

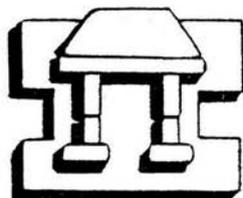


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CAMPUS IZTACALA

Ecología térmica de una población de la lagartija *Xenosaurus
rectocollaris* Smith & Iverson en un chaparral al NE del estado de
Puebla, México.

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A
GUILLERMO ALFONSO WOOLRICH PIÑA



IZTACALA

DIRECTOR DE TESIS: DR. JULIO A. LEMOS ESPINAL

LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA, EDO. 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.



U.N.A.M. CAMPUS

"... El misterio del principio de todas las cosas es insoluble para nosotros, y debo contentarme con ser, por mi cuenta, un agnóstico."

Charles Darwin, 1876.

"... Para Isabel, por ser el pilar fundamental de mi vida, así como por su gran esmero, valor y perseverancia, mi más profunda admiración y respeto. Te amo mamá..."

"... A Diana por brindarme su apoyo total e incondicional, ya que sin su ayuda, mi superación académica, personal y la realización de este trabajo no hubiera sido posible, muchas gracias (¡misión cumplida!) . Te quiero mucho hermana..."

"... A Donají, por poder contar contigo en los momentos difíciles, gracias por tu comprensión. Te quiero hermana..."

"... Para Omar, porque deseo ser un ejemplo para él y por el gran afecto que le guardo. Te quiero mucho hijo "

"... A María Esther por brindarme su amor, comprensión, lealtad, respeto y por ser uno de mis alicientes para superarme día a día. Gracias por todo amor..."

"... A Sebastián, mi gran amor..."

"... A la memoria de Guillermo Woolrich, Fernando Cabrera y Murio Farías..."

"...A mi madrina, María Elena Olvera de Farías..."

"... Para mis grandes amigos Gerardo Cabrera y Rodrigo Godoy..."

AGRADECIMIENTOS.

A la Universidad y a sus académicos por haberme abierto las puertas al conocimiento y brindarme las herramientas necesarias para mi superación académica y personal para triunfar en la vida. **¡NO LOS DEFRAUDARÉ!**

Al Dr. Julio A. Lemos Espinal por haberme transmitido parte de sus conocimientos y por enseñarme a trabajar con este interesante grupo como son los reptiles.

A la Sociedad de los Herpetólogos Muertos integrada por Jorge E. González Espinoza, Luis Oliver López, Felipe Correa Sánchez y Vicente Mata Silva por su gran ayuda en campo, sus comentarios siempre acertados y su amistad.

Al proyecto DGAPA no. IN216199 por financiar este proyecto.

Al Dr. Rafael Lira Saade por su ayuda para la agilización del trámite de titulación.

A los Biólogos Enrique Godínez Cano y Amaya González Ruiz por haber impartido un excelente curso monográfico sobre Herpetología así como por sus críticas constructivas sobre el primer manuscrito de este trabajo

Al M. en C. Rodolfo García Collazo por las sugerencias realizadas para mejorar la presentación de este trabajo.

Al Laboratorio de Ecología de la UBIPRO y al personal que labora en él (Investigadores y estudiantes) por permitirme el uso del material y equipo para la realización de este y otros trabajos.

A la familia Cabrera Sánchez por brindarme su amistad.

A las familias Calderón Méndez, Méndez Arizmendi, Calderón Rangel, Romero Méndez, Méndez Cerrillo y Núñez Calderón por su gran apoyo y ayuda que generosamente nos han brindado a mi y a mi familia.

A todos mis amigos que se han ido integrando a lo largo de mi vida.

INDICE.

Resumen	1
Abstract	2
Introducción	3
Antecedentes	5
Descripción del organismo de estudio	8
Descripción del área de estudio	10
<i>Localidad</i>	10
<i>Edafología</i>	10
<i>Fisiografía</i>	10
<i>Geología</i>	10
<i>Hidrología</i>	11
<i>Vegetación</i>	11
<i>Mapa</i>	12
Objetivo general	13
<i>Objetivos particulares</i>	13
Material y Método	14
<i>Ecología térmica</i>	14
<i>Talla corporal</i>	14
<i>Estadísticos</i>	14
<i>Tendencias termorregulatorias</i>	15
Resultados	16
<i>Talla corporal</i>	16
<i>Temperatura</i>	17
Análisis y Discusión	23
Conclusiones	28
Referencias	29
Apéndice	36

Resumen.

La temperatura ambiental es el factor que influye de manera directa sobre la temperatura corporal de los lacertilios. Mecanismos conductuales y fisiológicos son utilizados por las lagartijas para termorregular. Se han realizado una serie de trabajos sobre la ecología térmica en las familias Phrynosomatidae y Polychrotidae, principalmente, siendo escasos los estudios realizados en otras familias. Se estudió la ecología térmica de la lagartija *Xenosaurus rectocollaris* que habita en un chaparral al NE del estado de Puebla, México. Se capturaron un total de 40 organismos, a los que se les registró la longitud hocico-cloaca (LHC), longitud total (LT), peso, temperatura corporal (T_c), temperatura del aire (T_a) y temperatura del sustrato (T_s) donde fueron encontrados. Para todos los análisis estadísticos se tomó una $n = 40$. La LHC para esta población promedió 88.83 ± 1.53 mm, la LT y el peso promediaron 166.6 ± 3.11 mm y 17.11 ± 0.53 g respectivamente. La T_c promedio para estos organismos fue de 22.63 ± 0.39 °C. La T_a y T_s promediaron 19.96 ± 0.36 °C y 20.15 ± 0.35 °C respectivamente. No se observaron diferencias entre la temperatura corporal de machos y hembras, ni entre las estaciones. La T_c estuvo positiva y significativamente correlacionada a la T_a y a la T_s donde se encontraban las lagartijas ($T_c = 8.852 + 0.6898 T_a$; $n = 40$, $r = 0.624$, $P < 0.0001$; $T_c = 8.4229 + 0.7046 T_s$, $r = 0.632$, $P < 0.0001$, respectivamente). Estos resultados sugieren que *Xenosaurus rectocollaris* presenta una tendencia hacia el termoconformismo.

Palabras clave: *Xenosaurus rectocollaris*, Ecología térmica, Termorregulación, Termoconformismo, Temperatura corporal, Reptilia, *Xenosauridae*, Puebla, México.

Abstract.

Environmental temperature is a factor that influence directly on lizard body temperatures. Behavioral and physiological mechanisms are utilized by the lizards for thermoregulation. Studies on thermal ecology has been done in Phrynosomatidae and Polychrotidae lizard families. There are few studies on this topic done performed in others lizard families. Thermal ecology in a population of the lizard *Xenosaurus rectocollaris* that occur at NE Puebla, Mexico was studied. Mean snout-vent length (SVL) and body mass (Bm) were 88.83 ± 1.53 mm and 17.11 ± 0.53 g respectively. Average body temperature (Tb), air temperature (Ta) and substrate temperature (Ts) were 22.63 ± 0.39 °C, 19.96 ± 0.36 °C and 20.15 ± 0.35 °C respectively. The body temperature did not differ between males and females, neither among stations. Tb was significantly and positively related to Ta and Ts where lizards were found ($T_c = 8.852 + 0.6898 T_a$; $n = 40$, $r = 0.624$, $P < 0.0001$; $T_c = 8.4229 + 0.7046 T_s$, $r = 0.632$, $P < 0.0001$, respectively). This results suggested that *Xenosaurus rectocollaris* seem to be a thermal conformist specie.

Key word: *Xenosaurus rectocollaris*, Thermal ecology, Thermoregulation, Thermal conformity, Body temperature, Reptilia, *Xenosauridae*, Puebla, Mexico.

Introducción.

La temperatura es un factor ambiental que influye de manera directa en la temperatura corporal de los lacertilios (Zug *et al.*, 2001). Esta temperatura corporal puede ser regulada por mecanismos conductuales y fisiológicos debido a las variaciones diarias, estacionales y geográficas en la temperatura ambiental (Huey y Slatkin, 1976; Hertz y Huey, 1981; Bauwens *et al.*, 1996 y Belliure *et al.*, 1996); estos mecanismos son utilizados por las lagartijas para mantener intervalos de temperaturas corporales máximos y mínimos en los que puedan estar activas (Ballinger *et al.*, 1970; Huey y Pianka, 1977; Huey y Bennett, 1987; Sinervo y Adolph, 1989; Brown 1996; Lemos-Espinal *et al.*, 1997a; y Anguilletta *et al.*, 1999).

Los trabajos realizados por Cowles y Bogert (1944) y Bogert (1949a y 1949b) han sido la base de la mayoría de los estudios sobre la termorregulación en lagartijas. Desde entonces se han realizado una serie de trabajos sobre termorregulación en lacertilios entre los que podemos destacar los estudios que relacionan la termorregulación con la fisiología (Dunham *et al.*, 1989; Sinervo y Adolph, 1989, 1994; Sinervo, 1990 y Benezib y Congdon 1992), así como estudios ecológicos y evolutivos que tratan de explicar la temperatura corporal que presentan las lagartijas actualmente (Ballinger *et al.*, 1970; Waldschmidt y Tracy, 1983; Huey y Bennett, 1987; Grant y Dunham, 1988, 1990; Smith *et al.* 1993 y 1994a; Lemos-Espinal y Ballinger, 1995; Lemos-Espinal *et al.*, 1997a y 1997b). En la actualidad se considera que la termorregulación es un factor importante que puede explicar las diferentes características de historias de vida como son la madurez sexual, tamaño de las camada o de la puesta, tasas de crecimiento de las crías y sobrevivencia, entre otras (Stearns, 1976, 1992; Beuchat y Ellner, 1987; Sinervo y Adolph, 1989; Sinervo, 1990; Adolph y Porter, 1993 y Anguilletta *et al.*, 2000).

La mayoría de los estudios que tratan aspectos de termorregulación se han realizado principalmente con lagartijas de la familia Phrynosomatidae (Lemos-Espinal *et al.*, 1993, 1997a, 1997b, 1997c, 1997d, 1997e; Smith *et al.*, 1993; Smith y Ballinger, 1994a, 1994b, 1995; Lemos-Espinal y Ballinger, 1995 y Andrews *et al.*, 1999) y Polychrotidae (Ballinger *et al.*, 1970; Huey, 1974; Huey y Webster, 1976; Hertz, 1981; Hertz y Huey, 1981; Hertz, 1992a y 1992b; y Hertz *et al.*, 1994), siendo sólo unos cuantos los trabajos realizados con lacertilios pertenecientes a otras familias (Brown, 1996; Lemos-Espinal *et al.*, 1997f; Anguilletta *et al.*, 1999; Autumn *et al.*, 1999 y Kearney y Predavec, 2000 y Villamar-Duque, 2001) y casi nulos en la familia Xenosauridae (Lemos-Espinal *et al.* 1998).

La familia Xenosauridae comprende dos géneros, *Shinisaurus* con una sola especie distribuida en la parte suroriental de China (Hu *et al.*, 1984; Wu y Huang, 1986) y *Xenosaurus* que es un género americano con seis especies (*Xenosaurus grandis*, *X. newmanorum*, *X. platyceps*, *X. phalaroanthereon*, *X. penae* y *X. rectocollaris*), que se distribuyen desde Tamaulipas, México hasta Guatemala (Lynch y Smith, 1965; King y Thompson, 1968; Smith e Iverson, 1993; Ballinger *et al.*, 1995; Pérez Ramos *et al.*, 2000 y Nieto Montes de Oca *et al.*, 2001). Estas lagartijas presentan hábitos secretivos, por esta razón existen pocos estudios sobre este género (Smith y Laufe, 1945; Barrows y Smith, 1947; Fritts, 1966; Ballinger *et al.*, 1995; Lemos-Espinal *et al.*, 1997g y 1998; Smith *et al.*, 1997; Cooper *et al.*, 1998; Rojas-González, 1999; Lemos-Espinal y Rojas-González, 2000).

Antecedentes.

Bogert (1949a y 1949b) fue uno de los primeros en investigar aspectos de termorregulación en lacertilios de los géneros *Sceloporus* y *Cnemidophorus*, encontrando una relación entre la temperatura corporal y el comportamiento, influenciados estos por la temperatura ambiental; así mismo menciona que la temperatura corporal es una característica conservativa entre los diferentes taxones de lagartijas. Posteriormente Brattstrom (1965) realizó una revisión sobre la termorregulación en varios grupos de reptiles, mencionando que existe un rango de temperatura en lacertilios que oscila entre los 11 y los 46.4°C. Ballinger y colaboradores (1970) encontraron diferencias en la temperatura corporal de *Anolis limifrons* entre la temporada seca y la húmeda. Huey y Slatkin (1976) mencionan que la termorregulación en los lacertilios puede variar de forma proporcional, según los cambios de la temperatura ambiental. Hertz y Huey (1981) encontraron variaciones en la conducta termorregulatoria de *Anolis* debido a la diferencia entre los factores ambientales de los diferentes hábitats.

Hasta la fecha existen una gran cantidad de estudios sobre la ecología térmica realizados en lagartijas de la familia Phrynosomatidae; entre estos trabajos podemos mencionar los de Sinervo y Adolph (1989 y 1994), quienes mencionan que el ambiente térmico puede influir en el crecimiento corporal de *Sceloporus graciosus* y *Sceloporus occidentalis*. Smith y colaboradores (1993), al estudiar la ecología térmica de *Sceloporus scalaris* encontraron que los machos presentaron una temperatura corporal mayor en comparación a las hembras. 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 lagartija fue de 31.8°C. Smith y Ballinger (1994b) observaron en *Sceloporus virgatus* que las hembras grávidas tuvieron temperaturas corporales más bajas

que las hembras no grávidas. Lemos-Espinal y Ballinger (1995) mencionaron que *Sceloporus grammicus* mantuvo una temperatura corporal similar en dos sitios con diferente elevación (3700 y 4400 msnm). Smith y Ballinger (1995) encontraron que las hembras de *Urosaurus ornatus* presentaron una temperatura corporal promedio menor a los machos. Lemos-Espinal y colaboradores (1997a) demostraron que *Sceloporus gadoviae* presentó una temperatura corporal mayor durante la época seca del año. Lemos-Espinal y colaboradores (1997b) observaron que los machos de la lagartija *Sceloporus mucronatus mucronatus* presentaron temperaturas corporales mayores a las hembras. Lemos-Espinal y colaboradores (1997c) no observaron diferencias en la temperatura preferida (34°C) de *Sceloporus ochoteranae* que se encontraban en diferentes hábitats y elevaciones.

Desde que Taylor (1949) describió el microhábitat de *Xenosaurus grandis*, indicando que habita entre las grietas de las rocas, han sido pocos los estudios realizados con este género. Entre los trabajos que destacan, encontramos aquellos que han examinado características anatómicas (Smith y Laufe, 1945; Barrows y Smith, 1947), tamaño de la camada (Fritts, 1966), talla de neonatos y proporción de sexos (Lemos-Espinal y Rojas-González, 2000), algunos aspectos conductuales sobre cuidado parental (Lemos-Espinal *et al.*, 1997g), quimiorrecepción (Cooper *et al.*, 1998 y Rojas-González 1999) y dimorfismo sexual (Smith *et al.*, 1997) principalmente.

Únicamente se conocen aspectos sobre la ecología térmica de *Xenosaurus grandis* y *X. newmanorum*. Ballinger y colaboradores (1995), observaron una tendencia termoconformista en *X. grandis*, así como una probable conducta tigmotérmica debido a la ausencia de la exposición al sol. Por otra parte mencionan que la temperatura máxima crítica para esta población varió de 36.4 a 39°C.

Lemos-Espinal y colaboradores (1998), observaron que hubo una fuerte correlación entre la temperatura del microclima y la temperatura corporal presentada en *Xenosaurus newmanorum*. Por otra parte, mencionan que esta lagartija presenta pocas oportunidades para asolearse y elevar su temperatura corporal por mecanismos conductuales, dando un carácter termoconformista.

Descripción del organismo de estudio.

Xenosaurus rectocollaris fue descrita recientemente por Smith e Iverson (1993); se caracteriza por presentar una banda recta a manera de collar que atraviesa el cuello; presenta una coloración dorsal de fondo de color blanquecino, esta coloración se extiende al resto del cuerpo llegando hasta la cola (figura 1). El vientre no presenta marcas oscuras y presenta de 19 a 23 lamelas bajo el cuarto dedo. La presencia de la banda recta a manera de collar da el nombre a la especie; esta lagartija habita entre las grietas que forman dos rocas aplanadas o bajo rocas cubiertas por pequeñas suculentas (figura 2).



Figura 1. Vista superior de *Xenosaurus rectocollaris*. Fotografía tomada por Woolrich-Piña.

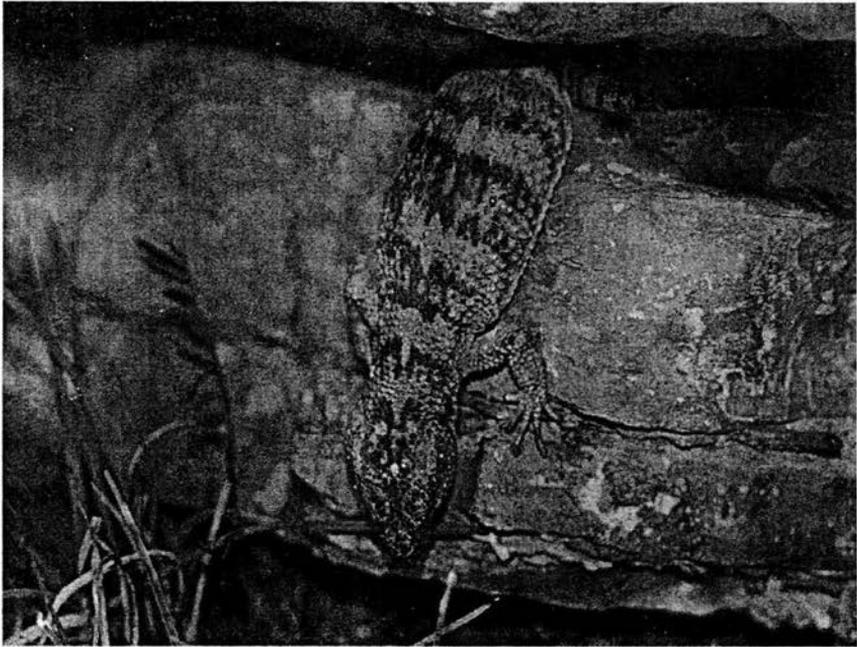


Figura 2. *Xenosaurus rectocollaris* en su microhábitat. Fotografía tomada por Woolrich-Piña.

IZT.

X. rectocollaris es una lagartija pobremente estudiada, únicamente se remite a un trabajo sobre historia natural (Lemos-Espinal *et al.*, 1996). Esta especie aparece en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994 como rara y endémica a México; a pesar de presentar una gran importancia a nuestro país, se sabe poco de estos organismos.

Debido a que los conocimientos sobre la ecología de *Xenosaurus rectocollaris* son escasos, este trabajo pretende generar un mayor conocimiento de la ecología térmica en estos organismos, el cual será útil para proponer planes de conservación sobre esta especie y el género.



Descripción del área de estudio.

Localidad.

El área de estudio se localiza al noreste del estado de Puebla, en las cercanías de Chapulco, a 18° 41' N y 97° 21' W (figura 3), a 8 km de la línea divisoria de los estados de Puebla y Veracruz, sobre la carretera federal 150 Tehuacán-Orizaba. Se encuentra a una altitud que oscila entre los 2100 y los 2320 msnm aproximadamente y presenta un clima templado seco (García 1981).

Edafología.

El tipo de suelo corresponde a Feozem calcáreo con algunas zonas háplicas; presenta una profundidad no mayor a los 100 centímetros limitante con roca. Su perfil muestra una textura que oscila de fina a mediana con forma de bloques subangulares de tamaño grueso; se observan fases físicas líticas y líticas profundas. Este suelo se clasifica como arcilloso debido a su composición, ya que se conforma de 48 % arcilla, 18 % limo y 34 % arena.

Fisiografía.

La provincia fisiográfica pertenece a la Sierra Madre del Sur, esta provincia comprende siete subprovincias que son: Cordillera Costera del Sur, Mixteca Alta, Sierras y Valles Guerrerenses, Sierras Centrales de Oaxaca, Sur de Puebla, Llanuras Morelenses y Sierras Orientales, siendo esta última la que corresponde específicamente al área de estudio. Esta subprovincia desciende en sentido sureste desde la región de Orizaba, Veracruz hasta Salina Cruz, Oaxaca; penetrando al este de la cuenca de Tehuacán.

Geología.

La geología corresponde a rocas sedimentarias y volcánico-sedimentarias pertenecientes al cretácico inferior y superior. En las cercanías hay una ligera transición de rocas ígneas intrusivas. Se observa una asociación de rocas calizas-lutitas que son de gran importancia

para los organismos de estudio, ya que estas lagartijas habitan entre las grietas que forman las rocas antes mencionadas.

Hidrología.

Corresponde a la región hidrológica "Papaloapan". En esta zona, las corrientes tienen una disposición radial y paralela controlada por las elevaciones de la Sierra Madre Oriental y el Pico de Orizaba. Los ríos que abastecen esta región son el "Papaloapan" y el "Jamapa". El primer río se origina en la Sierra Madre de Oaxaca y el Nudo Mixteco, tomando como afluente algunos ríos del sur del estado como los ríos Zapotitlán, Hondo, y Comulco principalmente. Esta zona presenta un rango de escurrimiento de 1000 mm anuales. El segundo río nace en las faldas del Pico de Orizaba y comprende una pequeña porción del oriente poblano; el rango de escurrimiento en este lugar va de 500 a 1000 mm anuales.

Vegetación.

El tipo de vegetación corresponde a un chaparral dominado por *Opuntia* spp. y *Yuca* spp. así como algunas agaváceas; también se pueden observar dispersos algunos encinos enanos (*Quercus* sp., Rzedowski 1988). En las cercanías del lugar, predominan bosques de *Quercus* spp., así como algunas zonas de cultivo (*Zea mays*, principalmente).

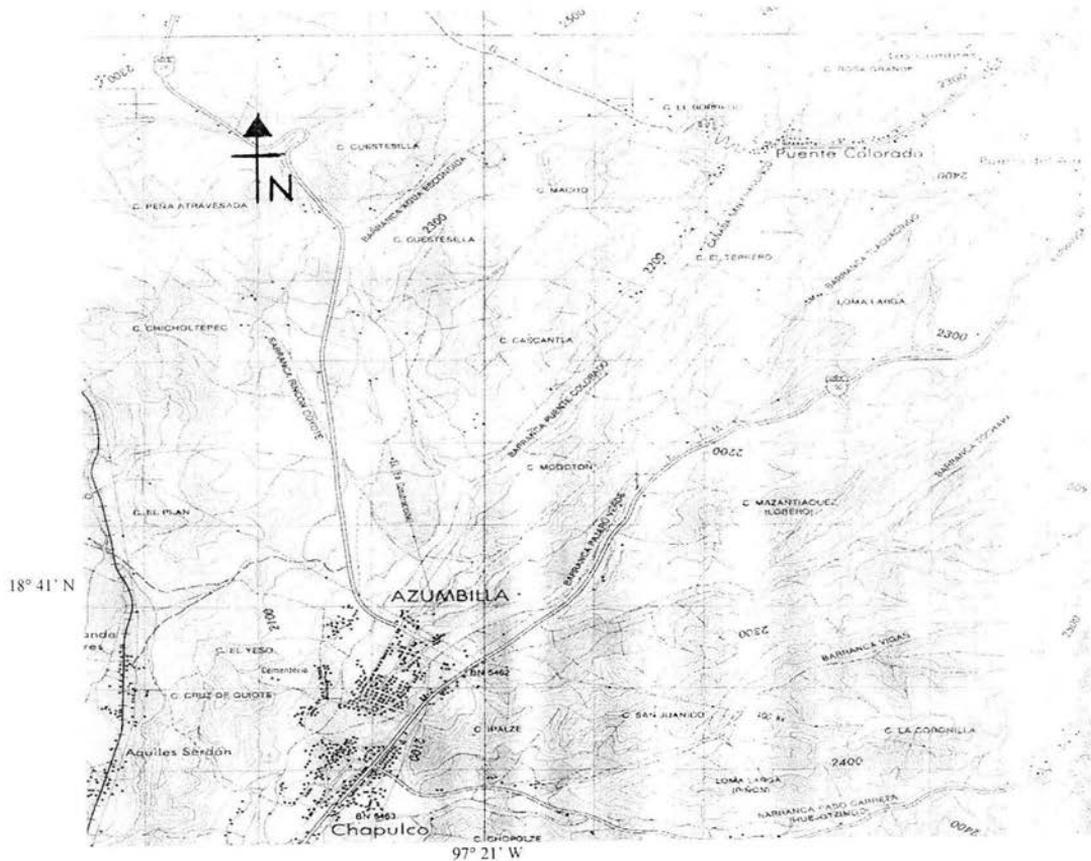


Figura 3. Mapa de la zona de estudio. Escala 1:50 000.

Objetivo General:

- Contribuir al conocimiento de la ecología térmica de una población de la lagartija *Xenosaurus rectocollaris* en un chaparral del NE del estado de Puebla.

Objetivos Particulares:

- Demostrar si existen diferencias significativas entre la temperatura corporal de machos y hembras de *X. rectocollaris*.
- Demostrar si existe una relación entre la temperatura corporal y la longitud hocico-cloaca de esta especie.
- Demostrar si existe una relación entre la temperatura corporal y el peso corporal de estas lagartijas
- Determinar si existe una relación entre la temperatura corporal de *X. rectocollaris* y la temperatura del aire.
- Determinar si existe una relación entre la temperatura corporal de estas lagartijas y la temperatura del sustrato.
- Demostrar si existen diferencias en la temperatura corporal entre el verano y el otoño.
- Determinar si *X. rectocollaris* muestra tendencias hacia la termorregulación o hacia el termoconformismo.

Material y Método.

Ecología térmica.

Por cuestiones logísticas, sólo se realizaron 5 salidas a la zona de estudio durante los meses de Mayo, Junio, Julio y Noviembre del 2000 así como en Noviembre del 2001. Se procedió a extraer de las grietas el mayor número posible de lagartijas de la especie *X. rectocollaris*. Después de la captura del organismo se le registró la temperatura corporal (T_c , temperatura cloacal), así como la temperatura del aire (T_a , bulbo a la sombra 3.0 cm por encima del sustrato ocupado por la lagartija) y la temperatura del sustrato (T_s , bulbo a la sombra sobre el sustrato ocupado por la lagartija) utilizando un termómetro de lectura rápida (rango 0-50°C, gradado cada 0.2°C). Todas las lagartijas que requirieron un mayor esfuerzo de captura (> 2 min.) fueron excluidas de los registros de temperatura. Solo se utilizó un dato de T_c , T_a y T_s por cada lagartija para tener una independencia estadística de los datos. Los datos de la temperatura ambiental fueron obtenidos de la síntesis climatológica del estado de Puebla (INEGI, 1987).

Talla corporal.

A cada lagartija capturada se le tomaron los siguientes datos: longitud hocico-cloaca (LHC) y longitud total (LT) utilizando una regla de plástico transparente; el peso fue registrado utilizando una pesola de 10 o 50 g dependiendo del tamaño del organismo; sexo y hora de la captura.

Estadísticos.

Se aplicó una prueba de estadística no paramétrica (Kruskall-Wallis) para conocer si existían diferencias entre la talla y peso corporal en ambos sexos. Para determinar si se presentaron diferencias significativas entre la temperatura corporal de los dos sexos, así como entre las dos estaciones en que se realizó el estudio (verano y otoño) se aplicó un

análisis de covarianza (ANCOVA), tomando como covariable el factor más correlacionado con la Tc, en este caso, la Ts. Para determinar si existió una correlación entre los objetivos particulares 2, 3, 4 y 5 se aplicó un análisis de correlación de Pearson. Para todos los análisis estadísticos, a excepción del análisis no paramétrico, el valor de $n = 40$ fue tomado.

Tendencias termorregulatorias.

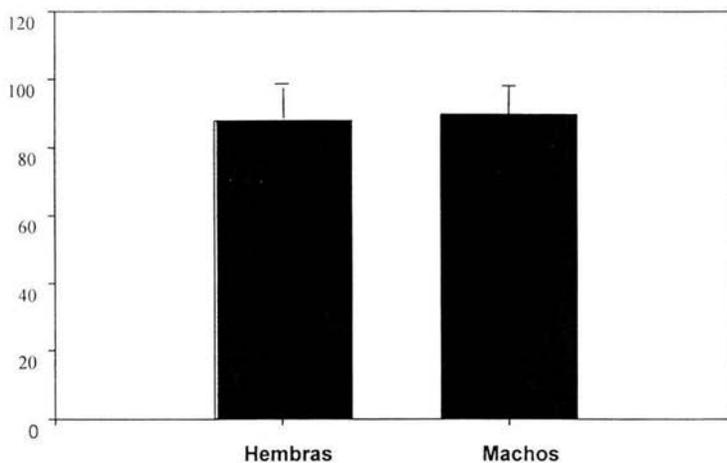
Por último, para comprobar las tendencias termorreguladoras o termoconformistas se aplicó el criterio de Huey y Slatkin (1976) quienes mencionan que una especie es termorreguladora cuando el valor de la pendiente de la regresión lineal de la Tc sobre la temperatura ambiental (Ta ó Ts) es cero o cercano a este; cuando una especie es termoconformista el valor de la pendiente es uno o cercano a él.

Resultados.

Talla corporal.

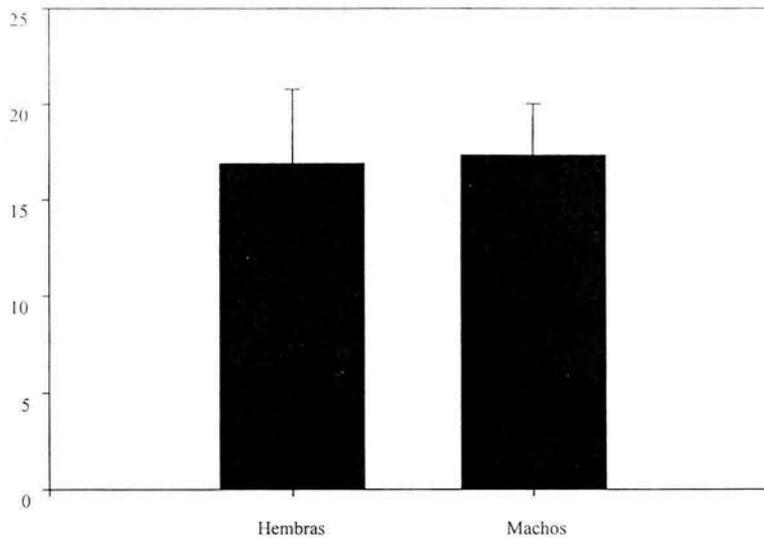
Se capturaron un total de 40 lagartijas de la especie *Xenosaurus rectocollaris*, de los cuales 22 fueron hembras y 18 machos. La LHC y el peso promedio para esta población fueron de 88.83 ± 1.53 mm (rango 59-103 mm) y de 17.11 ± 0.53 g (rango 8-23 g) respectivamente, no encontrándose diferencias significativas entre la LHC de los machos y las hembras ($H = 0.296$, g.l. = 1; $P = 0.586$, figura 4), ni entre el peso ($H = 0.760$, g. l. = 1; $P = 0.383$, figura 5) de los mismos.

LHC



La figura 4 muestra la LHC de los machos y las hembras de la lagartija *Xenosaurus rectocollaris*, (ver texto).

Peso



En la figura 5 observamos el peso de los machos y las hembras de *Xenosaurus rectocollaris*.

Temperatura.

La temperatura ambiental promedio durante 30 años (1950-1982) para este lugar es de 16.6 °C, sin presentar grandes variaciones a lo largo del año (rango 13.8-19.2°C, figura 6).

La Tc de estas lagartijas promedió $22.63 \pm 0.39^{\circ}\text{C}$ (rango 17.6-26.4°C). La Ta y Ts en la zona de estudio promediaron $19.96 \pm 0.36^{\circ}\text{C}$ (rango 15.0-24.2°C) y $20.15 \pm 0.35^{\circ}\text{C}$ (rango 15.6-25.0°C) respectivamente.

La Tc no estuvo relacionada con la LHC (figura 7, $r = 0.1843$, $P = 0.2547$; $Tc = 18.4115 + 0.04744 \text{ LHC}$) ni con el peso de las lagartijas (figura 8, $r = 0.1643$, $P = 0.3139$; $Tc = 20.5414 + 0.1217 P$).

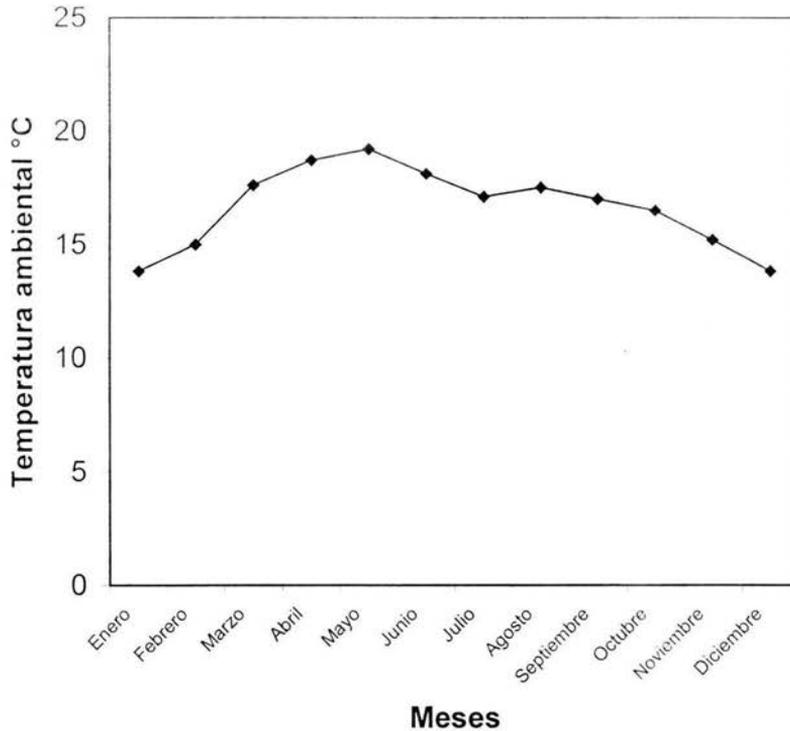


Figura 6. Temperatura promedio mensual para la zona de estudio.

La T_c presentó una relación positiva y significativa con la T_a (figura 9, $r = 0.624$, $P < 0.0001$; $T_c = 8.8528 + 0.6898 T_a$) y con la T_s (figura 10, $r = 0.632$, $P < 0.0001$; $T_c = 8.4229 + 0.7046 T_s$) del microhábitat ocupado por cada lagartija.

No se encontraron diferencias significativas en la temperatura corporal presentada entre machos y hembras (figura 11 y 13; ANCOVA con la T_s como covariable $F_{1,39} = 0.0742$, $P = 0.78$), ni entre las dos estaciones (verano-otoño, ANCOVA con la T_s como covariable $F_{1,39} = 0.7883$, $P = 0.38$, ver figura 12 y 14).

Figura 7. Análisis de correlación entre la temperatura corporal (Tc) y la longitud hocico-cloaca (LHC).

$$Tc = 18.4115 + 0.04744 \text{ LHC}, r = 0.1843, P = 0.2547$$

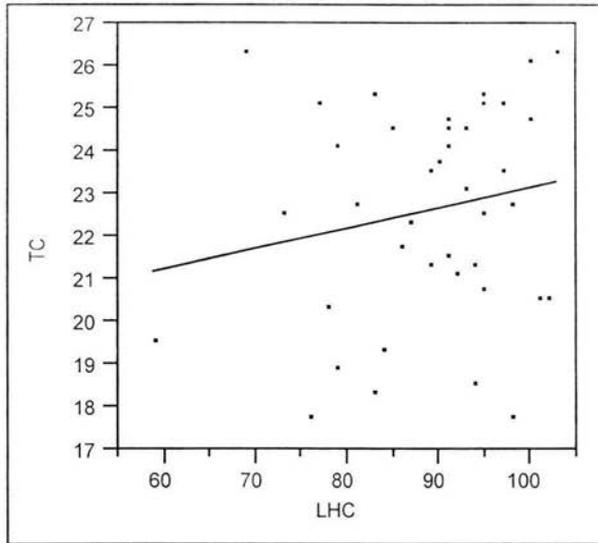


Figura 8. Análisis de correlación entre la Tc y el peso.

$$Tc = 20.5414 + 0.1217 \text{ peso}, r = 0.1643, P = 0.3139.$$

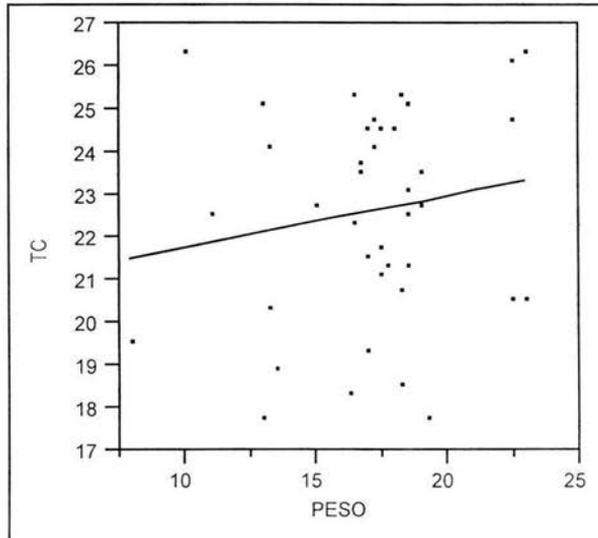


Figura 9. Correlación positiva y significativa entre Tc y la Temperatura del aire (Ta)

$$Tc = 8.8528 + 0.6898 Ta, r = 0.624, P < 0.0001$$

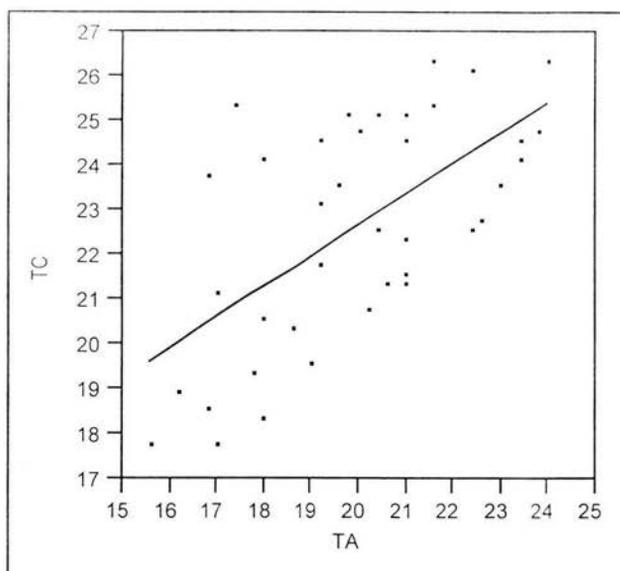


Figura 10. Correlación positiva y significativa entre Tc y la Temperatura del sustrato (Ts).

$$Tc = 8.4229 + 0.7046 Ts, r = 0.632, P < 0.0001.$$

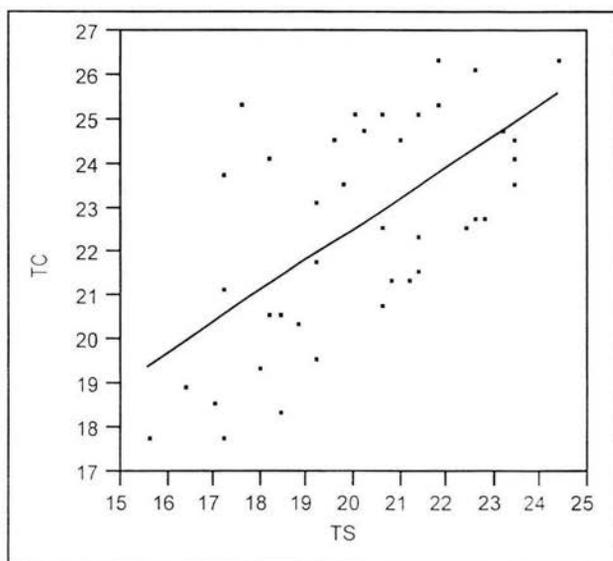


Figura 11. ANCOVA donde no se observan diferencias significativas en la temperatura corporal entre machos y hembras.

$F_{1,39} = 0.0742, P = 0.78$

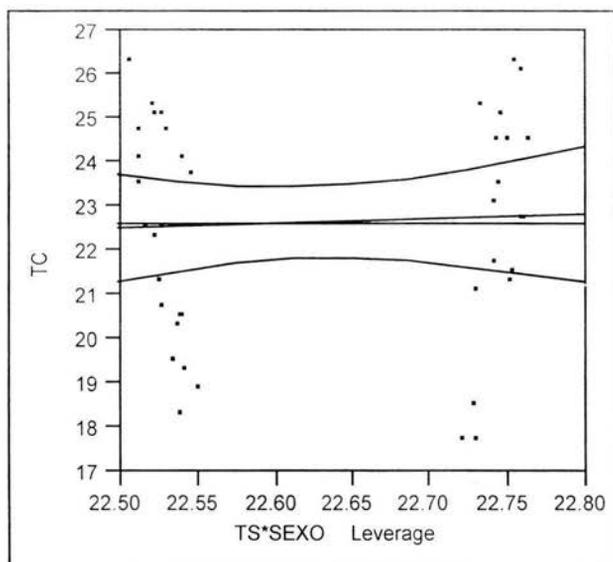
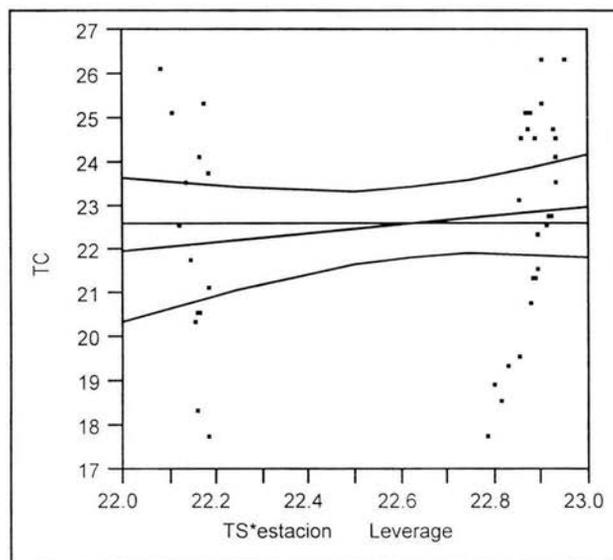
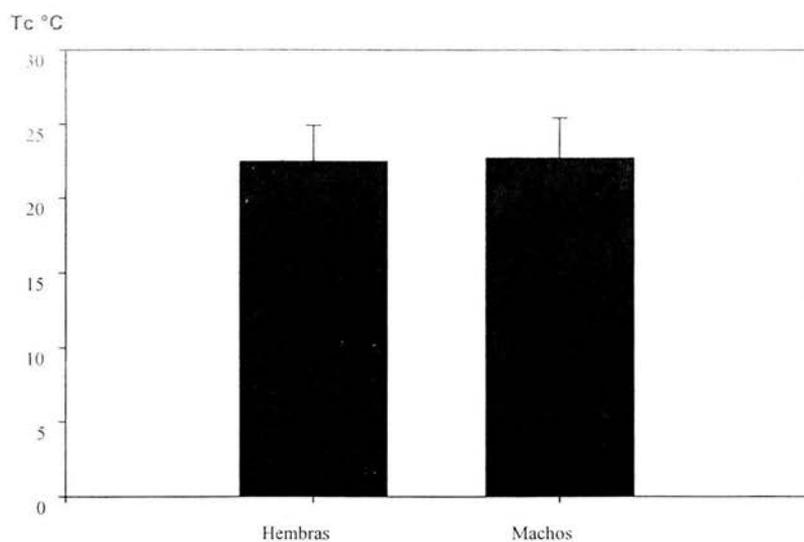


Figura 12. ANCOVA donde no se observan diferencias significativas en la temperatura corporal entre verano y otoño.

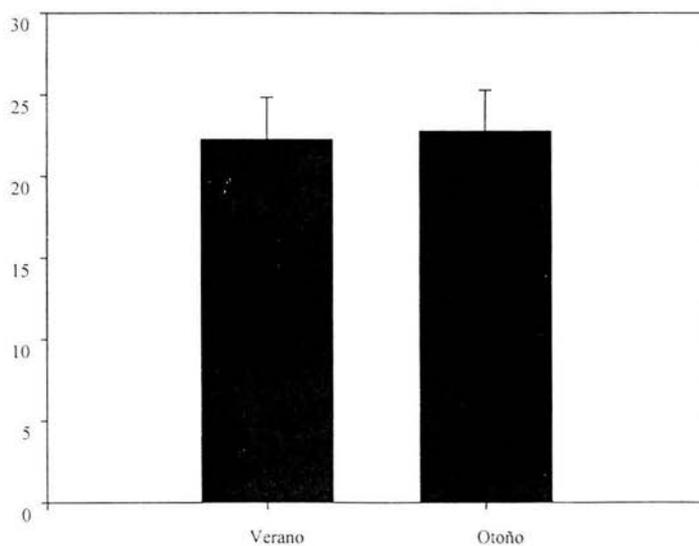
$F_{1,39} = 0.7883, P = 0.38$





La figura 13 muestra la temperatura corporal de machos y hembras.

T. Ambiental °C



En la figura 14 se observa la temperatura corporal presentada por los organismos entre las dos estaciones en las que se realizó el estudio.

Análisis y Discusión.

Al no presentarse una relación entre la LHC y el peso con la Tc nos sugiere que la talla corporal de las lagartijas es independiente de la temperatura corporal presentada por las mismas; es decir que las lagartijas más pequeñas presentaron temperaturas corporales similares a los organismos más grandes; esta tendencia también ha sido observada en *Sceloporus gadoviae* (Lemos-Espinal *et al.*, 1997a) y en *Xenosaurus newmanorum* (Lemos-Espinal *et al.*, 1998).

El promedio de la Tc de *Xenosaurus rectocollaris* fue de $22.63^{\circ}\text{C} \pm 0.39^{\circ}\text{C}$, temperatura corporal similar a la presentada por las especies *Xenosaurus grandis* y *Xenosaurus newmanorum* (Ballinger *et al.*, 1995 y Lemos-Espinal *et al.*, 1998); siendo una de las temperaturas corporales registradas más bajas para lacertilios mexicanos (ver apéndice, cuadro 1). Tal vez esta similitud en el promedio de la temperatura corporal presentado en tres especies de *Xenosaurus*: *X. rectocollaris*, *X. grandis* y *X. newmanorum* se deba a una característica ancestral del grupo (Huey y Bennett, 1987; Garland Huey y Bennett, 1991; Harvey y Pagel, 1991) ya que los hábitats y las condiciones climáticas que imperan en las zonas donde ocurren estos organismos difieren entre sí.

Por otra parte, no se ha observado una conducta de asoleo en *Xenosaurus. grandis* ni en *X. newmanorum*, esto quizás debido al hábitat que ocupan (Ballinger *et al.*, 1995 y Lemos-Espinal *et al.*, 1998) y a los hábitos que presentan (Taylor 1949); ya que el encontrarse dentro de las grietas (ocasionalmente asoman la cabeza, sin llegar a sacar más de la mitad del cuerpo, Lemos-Espinal, comunicación personal*) y la existencia de una amplia cobertura vegetal (imperante en estas localidades), son factores que impiden que estos

* El Dr. Julio Lemos Espinal ha trabajado aspectos de ecología térmica e historias de vida en especies pertenecientes al género y en otras especies de lacertilios.

animales tomen como fuente de calor la radiación directa del sol; es decir, se perjudica la termorregulación por una combinación entre hábitat y hábitos que presentan los organismos (Zug 1993). Posiblemente estos animales tomen como fuentes alternativas de calor la conducción y la convección (Porter *et al.*, 2000) de la temperatura del microclima, confiriéndoles una tendencia termoconformista.

Durante el estudio, se observaron a todas las lagartijas completamente dentro de las grietas. Sin embargo, la capacidad de *Xenosaurus rectocollaris* para mantener su temperatura corporal superior a la temperatura ambiental pueda deberse a que estos organismos expongan alguna parte de su cuerpo fuera de la grieta para asolearse directamente (esta tendencia a sacar parte del cuerpo ha sido observada en otras especies dentro del género; Lemos-Espinal, comunicación personal y observaciones propias), ya que la disponibilidad de una radiación directa del sol es mayor que en el hábitat de las otras dos especies del género (Ballinger *et al.*, 1995 y Lemos-Espinal *et al.*, 1998) ó tal vez se deba a que al presentarse una cobertura vegetal mínima (casi nula) en el hábitat de *X. rectocollaris* también se presente una mayor disposición a fuentes de calor por convección (sustrato) y conducción (aire, Zug, 1993), de tal manera que las lagartijas pueden tener acceso a estas fuentes de calor sin tener que salir de sus grietas. Algunos autores atribuyen como fuente de calor al producido por el metabolismo (Porter *et al.*, 2000); sin embargo, este calor producido por procesos digestivos y respiratorios es insignificante para los requerimientos vitales en ectotermos (Zug, 1993 y Zug *et al.*, 2001)

Con base al criterio propuesto por Huey y Slatkin (1976) y a pesar de la capacidad de *X. rectocollaris* de mantener su temperatura corporal por arriba de la temperatura ambiental; esta especie, así como *X. grandis* y *X. newmanorum*, presenta tendencias hacia el termoconformismo (ver Ballinger *et al.*, 1995 y Lemos-Espinal *et al.*, 1998). El que una

lagartija sea termoconformista tiene ciertas implicaciones. Por un lado, al no presentar su cuerpo altas temperaturas, la pérdida de agua por evaporación será mínima (Hertz, 1992b), no buscará fuentes de radiación directa al sol, evitando la depredación (Ballinger *et al.*, 1970 y Huey, 1974) y la energía necesaria será menor debido a la baja tasa metabólica (Autumn *et al.*, 1999). Por otro lado, una baja movilidad, el acceso limitado al alimento y el acceso a una temperatura ambiental más baja que el rango óptimo, trae como consecuencia una pobre asignación de energía al crecimiento, reproducción, mantenimiento; embriones inviables, tamaño de camada pequeña, crías pequeñas o con baja probabilidad de sobrevivencia (Beuchat y Ellner, 1987; Sinervo y Adolph, 1989 y Sinervo, 1990) entre otros. Tal vez este carácter termoconformista perjudique a las especies del género *Xenosaurus* en algunos de los aspectos antes mencionados, sin embargo, actualmente se realizan algunos estudios sobre historias de vida en este género que podrían responder algunas implicaciones sobre el termoconformismo de estos animales (Lemos-Espinal, comunicación personal).

En cuanto a la temperatura corporal presentada por los organismos entre las dos estaciones, ésta quizá no presentó diferencias debido al comportamiento homogéneo de la temperatura ambiental a través del año. Esta tendencia también ha sido observada en *Sceloporus gadoviae* que ocurre en una zona similar al área de estudio (Woolrich-Piña *et al.*, 1999), así como en otros sceloporinos (Smith y Ballinger, 1994a y 1994b). Por otro lado, tal vez *Xenosaurus rectocollaris* así como otras lagartijas termoconformistas no toleren fluctuaciones significativas en su temperatura corporal como un mecanismo para evitar daños fisiológicos (Autumn *et al.*, 1999); sin embargo, se ha observado en una especie perteneciente al género una temperatura máxima crítica de 14 a 17°C por encima de su temperatura corporal promedio (Ballinger *et al.*, 1995); a pesar de que los lacertilios con

temperaturas corporales bajas, no toleran una temperatura máxima crítica tan alta (Ballinger y Schrank, 1970).

La similitud en la temperatura corporal de los machos y hembras también ha sido observada en *Sceloporus jarrovi* y *S. virgatus* (Smith y Ballinger, 1994a y 1994b). En cuanto a diferencias en la temperatura corporal presentada entre sexos, se ha observado en otras especies de lacertilios que las hembras presentan temperaturas corporales menores que la temperatura corporal de los machos (Smith *et al.*, 1993) y también se ha registrado una temperatura corporal mayor por parte de las hembras con respecto a los machos (Daut y Andrews, 1993 y Gillis, 1991). Por un lado, se han observado diferencias intrasexuales en la temperatura corporal, puesto que en algunas especies, las hembras grávidas presentan temperaturas corporales más bajas que las hembras no grávidas debido a que las altas temperaturas pueden afectar el desarrollo embrionario (Beuchat y Ellner, 1987; Smith y Ballinger, 1994b); sin embargo, esta disminución en la temperatura corporal por parte de las hembras grávidas puede perjudicar su crecimiento, reproducción y sobrevivencia a futuro (Beuchat y Ellner, 1987). Por otro lado, 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 (Daut y Andrews, 1993).

Por otra parte, la temperatura ambiental no puede explicar por sí misma la temperatura corporal presentada por *X. rectocollaris*. Por esta razón sería necesaria la utilización de modelos biofísicos (lagartijas de cobre) que presenten tallas y formas similares 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 y Hertz *et al.*, 1993) a fin de comprender más a fondo como termorregulan 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 y 1985b; Tracy y Christian, 1986).

Por tales motivos se sugiere que en estudios posteriores sobre termorregulación sean considerados los factores antes mencionados para generar un mayor conocimiento en aspectos termorregulatorios de este género y de los lacertilios en general.

Conclusiones.

La longitud hocico-cloaca y el peso corporal no están correlacionados a la temperatura corporal del lacertilio *Xenosaurus rectocollaris* estudiado en un chaparral al NE del estado de Puebla.

Estos organismos, presentan una temperatura corporal de las más bajas registradas para lagartijas mexicanas.

IZT.

Xenosaurus rectocollaris presentó una temperatura corporal similar a *X. grandis* y *X. newmanorum*, y, a comparación de estas dos especies, el organismo de estudio es capaz de mantener su temperatura corporal por encima de la temperatura ambiental.

La similitud en la temperatura corporal presentada por *Xenosaurus rectocollaris*, *X. grandis* y *X. newmanorum* puede deberse a factores filogenéticos

El tipo de hábitat (cobertura vegetal mínima) puede influir a que la especie estudiada presente temperaturas corporales mayores a la temperatura ambiental.

Estas lagartijas presentan una tendencia hacia el termoconformismo.

Xenosaurus rectocollaris no mostró diferencias en la temperatura corporal entre sexos ni entre las estaciones de estudio.



Referencias.

- Adolph S. C. and W. P. Porter. 1993. Temperature, activity and lizard life-history. *American Naturalist* 142 (2): 273-295.
- Anguilletta M. J. Jr., L. G. Montgomery and Y. L. Werner. 1999. Temperature preference in geckos: diel variation in juveniles and adults. *Herpetologica* 55 (2): 212-222.
- Anguilletta M. J. Jr., R. Scott Winters and A. E. Dunham. 2000. Thermal effects on the energetics of lizard embryos: Implications for hatchling phenotypes. *Ecology* 81 (11) : 2957-2968.
- Autumn K., D. Jindrich, D. De Nardo and R. Mueller. 1999. Locomotor performance at low temperature and the evolution of the nocturnality in geckos. *Ecology* 53 (2) : 580-599.
- Ballinger R. E. and G. D. Schrank. 1970. Acclimation rate and variability of the critical thermal maximum in the lizard *Phrynosoma cornutum*. *Physiological Zoology* 43 (1): 19-22.
- 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 Cuautlalpán, Veracruz, Mexico. *Biotropica*. 27 (1): 128-132.
- 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.
- Barrows S. and H. M. Smith 1947. The skeleton of the lizard *Xenosaurus grandis* (Gray). *University of Kansas Science Bulletin* 31: 227-281.
- 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.
- Belliure J., L. M. Carrascal and J. A. Díaz . 1996. Covariation of thermal biology and foraging mode in two mediterranean lacertid lizard. *Ecology* 74 (4): 1163-1173.
- Benabib M. and J. D. Congdon. 1992. Metabolic and water-flux rates of free-ranging tropical lizards *Sceloporus variabilis*. *Physiological Zoology* 65: 788-802.
- 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 ecdyotic body temperatures in Mexican lizards of the genus *Sceloporus*. *Anales del Instituto de Biología, México*. 20: 415-426.
- Bogert C. M. 1949b. Thermoregulation in reptiles, a factor in evolution. *Evolution* 3 (3): 195-211.
- Brattstrom B.H. 1965. Body temperatures of reptiles. *The American Midland Naturalist* 73 (2): 376-342.
- Brown R. P. 1996. Thermal biology of the gecko *Tarentola boettgeri*: comparisons among populations from different elevations within Gran Canaria. *Herpetologica* 52 (3): 396-405.
- Cooper W. E. Jr., J. A. Lemos-Espinal and G. R. Smith 1998. Presence and effect of defensiveness or context on detectability of prey chemical discrimination in the lizard *Xenosaurus platyceps*. *Herpetologica* 54 (3) : 409-413.
- Cowles R. B. and C. M. Bogert. 1944. A preliminary study of thermal requirements of desert reptiles. *Bulletin of the American Museum of Natural 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. Interfaces between biophysical and physiological ecology and the population ecology of terrestrial vertebrate ectotherms. *Physiological Zoology* 62: 335-355.
- Fritts T. H. 1966. Notes on reproduction of *Xenosaurus grandis* (Squamata: Xenosauridae). *Copeia* 3: 598.
- García E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación de Köpen. México.
- Garland T. Jr., R. B. Huey and A. F. Bennett. 1991. Phylogeny and coadaptation of thermal physiology in lizards: A reanalysis. *Evolution* 45 (8): 1969-1975.
- 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.
- Grant B. W. and A. E. Dunham. 1988. Thermally 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.

Harvey P. H. and M. D. Pagel. 1991. The comparative method in evolutionary biology. Oxford University Press, Oxford U.K.

Hertz P. E. 1981. Adaptation to altitude in two West Island anoles (Reptilia : Iguanidae): Field thermal biology and physiological ecology. *Journal of Zoology* 195: 25-37.

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. 1992b. Evaluating thermal resource partitioning by sympatric lizards *Anolis cooki* and *A. cristatellus*: A field test using null hypotheses. *Oecologia* 90 : 127-136.

Hertz P. E., L. J. Fleishman and C. Armsty. 1994. The influence of light intensity and temperature on microhabitat selection in two *Anolis* lizards. *Functional Ecology* 8 : 720-729.

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., 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.

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

Huey R. B. 1974. Behavioral thermoregulation in lizards: Importance of associated costs. *Science* 184: 1001-1003.

Huey R. B. and A. F. Bennett. 1987. Phylogenetic studies of coadaptation: Preferred temperatures versus optimal performance temperatures of lizards. *Evolution* 41 (5): 1098-1115.

Huey R. B. and E. R. Pianka with an appendix by J. A. Hoffman. 1977. Seasonal variation in thermoregulatory behavior and body temperature of diurnal Kalahari lizards. *Ecology* 58: 1066-1075.

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.

INEGI. 1987. Síntesis geográfica, nomenclátor y anexo cartográfico del estado de Puebla. 56 pp.

INEGI. 1987. Carta topográfica. Escala 1:50 000.

INEGI. 1987. Carta edafológica. Escala 1:250 000.

INEGI. 1987. Carta geológica. Escala 1:250 000.

Kearney M. and M. Predavec. 2000. Do nocturnal ectotherms thermoregulate? A study of the temperate gecko *Christinus marmoratus*. Ecology 81 (11) : 2984-2996.

Lemos-Espinal J. A., R. E. Ballinger and J. M. Javelly-Gurría. 1993. Observations on the sensitivity to high temperatures in two lizard species (*Ameiva undulata* and *Sceloporus horridus*) from Zacatepec, Morelos, Mexico. Bulletin of the Maryland Herpetological Society 29 (1): 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, Mexico. Canadian Journal of Zoology 73: 2184-2191.

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 a. Thermal ecology of the lizard, *Sceloporus gadoviae*, in an arid tropical scrub forest. Journal of Arid Environments 35: 311-319.

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

Lemos-Espinal J. A., G. R. Smith and R. E. Ballinger. 1997c. Body temperatures of the Mexican *Sceloporus ochoteranae* from two populations in Guerrero, Mexico. Herpetological Journal 7: 26-27.

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

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

Lemos-Espinal J. A., G. R. Smith and R. E. Ballinger. 1997g. 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. 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. Observations on neonate size and sex ratio of the crevice-dwelling lizard *Xenosaurus platyceps*. *Herpetological Review* 31(1):
- 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.
- Nieto Montes de Oca A., J. Campbell and O. Flores Villela. 2001. A new species of genus *Xenosaurus* (Squamata: Xenosauridae) from Sierra Madre del Sur of Oaxaca. *Herpetologica* 57 (1): 32-47.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres 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.
- Pérez Ramos E., L. Saldaña de la Riva and J. Campbell. 2000. A new allopatric species of *Xenosaurus* (Squamata-Xenosauridae) from Guerrero, Mexico. *Herpetologica* 56 (4): 500-506.
- Porter W. P., S. Budaraju., W. E. Stewart and N. Ramankutty. 2000. Calculating climate effects on birds and mammals: impacts on biodiversity, conservation, population parameters and global community structure. *American Zoologist* 40: 597-630
- Rojas-González I. 1999. Evaluación de las funciones potenciales del sistema quimiorreceptor 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 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.
- Smith. G. R., R. E. Ballinger and J. D. Congdon. 1993. Thermal ecology of the high-altitude bunch grass lizard, *Sceloporus scalaris*. *Canadian Journal of Zoology* 71: 2152-2155.

- 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. and R. E. Ballinger. 1995. Temperature relationships of the tree lizard, *Urosaurus ornatus*, from desert and low elevation montane population in the southwestern USA. Journal of herpetology 29 (1) : 126-129.
- 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 H. M. and L. E. Laufe. 1945. Otoliths of *Xenosaurus*. Copeia 2: 117.
- Smith H. M., and J. I. Iverson. 1993. A new species of knob scale lizard (Reptilia: Xenosauridae) from Mexico. Bulletin of the Maryland Herpetological Society 29 (2): 51-65.
- Stearns S. C. 1976. Life history tactics: A review of ideas. The Quarterly Review of Biology 51: 3-47.
- Stearns S. C. 1992 The evolution of life histories. Oxford University Press. New York. 249 pp.
- 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 temperature in terrestrial ectotherms. The American Naturalist 126: 362-386.
- Taylor F. H. 1949. A preliminary account of the herpetology of the state of San Luis Potosí, México. University of Kansas Science Bulletin 33: 169-215.
- Tracy C. R. And K. A. Christian. 1986. Ecological relations among space, time and thermal niche axes. Ecology 67: 609-615.
- Villamar-Duque T. 2001. Relaciones térmicas de cuatro anguidos mexicanos (Reptilia: Sauria: Anguidae) bajo condiciones de laboratorio. Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana 9: 33-34.
- Waldschmidt S. and C. R. Tracy. 1983. Interactions between a lizard and its thermal environment: implications for sprint performance and space utilization in the lizard *Uta stansburiana*. Ecology 64 (3): 476-484.

Woolrich-Piña G. A., J. E. González-Espinoza, J.A. Lemos-Espinal, y A. Ramírez-Bautista. 1999. Ecología térmica de una población de la lagartija *Sceloporus gadoviae* (Lacertilia:Phrynosomatidae) que habita en Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. Memorias del XV Congreso Nacional de Zoología.

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.

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.

APÉNDICE

Tabla 1. Datos disponibles de la temperatura corporal (Tc), temperatura del aire (Ta) y temperatura del sustrato (Ts) promedio \pm error estándar, así como la locación para lagartijas de los géneros *Sceloporus*, *Cnemidophorus*, *Eumeces*, *Phrynosoma*, *Ameiva*, *Barisia* y *Xenosaurus* en México. N.D. = Datos No Disponibles.

Especies	Tc	Ta	Ts	Lugar	Elevación (m)	Fuentes
<i>S. gadoviae</i>	35.09 \pm 0.12 n = 258	27.0 \pm 0.23 n = 258	28.84 \pm 0.026 n = 258	Cañón del Zopilote, Guerrero	600	Lemos-Espinal <i>et al.</i> , 1997a.
<i>S. mucronatus mucronatus</i>	29.4 \pm 0.7 n = 104	16.4 \pm 0.4 n = 104	20.6 \pm 0.5 n = 104	Sierra del Ajusco, México D.F.	3400	Lemos-Espinal <i>et al.</i> , 1997b.
<i>S. jarrovi</i>	25.4 \pm 0.7 n = 6	23.3 \pm 0.2 n = 6	23.9 \pm 0.5 n = 6	Altas cumbres, Tamaulipas	N.D.	Lemos-Espinal <i>et al.</i> , 1997d.
<i>S. spinosus</i>	33.52 \pm 0.86 n = 8	23.11 \pm 0.99 n = 8	25.76 \pm 1.33 n = 8	Arcos del Sitio, México	N.D.	Lemos-Espinal <i>et al.</i> , 1997d.
<i>S. horridus</i>	36.8 \pm 0.4 n = 14	25.5 \pm 0.8 n = 14	29.5 \pm 1.1 n = 14	Zitlala, Guerrero	1250	Lemos-Espinal <i>et al.</i> , 1997d.
<i>S. horridus</i>	35.74 \pm 0.41 n = 15	27.86 \pm 0.85 n = 15	30.07 \pm 0.95 n = 15	Zacaterce, Morelos	N.D.	Lemos-Espinal <i>et al.</i> 1993.
<i>S. scalaris</i>	31.17 \pm 5.1 n = 90	N.D.	N.D.	La Michilía, Durango	2480	Ortega-Rubio <i>et al.</i> , 1984.
<i>S. grammicus disparilis</i>	30.57 \pm 5.5 n = 65	N.D.	N.D.	La Michilía, Durango	2480	Ortega-Rubio <i>et al.</i> , 1984.
<i>S. grammicus disparilis</i>	33.6 \pm 0.3 n = 38	27.2 n = 38	42.5 n = 38	La Goma, Durango	1100	Bogert, 1949a.
<i>S. grammicus microlepidotus</i>	31.58 \pm 0.11 n = 293	13.09 \pm 0.873 n = 293	N.D.	Laguna, vertiente oriental del Iztacciuatl, Puebla	3700	Lemos-Espinal y Ballinger 1995.

<i>S. grammicus microlepidotus</i>	31.22±0.16 n = 245	5.69 ± 0.509 n = 245	N.D.	Paredón vertiente oriental del Iztaccihuatl, Puebla	4400	Lemos-Espinal y Ballinger 1995.
<i>S. undulatus consobrinus</i>	34.8±0.23 n = 44	26.6 n = 44	32.3 n = 44	Chihuahua, Chihuahua	1400	Bogert, 1949a.
<i>S. merriami</i>	33.6±0.76 n = 11	32.6 n = 11	32.8 n = 11	Las Delicias, Coahuila	1500	Bogert, 1949a.
<i>S. poinsettii</i>	34.2±0.41 n = 19	28.6 n = 19	31.8 n = 19	La Goma, Durango	1100	Bogert, 1949a.
<i>S. variabilis</i>	36.9±0.24 n = 38	29.5 n = 38	N.D.	Palicleta, San Luis Potosi	150	Bogert, 1949a.
<i>S. variabilis</i>	28.9	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	Benabib y Congdon 1992.
<i>S. variabilis</i>	32.4	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	Benabib y Congdon 1992.
<i>S. ochotoramae</i>	34.1±0.82 n = 34	27.0±0.7 n = 34	29.2 ± 0.9 n = 34	Cañon del Zopilote, Guerrero	600	Lemos-Espinal et al., 1997c
<i>S. ochotoramae</i>	34.1 ± 0.2 n = 57	23.2 ± 0.3 n = 57	28.1 ± 0.5 n = 57	Zitlala, Guerrero	1250	Lemos-Espinal et al., 1997c
<i>S. aeneus</i>	28.3 ± 0.42 n = 111	22.3*	N.D.	Milpa Alta, Distrito Federal	2800	Andrews et al. 1999
<i>S. bicanthalis</i>	30.7 ± 0.28 n = 88	18.5*	N.D.	Zoquiapan, México	3200	Andrews et al. 1999
<i>S. bicanthalis</i>	27.1 ± 0.39 n = 77	7.6*	N.D.	Nevado de Toluca, México	3400	Andrews et al. 1999
<i>C. tigris</i>	39.5 ± 0.4 n = 6	27.1 ± 0.4 n = 6	32.6 ± 1.6 n = 6	Cerro, Colorados, Chihuahua	N.D.	Lemos-Espinal et al., 1993
<i>E. copei</i>	28.7 ± 1.4 n = 5	24.7 ± 2.2 n = 5	39.5 ± 0.4 n = 5	Cahuacán, México	N.D.	Lemos-Espinal et al., 1993

<i>P. asio</i>	32.4 ± 0.8 n = 32	27.2 ± 0.6 n = 32	28.7 ± 0.7 n = 32	Mexcala, Guerrero	N.D.	Lemos-Espinal <i>et al.</i> , 1993
<i>P. modestum</i>	20.9 ± 1.5 n = 2	20.3 ± 0.2 n = 2	21.1 ± 0.3 n = 2	Cerro Colorados, Chihuahua	N.D.	Lemos-Espinal <i>et al.</i> , 1993
<i>P. orbiculare</i>	37.9 ± 0.2 n = 2	25.4 ± 0.2 n = 2	27.6 ± 0.2 n = 2	Cerro Calacoaya Bellevista, México	N.D.	Lemos-Espinal <i>et al.</i> , 1993
<i>A. undulata</i>	39.6 ± 0.34 n = 20	29.0 ± 0.61 n = 20	33.81 ± 0.82 n = 20	Zacatepec, Morelos	N.D.	Lemos-Espinal <i>et al.</i> , 1997d
<i>B. imbricata</i>	26.6 ± 0.4 n = 79	16.1 ± 0.4 n = 79	18.8 ± 0.4 n = 79	Sierra del Ajusco, México D.F.	3400	Lemos-Espinal <i>et al.</i> , 1997f
<i>X. newmanorum</i>	22.9 ± 0.2 n = 274	21.9 ± 0.2 n = 274	22.0 ± 0.2 n = 274	Xilitla, San Luis Potosí	N.D.	Lemos-Espinal <i>et al.</i> , 1998
<i>X. grandis</i>	22.7 ± 0.44 n = 43	21.62 n = 43	21.99 n = 43	Cuautlapan, Veracruz	N.D.	Ballinger <i>et al.</i> , 1995.

*Temperaturas ambientales tomadas de estaciones climatológicas, NO del microhábitat ocupado por la lagartija.