-Espinosa, J. E. 2002. Ecología térmica de una población de la lagartija *Xenosaurus platyceps* King & Tompson, en un bosque templado del NE del estado de Querétaro, México. Tesis de Licenciatura. FES-Iztacala. UNAM
- Grant, B. W., and A. E. Dunham. 1988. Termally imposed time constraints on the activity of the desert lizard *Sceloporus merriami*. *Ecology* 69: 167-176.

- Grant, B. W., and A. E. Dunham. 1990. Elevational covariation in environmental constraints and life histories of the desert lizard *Sceloporus merriami*. *Ecology* 71: 1765-1776.
- Guillette, L., and G. Casas-Andreu. 1980. Fall reproductive activity in the high altitude Mexican lizard *Sceloporus grammicus microlepidotus*. *Journal of Herpetology*. 14(2):143-147.
- Guillette, L., and G. Casas-Andreu. 1981. Seasonal variation in fat body weights of the Mexican high elevation lizard *Sceloporus grammicus microlepidotus*. *Journal of Herpetology*. 15 (3), 366-371.
- Huey, R. B., and M. Slatkin. 1976. Costs and benefits of lizard thermoregulation. *The Quarterly Review of Biology* 51 (3) : 363-384.
- Huey, R. B., and T. P. Webster. 1976. Thermal biology of *Anolis* lizards in a complex fauna: The *A. cristatellus* group on Puerto Rico. *Ecology* 57 : 985-994.
- Hertz, P. E., and R. B. Huey. 1981. Compensation for altitudinal changes in the thermal environment by some *Anolis* lizard on Hispaniola. *Ecology* 62 (3): 515-521.
- Hertz, P. E. 1992a. Temperature regulation in Puerto Rico *Anolis* lizard: A field test using null hypotheses. *Ecology* 73 (4) 1405-1417.
- Hertz, P. E., R. B. Huey, and R. D. Stevenson. 1993. Evaluating temperature regulation by field-active ectotherms: The fallacy of the inappropriate question. *The American Naturalist* 142 (5): 796-818.
- INEGI. 1994a. Carta topográfica 1:50 000. E14A28
- INEGI. 1994b. Carta de efectos dinámicos. 1: 250 000.
- INEGI. 1994c. Carta de uso de suelo y vegetación. 1: 250 000.
- INEGI. 1994d. Carta de climas. 1: 1000 000.
- INEGI. 1994e. Carta geológica. 1: 1000 000.

INEGI. 1994b. Carta de fisiográficas. 1: 1000 000.

Lara-Góngora, G. 1983. Two new species of the lizards genus *Sceloporus* (Reptilia, Sauria, Iguanidae) from Ajusco and Ocuilan Sierras, México., Bull. Mar. Herp. Soc. 19: (1) 1-14.

Lemos-Espinal, J. A., and R.E. Ballinger. 1995. Comparative thermal ecology of the high altitude lizard, *Sceloporus grammicus* on eastern slope of the Iztaccihuatl Volcano, Puebla, México. Canadian Journal of Zoology.

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

Lemos-Espinal, J. A., G. R. Smith, and R. E. Ballinger. 1997b. Temperature relationship of the lizard, *Barisia imbricata*, from Mexico. Amphibia-Reptilia 19: 95-99.

Lemos-Espinal J. A., R. E. Ballinger., S. Sanoja-Sarabia and G. R. Smith. 1997c. Thermal ecology of the lizard *Sceloporus mucronatus mucronatus* in Sierra del Ajusco, Mexico. The Southwestern Naturalist 42 (3): 344-347.

Lemos-Espinal, J. A., R. E. Ballinger., S. Sanoja-Sarabia, and G. R. Smith. 1997d. Aggregation behavior of the lizard *Sceloporus mucronatus mucronatus* in Sierra del Ajusco, México. Herp. Review 28 (3): 126.

Lemos-Espinal, J. A., G. R. Smith, and R. E. Ballinger. 1997e. Observations of the body temperatures and natural history of some Mexican reptiles. Bulletin of the Maryland Herpetological society 33 (4): 159-164.

Lemos-Espinal, J. A., G. R. Smith, and R. E. Ballinger. 1997f. Temperature la relationships of the tropical tree lizard (*Urosaurus bicariatus*) from the Cañón del Zopilote, Guerrero, México. Herpetological Journal 7: 26- 27.

Lemos-Espinal, J. A., G. R. Smith, and R. E. Ballinger. 1998. Thermal ecology of the crevice-dwelling lizard, *Xenosaurus newmanorum*. Journal of Herpetology 32 (1): 141-144.

- Lemos-Espinal, J. A., and I. Rojas-González. 2000. Observation on neonate size and sex ratio of the crevice-dwelling lizard *Xenosaurus platyceps*. *Herpetological Review* 31(1) :
- Marquet, P. A., J. C. Ortiz. F. Bozinovic, and F. M. Jaksic. 1989. Ecological aspects of thermoregulation at high altitudes: the case of Andean *Liolaemus* lizards in northern Chile. *Oecologia* 81 (1): 16-20.
- Ortega-Rubio, A., and A. Gutiérrez. 1986. Parturition of the mexican lizard *Sceloporus grammicus*: behavior of the gravid female and the new born. *Bull. Chicago. Herp. Soc.* 21 (1-2): 23-25.
- Ortega-Rubio, A., and L. Arriaga. 1990. Seasonal abundance, reproductive tactics and resource partitioning in two sympatric *Sceloporus* lizards (Squamata: Iguanidae) of Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 38 (28): 491-496.
- Ortega-Rubio, A., and R. Barbault. 1984. Reproductive cycles in the mesquite lizard *Sceloporus grammicus*. *Journal of herpetology* 18 (2): 168-175.
- Ortega-Rubio, A., R. Rodríguez, L. Hernández, et R. Barbault. 1984. Cycles journaliers d'Activité chez deux espèces sympatriques de *Sceloporus* (Iguanidae) *S. grammicus* et *S. scalaris*. *Amphibia-Reptilia* 5: 347-354.
- Ortega-Rubio, A., M. Knodaddost, and R. Servin. 1993. Skeletochronology in the mezquite lizard, *Sceloporus grammicus*. *Proc. Oklahoma Acad. Sci.* 73: 31-34.
- Pearson, O. P., and D. F. Bradford. 1976. Thermoregulation of lizards and toads at high altitudes in Peru. *Copeia* 1976 (2): 155-170.
- Ruby, D. E. 1977. Winter activity in Yarrow's spiny lizard *Sceloporus jarrovi*. *Herpetologica* 33 (3): 322-333.
- Shine, R. 1995. A new hypothesis for the evolution of viviparity in reptiles. *American Naturalist* 145: 809-823.

- Shine, R., and S. J. Downes. 1999. Can pregnant lizards adjust their offspring phenotypes to environmental conditions? *Oecologia*. 119 (1): 1-8.
- Sinervo, B. 1990. Evolution of thermal physiology and growth rate between population of the western fence lizard (*Sceloporus occidentalis*). *Oecología* 83: 228-237
- Sinervo, B. and S. C. Adolph. 1989. Thermal sensitivity of growth rate in hatchling *Sceloporus* lizards: environmental, behavioral and genetic aspect. *Oecologia* 78: 411-419.
- Sinervo, B. and S. C. Adolph. 1994. Growth plasticity and thermal opportunity in *Sceloporus* lizard. *Ecology* 75 (3): 776-790.
- Sites J. W. Jr., N. H. Barton, and K. M. Reed. 1995. The genetic structure of a hybrid zone between two chromosome races of the *Sceloporus grammicus* complex (Sauria:Phrynosomatidae) in central Mexico. *Evolution* 49 (1): 9-36.
- Smith, G. R., and R. E. Ballinger. 1994a. Temperature relationships in the high-altitude viviparous lizard, *Sceloporus jarrovi*. *American Midland Naturalist* 131: 181-189.
- Smith, G. R., and R. E. Ballinger. 1994b. Thermal ecology of *Sceloporus virgatus* from southeastern Arizona, with comparison to *Urosaurus ornatus*. *Journal of herpetology* 28 (1) : 65-69.
- Smith, G. R., Ballinger, R. E. and Congdon, J. D. 1993. Thermal ecology of the high-altitude bunch grass lizard, *Sceloporus scalaris*. *Canadian Journal of Zoology* 71,2152-2155.
- Stevenson, R. D. 1985a. Body size and limits to the daily range of body temperature in terrestrial ectotherms. *The American Naturalist* 125: 102-117.
- Stevenson, R. D. 1985b. The relative importance of behavioral and physiological adjustments controlling for body temperature in terrestrial ectotherms. *The American Naturalist* 126: 362-386.
- Tracy, C. R., and K. A. Christian. 1986. Ecological relations among space, time and thermal niche axes. *Ecology* 67: 609-615.

Woolrich-Piña, G. A. 2002. Ecología térmica de una población de la lagartija *Xenosaurus rectocollaris* Smith & Iverson en un chaparral al NE del estado de Puebla. Tesis de Licenciatura. FES- Iztacala. UNAM.

Woolrich-Piña, G. A., J. A. Lemos-Espinal, L. Oliver-López, M. E. Calderón-Méndez, J. E. González-Espinosa, F. Correa-Sánchez y R. Montoya-Ayala. 2004. Ecología térmica de una población de la lagartija *Sceloporus grammicus* (Phrynosomatidae) que ocurre en la zona centro-oriente de la Ciudad de México. Acta Zoológica Mexicana. Enviado.

Zug, G. R. 1993. Herpetology: An introductory biology on amphibians and reptiles. Academic Press. U.S.A.

Zug, G. R., L. J. Vitt and J.P. Caldwell. 2001. Herpetology: An introductory biology on amphibians and reptiles. Second edition Academic press. U.S.A.