

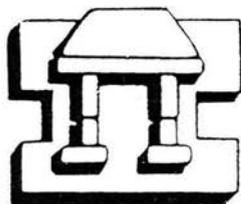


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CAMPUS IZTACALA

ECOLOGIA TERMICA DE UNA POBLACION DE LA
LAGARTIJA *Xenosaurus platyceps* KING & THOMPSON, EN
UN BOSQUE TEMPLADO DEL NE DEL ESTADO DE
QUERETARO, MEXICO.

TESIS PROFESIONAL
QUE, PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A :
JORGE EDUARDO GONZALEZ ESPINOSA



IZTACALA

DIRECTOR DE TESIS: DR. JULIO A. LEMOS ESPINAL.

LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA, ESTADO DE MEXICO

2002



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

CAMPUS IZTACALA

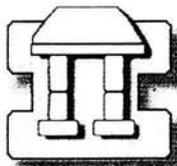
Ecología térmica de una población de la lagartija
Xenosaurus platyceps King & Thompson, en un bosque
templado del NE del estado de Querétaro, México.

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIOLOGO

PRESENTA
JORGE EDUARDO GONZÁLEZ ESPINOSA

DIRECTOR DE TESIS: Dr. JULIO A. LEMOS ESPINAL.



IZTACALA

LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA ESTADO DE MÉXICO. 2002



U.N.A.M. CAMPUS

“ Donde se alza el árbol de la ciencia, se encuentra siempre el paraíso”; eso lo dicen tanto las serpientes viejas como las jóvenes.

Friederich Nietzsche, 1886.

Ese trabajo de tesis se lo dedico:

"... A Luis y Sara, por su labor de sacrificio, por aguantarme hasta estos momentos y por ser las personas más importantes en mi vida, con todo mi amor a mis padres, espero que vean que sus esfuerzos no fueron ni serán nunca en valde"

"... A Mónica, Oscar y Macry, que aunque alguna vez perdieron la fe en mí, espero la recuperen muy pronto, los quiero mucho y gracias por las presiones que me hicieron para reanudar mi camino"

"... A ti Lilia, por ser la última persona importante en mi vida, por creer en mí y por aceptar el reto de quererme, Te quiero muchísimo"

"... A Margarita, Ana y Leopoldo, ya que gracias a ellos fue posible mi existencia, por su cariño y comprensión, los amo Abuelos"

"... A la memoria de Fidencio Espinosa Palma, siempre estas presente en mi trabajo y en mis esfuerzos, te quiero abuelo"

"... A mis tíos, Fidencio y Ma. de Lourdes Espinosa Barcenás, quienes me apoyaron durante toda mi carrera, de una u otra forma"

"... A Genaro Domínguez Idalias, Jared H. Hernández Gamez y Jesús Cruz Coronel, por ser mis amigos y creer siempre en mí"

AGRADECIMIENTOS:

Al Dr. Julio A. Lemos Espinal, por la dirección de este trabajo de tesis, por su enseñanza y por su amistad.

A "La Sociedad De Los Herpetólogos Muertos", integrada por Guillermo A. Woolrich Piña, Luis Oliver López, Felipe Correa Sanchez, y Vicente Mata Silva, por su ayuda, tanto en campo como en laboratorio, por sus sugerencias y su amistad.

Al proyecto DGAPA No. IN216199, por la beca otorgada para la realización de este proyecto.

A Los Biols. Enrique Godínez Cano y Amaya González Ruiz, por su minuciosa revisión, que ayudo a la mejora de esta tesis y por su apoyo incondicional a lo largo de mi formación en el trabajo con los reptiles.

Al Dr. Rafael Lira Saade, por su revisión al manuscrito, y sus comentarios para la mejora del mismo.

Al M. en C. Rodolfo García Collazo por los comentarios hacia el manuscrito.

A todos mis compañeros que trabajan y trabajaron en el Laboratorio de Herpetología Vivario, que ayudaron a mi entendimiento en el manejo de los reptiles con sus comentarios.

A mis compañeros Profesores y Alumnos, que laboran en el Laboratorio de Ecología UBIPRO, por su apoyo con equipo y comentarios, a lo largo de mi trabajo en el mismo.

A Gina por hacer bien su trabajo.

A Ely porque tu me enseñaste más que cualquier persona.

A todas esas personas que han sido parte importante en mi vida y que por falta de espacio no quisiera omitir.

Indice

Resumen	1
Introducción	2
Antecedentes	5
Descripción del organismo de estudio	8
Descripción del área de estudio	11
<i>Ubicación</i>	11
<i>Fisiografía</i>	11
<i>Suelo</i>	12
<i>Hidrología</i>	12
<i>Vegetación</i>	12
<i>Clima</i>	12
Objetivo principal.....	14
<i>Objetivos particulares</i>	14
Método	15
Resultados	17
Discusión	25
Conclusiones	30
Literatura citada	31

Resumen

Los estudios acerca de la termorregulación han tomado auge en los últimos veinte años, las investigaciones de ecología térmica han ayudado a la comprensión de factores fisiológicos como: el tamaño de puesta, tiempo de incubación y de actividad de los reptiles, etc. Una población de la lagartija *Xenosaurus platyceps* de un bosque templado al noreste del estado de Querétaro, México, fue estudiada para establecer algunos aspectos de su ecología térmica. El promedio de temperatura corporal para esta población fue de $17.68 \pm 0.63^{\circ}\text{C}$, y no se encontraron diferencias significativas entre las temperaturas corporales de machos y hembras (machos = $16.69 \pm 1.12^{\circ}\text{C}$; hembras = $18.36 \pm 0.72^{\circ}\text{C}$). El promedio para las temperaturas del aire y del sustrato de los microhábitats ocupados fue $16.67 \pm 0.99^{\circ}\text{C}$ y $19.39 \pm 0.67^{\circ}\text{C}$ respectivamente, sin diferencias significativas entre estas. No se encontraron relaciones estadísticamente significativas entre la temperatura corporal y la longitud hocico cloaca ($r^2=0.015$, $P > 0.5$), y el peso de los organismos ($r^2=0.119$, $P > 0.05$) siendo el caso contrario para las temperaturas del aire ($r^2=0.226$, $P < 0.05$), y la temperatura del sustrato ($r^2= 0.89$, $p < 0.0001$). En este estudio, *X. platyceps* presentó una conducta con tendencia termorreguladora conformista, dependiente del contacto con el sustrato (tigmotérmico), presentando también una tendencia a la termorregulación activa en los meses más calientes.

Palabras clave: Ecología térmica, *Xenosaurus platyceps*, factores filogenéticos, termorregulador conformista, termorregulador activo, tigmotérmico, Noreste de Querétaro.

Introducción

Desde la década de los 40's, los estudios de Cowles y Bogert (1944) y Bogert (1949a y 1949b) han destacado la importancia de la termorregulación en lagartijas, teniendo hoy en día un gran número de estudios para especies de Norte América, Europa y Australia (Lemos-Espinal, 1997). Estos trabajos han sido la base para el desarrollo de una gran área de estudio referente a la ecología térmica en lacertilios; destacando los estudios comparativos que tratan de definir las causas ecológicas y/o evolutivas que han resultado en las temperaturas de actividad que actualmente presentan diferentes especies de lagartijas (Adolph 1990; Ballinger *et al.* 1970; Bogert 1949a, 1949b; Brattstrom 1965; Hertz *et al.* 1979; Huey 1982; Huey y Webster, 1976; Lemos-Espinal y Ballinger 1995; Lemos-Espinal *et al.* 1997a, 1997b, 1997c, 1997d, 1997e, 1998). De esta forma, estudios recientes sobre termorregulación en lagartijas han relacionado a esta con la fisiología y actualmente se considera que la termorregulación en lagartijas es un importante factor que puede explicar diferentes características de la historia de vida, tales como tamaño de las crías al nacer, sobrevivencia de las lagartijas madre, fecundidad, tasa de crecimiento corporal, tiempo de actividad, etc. (Adolph y Porter 1993; Beuchat 1988; Beuchat y Ellner 1987; Dunham *et al.* 1989; Grant y Dunham 1989, 1990; Huey y Slatkin, 1976; Sinervo y Adolph 1989; Smith y Ballinger, 1994; Zug, 1993; y Zug *et al.* 2001).

Asimismo se sabe que la temperatura corporal media o "ecrítica", a la cual los organismos pueden realizar sus funciones normales, puede ser influenciada por el intercambio de calor que ocurre vía radiación, convección o conducción (Zug *et al.* 2001).

Así un ectotermo recibe energía por incidencia directa de los rayos solares o indirecta por reflejo de radiación, calor del aire y del sustrato; teniendo que los promedios de temperatura corporal obtenida por este medio, pueden explicarse en gran medida por factores filogenéticos, que mantiene la temperatura de actividad de los individuos, ya sea de una especie, grupo y/o familia, dentro un rango óptimo (Adolph y Porter, 1993; Sinervo, 1990; Zug, 1993; y Zug *et al.* 2001).

Otro grupo factores que pueden explicar la temperatura de actividad de los reptiles son los factores climáticos; a pesar que estos factores tienen variaciones dependiendo de la latitud, altitud, tipo de clima, etc; hay que destacar que las medias de temperatura corporal varían relativamente poco a pesar de los cambios que se presenten en los ambientes térmicos que ocupan los reptiles (Adolph y Porter, 1993).

En cuanto al ambiente, algunos estudios sugieren que la elección de un microhabitat específico puede estar relacionada, entre otros factores con las oportunidades de termorregular o adquirir una temperatura adecuada a dicho microhabitat (Ballinger, 1995 y Lemos-Espinal *et al.* 1998).

La ganancia o pérdida de calor es controlada por comportamiento, siendo el asoleo el más observable en reptiles para la ganancia de calor, sin embargo, también pueden ganar calor indirectamente de la superficie por contacto con ella (Zug *et al.* 2001); de hecho, los ectotermos subterráneos ganan dicho calor por conducción o por contacto con las partes inferiores de superficies calientes que se encuentran expuestas a la luz del sol. (Adolph y Porter 1993; Sinervo y Adolph 1989; Smith y Ballinger, 1994; Zug, 1993; y Zug *et al.* 2001).

Los reptiles también tienen la capacidad de producir calor metabólico, pero es en menor grado que en aves y mamíferos; optando por el comportamiento de asoleo para la ganancia de calor del medio, siendo pocos los que obtienen la insolación necesaria para prevenir una rápida pérdida de calor. En este aspecto, la talla o el volumen del cuerpo, como un factor en el mantenimiento de la temperatura dentro de un rango de actividad, puede ser una característica de la especie o puede ser influenciada por la edad del individuo (Bogert, 1949a; Huey y Slatkin, 1976; Sinervo, 1990; Lemos-Espinal 1997a, 1997b, 1997c, 1997d, 1998; Zug, 1993; y Zug *et al.* 2001).

Es importante destacar que la mayoría de los estudios que a la fecha se han realizado sobre termorregulación en lagartijas, se han enfocado a especies de la familia Phrynosomatidae, las cuales a grandes rasgos presentan condiciones de termorregulación similares (heliotérmicos, termorreguladores, alta movilidad). Los estudios desarrollados con especies de baja movilidad, que no utilizan sitios soleados para aumentar su temperatura son contados, destacando principalmente los desarrollados por Ballinger y colaboradores (1995) y Lemos-Espinal y colaboradores (1998).

Una de las familias de lagartijas con estas características en nuestro país es la familia Xenosauridae, la cual comprende 2 géneros *Shinisaurus* con una sola especie que se distribuye en China, y *Xenosaurus* con 6 especies que se distribuyen en México y Guatemala (*X. grandis*, *X. newmanorum*, *X. phalaeroanthereon*, *X. platyceps*, *X. pennae* y *X. rectocollaris*).

Antecedentes

Entre los primeros estudios sobre termorregulación en lacertilios tenemos los realizados por Bogert (1949a y b), quien trabajó sobre los géneros *Sceloporus* y *Cnemidophorus*, siendo de los primeros en describir un método para dichos estudios, en donde encuentra una relación entre la temperatura corporal y el comportamiento, y que estos factores son influenciados por la temperatura ambiental; Hertz y Huey (1981) años después, en un estudio con *Anolis*, reportan igualmente variaciones en la conducta termorregulatoria, a causa de la diferencia entre los factores ambientales en diferentes hábitats.

Posteriormente Brattstrom (1965), realiza una revisión de la termorregulación de varios grupos de reptiles, reportando una rango de temperatura corporal entre los 11 y 46.4°C, siendo la media de 29.1°C para lacertilios, y mencionando que algunos de ellos pueden seguir un gradiente térmico dentro del suelo.

Huey y Slatkin (1976), encuentran que la termorregulación en lagartijas puede variar proporcionalmente según los cambios de temperatura del ambiente, apoyándose estas sugerencias por el estudio de Ballinger y colaboradores (1970), donde mencionan diferencias en las temperaturas corporales de una especie de *Anolis* de Panamá entre la temporada seca y la húmeda.

Por otra parte Bowker y Johnson (1980), realizaron un estudio comparativo en lagartijas del género *Cnemidophorus* llevado a cabo en campo y laboratorio, reportando una alta similitud entre las temperaturas corporales para ambos casos.

Sinervo y Adolph (1989 y 1994), sugieren en sus resultados que el ambiente térmico influye en la variación fenotípica del crecimiento en *Sceloporus*

graciosus y *Sceloporus occidentalis*. Sinervo (1990), también reporta que el crecimiento de crías de *S. occidentales* puede estar influenciado por la capacidad y tiempo para obtener la radiación del calor del ambiente.

Lemos-Espinal y colaboradores (1997a, 1997b, 1997c, 1997d, 1998a y enviado), llevaron a cabo observaciones de la temperatura corporal de varias lagartijas, encontrando una relación de ésta, ya sea con la temperatura del aire o del sustrato, sugiriendo que dicha relación va de acuerdo con el comportamiento de cada especie.

Por otra parte, Ballinger y colaboradores (1998), realizaron un estudio sobre las temperaturas críticas máximas en especies del género *Sceloporus*, y una especie del género *Phrynosoma*, encontrando temperaturas de actividad relativamente bajas, sin embargo no encontraron diferencias significativas en sus resultados a diferentes altitudes.

En cuanto a estudios de termorregulación para el género *Xenosaurus*, tenemos los realizados por Ballinger y colaboradores (1995), que determinaron una relación entre la temperatura corporal de *Xenosaurus grandis* con las temperaturas del aire y del sustrato, y reportan la temperatura máxima crítica haciendo una comparación entre los sexos; también el efectuado por Lemos-Espinal y colaboradores (1998), donde reportan que la temperatura corporal de *Xenosaurus newmanorum*, está altamente relacionada con la temperatura de aire y la del sustrato, teniendo que esta relación se mantiene a lo largo del año.

De las especies del genero, la que más atención ha recibido es *X. grandis* de la cual existe información general sobre su ecología (Ballinger *et al.* 1995), algunos aspectos sobre la quimiorrecepción (Rojas-González, 1999), y ciclo

reproductivo (Ballinger y Lemos-Espinal 1992, 1995). La ecología de las cinco especies restantes está pobremente estudiada.

Para *X. platyceps* se tiene un trabajo sobre los aspectos básicos de su historia natural, realizado por Lemos-Espinal y colaboradores (1997) en una población de Tamaulipas, donde reporta que existe un dimorfismo sexual en la especie, teniendo que las hembras son de mayor tamaño que los machos, y que los machos presentan una cabeza más grande con relación a las hembras; en este mismo estudio se trata de describir el tipo de grietas ocupadas por los individuos de esta población.

También se han reportado observaciones sobre el tamaño de la camada (2-4 crías) y proporción de sexos en las camadas (1:1), y el tamaño de los neonatos, que va de los 16 a 55 mm de longitud hocico-cloaca en una población de Tamaulipas (Lemos-Espinal y Rojas González 2000),.

Descripción del organismo de estudio

Xenosaurus es un género de lagartija perteneciente a la familia Xenosauridae, presenta seis especies que se distribuyen desde el centro de Tamaulipas, México, hasta Guatemala (Lynch y Smith, 1965, King y Thompson 1968, Ballinger *et al.* 1995). El género *Xenosaurus* ha sido pobremente estudiado debido a sus hábitos y a la limitada distribución geográfica que presentan las especies que lo constituyen.

Las seis especies que incluye el género son *Xenosaurus grandis*, *X. newmanorum*, *X. phalaeroanthereon*, *X. platyceps*, *X. pennae* y *X. rectocollaris*, las cuales se caracterizan por presentar hábitos altamente secretivos, habitando exclusivamente comisuras de roca, y a excepción de *X. rectocollaris*, teniendo poco acceso a sitios donde puedan termorregular libremente.



Figura 1. *X. platyceps* parcialmente dentro de una grieta en piedra caliza

Xenosaurus platyceps es una lagartija con una longitud hocico-cloaca promedio de 102 mm (77 – 111), tiene un color café claro en la cabeza, marcas café oscuro en la región parietal-occipital que producen un círculo oscuro; presenta una marca café oscuro en la nuca en forma de "W". El color del tronco es de café claro a medio, y el patrón consiste en cuatro líneas oscuras desde la axila a la ingle, las cuales no cruzan la parte media del tronco, produciendo una línea clara en la región de la columna; estas líneas se encuentran separadas por cuatro líneas claras. La cola esta anillada con líneas claras y oscuras con una mancha clara visible ventralmente (King y Thompson, 1968).

X. platyceps aparece en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994 como una especie rara y endémica a nuestro país, sugiriendo que aún cuando su población es biológicamente viable, ésta es muy escasa de manera natural.



Figura 2. Fotografía donde se observan las características de *X. Platyceps* en las afueras de una grieta en piedra caliza.



Figura 3. *X. platyceps* asomándose de una grieta

Descripción del área de estudio

Ubicación. El área de estudio se encuentra en la zona noreste del estado de Querétaro, en el municipio de Landa de Matamoros. Se ubica entre los $21^{\circ} 20'$ y $21^{\circ} 08'$ latitud Norte y los $99^{\circ} 08'$ y $99^{\circ} 18'$ longitud Oeste, con una altitud de 1200 msnm. Figura 4.

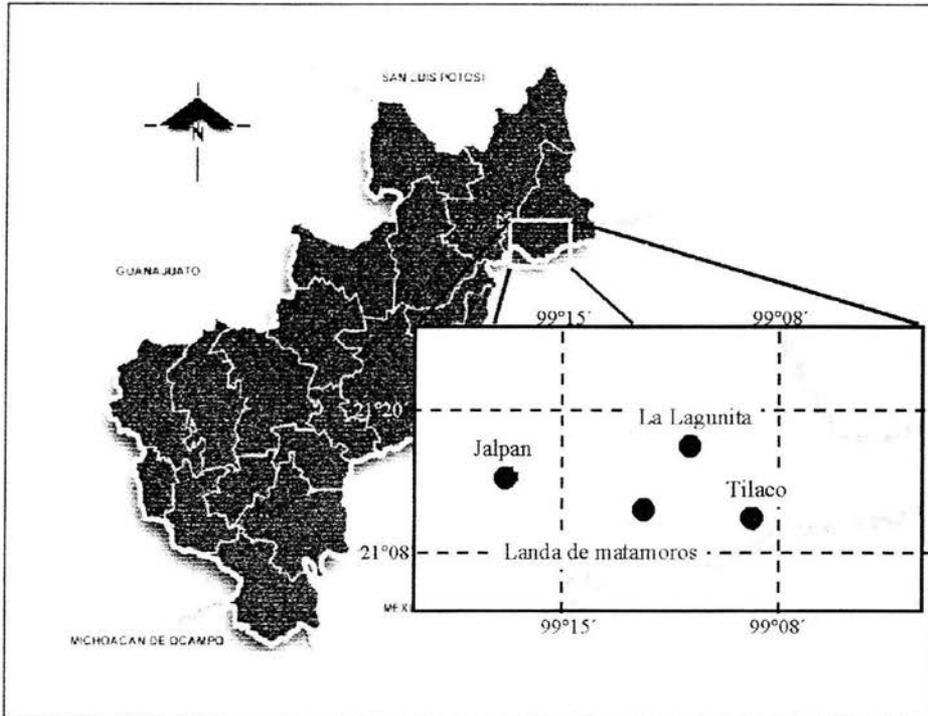


Figura 4. Mapa del municipio de Landa, área donde fue llevado a cabo el estudio.

Fisiografía. La zona pertenece a la provincia de la Sierra Madre Oriental, subprovincia de del Carso Huasteco, abarca desde Cd. Valles, S.L.P., hasta la inmediaciones de Teziutlan, Puebla. Es una sierra plegada que presenta rasgos de un carso mayor en toda su extensión y fuerte grado de disección, que puede formar cañones, por la acción de ríos que fluyen por ella. Las montañas donde se

localiza la zona de estudio presentan un substrato rocoso de origen ígneo derivado de lutitas y calizas.

Suelo. Derivado de rocas sedimentarias, fundamentalmente calizas y lutitas, algunas areniscas y conglomerados, entre otras. Es suelo de la zona es del tipo Litosol, constituido por una capa muy delgada de 10 cm de profundidad, sobre la cual descansa el estrato rocoso del que proviene un color grisáceo a negro debido al aporte de materia orgánica que recibe de la vegetación del Bosque de encino. Presenta grandes cantidades de calcio y magnesio con bajo contenido de potasio. En las zonas inclinadas presenta un gran riesgo de erosión y se encuentra asociado a redzinas y regosoles haciéndolos más profundos.

Hidrología, en esta zona destacan las aportaciones del Río Santa María, que sirve de límite con el estado de San Luis Potosí, y en el cual afluyen corrientes de Ayutla, Jalpan y Santa María. En esta zona se encuentran los mayores índices de precipitación y escurrimiento del estado, sin embargo, por ser una área montañosa, es difícil aprovechar los recursos hidrológicos, tanto superficiales como subterráneos que se encuentran a niveles profundos.

Vegetación. Corresponde a un bosque de encinos dominado por *Quercus mexicana*, *Quercus castanea* y *Quercus polymorpha* (Zamudio *et al*, 1992); el 80% de los árboles que dominan este bosque varían de 10 a 20 m de altura y presentan una moderada densidad.

Clima. Templado con un promedio de temperatura anual cercano a los 24°C, presenta lluvias en verano mayores a los 400 mm, el cual corresponde al tipo Cw de la clasificación de Koeppen (modificada por García, 1973) Figura 5.

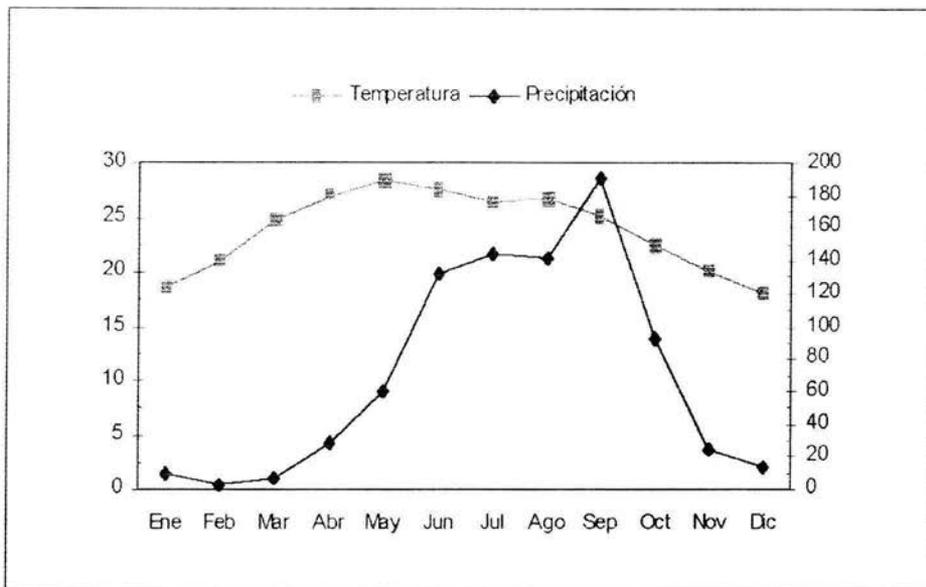


Figura 5. Gráfica que muestra la precipitación y temperatura media anual en el área de estudio (Datos tomados de García, 1981)

Objetivo principal

Contribuir al conocimiento de la ecología térmica de una población de *Xenosaurus platyceps* que habita el Noreste del estado de Querétaro.

Objetivos particulares

1. Explicar si existen diferencias significativas entre la temperatura de actividad entre hembras y machos de *X. platyceps*.
2. Determinar si hay relación entre la temperatura corporal y la longitud hocico-cloaca de la especie.
3. Determinar si existe relación entre la temperatura corporal de la especie y la temperatura del aire.
4. Determinar si existe relación entre la temperatura corporal de la especie y la temperatura del sustrato.
5. Determinar si existen diferencias de comportamiento termorregulador entre la estación seca y la estación de lluvias para la especie.
6. Determinar si la población de *X. platyceps* al Noreste de Querétaro, tiende al termoconformismo o a la termorregulación activa.

Método

Ecología Térmica

El área de estudio fue visitada mensualmente desde Julio de 1999, a Mayo de 2001. En esta se contemplaron tres montañas que presentan condiciones ambientales similares (misma exposición al sol, densidad vegetal similar, mismo gradiente altitudinal, etc.), y en donde la población de *X. platyceps* es abundante.

En cada una de las visitas a la zona de estudio se procedió a capturar la mayor cantidad posible de lagartijas de la especie *X. platyceps*. A cada lagartija capturada se le tomó su temperatura corporal (temperatura cloacal), así como la temperatura del aire (bulbo a la sombra 5.0 cm por encima del sustrato ocupado por la lagartija), y la temperatura del sustrato (bulbo a la sombra sobre el sustrato ocupado por la lagartija), todo esto con un termómetro de lectura rápida (rango 0 - 50°C). Se tomaron las precauciones necesarias para evitar que la temperatura de la lagartija fuera influenciada por el manejo que se le dió a la hora de capturarla. Igualmente, todas aquellas lagartijas que requirieron un esfuerzo extremo para su captura (más de 20 segundos a partir de la primera vista), el cual podría modificar su temperatura de actividad, fueron excluidas del análisis estadístico (Grant y Dunham 1988, Lemos-Espinal y Ballinger 1995a).

Cada lagartija capturada fue marcada permanentemente por ectomización de falanges utilizando la clave de Medica *et al.* (1971, citado en Ferner 1979) modificada por Lemos-Espinal y Amaya-Elias (1986). A cada lagartija capturada se le tomó la información de longitud hocico cloaca ($\pm 0.1\text{mm}$), utilizando una regla de plástico transparente; peso corporal ($\pm 0.25\text{g}$), utilizando una pesola de 100.0 o 30.0 g dependiendo del tamaño del organismo; sexo; y hora de captura. Para

tener independencia estadística en los datos sólo se utilizó un dato de temperatura por cada lagartija capturada; datos sobre lagartijas recapturadas no entraron en el análisis.

Se utilizaron pruebas de regresión para establecer las relaciones entre la temperatura corporal y la longitud hocico cloaca; temperatura corporal y la temperatura del sustrato; temperatura corporal y la temperatura del aire; asimismo se usaron pruebas de ANOVA para establecer diferencias entre la temperatura del aire y la temperatura del sustrato, así como diferencias entre los sexos para los parámetros de LHC y peso corporal.

También se utilizaron pruebas de ANCOVA para establecer diferencias entre la temperatura corporal de los machos y hembras.

Todos los resultados son reportados más- menos un error estándar.

Resultados

El total de organismos capturados fue de 35 a lo largo del año de muestreo, teniendo que para este estudio la Longitud hocico-cloaca promedio para la población fue de 96.74 ± 2.64 mm, siendo para machos de 99.36 ± 3.93 mm y para hembras de 94.94 ± 3.58 mm (figura 6), sin diferencias significativas entre los sexos (ANOVA, $p > 0.100$).

La Temperatura corporal promedio registrada fue de 17.68 ± 0.63 °C, teniendo para los machos 16.69 ± 1.12 °C y para las hembras de 18.36 ± 1.95 °C (figura 7). La Temperatura del aire promedio fue de 16.67 ± 0.99 , teniendo para las hembras 18.27 ± 0.88 y para machos 14.34 ± 1.94 (figura 8); para el sustrato el promedio de la población fue de 17.39 ± 0.67 , siendo para las hembras de 17.88 ± 0.79 y para los machos de 16.67 ± 1.21 (figura 9); no encontrando diferencias significativas entre la temperatura del sustrato y la temperatura de aire (figura 10).

La Longitud hocico-cloaca no tuvo una relación con la Temperatura corporal ($n = 32$, $r = 0.1234$, $p > 0.5$. $T_c = 14.8261 + 0.0295$ LHC), figura 11; presentándose el mismo caso en relación a la Temperatura del aire ($n = 32$, $r = 0.0475$, $p > 0.05$) y con la temperatura del sustrato ($n=32$, $r = 0.1477$, $p > 0.1$). Entre la masa corporal y la Temperatura corporal, no se encontró una correlación significativa para esta población ($n = 32$, $r = 0.3401$, $p > 0.05$, $T_c = 14.2486 + 0.1690$ Peso), como se muestra en la figura 12.

En cuanto a la relación entre la temperatura corporal y la temperatura del aire (figura 13); se halló una relación significativa ($n = 32$, $r = 0.4755$, $p < 0.05$, $T_c = 12.6181 + 0.3037T_a$); al igual que entre la temperatura corporal y la temperatura

del sustrato ($n = 32$, $r = 0.9438$, $p < 0.001$, $T_c = 2.3559 + 0.8810T_s$), como puede verse en la figura 14.

Para comparar a las temperaturas corporales de machos y hembras se utilizó una prueba de ANCOVA, figura 15; usando a la temperatura del sustrato como covariable, por el alto valor de "r" ($r_{\text{sustrato}} = 0.94$ vs $r_{\text{aire}} = 0.47$) que presentó en comparación con la de temperatura del aire, obteniendo que no hubo diferencias significativas entre los sexos ($F_{1,30} = 1.5101$, $p > 0.2$).

Se realizó una prueba de ANCOVA, con la T. Sustrato como covariable para establecer si existían diferencias en la temperatura corporal entre la época seca (Noviembre a Marzo) y la época de lluvias (Abril a Octubre), figuras 16 y 17, sin diferencias significativas entre las estaciones ($F_{1,30} = 4.75$, $p > 0.05$).

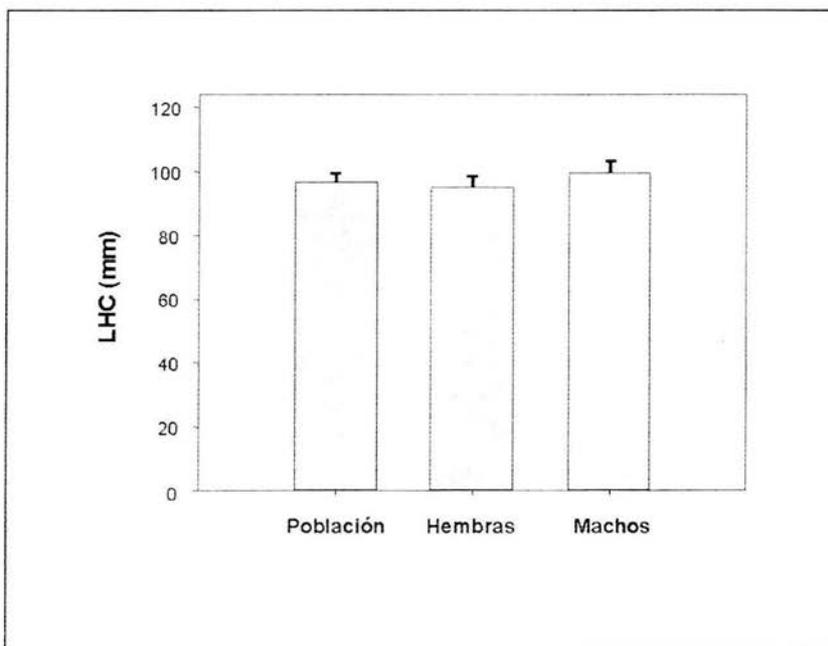


Figura 6. Gráfica que muestra los valores medios de la LHC con su respectivo error estándar.

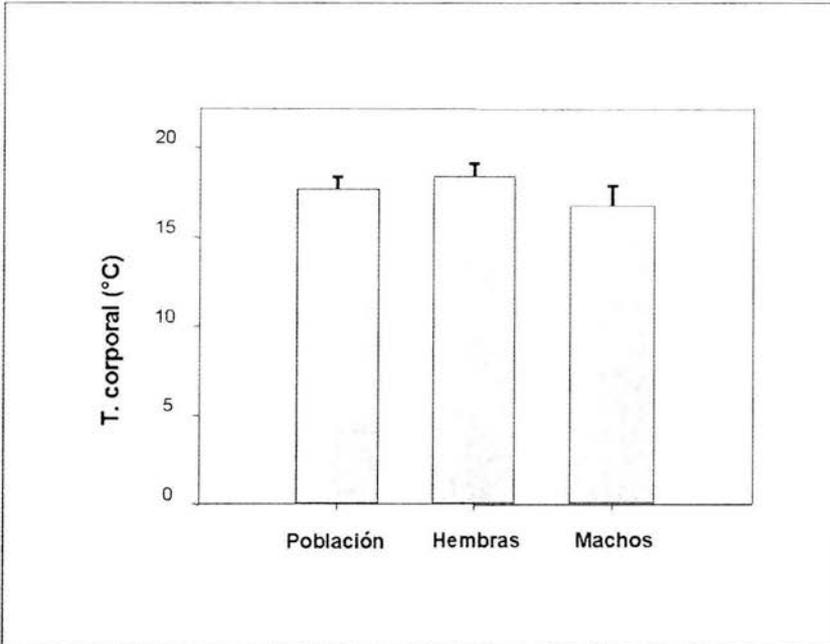


Figura 7. Gráfica que muestra los valores medios de la T. corporal, con su respectivo error estándar, para los organismos.

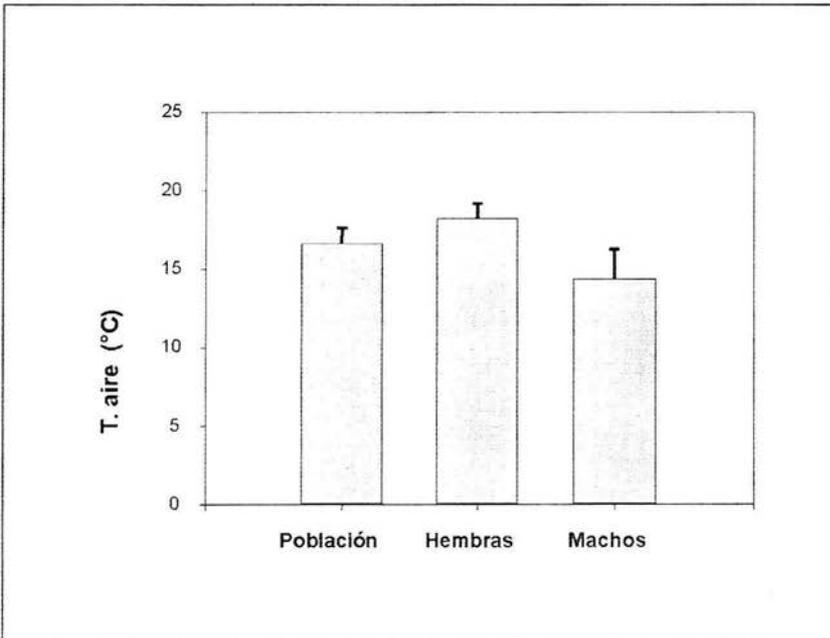


Figura 8. Gráfica que muestra los valores medios de la T. aire con su respectivo error estándar.

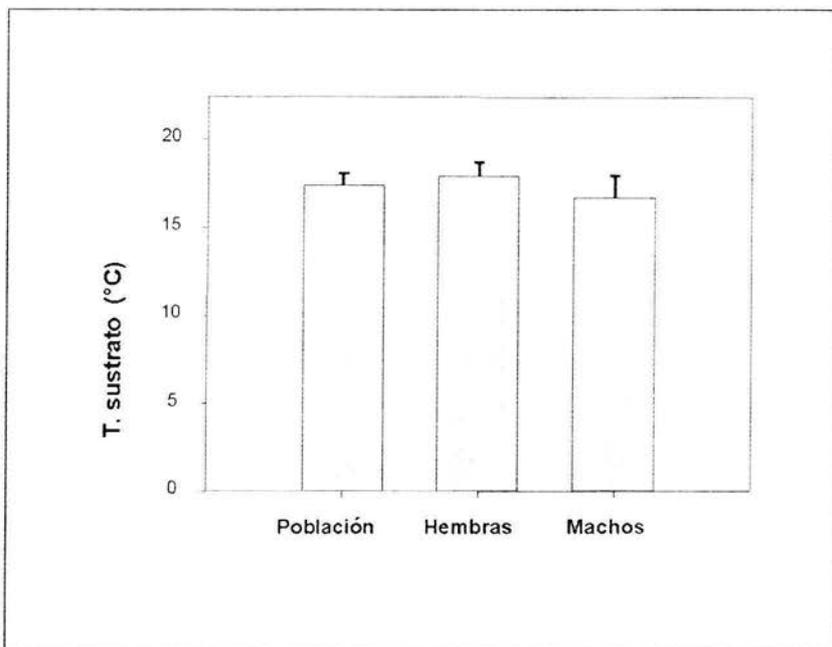


Figura 9. Gráfica que muestra los valores medios de la T. sustrato con su respectivo error estándar.

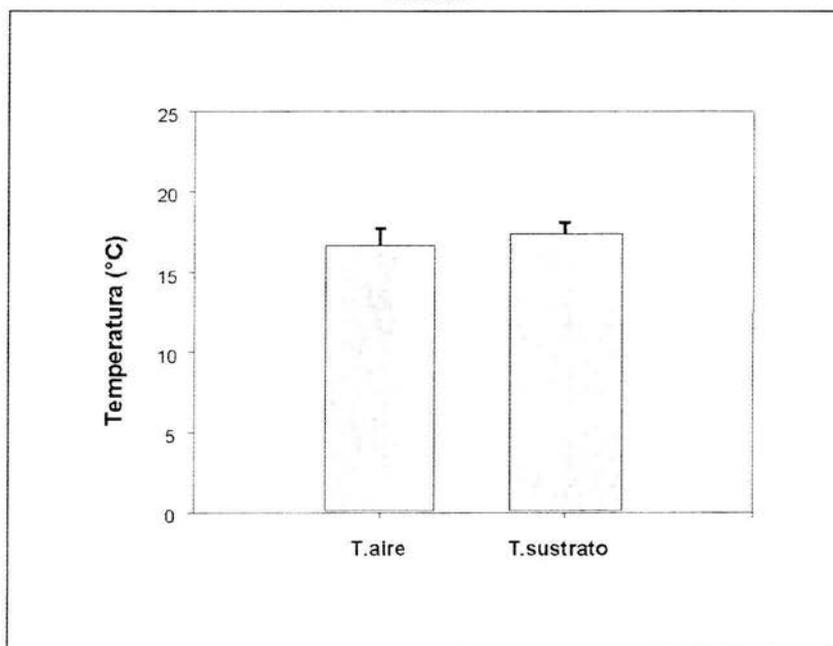


Figura 10. Gráfica que muestra los valores medios de la T. aire en comparación con la T. sustrato, con su respectivo error estándar.

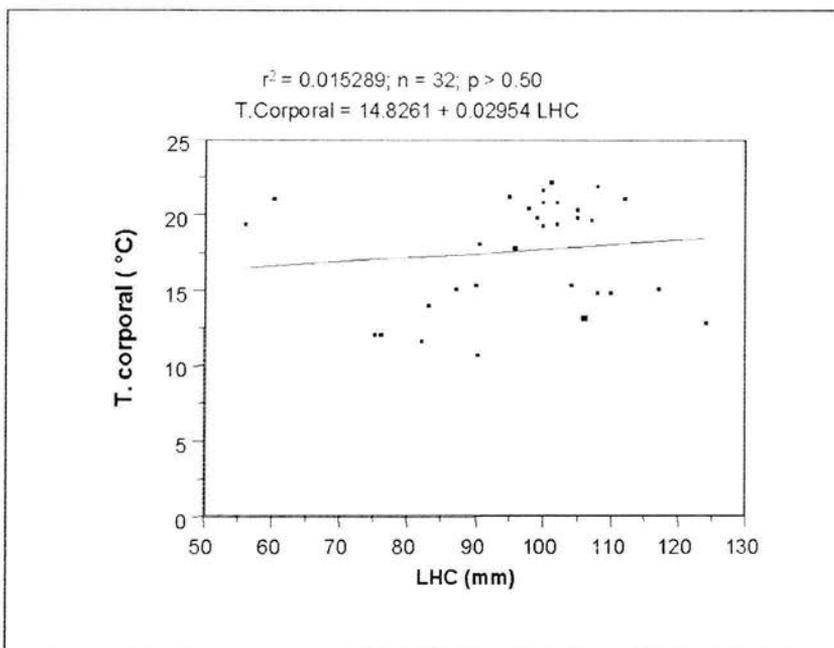


Figura 11. Gráfica que muestra la regresión entre la T. corporal y la talla del organismo.

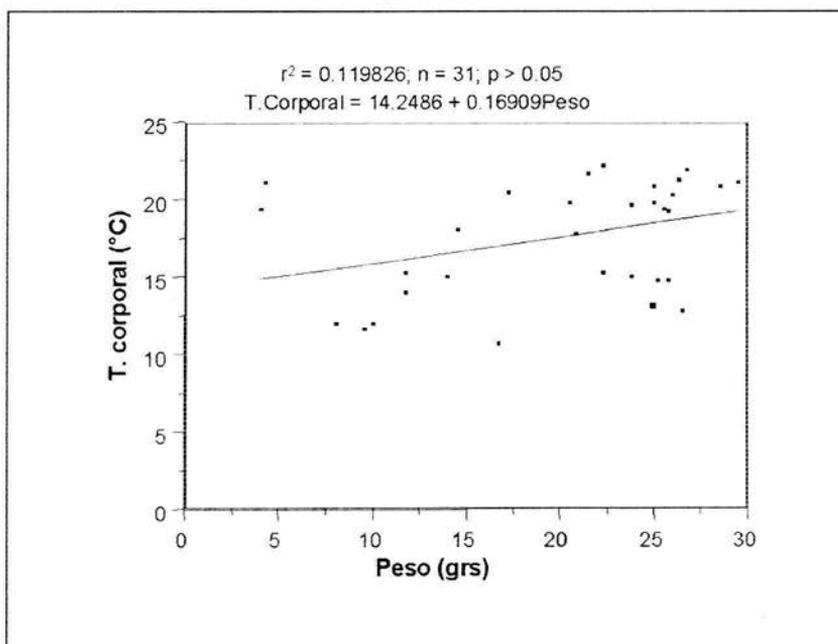


Figura 12. Gráfica que muestra la regresión entre la T. corporal y el peso del organismo.

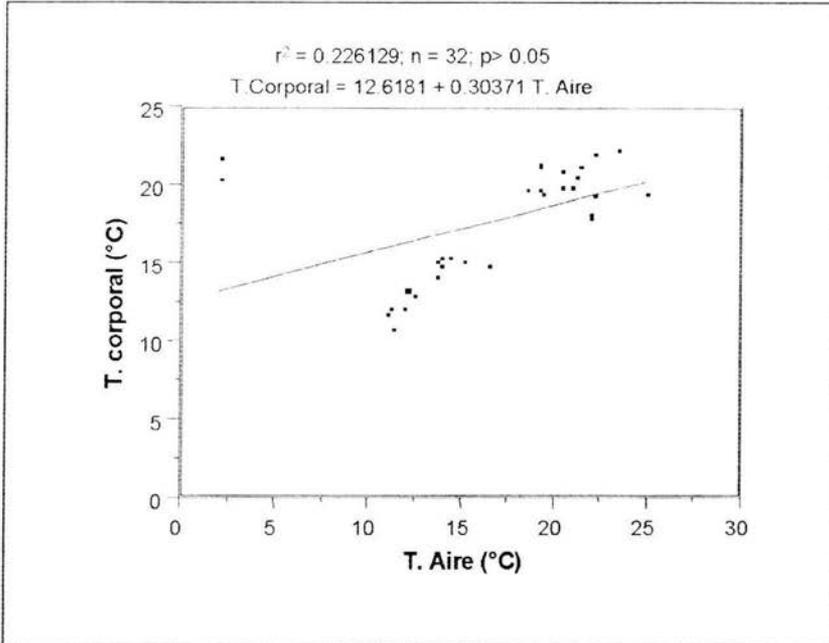


Figura 13. Gráfica que muestra la regresión entre la T. corporal y la T. del aire.

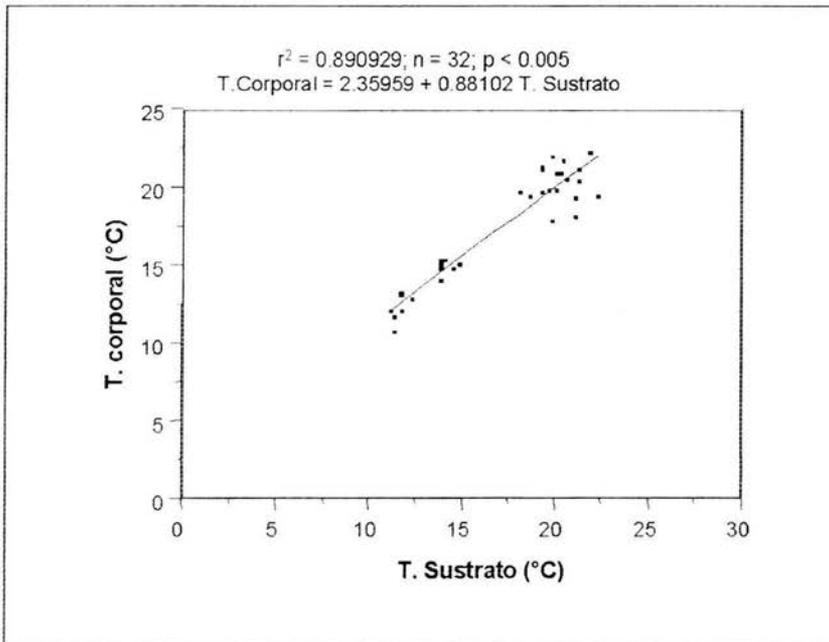


Figura 14. Gráfica que muestra la regresión entre la T. corporal y la T. del sustrato.

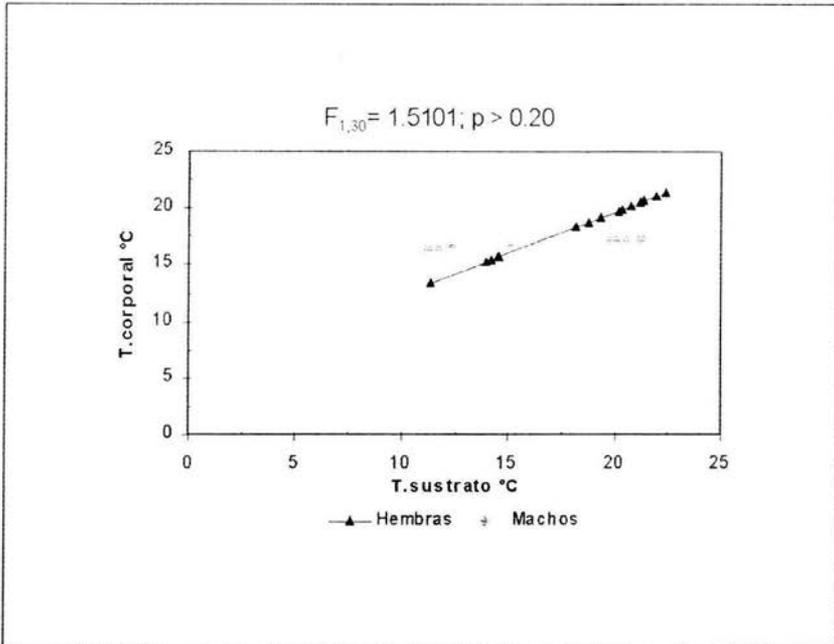


Figura 15. Gráfica que muestra las pendientes de la T. corporal en machos y hembras.

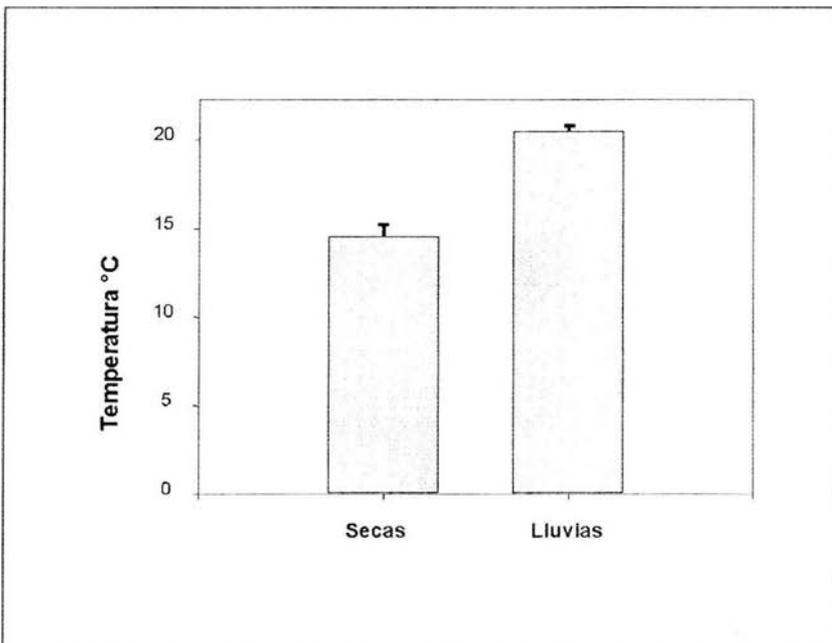


Figura 16. Gráfica que muestra los valores medios de la T. corporal con su respectivo error estándar, a diferentes épocas.

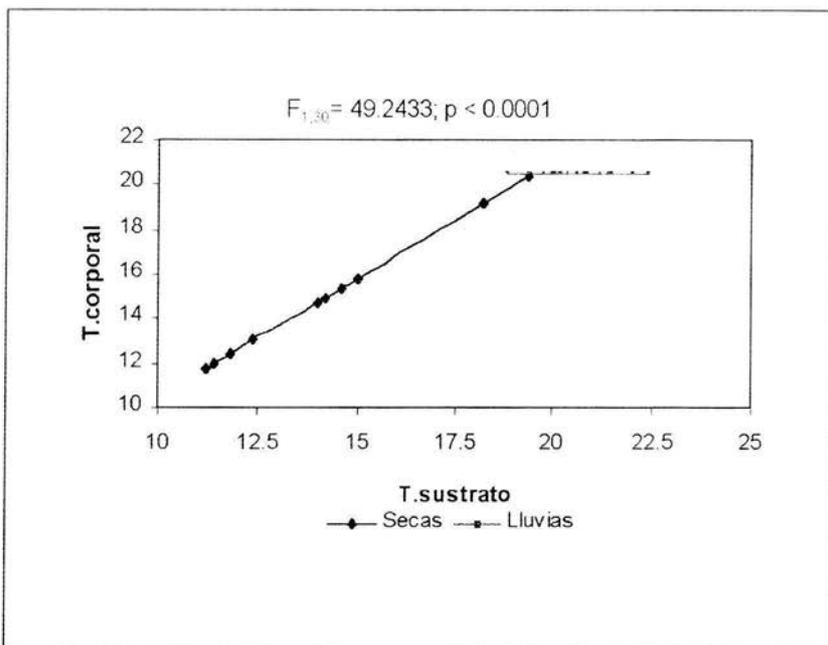


Figura 17. Gráfica que muestra las pendientes de la T. corporal en época de lluvias y época de secas.

Discusión

X. platyceps presentó una temperatura corporal promedio para la población de 17.68°C, mucho menor a la reportada para *X. grandis* (Ballinger, *et al.* 1995) y para *X. newmanorum* (Lemos-Espinal *et al.* 1998), las cuales presentan una temperatura cercana a los 22°C; cabe mencionar que estas dos especies habitan en climas tropicales, mientras que *X. platyceps* se encuentra en un clima templado, el cual tiende a presentar mayores variaciones de temperatura, en contraste al clima ocupado por las otras dos especies; esta condición podría explicar las variaciones de temperatura media entre dichas especies (Hertz, *et al.* 1993).

Hertz y colaboradores (1988) sugieren un óptimo de temperatura aproximada a 35°C o mayor, tanto para lagartijas diurnas como nocturnas en contraste con los 17.68°C presentados por *X. platyceps*, esta diferencia en temperaturas puede deberse a que estos organismos no presentan mucha movilidad ya que la mayoría de sus actividades las realizan dentro o en la orilla de las grietas que habitan, restringiéndose así los sitios para termorregular, que por efectos de dosel son limitados (Ballinger *et al.* 1995, Lemos-Espinal, 1998 y obs. pers.) Esto está aunado a la mención de que la locomoción puede ser un factor determinante para el mantenimiento de altas temperaturas, jugando un papel importante en el papel de forrajeo y de escape de depredadores (Adolph y Porter 1993; Beuchat 1988; Beuchat y Ellner 1987; Dunham *et al.* 1989; Grant y Dunham 1988, 1990; Hertz, *et al.* 1988; Huey y Slatkin, 1976; Sinervo, 1990; Lemos-Espinal 1997a, 1997b, 1997c, 1997d, 1998); aunque la termorregulación también puede deberse a otros factores menos conocidos.

La población no presentó una relación entre la temperatura corporal y la longitud hocico-cloaca, sugiriendo que tanto crías como adultos pueden tener la misma capacidad para obtener temperaturas corporales parecidas (Bogert, 1949a; Huey y Slatkin, 1976; Sinervo, 1990; Lemos-Espinal 1997a, 1997b, 1997c, 1997d, 1998), siendo esto una característica que puede ser influenciada por la filogenia al presentarse el mismo caso para las especies ya estudiadas del género (*X. newmanorum* y *X. grandis*), de las cuales no se reporta una relación entre la temperatura corporal y la talla (Ballinger *et al.* 1995, Lemos-Espinal, *et al.* 1998).

La relación entre la temperatura corporal y la temperatura del aire fue significativa, aunque se observa que la temperatura corporal siempre se encuentra por encima de la temperatura del aire. Sin embargo la relación entre la temperatura corporal y la del sustrato es más evidente y están mucho más cercanas entre ellas, encontrando una pendiente de la T_c sobre la T_s de 0.88, cercana a uno, lo cual sugiere un comportamiento termorregulador conformista o en otras palabras termoconformista (Huey y Slatkin, 1976, Hertz, *et al.* 1993); esta pendiente es parecida a la reportada para las especies hermanas por Ballinger y colaboradores (1995) y Lemos-Espinal y colaboradores (1998); teniendo para *X. newmanorum* una pendiente de 0.75, y para *X. grandis* de 0.97, sugiriendo una conducta de este tipo para ambas especies (Huey y Slatkin, 1976).

Al mismo tiempo los resultados sugieren que *X. platyceps* es del tipo tigmotérmico, es decir que depende directamente de la temperatura del sustrato en donde se encuentra para poder elevar así la suya, como ha sido sugerido en otras especies por Bogert (1949a), Huey y Slatkin (1976), Sinervo (1990) y Lemos-Espinal y cols (1997a, 1997b, 1997c, 1997d, 1998). Esta conducta

termorreguladora puede explicarse puede ser debido a la poca actividad que presenta la especie, puesto que en la inactividad, la temperatura corporal está fuertemente determinada por la temperatura del aire y del sustrato (Adolph y Porter, 1976). Esto sugiere que *X. platyceps*, se comporta como un ectotermo subterráneo, que gana calor por conducción de su microhabitat o por contacto con partes bajas de superficies calientes que están expuestas a la luz del sol (Zug *et al.* 2001).

Al tratarse de una especie vivípara se esperaría una mayor temperatura corporal para las hembras, sin embargo, el estudio reveló que no existen diferencias entre los sexos; lo cual sugiere que tanto hembras como machos tienen las mismas características de termorregulación (Huey y Slatkin, 1976); observando que las hembras no aumentan ni disminuyen su temperatura corporal en la estación reproductiva.

Este comportamiento puede deberse a que se trata de evitar un conflicto entre la temperatura óptima de desarrollo de los embriones y la temperatura corporal preferida de las hembras (Anguilletta Jr, *et al.* 2000). Lo anterior sugiere que existe una estrecha relación entre estas dos temperaturas para nuestra especie, lo cual provocaría un lento desarrollo embrionario y un tamaño relativamente grande de crías, como lo mencionan Anguilletta Jr. y colaboradores (2000), "los organismos que tienen temperaturas mayores para el desarrollo embrionario, presentan crías más pequeñas que aquellos que se desarrollan a temperaturas menores". Además de mencionarse que en especies con más de una puesta o alumbramiento por estación reproductiva, las temperaturas corporales de las hembras aumentan para disminuir el tiempo en el desarrollo

embrionario (Adolph y Porter 1993; Sinervo y Adolph 1989; Smith y Ballinger, 1994; Zug, 1993, Zug *et al.* 2001). Para el caso del género *Xenosaurus*, presenta estaciones reproductivas bianuales (Lemos-Espinal, *et al.* 1997; y Lemos-Espinal y González-Espinoza 2000), como lo mencionan los datos reportados para una población de *X. newmanorum* que presenta un periodo largo de incubación y crías de 55 mm promedio de LHC al nacimiento (Lemos-Espinal, *et al.* 1997; y Lemos-Espinal y González-Espinoza 2000).; esto es parecido a lo que sucede con *X. platyceps* en Tamaulipas, con crías entre los 46 y 55 mm de LHC (Lemos-Espinal y Rojas-González, 2000)

En cuanto a la temperatura corporal a lo largo del año, parece presentar un cambio al observar una diferencia entre las pendientes de la estación seca y la estación de lluvias; teniendo que en la época de seca la temperatura es más baja, con una pendiente cercana a uno, en la relación entre la temperatura corporal y la temperatura ambiente. En cuanto a la estación de lluvias, la temperatura esta más elevada, y observando una pendiente cercana a cero. Estos datos sugieren que la especie va desde la termorregulación hasta el termoconformismo, conforme la temperatura del ambiente baja (Van Damme, *et al* 1987). Parecido a lo que mencionan Huey y Slatkin (1976) y Van Damme y cols (1987), "Durante los periodos con bajas temperaturas ambientales, un ectotermo puede abandonar la termorregulación o puede satisfacer los costos, y elevar así su temperatura tanto como le sea posible".

Cabe mencionar que esta especie se encuentra activa todo el año, presentando los mismos métodos para la obtención de calor y forrajeo, limitado a un territorio pequeño que va de una grieta en una roca de hasta 1.5 metros de

dimensión aproximada (obs pers.). Esto sugiere que *X. platyceps*, presenta un comportamiento termoconformista en la época seca y comportamiento termorregulador activo en los meses más calientes, para mantener así su temperatura corporal dentro de un intervalo óptimo para sus actividades vitales.

IZT.



U.N.A.M. CAMPUS

Conclusiones

En el presente estudio, *X. platyceps* no presenta diferencias entre la temperatura corporal de los machos y las hembras, sugiriendo que las hembras no necesitan un aumento de temperatura en la época reproductiva.

No se encontró una relación entre la temperatura corporal y longitud hocicloaca, sugiriendo que los mecanismos de mantenimiento de calor son influencia de la filogenia, a pesar de presentar temperaturas corporales menores a las registradas para *X. newmanorum* y *X. grandis* en estudios anteriores. Dichas diferencias al parecer se deben a las diferencias en los climas de los ambientes que ocupan.

Se observó una relación entre la temperatura corporal y la temperatura del aire, sin embargo se encontró una relación más evidente entre la temperatura corporal y la temperatura del sustrato, lo cual sugiere una conducta termorregulador conformista del tipo tigmotérmico.

X. platyceps, presenta un comportamiento que tiende al termoconformismo, es decir, dependen de la temperatura ambiental, siendo en mayor grado dependiente de la temperatura del sustrato, sin embargo en estación de lluvias presenta una tendencia a la termorregulación activa, sugiriendo un cambio en el comportamiento termorregulador de la población.

Aunque el presente estudio revela datos importantes para el entendimiento de la ecología térmica de *X. platyceps*, hace falta realizar un estudio mas completo con un estudio en laboratorio y con el uso de modelos neutros, para establecer el aprovechamiento real de energía que presenta la especie.

Literatura citada

- Adolph, S.C. 1990. Influence of behavioral thermoregulation on microhabitat use by two *Sceloporus* lizards. *Ecology* 71:315-327.
- Adolph, S.C., and W.P. Porter. 1993. Temperature activity, and lizard life histories. *Amer Nat.* 142(2):273-295.
- Anguilletta Jr, M.J., R.S. Winters and A.E. Dunham. 2000. Thermal effects on the energetics of lizard embryos: implications for hatchling phenotypes. *Ecology*, 81(11):2957-2968.
- 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, S. Sanoja-Sarabia, and N. Coady. 1995. Ecology of the lizard *Xenosaurus grandis* in the tropical deciduous forest of Cuautlapán, Veracruz, México. *Biotropica* 27(1):128-132.
- Ballinger, R.E., J.A. Lemos-Espinal, and G.R. Smith. 1998. Thermal tolerance of five species of lizards from México and the Southwestern USA. *Bull. Maryland Herpetol. Soc.*, 34(1):1-14.
- Ballinger, R.E., and G.D. Schrank. 1970. Acclimation rate and variability of the critical thermal maximum in the lizard *Phrynosoma cornutum*. *Physiol. Zool.* 43(1):19-22.
- Barrows, S., and H.M. Smith. 1947. The skeleton of the lizard *Xenosaurus grandis* (Gray). *Univ. Kans. Sci. Bull.* 31:227-281.
- Beuchat, C. A. 1988. Temperature effects during gestation in a viviparous lizard. *Journal of Thermal Biology*. 13: 135-145.
- Beuchat, C.A., and S. Ellner. 1987. A quantitative test of life history theory: thermoregulation by a viviparous lizard. *Ecological Monographs*. 57:45-60.
- Bogert, C.M. 1949a. Thermoregulation in reptiles, a factor in evolution. *Evolution*. 3(3):195-211.
- Bogert, C.M. 1949b. Thermoregulation and eccentric body temperatures in Mexican lizards of the genus *Sceloporus*. *An. Inst. Biol. Mex.* XX:415-439.
- Bowker, R.G., and O.W. Johnson. 1990. Thermoregulatory precision in three species of whiptail lizards (Lacertilia: Teiidae). *Physiol. Zool.* 53(2):176-185.

Brattstrom, B.H. 1965. Body temperatures of reptiles. *The American Midland Naturalist*. 73(2):376-422.

Cooper, W., J.A. Lemos-Espinal, and G.R. Smith. 1998. Presence and effect of defesiveness or context on detectability of prey chemical discrimination in the lizard *Xenosaurus platyceps*. *Herpetologica*, 54(3):409-413.

Cowles, R.B., and Bogert, C.M. 1944. A preliminary studio of the termal requirements of desert reptiles. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 83:265-296.

Dunham, A.E., B.W. Grant, and K.L. Overall. 1989. Interfaces between biophysical and physiological ecology and the population ecology of terrestrial vertebrate ectotherms. *Physiological Zoology*. 62(2):335-355.

Etheridge, R. 1967. Lizard caudal vertebrate. *Copeia*. 1967:699-721

García E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climatica de Köpen. México.

Grant, B.W., and A.E. Dunham. 1990. Elevational covariation in environmental constrains and life histories of the desert lizard *Sceloporus merriami*. *Ecology*. 71(5):1765-1776.

Grant, B.W., and A.E. Dunham. 1988. Thermally imposed time constrains on the activity of the desert lizard *Sceloporus merriami*. *Ecology*. 69(1):167-176.

Hertz, P.E., and R.B. Huey. 1981. Compensation for altitudinal changes in the thermal environment by some *Anolis lizards* on Hispaniola. *Ecology*, 62(3):515-521.

Hertz, P.A., R.B. Huey, and T. Garland Jr. 1998. Time Budgets, Thermoregulation, and maximal locomotor performance: Are reptiles olympians or boy scouts?. *Amer. Zool.* 28: 927 - 938

Hertz, P.A., A. Arce-Hernández, J. Ramírez-Vazquez, W. Tirado-Rivera, and L. Vazquez-Vives. 1979. Geographic variation of heat sensitivity and water loss rates in the tropical lizard *Anolis gundlachi*. *Comp. Biochem. Physiol.* 62a:947-953.

Hu, Q., Y. Jiang, and E. Zhao. 1984. A studio of taxonomic status of *Shinisaurus crocodilurus*. *Acta Herptol. Sin.* 3:1-7.

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. 1982. Temperature, physiology and the ecology of reptiles. In C. Gans and F.H. Pough (eds), *Biology of the Reptilia*. Vol 12, pp 25-92, Academic Press, New York. New York.

Huey, R. B. And T.P Webster. 1976. Thermal biology of Anolis Lizards in a complex fauna: The *Achristatellus* group on Puerto Rico. *Ecology* 57: 9875-994.

King, W., and F.G. Thompson. 1968. A review of the American lizards of the genus *Xenosaurus* Peters. *Bull. Flor. State Mus.* 12(2): 95-123.

Lemos-Espinal, J.A., y J.J. Amaya-Elias. 1986. Aspectos generales sobre la dinámica poblacional de la lagartija *Sceloporus grammicus microlepidotus* (Sauria : Iguanidae), en la vertiente oriental del volcán Iztaccihuatl, Puebla. *Ciencia Forestal* 59(1):127-151.

Lemos-Espinal, J.A., R.E. Ballinger, and J.M. Javelly-Gurria. 1993. Observations on the sensitivity to high temperatures in two lizard species (*Ameiva undulata* and *Sceloporus horridus*) from Zacatepec, Morelos, México. *Bull. Maryland Herp. Soc.*, 29:24-29.

Lemos-Espinal, J.A., and R.E. Ballinger. 1995. Comparative thermal ecology of the high-altitude lizard *Sceloporus grammicus* on the eastern slope of the Iztaccihuatl volcano, Puebla, México. *Can. J. Zool.*, 73:2184-2191.

Lemos-Espinal, J.A., G.R. Smith, and R.E. Ballinger. 1997. Thermal ecology of the lizard *Sceloporus gadoviae*, from an Arid Tropical Scrub Forest. *J. Arid. Environ.* 1997(35):311-319.

Lemos-Espinal, J.A., G.R. Smith, and R.E. Ballinger. 1997. Body temperatures of the Mexican lizard *Sceloporus ochoteranae* from two populations in Guerrero, México. *Herpetological Journal*, 7:74-76.

Lemos-Espinal, J.A., G.R. Smith, and R.E. Ballinger. 1997. Neonate-female associations in *Xenosaurus newmanorum*: A case of Parental Care in a lizard. *Herpetological Review* 28(1):22-23.

Lemos-Espinal, J.A., G.R. Smith, and R.E. Ballinger. 1998. Temperature relationships of the lizard, *Barisia imbricata*, from México. *Amphibia-Reptilia*, 69:1-5.

Lemos-Espinal, J.A., G.R. Smith, and R.E. Ballinger. 1996. Natural History of the Mexican knob-scaled lizard, *Xenosaurus rectocollaris*. *Herpetological Natural History*, 4(2):151-154.

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

Lemos-Espinal, J.A., G.R. Smith, and R.E. Ballinger. 1997. Observations on the body temperatures and natural history of the some Mexican reptiles. *Bull. Maryland Herpetol. Soc.*, 33(4):159-164.

- Lemos-Espinal, J.A., G.R. Smith, and R.E. Ballinger. 1998. Thermal ecology of the crevice-dwelling lizard, *Xenosaurus newmanorum*. J. Herpetology, 2(1):141-144.
- Lemos-Espinal, J.A., G.R. Smith, and R.E. Ballinger. 1997. Natural history of *Xenosaurus platyceps*, a crevice-dwelling lizard from Tamaulipas, México. Herpetological Natural History, 5:181-186.
- Lemos-Espinal, J.A., I. Rojas-González. 2000. Observation on neonate size and litter sex ratio on the crevice-dwelling lizard *Xenosaurus platyceps*. Herpetological Review, 31 (1) :
- Lemos-Espinal, J.A. y J.E. González-Espinoza. 2000. "Demografía e historia de vida de la lagartija *Xenosaurus newmanorum* en Xilitla San Luis Potosi", Proyecto CONABIO R232.
- Lynch, J.D., and H.M. Smith. 1965. A new species of *Xenosaurus* (reptilia: Xenosauridae) from the Isthmus of Tehuantepec, Mexico. Transactions of the Kansas Academy of Science. 68(1):163-171.
- Lynn, W.G. and G.A. Walsh. 1957 The morphology of the thyroid gland in the lacertii. Herpetologica. 13:157-162.
- Miller, M.R. 1966. The cochlear duct of lizards. Proc. Calif. Acad. Sci.23:255-359.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección. Diario Oficial, Primera sección.
- Rojas-González, I.R. 1999. Evaluación de las funciones potenciales del sistema quimiorreceptoras en la lagartija *Xenosaurus grandis* (Squamata: Xenosauridae). Tesis de Licenciatura. FES-Iztacala. UNAM. 42 pp.
- Rzedowski, J.1988. Vegetación de México. Ed. Limusa, México.
- Sinervo, B. 1990. Evolution of the thermal physiology and growth rate between populations of the western fence lizard (*Sceloporus occidentalis*)Oecologia. 83:228-237.
- Sinervo, B., and S.C. Adolph. 1989. Thermal sensitivity of growth rate in hatchling *Sceloporus* Lizards: environmental, behavioral and genetics aspects. Oecologia. 78:411-419.
- Sinervo, B., and S.C. Adolph. 1994. Growth plasticity and thermal opportunity in *Sceloporus* lizards. Ecology. 75(3):776-790.

Smith, G.R., J.A. Lemos-Espinal, and R.E. Ballinger. 1997. Sexual dimorphism in two species of knob-scaled lizard (genus *Xenosaurus*) from Mexico. *Herpetologica*, 53(2):200-205.

Smith, G.R. and R.E. Ballinger. 1994. Temperature relationships in the high-altitude viviparous lizard. *Sceloporus jarrovi*. *American Midland Naturalist*. 131: 181-189.

Smith, H.M., and J.B. Iverson. 1993. A new species of knob-scale lizard (Reptilia: Xenosauridae) from Mexico. *Bull. Mar. Herp. Soc.* 29(2):51-66.

Van Damme, R.; D. Baywens, and R.F. Verheyen. 1987. Thermoregulatory responses to environmental seasonality by the lizard *Lacerta vivipara*. *Herpetologica*, 43(4): 405-415.

Wu C., and Z. Huang. 1986. A comparison of the external characters and the skeletal system between *Shinisaurus crocodilurus* and *Xenosaurus grandis*. *Shinizoologia*. 4:41-50.

Zamudio, R.S., J. Rzedowski., E. Carranza, y G. C. de Rzedowski. 1992. La vegetación del estado de Querétaro. (Panorama preliminar). *Inst. Ecol. Centro Regional del Bajío*. pp. 46-53.

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 of reptiles*. Second ed. Academic Press, U.S.A.