

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

Aspectos que influyen sobre la Ecología Térmica

de la lagartija *Xenosaurus grandis*

(Sauria:Xenosaurida)en un bosque mesófilo

de la Sierra de Huautla, Oaxaca, México

T E S I S P R O F E S I O N A L

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I Ó L O G O

P R E S E N T A :

JUAN CARLOS NAVARRO GARCÍA

DIRECTOR DE TESIS: Dr. JULIO A. LEMOS ESPINAL



Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Edo. de México. 2004



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A mis padres: **María García Salgado** y **Francisco Navarro Mercado**, por todo cuanto me han dado, por todos sus esfuerzos y sacrificios que hicieron para que continuara superándome, gracias por todo su amor y confianza, pero sobre todo mil gracias por permitirme llegar a este escalón, no los defraudare saben por que..... Por que los Amo.

A mis hermanos **Mario, Rafael, Aurelio, Marisela** y a mi diablillo **Francisco**, por todo el cariño y apoyo que me han brindado, por todos esos consejos que espero lo crean no están en la basura, mil gracias a la vida por contar con ustedes.

A mis abuelos: Amdia y Aurelio;
a la Sra. Juana y al Sr. Rafael,
espero seguir contando con ustedes
muchas gracias por su apoyo
y por sus consejos.

A mis tíos, por que siempre tienen palabras
y consejos que dientan a seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer al Dr. **Julio A. Lemos Espinal** por aceptar ser el director del trabajo de tesis que hoy termina, muchas gracias por todos los conocimientos que ha compartido conmigo, por la paciencia que ha tenido para guiar mi trabajo y para que este culminara.

A los profesores que revisaron este trabajo: al M. en C. Rodolfo García Callazo, al Biol. Felipe Correa Sánchez, a la Biol. Beatriz Rubio Mordés y al Dr. Sergio Chazaró Olvera, por las críticas y comentarios realizados a este trabajo, que sirvieron para enriquecerlo, espero ya no darles más lata; muchas gracias.

Agradezco profundamente a la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA), y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por las becas otorgadas para la realización del presente estudio, a través de los proyectos: PAPIIT-IN200102 y CONACyT 40797-Q. Asimismo, por el apoyo económico para el desarrollo del trabajo de campo.

Al Biol. Guillermo Wodrich Piña, por ayudarme en el análisis y la interpretación de los resultados y por sus comentarios para enriquecer este trabajo, muchas gracias por su paciencia.

A mis amigos Diego, Maribelle, Sandra, Rafa, Gerardo, Iris, muchas gracias por su amistad, por compartir tantos momentos buenos y malos conmigo, espero que esto no se acabe, al maravilloso grupo de trabajo (del cual formo parte) de amigos del Vivario de la FES Iztacala, por permitirme crecer con ellos y aprender de nuestros errores.

A Aníbal por ser un buen amigo y por el apoyo que me ha brindado en el trabajo de campo, gracias por tu ayuda y seguimos en el camino.

A la UNAM por permitirme superarme y por el maravilloso mundo de conocimientos que me ha brindado.

INDICE

Resumen.....	1
Introducción	2
Antecedentes	5
Descripción de <i>Xenosaurus grandis</i>	7
Objetivo general.....	8
<i>Objetivos particulares</i>	8
Descripción del área de estudio.....	9
<i>Localidad</i>	9
<i>Fisiografía</i>	9
<i>Geología</i>	9
<i>Edafología</i>	10
<i>Hidrología</i>	10
<i>Vegetación</i>	11
<i>Mapa</i>	11
Material y Métodos.....	12
Resultados	14
<i>Talla corporal</i>	14
<i>Temperatura</i>	15
Análisis y Discusión.....	21
Conclusiones.....	26
Literatura Citada.....	28

Resumen

La temperatura del ambiente así como la estacionalidad y características geográficas son factores que influyen en la temperatura de los lagartillos, se sabe que la temperatura puede ser influenciada por el intercambio de calor que ocurre vía radiación, convección y conducción, ya sea por el aire o el sustrato que ocupan. En el presente trabajo, se estudiaron los factores que influyen en la temperatura corporal de una población de la lagartija *Xenosaurus grandis* en un bosque mesófilo de la Sierra de Huautla, Oaxaca. La temperatura corporal estuvo significativamente correlacionada con la temperatura del sustrato o T_s ($n=80$, $r^2= 0.765$, $P< 0.001$; $T_C=4.00+0.88 T_S$) y con la temperatura del aire o T_a ($n=80$, $r^2= 0.749$, $P< 0.001$; $T_C=4.12+0.88 T_A$) donde se encontraban estos organismos. La temperatura corporal promedio para esta población fue de $21.77 \pm 0.34^\circ\text{C}$ (intervalo 22-31 $^\circ\text{C}$); no se observaron diferencias en la temperatura corporal presentada por ambos sexos (ANCOVA con la T_s como covariable $F_{1,69}=9.24$, $P>0.003$, $n=70$); sin embargo, se observaron diferencias entre la temperatura corporal de hembras preñadas y las no preñadas (ANCOVA con la T_s como covariable $F_{1,47} = 29.39$, $P<0.0001$, $n=48$); asimismo entre las estaciones del año (seca y húmeda) (ANCOVA con la T_s como covariable $F_{1,79}=75.705$, $P<0.0001$, $n=80$). Estos resultados nos sugieren que la población de *Xenosaurus grandis* de Huautla, al igual que *Xenosaurus newmanorum*, *Xenosaurus platyceps*, *Xenosaurus rectocollaris* y *Xenosaurus grandis* de Cuautlapan, presentan una tendencia hacia el termoconformismo quizás debido a una característica ancestral del grupo o a las características del hábitat que ocupan cada una de estas poblaciones.

Palabras clave: *Xenosaurus grandis*, temperatura corporal, factores ambientales, factores filogenéticos, Huautla, termorregulación.

Introducción

La temperatura y la humedad son dos factores presentes en un complejo sistema de otros muchos que el reptil tiene que tolerar, buscar o evitar a través de su vida. Este factor ambiental influye de manera directa en la temperatura corporal de los lacertilios (Zug et al., 2001). La cual 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; Belliure et al., 1996). Estos mecanismos son utilizados por las lagartijas para mantener intervalos de temperaturas corporales máximas y mínimas en los que pueden estar activas, practicando lo que se llama control térmico posicional (Ballinger et al., 1970; Huey y Pianka et al., 1975; Huey y Bennett, 1987; Sinervo y Adolph, 1989; Brown, 1996; Lemos-Espind et al., 1997a; Angilletta et al., 1999).

Desde la década de los 40's, los estudios de Cowles y Bogert (1944) y Bogert (1949a y 1949b) han resaltado la importancia de la termorregulación en lagartijas, generando hoy en día un gran número de estudios para especies de Norteamérica, Europa y Australia (Lemos-Espind et al., 1997). Los cuales han sido la base para el desarrollo de un área grande 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-Espind y Ballinger, 1995; Lemos-Espind 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 factor importante que puede explicar diferentes características de la historia de vida, tales como tamaño de las crías al nacer, sobrevivencia de las hembras, fecundidad, tasa de crecimiento corporal, tiempo de actividad, alimentación, etc. (Adolph y Porter, 1993; Beuchat y Ellner, 1987; Dunham et al., 1989; Grant y Dunham,

1988; 1990; Huey y Slatkin, 1976; Sinervo y Adolph, 1989; Smith y Ballinger, 1994; Zug, 1993; Zug et al., 2001).

No se sabe mucho al respecto de lo que sucede con la temperatura de los reptiles que no utilizan el sol para obtener energía, como los nocturnos o especies de bosques que parecen no tener más fuentes de calor que el aire o el agua a su alrededor. Asimismo, se sabe que la temperatura corporal óptima, a la cual los organismos pueden realizar sus funciones normales, puede estar influenciada por el intercambio de calor que ocurre vía radiación, convección o conducción; por tanto los reptiles pueden recibir energía mediante el asoleo, o por el reflejo de la radiación, calor del aire y del sustrato (Zug et al., 2001). En cuanto al ambiente, algunos estudios sugieren que la elección de un microhábitat específico puede estar relacionado, entre otros factores con las oportunidades de termorregular o adquirir una temperatura adecuada a dicho microhábitat (Ballinger et al., 1995; Lemos-Espind et al., 1998)

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* (Lemos-Espind et al., 1998, Smith y Ballinger, 1994) y *Polychrotidae* (Ballinger et al., 1970; Hertz et al., 1994), siendo sólo unos cuantos los trabajos realizados con los lacertillos pertenecientes a otras familias (Brown, 1996; Lemos-Espind et al., 1997f y Villamar-Duque, 2001) y casi nulos en la familia *Xenosauridae* (Lemos-Espind et al., 1998).

La familia *Xenosauridae* comprende el género *Xenosaurus* que se distribuyen en el continente americano con seis especies (*Xenosaurus grandis*, *X. newmanorum*, *X. platyceps*, *X. phalaroanthereon*, *X. penae* y *X. rectocollaris*), que se distribuyen desde el estado de Tamaulipas, en 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 y su restringido límite de intervalo ecológico es aparente tanto en estudios ecológicos como herpetológicos. En adición a la descripción y distribución de las especies, pocas

trabajos han reparado en conocer la historia natural (Lemos-Espind et al., 1996; Lemos-Espind y Rojas-González, 2000) ecología (Ballinger et al., 1995) biología reproductiva, ecología térmica y conducta (Ballinger et al., 1995; Lemos-Espind et al., 1997g y 1998; Cooper et al., 1998).

Se ha observado que las lagartijas del género *Xenosaurus* presentan poca movilidad y que rara vez se encuentran fuera de sus grietas que utilizan como refugio. Son termoconformistas que se alimentan de una gran variedad de invertebrados y ocasionalmente de otras lagartijas (Ballinger et al., 1995; Lemos-Espind et al., 1998). Su escasa movilidad como la variedad de su dieta sugiere que se trata de una lagartija de forrajeo caecador, son lagartijas vivíparas. En *Xenosaurus newmanorum* existen evidencias de posible cuidado parental (Lemos-Espind et al., 1997). Son animales agresivos entre conspecíficos, más al parecer estas agresiones se dan solo entre machos adultos (Lemos-Espind comunicación personal).

ANTECEDENTES

Entre los primeros estudios sobre termorregulación en lagartijos están los realizados por Bogert (1949 a y b), quien trabajó sobre los géneros *Sceloporus* y *Aspidoscelis*, siendo de los primeros en describir un método para dichos estudios, en donde encuentra una relación entre la temperatura corporal y el comportamiento, influenciados estos por la temperatura ambiental, asimismo menciona que la temperatura corporal es una característica conservativa entre las diferentes familias de lagartijos. Posteriormente Brattstrom (1965), realiza una revisión de la termorregulación de varios grupos de reptiles, reportando un intervalo de temperatura corporal entre los 11 y 46.4°C, siendo la media de 29.1°C para lagartijos, y mencionando que algunos de ellos pueden seguir un gradiente térmico dentro del suelo. Ballinger et al., (1970) encontraron diferencias en la temperatura corporal de *Anolis limifrons* entre la temporada seca y la húmeda. Hertz y Huey (1981) encontraron variaciones en la conducta termorregulatoria de *Anolis* debido a la diferencia entre los factores ambientales de los diferentes hábitats.

Por otra parte Bowker y Johnson (1990), realizaron un estudio comparativo en lagartijos del género *Aspidoscelis* 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*. Lemos-Espinal y colaboradores (1997 a, 1997 b, 1997 c, 1997 d, 1998), llevaron a cabo observaciones de la temperatura corporal de varios lagartijos, 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.

En cuanto a estudios sobre termorregulación para el género *Xenosaurus*, tenemos los realizados por Ballinger et al., (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 realizando una comparación entre los sexos; Lemos-Espind y colaboradores (1998), reportan que la temperatura corporal de *Xenosaurus newmanorum*, está directamente relacionada con la temperatura del aire y la del sustrato, teniendo que esta relación se mantiene a lo largo del año.

De las especies del género, 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 quimiorrecepción (Rojas-González, 1999), y ciclo reproductivo (Ballinger et al., 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-Espind et al., (1997) en una población de Tamaulipas, donde reportan que existe 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.

Recientemente Woodrich-Piña (2002) estudio la ecología térmica de una población de *Xenosaurus rectocollaris*, en el estado de Puebla, donde reporta que estos organismos presentan una temperatura corporal de las más bajas registradas para lagartijas mexicanas, y además que estas lagartijas son capaces de mantener su temperatura corporal por encima de la temperatura ambiental, así como de tender al termoconformismo. Posteriormente González-Espinosa (2002) realizó un estudio sobre la ecología térmica de una población de *X. platyceps* en un bosque templado al noreste del estado de Querétaro, donde menciona que la temperatura del aire y la del sustrato influyen en la temperatura corporal de los organismos, conduciendo que estos animales presentan una tendencia hacia el termoconformismo.

DESCRIPCIÓN DE *Xenosaurus grandis*

La especie *Xenosaurus grandis* fue descrita por Lynch y Smith en 1965, esta especie se caracteriza por presentar una marca en forma de "V o W" de color negro o café oscuro en la nuca, el vientre presenta manchas de color café amarillento; con una longitud total de 197-236mm y una longitud hocico-doada de 96-116mm, su cabeza es triangular ancha y gruesa ligeramente aplanada con el hocico puntiagudo, de talla mediana y cuerpo aplanado dorsoventralmente (King y Thompson, 1968). Esta especie se encuentra enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 como rara y endémica de México (Ver figura 1).



Figura 1. Vista superior de *Xenosaurus grandis*

OBJETIVO GENERAL

Contribuir al conocimiento de los factores que influyen sobre la temperatura corporal de una población de la lagartija *Xenosaurus grandis* en un bosque mesófilo de la Sierra de Huautla, Oaxaca, México.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Comparar la temperatura corporal de machos y hembras para la población de *X. grandis* de un bosque mesófilo de la Sierra de Huautla, Oaxaca.
2. Analizar la relación entre la temperatura corporal de la población de *X. grandis* del bosque mesófilo con las temperaturas del aire y del sustrato.
3. Comparar la temperatura corporal de juveniles vs. adultos para la población de *X. grandis*.
4. Comparar la temperatura corporal entre la época seca vs. la época húmeda en la población.
5. Determinar si existen diferencias de temperatura corporal presentada en hembras preñadas de las no preñadas de *X. grandis*.
6. Determinar si la posición del organismo dentro de la grieta y la posición de la grieta con respecto a los rayos solares influye en la temperatura corporal de los organismos de esta población.
7. Determinar si *Xenosaurus grandis* presenta tendencias hacia la termorregulación o hacia el termoconformismo.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Localidad.

La población de interés se ubica en la parte Noreste del estado de Oaxaca, en la región conocida como la Cañada (municipio de Santa María Chilchotla, Distrito 04 Teotitlán) en las coordenadas 18°14' N y 96°50' O, a una altitud de 1,900 msnm, presenta un clima semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano con una temperatura promedio anual de 22-24°C y una precipitación anual de 1,500 a 3,000mm³ (García, 1981). La temperatura ambiental promedio durante 13 años (1986-1999) para este lugar es de 24.4°C, sin presentar grandes variaciones a lo largo del año (intervalo 23.5-25.4°C, figura 2).

Fisiografía.

Pertenece a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, la cual 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 (INEGI, 1987).

Geología.

Corresponde a rocas sedimentarias y volcánico-sedimentarias, con transiciones de rocas ígneas intrusivas, pertenecientes al cretácico inferior y superior. Se observan formaciones rocosas de rocas calizas que son de gran importancia para los organismos de estudio, ya que estas lagartijas habitan entre las grietas que forman las rocas antes mencionadas (INEGI, 1987).

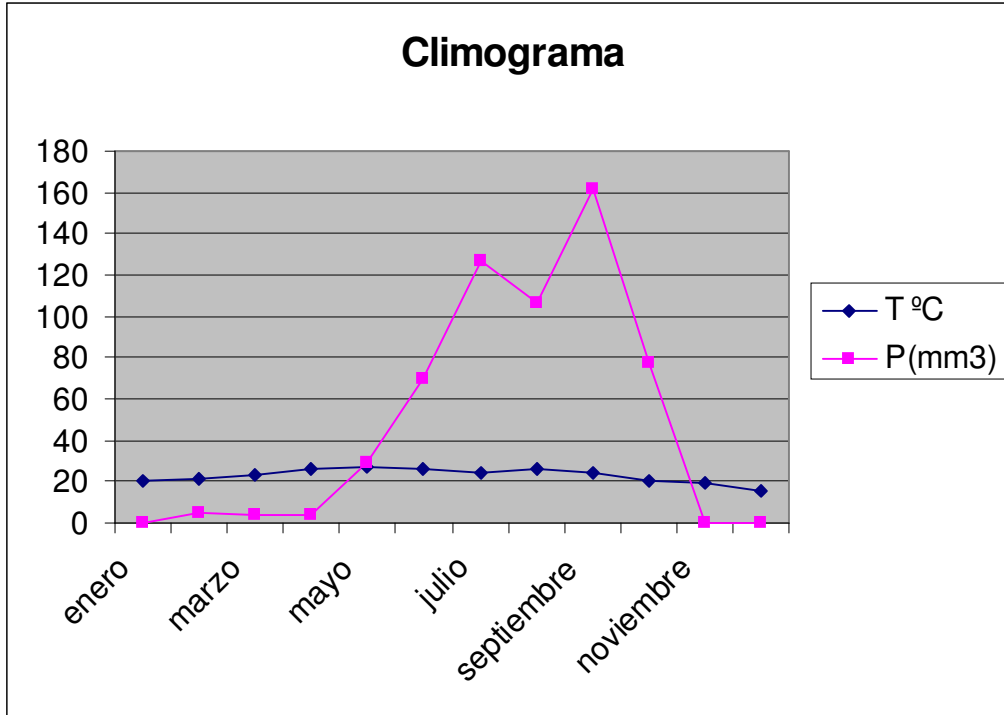


Figura 2. T°C y precipitación promedio de la zona de estudio.

Edafología.

El suelo presente en este lugar es una combinación de los tipos arisol arico, cambisol arómico y feozem haplico, con una textura media de limas y una fase gravosa, se caracterizan por la acumulación de arcilla en el subsuelo, de carácter ácido, con una capa superficial oscura suave y rica en materia orgánica y nutrientes, típicas de las zonas tropicales donde se encuentran selvas o bosques, además de ser muy susceptibles a la erosión (INEGI, 1981).

Hidrología.

La región hidrológica corresponde al Papaloapan que es la más grande de Oaxaca, con una sola cuenca que lleva el mismo nombre, tiene el mayor número de corrientes entre las que cabe resaltar los ríos Salado-Grande, Cajonos y Puxmetacan y Trinidad (INEGI, 1981).

Vegetación y Uso del Suelo.

La vegetación del lugar está representada por una mezcla de campos de cultivo (café, maíz y frijón principalmente), y bosques densos de vegetación secundaria, con gran cantidad de lianas, hierbas introducidas y arbustos. De acuerdo a la clasificación de Rzedowski (1988) esta localidad se ubica dentro del bosque mesófilo de montaña. *Xenosaurus grandis* es común en el bosque secundario y en los cultivos que rodean a este bosque, en donde se le puede encontrar fácilmente ocupando las grietas de las rocas que quedan a la sombra bajo el dosel de la vegetación. Esta localidad es una zona de relieve irregular con colinas pequeñas con gran cantidad de formaciones rocosas las cuales poseen grietas pequeños de forma irregular, y de tan solo 2.0 – 2.5 cm de ancho, con una profundidad en su mayoría superior a los 30.0 cm (figura 3).



Fig.3. Mapa del área de estudio 

MATERIAL Y METODO

Para analizar los factores que influyen sobre la temperatura corporal de esta población, se realizaron cuatro salidas con una duración de tres días cada una a la zona de estudio (dos en la estación seca y dos en la húmeda). En cada visita se capturaron a todas las lagartijas de la especie *Xenosaurus grandis* observadas en ésta área. La captura de estas se hizo revisando cuidadosamente todas las comisuras de roca susceptibles de ser utilizadas por las lagartijas de esta especie. Una vez localizada la lagartija, esta fue extraída con la ayuda de un tramo de alambre de 30-40cm de largo.

Las lagartijas fueron capturadas con la mano, y a cada organismo capturado se le marco permanentemente por ectomización de fclanges utilizando la dave de Medina et al., (1971, citado en Ferner, 1979, modificada por Lemos-Espind y Amaya-Elías 1986). A cada lagartija capturada se les tomaron los siguientes datos: longitud hocico cloaca (mm), utilizando una regla de plástico transparente; masa corporal (g), utilizando una pesada de 30.0 a 100.0g dependiendo del tamaño del organismo, sexo y hora de captura. Adicionalmente se les tomaron datos sobre su temperatura corporal (T_c) o temperatura cloacal, la temperatura del aire (T_a) bulbo a la sombra a 5.0 cm por encima del sustrato ocupado por la lagartija, y la temperatura del sustrato (T_s), bulbo a la sombra en contacto con el sustrato ocupado por la lagartija. Todo esto con un termómetro cloacal de lectura rápida por 30 segundos respectivamente. Igualmente, todas aquellas lagartijas que requirieron un esfuerzo mayor a 2 minutos para su captura, fueron excluidas para el análisis de temperatura (Grant y Dunham, 1988, Lemos Espind y Ballinger, 1995a).

Se obtuvieron registros también de algunas características del microhábitat como fueron ancho, largo, alto, profundidad, de la grieta y tamaño aproximado de la roca. La condición del microhábitat se clasificó de tres formas; cubierto, que era cuando la grieta del organismo no tenía incidencia de los rayos solares debido a la obstrucción por algún objeto (árboles, rocas, etc.), mosaico eran las grietas que presentaban radiaciones moderadas permitidas por el dosel de la vegetación, y soleado que recibía la incidencia solar sin obstáculos.

Las lagartijas que fueron recapturadas se liberaron sin tomarseles datos sobre temperatura (independencia estadística). Realizando análisis de correlación para determinar la relación entre la T_c y la T_a , y entre la T_c y la T_s . La temperatura corporal para machos y hembras fue comparada utilizando un análisis de covarianza (ANCOVA) usando como covariable la T_s (Lemos-Espind y Ballinger, 1995b; Lemos-Espind et al., 2003). Para la comparación de la temperatura corporal entre épocas (seca vs. húmeda) también se utilizó un ANCOVA con la temperatura del sustrato como covariable, lo mismo se hizo para comparar las temperaturas presentadas entre las hembras preñadas y las que no lo estaban; para cada análisis se utilizó el error estándar como factor de variación y un α de 0.05.

Para comprobar las tendencias termorreguladoras o termoconformistas de esta población 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 T_c sobre la temperatura ambiental (T_a o T_s) es cero o cercano a este y cuando una especie es termoconformista el valor de la pendiente es uno o cercano a él; en este caso se utilizó la T_s como covariable por ser el factor que estuvo más relacionado con la T_c .

RESULTADOS

Tamaño corporal

Se capturaron un total de 80 lagartijas de la especie *Xenosaurus grandis*, de los cuales 22 fueron machos, 10 juveniles y 48 hembras (32 no preñadas y 16 preñadas). La LHC y el peso promedio para esta población fueron de 111.60 ± 1.36 mm (intervalo 71-128mm) y de 28.68 ± 1.08 g (intervalo 5-54g) respectivamente, no encontrándose diferencias significativas entre la LHC de los machos y las hembras (116.14mm y 113.88 mm respectivamente, ver figura 4), ni entre el peso (30.90g y 30.77g respectivamente, ver figura 5) de los mismos.

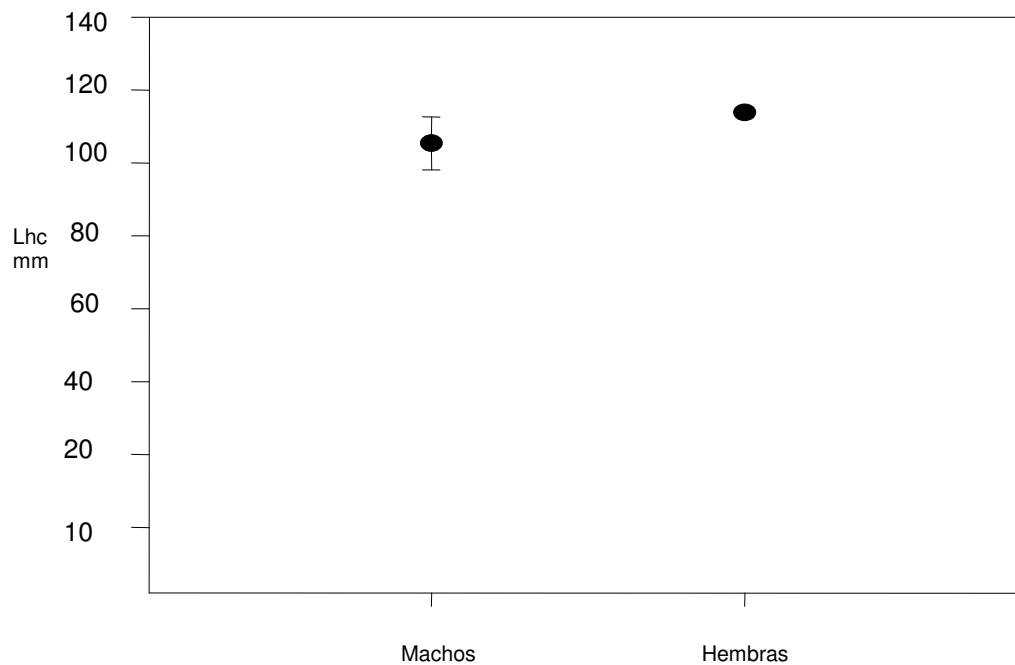


Figura 4. Gráfica que muestra el promedio de la longitud hodo-cloaca de *Xenosaurus grandis*, los valores obtenidos para machos y hembras son: 71-128 y 104-126mm respectivamente.

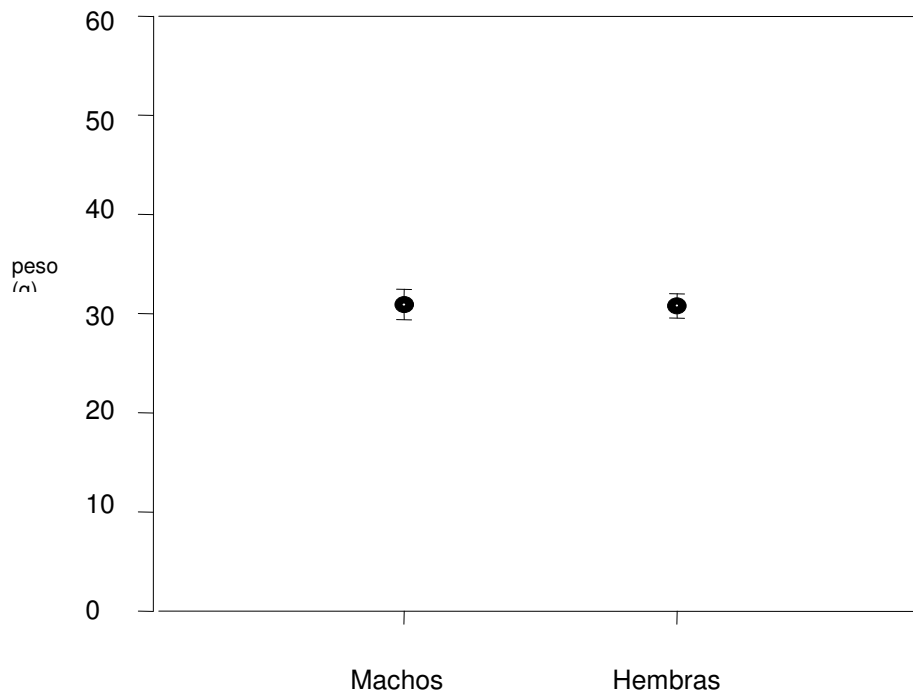


Figura 5. Gráfica que muestra el peso de hembras y de machos de *Xenosaurus grandis*.

Temperatura.

La T_c de estas lagartijas promedió $21.77 \pm 0.385^\circ\text{C}$ (intervalo $12.8-31^\circ\text{C}$). La T_a y T_s en la zona de estudio promediaron $20.08 \pm 0.379^\circ\text{C}$ (intervalo $12.8-26.5^\circ\text{C}$) y $20.05 \pm 0.380^\circ\text{C}$ (intervalo $12.4-26.6^\circ\text{C}$) respectivamente.

La T_c no estuvo relacionada con la LHC (Figura 6, $r^2=0.021$, $P=0.19$; $T_c = 17.14 + 0.004$ LHC) ni con el peso de las lagartijas (figura 7, $r^2=0.039$, $P=0.07$; $T_c = 19.74 + 0.07 P$).

Asimismo la Tc presentó una relación positiva y significativa con la Ta (figura 8, $r^2 = 0.75$, $P < 0.0001$; $Tc = 4.12 + 0.88 Ta$) y con la Ts (figura 9, $r^2 = 0.77$, $P < 0.0001$; $TC = 4.00 + 0.88 TS$) del microhábitat ocupado por cada lagartija.

No se encontraron diferencias significativas entre la temperatura corporal presentada entre machos y hembras (figura 12; ANCOVA con la Ts como covariable $F_{1,79}=9.236$, $P<0.003$), asimismo entre las dos estaciones (Seca-húmeda, ANCOVA con la Ts como covariable $F_{1,79}=75.705$, $P<0.0001$, ver figura 13).

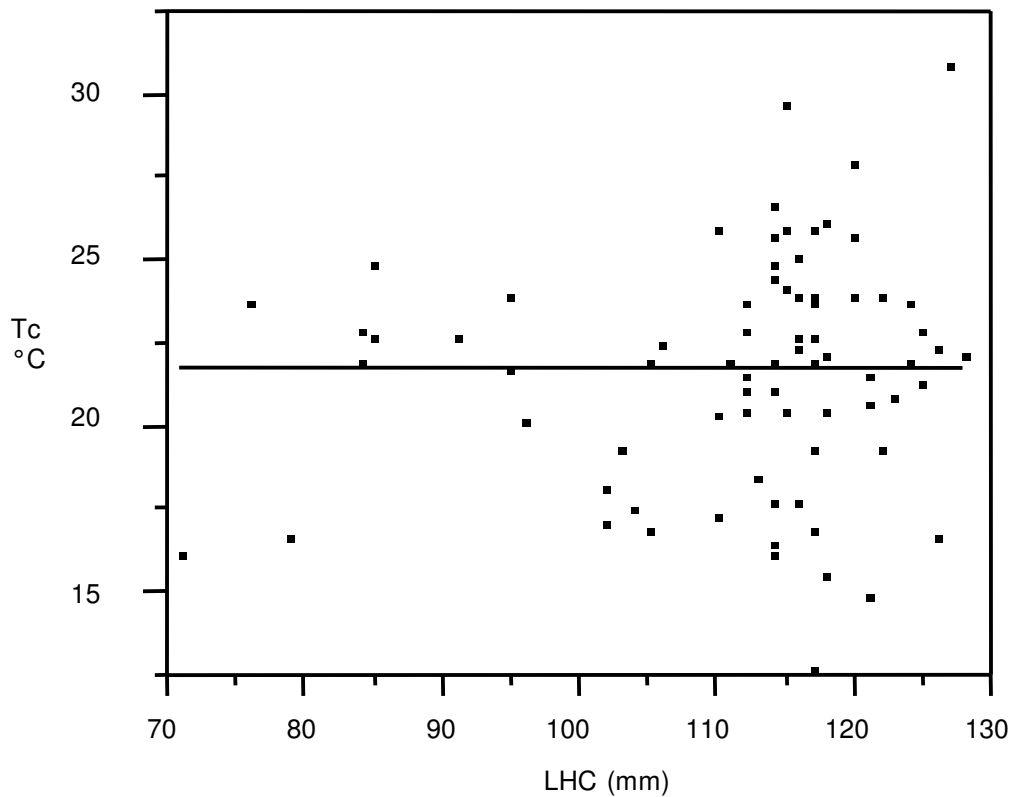


Figura 6. Análisis de correlación entre la temperatura corporal (Tc) y la longitud hocico-dorsal (LHC).

$$Tc = 17.14 + 0.004 LHC; r^2 = 0.021, P = 0.19.$$

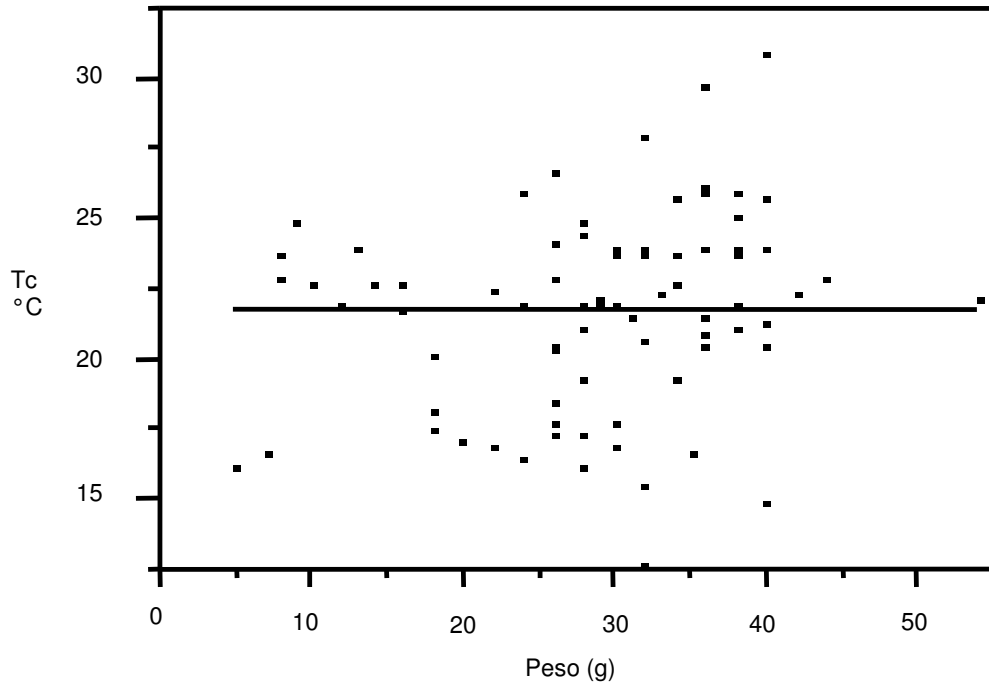


Figura 7. Análisis de correlación entre la Temperatura corporal (Tc) y el Peso
 $T_c = 19.74 + 0.071 P$; $r^2 = 0.039$, $P = .07$.

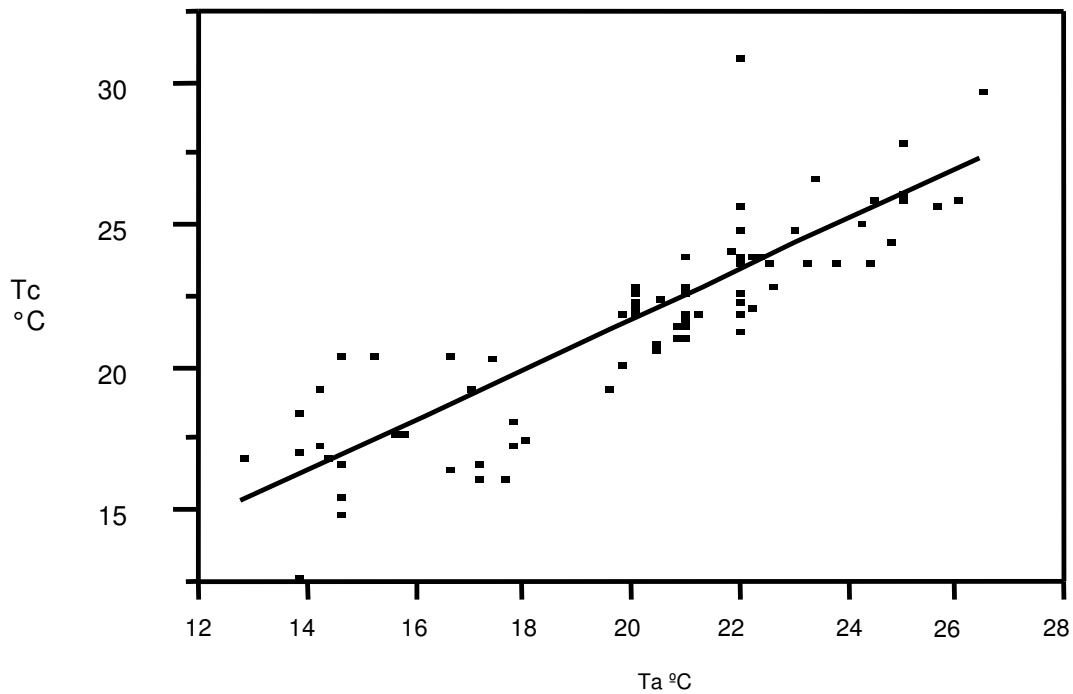


Figura 8. Análisis de correlación de la Temperatura corporal (Tc) con la temperatura del aire (Ta)
 $T_c = 4.12 + 0.88 T_a$; $r^2 = 0.749$, $P < 0.0001$

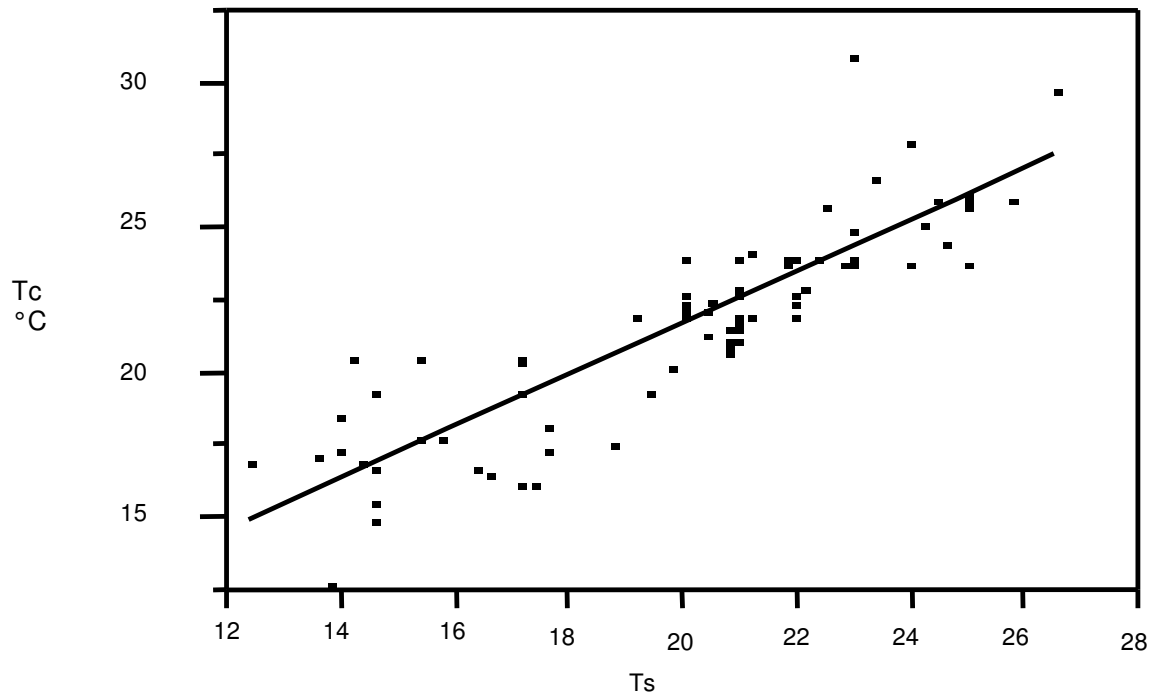


Figura 9. Análisis de correlación de la Temperatura corporal (Tc) con la temperatura del sustrato (Ts)

$$Tc = 4.001 + 0.88 Ts; r^2 = 0.77, P < 0.0001$$

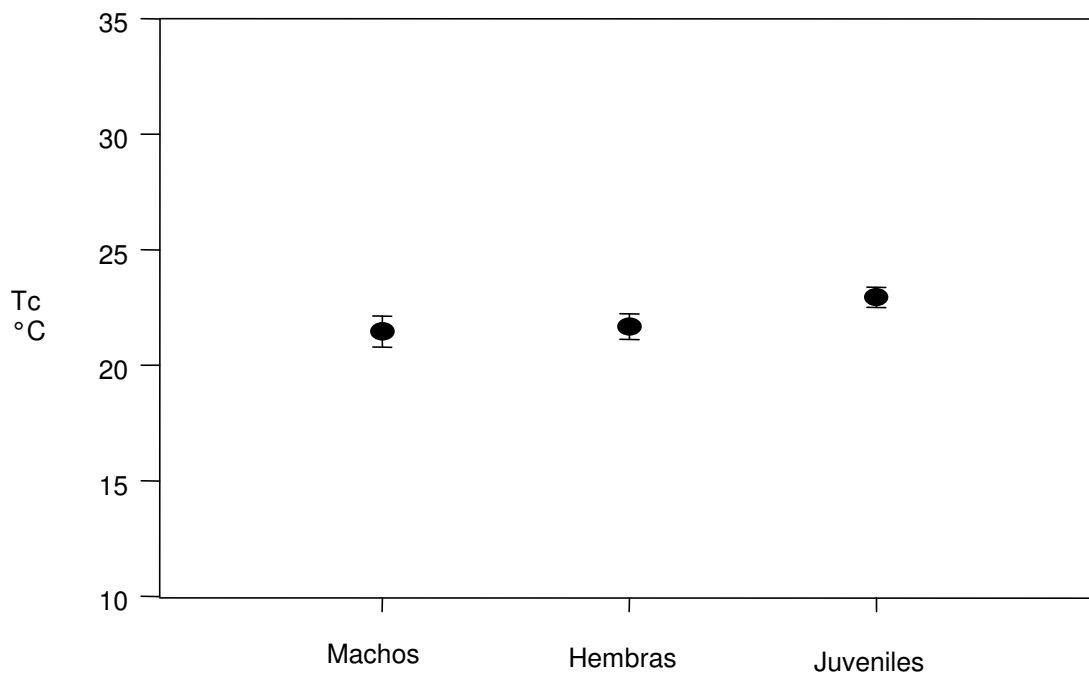


Figura 12. Gráfica que muestra que no hay diferencias entre la Temperatura corporal de machos, hembras y juveniles.

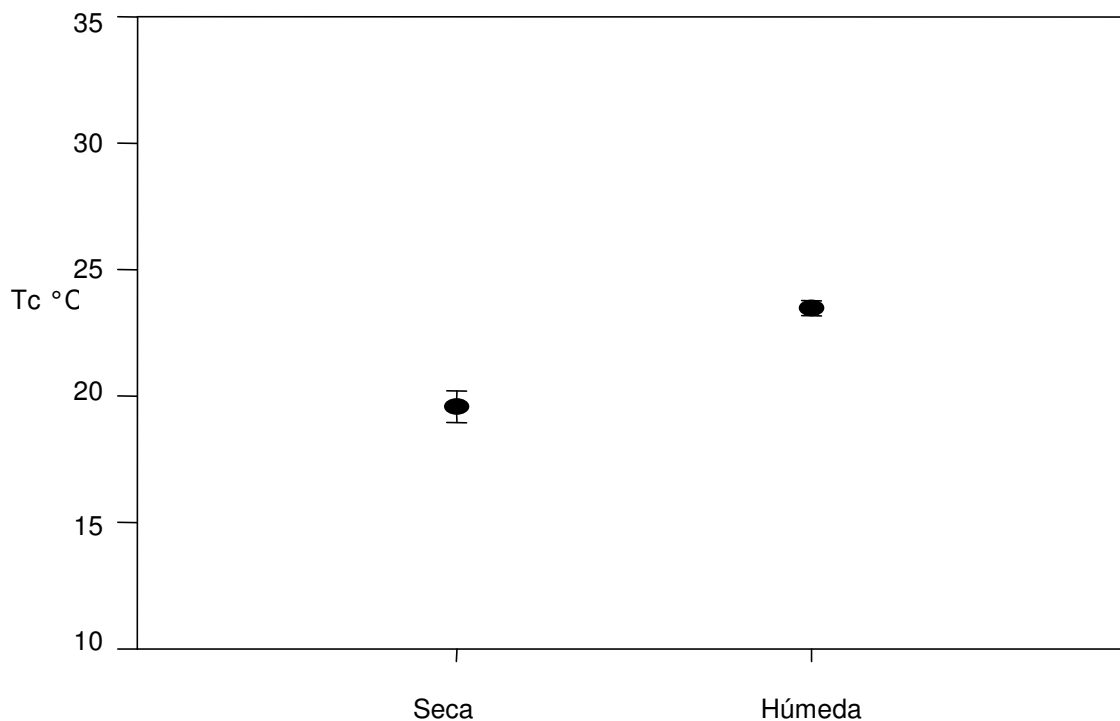


Figura 13. Gráfica que muestra las diferencias de la Temperatura corporal (T_c) de los organismos en las dos estaciones del año.

Asimismo se encontraron diferencias significativas entre la temperatura corporal presentada por las hembras preñadas y las no preñadas (figura 14 y 16; ANCOVA con la T_s como covariable $F_{1,47}=61.86$, $P<0.0001$). Se encontró que la posición del microhábitat con respecto a los rayos del sol también influyen sobre la temperatura corporal de estos organismos (Figura 15; ANCOVA con la T_s como covariable $F_{1,47}=61.86$, $P<0.0001$).

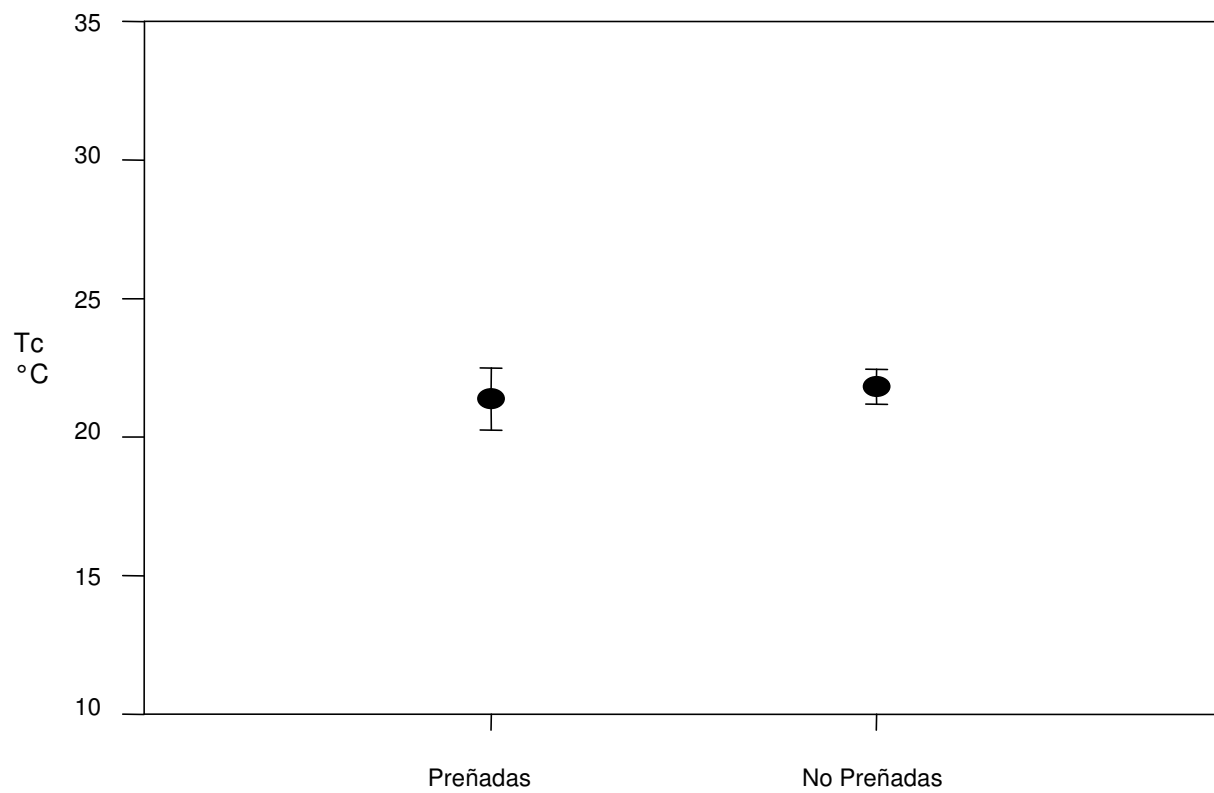


Figura 16. Temperatura corporal de hembras preñadas y las no preñadas

Análisis y Discusión.

Al no encontrarse una relación entre la LHC y el peso con la T_c nos sugiere que el tamaño corporal de las lagartijas es independiente de la temperatura corporal presentada por las mismas; es decir que las lagartijas más pequeñas presentan temperaturas corporales similares a los organismos más grandes, esta tendencia también fue observada en *Sceloporus gabriellae* (Lemos-Espind et al., 1997 a), *Xenosaurus newmanorum* (Lemos-Espind et al., 1998); *Barisia imbricata* (Lemos-Espind et al., 1997f); *Xenosaurus rectocollaris* (Woolrich-Piña, 2002) y *Xenosaurus platyceps* (González-Espinosa, 2002).

El promedio de la T_c de *Xenosaurus grandis* de Huautla fue de 21.77 ± 0.385 °C, similar a la presentada en la población de *Xenosaurus grandis* de Cuautlapan, *Xenosaurus newmanorum* de Xilitla, *Xenosaurus platyceps* al NE de Querétaro y *Xenosaurus rectocollaris* al NE de Puebla (Ballinger et al., 1995; Lemos-Espind et al., 1998; González-Espinosa, 2002; y Woolrich-Piña, 2002, ver cuadro 1); siendo una de las temperaturas corporales registradas más bajas para lagartijas mexicanas. Tal vez esta similitud en el promedio de la temperatura corporal presentada en 3 especies se deba a una característica ancestral del grupo (Huey y Bennett, 1987; Garland et al., 1991; Harvey y Pagel, 1991); ya que las variaciones de la probable tolerancia que se observan dentro de los individuos pueden ser débiles en comparación con las diferencias entre las especies que habitualmente ocupan los diferentes tipos de hábitats (Rieck et al., 1960).

Especies	Tc	Ta	Ts	Lugar	Altitud	Fuente
<i>X.newmanorum</i>	22.9±0.2 n=274	21.9±0.2 n=274	22.0±0.2 n=274	Xilitla, S.L.P	800msnm	Lemos-Espind et d., 1998.
<i>X.grands</i>	22.7±.39	21.62	21.99	Quautlópán; Vrz.	1000msnm	Ballinger et d., 1995.
<i>X.rectocollaris</i>	22.64±.39 n=40	19.96±.36 n=40	20.15±0.35 n=40	NE del Edo. de Pbla	2 100 msnm	Wodrich-Piña, 2002.
<i>X.platyceps</i>	17.68±0.63 n=35	16.67±0.99 n=35	19.39±0.67 n=35	NE del Edo. de Gro.	1 200msnm	González- Espinoza, 2002.
<i>X.grands</i>	21.77±0.38 n=80	20.08±0.38 n=80	20.05±0.38 n=80	Huautla, Oax.	1 900msnm	Este estudio.

Cuadro 1. Valores promedio de las temperaturas de las diferentes poblaciones de *Xenosaurus* estudiadas.

Sin embargo, incluso dentro de las especies existen a menudo diferencias en la respuesta a la temperatura entre poblaciones de distintas localidades, y con frecuencia se ha encontrado que dichas diferencias son el resultado de diferencias genéticas en lugar de ser atribuibles únicamente al ambiente; esto puede limitar la gama de temperaturas a las que pueden vivir y por consiguiente limita la gama de ambientes que puede ocupar.

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 21.8°C presentados por *Xenosaurus grands*, esta diferencia de temperatura 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-Espind, 1998). Esto aunado a la mención de que la locomoción puede ser un factor determinante para el mantenimiento de temperaturas ditas, jugando un papel importante en su actividad de forrajeo y de escape a sus depredadores (Adolph y Porter, 1993; Beuchat y Ellner, 1987; Dunham et al., 1989; Grant y Dunham, 1988, 1990; Hertz et al., 1988; Huey y Slatkin, 1976; Sinervo, 1990; Lemos-Espind et al., 1997 a, 1997b, 1997c, 1997d, 1998); aunque la termorregulación también puede

deberse a otros factores menos conocidos como pueden ser la época del año, la humedad, el hábitat, la hora del día, la condición reproductiva, entre otros más (Rosen, 1991; Daut y Andrews, 1993).

Con base al criterio de Huey y Slatkin (1976), la población de esta especie, así como las poblaciones de *Xenosaurus grandis* de Cuautlapan, *Xenosaurus newmanorum*, *Xenosaurus platyceps* y *Xenosaurus rectocollaris*, presenta tendencias hacia el termoconformismo (ver Ballinger et al., 1995; Lemos-Espind et al., 1998; González-Espinosa, 2002; Wodrich-Piña, 2002). El que una lagartija sea termoconformista tiene ciertas implicaciones. Por un lado, al no presentar temperaturas corporales altas, 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; Huey, 1974) además de que la energía necesaria será menor debido a la tasa metabólica baja (Autumm et al., 1999). Ya que si los costos de una temperatura regulada en un ambiente determinado son superiores a los beneficios, la selección actuará en contra de la regulación, y por consiguiente, el grado en que un organismo regula su temperatura será un compromiso entre los costos y los beneficios (Gates y Porter, 1970; Begon et al., 1995).

El estudio reveló que no existen diferencias de temperatura corporal entre los sexos; lo cual sugiere que tanto hembras como machos tienen las mismas características de termorregulación (Huey y Slatkin, 1976); al tratarse de una especie vivípara se esperaría una temperatura corporal mayor para las hembras, debido a que un aumento en la temperatura disminuiría el tiempo de gestación, ya que se han observado diferencias intrasexuales en la temperatura corporal, puesto que en algunas especies, las hembras grávidas presentan temperaturas más bajas que las hembras no grávidas, debido a que temperaturas altas pueden afectar el desarrollo embrionario (Beuchat y Ellner, 1987; Smith y Ballinger, 1994); probablemente este sea el caso de nuestra población donde se observó que las hembras preñadas disminuyen su temperatura en el periodo de gestación y en la estación reproductiva. Ya que para el desarrollo de la gestación de las

hembras, la temperatura corporal influye de manera directa en el desarrollo de los embriones (Anguilleta et al., 2000). Lo anterior sugiere que hay una estrecha relación entre estas dos temperaturas para nuestra especie, lo cual provocaría un desarrollo embrionario lento con un tamaño relativamente grande de crías y un menor número de estas (Anguilleta et al., 2000).

En cuanto a la temperatura corporal presentada por los organismos entre las dos estaciones, se observaron diferencias debido a la variación de la temperatura ambiental; dado que el intercambio de calor con el ambiente y la superficie corporal, la temperatura de un ectotermo aumentará o disminuirá rápidamente según las fluctuaciones diarias experimentadas por las temperaturas ambientales (Colinvaux, 1997). Esta tendencia también ha sido observada en *Xenosaurus platyceps* (González-Espinosa, 2002) que ocurre en una zona con estacionalidad anual al igual que en la zona de estudio. Por otro lado, tal vez *Xenosaurus grandis* 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 *Xenosaurus grandis* 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).

Por otra parte, también se observó que la ubicación del microhábitat con respecto a los rayos del sol, al igual que la posición de los organismos, influyen en su temperatura corporal, dado que pueden encontrarse microhábitats con mejor posición para la incidencia de los rayos solares, y por tanto los organismos presentan una temperatura un poco mayor que las que habitan otras grietas con menor exposición. Una estrategia de los reptiles es la de exponer el cuerpo al sol o la sombra de manera que absorba más o menos calor del ambiente (Colinvaux, 1997); algo similar fue observado por Lemos-Espinal et al. (1998) en una población de *Xenosaurus newmanorum*, donde encontraron que la posición de las lagartijas dentro de la grieta que habitaban, así como la ubicación

de esta con respecto a los rayos del sol influyen en la temperatura corporal de estas lagartijas, ya que las oportunidades para termorregular pueden depender de las cuerdas de las grietas habitadas, así como de las cuerdas de la roca que las cubre (Huey et al., 1989).

Cabe mencionar que este organismo presenta métodos similares a otras lagartijas 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; esto trae como ventajas el que estas lagartijas gasten menos energía en producir calor, ya que requieren menos alimento (por ser forrajeros acechadores), así pueden permanecer más tiempo dentro de sus grietas evitando a los depredadores (Colinvaux, 1997).

La temperatura ambiental es un factor que no puede explicar por sí misma la temperatura corporal presentada por *Xenosaurus grandis*. Por esta razón sería necesario la utilización de modelos biofísicos (lagartijas de cobre) que presenten talas y formas similares a la especie en estudio para tener un modelo nulo "sin termorregulación" (Trujillo-Cornejo, 2001; Wodrich-Piña, 2002 y Villamar-Duque, 1998) así como la realización de experimentos de gradientes térmicos en el laboratorio para conocer la temperatura corporal preferida por estos organismos (Hertz, 1992; Hertz et al., 1993; Trujillo-Cornejo, 2001; Wodrich-Piña, 2002 y Villamar-Duque, 1998) a fin de comprender más a fondo como regulan su temperatura estas lagartijas.

Conclusiones

- En el presente estudio, *Xenosaurus grandis* no presentó diferencias entre la temperatura corporal de machos y hembras, lo que nos sugiere que las hembras no necesitan aumentar en su temperatura en la época reproductiva.
- No se encontró una relación entre la temperatura corporal y la longitud hocico-dorsal ($T_c = 17.4 + 0.004Lhc$; $r^2 = 0.21$, $P = 0.19$), indicando que los mecanismos de mantenimiento de color están influenciados por factores filogenéticos, ya que *Xenosaurus grandis* de Huautla, presentó una temperatura corporal similar a la de *X. newmanorum*, *X. rectocollaris*, *X. grandis* de Cuautlapan y *X. platyceps* en poblaciones estudiadas anteriormente.
- 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 que nos sugiere que *Xenosaurus grandis* presenta una conducta termoconformista al sustrato y esto se debe a las características del hábitat que ocupan estos organismos, como son el abundante dosel que impide la incidencia de los rayos solares, la posición de la grieta, el tipo de roca entre otros.
- *Xenosaurus grandis* presenta una tendencia al termoconformismo, debido a que dependen de la temperatura ambiental, siendo en mayor grado dependiente de la temperatura del sustrato, esto se pudo observar a lo largo del año, ya que en época seca los organismos presentan temperaturas más altas que en la época húmeda, lo cual se explica por los cambios en la temperatura ambiental que sufre el hábitat a través del año.

- Aunque el estudio revela datos importantes para el entendimiento de los factores que influyen en la temperatura corporal de *Xenosaurus grandis* hace falta realizar un estudio complementario en laboratorio, con el uso de modelos nulos para poder establecer el aprovechamiento real de energía que presenta la especie.

LITERATURA CITADA

Adolph, S. C., and W. P. Porter. 1993. Temperature activity and lizard life histories. *Am. Nat.* 142 (2):273-295

Adolph, S. C. 1990. Influence of behavioral thermoregulation on microhabitat use by two *Sceloporus* lizard. *Ecology* 71:315-317.

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 lizards 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 temperatura and the evolution of the nocturnality in geckos. *Ecology* 53(2):580-599.

Ballinger, R. E., K. R. Marion, and O.J. Sexton. 1970. Thermal ecology of the lizard, *Anolis limifrons* with comparative notes on three additional panamian anoles. *Ecology* 51(2):246-254.

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., N. Coady, J.M. Prokop, and J.A. Lemos-Espinal. 1992. Strike-induced chemosensory searching: variation among lizards. *Trans. Neb. Acad. Sci.* 19:43-47.

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. 2000. *Xenosaurus grandis* (Gray) Knob-Scaled Lizard. *Catalogue of American Amphibians and Reptiles*, 713.1-713.4

Ballinger, R. E., G. R. Smith, and J. A. Lemos-Espinal. 2000. *Xenosaurus* (Gray). *Catalogue of American Amphibians and Reptiles*, 712.1-712.3

Ballinger, R. E., J. A. Lemos-Espinal, and G. R. Smith. 2000. A comparison of female reproduction of three species of crevice-dwelling lizards (Genus *Xenosaurus*) from México. *Studies of Neotropical Fauna and Environment*, 35:179-183.

Barrows, S., and H. M. Smith. 1947. The skeleton of the lizard *Xenosaurus grandis* (Gray). *Univ. Kans. Sci. Bull.* 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): 1818-1820.

Begon, M; Harper, J. L. y Townsend, C. R. 1995. *Ecología: Individuos, poblaciones y comunidades*. Omega; Barcelona; España. Pp.40-55.

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.

Beuchat, C. H., and J. Ellner. 1987. A quantitative test of life history theory: thermoregulation during gestation in a viviparous lizard. *Ecol. Mongr.* 57:45-60.

Bogert C. M. 1949 a. Thermoregulation and critical body temperatures in Mexican lizards of the genus *Sceloporus*. *Anales del Instituto de Biología. México.* 20: 415-426.

Bogert C. M. 1949 b. Thermoregulation in reptiles: A factor in evolution. *Evolution* 3(3): 195-211.

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.

Brown R. P. 1996. Thermal biology of the geckos *Tarentola boettgeri*: comparisons among populations from different elevations within gran Canaria. *Herpetologica* 52(3): 396-405.

Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, Sierra madre.552-555.

Colinvaux. 1997. Introducción a la Ecología. Noriega editores; México. Pp.328-353.

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.

Cooper, W., Jr., J. H. Van Wyk, P. F. N. Mouton, A. M. Al-Johany, J.A. Lemos-Espinal, M.A. Paulissen, and M. Flowers. 2000. Lizard antipredatory behaviors preventing extraction from crevices. *Herpetologica*, 56(3):394-401.

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.

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: 335-365.

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

Ferner, J. W. 1979. A review of marking techniques for amphibians and reptiles. *SSAR*.1979.

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.

Gates, D. M. and Porter, W. P. 1970. The energy budget of animals. In: *Physiological and behavioral in the rufous hummingbird*. *Canadian Journal of Zoology*, 54, 2064-2054. 6-11.

González-Espinosa, J. E. 2002. Ecología térmica de una población de la lagartija *Xenosaurus platyceps* King & Thompson, en un bosque templado del NE del Estado de Querétaro, México. Tesis Licenciatura. UNAM-FES Iztacala. 35 pp.

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. A. and M. D. Pagel. 1991. *The comparative method in evolutionary biology*. Oxford University Press. Oxford U. K.

Herrel, A., E. De Grauw, and J.A. Lemos-Espinal. 2001. Head shape and bite performance in Xenosaurid lizards. *J. Experimental Zoology*, 290(2):101-107.

Hertz, P. E. 1992. Evaluating thermal resource partitioning by sympatric lizards *Anolis cooki* and *A.cristatellus*: A field test using null hypotheses. *Oecology* 90:127-136.

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

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

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*. Academic Press, New York. New York. Vol. 12, pp 25-92.

Huey, R. B. 1974. Behavioral thermoregulation in lizards: Importance of associated costs. *Science* 14:1001-1003.

Huey, R. B. and T. P. Webster. 1976. Thermal biology of Anolis lizards in a complex fauna: The *Achrostatellus* group on Puerto Rico. *Ecology* 57: 987-994.

Huey, R. B. and A. F. Bennett, 1987. Phylogenetic studies of coadaptation: Preferred temperatures versus optimal performance temperatures of lizards. *Evolution* 41(5): 1098-1010.

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.

INEGI. 1987. Carta topográfica. E14-9; Oaxaca. Escala 1:50 000.

INEGI. 1987. Carta geológica. E14-9; Oaxaca. Escala 1:250 000.

INEGI. 1981. Carta edafológica. México. Escala 1:1 000 000.

King, W., and F. G. Thompson. 1968. A review of the American lizards of the genus *Xenosaurus* Peters. *Bulletin of the Florida State Museum*. 12(2):91-123

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. *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. 1997a. Thermal ecology of the lizard, *Sceloporus gadoviae*, in an arid tropical scrub forest. *Journal of Arid Environments* 35: 311-319.

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

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

Lemos-Espinal J.A., G. R. Smith and R. E. Ballinger. 1997 d. 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. 1997 e. Temperature relationships of the tropical tree lizard (*Urosaurus bicarinatus*) from the Cañon del Zopilote. Guerrero. México. 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 México. Amphibia-Reptilia 19:95-99.

Lemos-Espinal J.A., G. R. Smith and R. E. Ballinger. 1997 g. 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., R. E. Ballinger, and G. R. Smith. 2000. *Xenosaurus rectocollaris* Smith & Iverson. Pallid knob-scaled lizard. Catalogue of American Amphibians and Reptiles, 716.1

Lemos-Espinal, J. A y J. E. González-Espinosa. 2000. Demografía e historia de vida de la lagartija *Xenosaurus newmanorum* en Xilitla San Luis Potosí. Proyecto CONABIO R232.

Lemos-Espinal, J. A., G. R. Smith, and R. E. Ballinger. 2000. *Xenosaurus newmanorum* Taylor. Newman's Knob-scaled Lizard. Catalogue of American Amphibians and Reptiles, 714.1-714.2

Lemos-Espinal, J. A., and I. Rojas-González. 2000. Observation on neonate size and litter sex ratio on the crevice-dwelling lizard *Xenosaurus platyceps*. Herpetological Review, 31(1):48.

Lemos-Espinal, J. A., G. R. Smith, and R. E. Ballinger. 2003. Diets of three species of knob scaled lizards (Genus *Xenosaurus*) from México. Southwestern Naturalist, 48(1):119-122.

Lemos-Espinal, J. A., G. R. Smith, and R. E. Ballinger. 2003. Ecology of *Xenosaurus grandis agrenon*, a knob-scaled lizards from Oaxaca, México. Journal of Herpetology, 37(1):192-196.

Lemos-Espinal, J. A., G. R. Smith, and R. E. Ballinger. 2003. Variation in Growth and Demography of a Knob-scaled Lizard (*Xenosaurus newmanorum*) from a Seasonal Tropical Environment in México. Biotropica, 35(2):240-249.

Pianka, E. R. and W. W. Parker. 1975. Ecology of horned lizards: a review with special reference to *Phrynosoma platyrhinos*. Copeia 1975:141-162.

Pérez-Ramos, E., Saldaña de la Riva, L, and J. Campbell. 2000. A new allopatric species of *Xenosaurus* (Squamata : Xenosauridae) from Guerrero, México. Herpetologica, 56(4):500-5006.

Rieck, A. F. Belli, J. A. and Blaskovics, M. E. 1960. Oxygen consumption of whole animal tissues in temperature actimated amphibians. Proceedings of the Society of Experimental Biology and Medicine. 103(2),436-439.

Rojas-González., I. R. 1999. Evaluación de las funciones potenciales del sistema quimiorreceptoras en la lagartija *Xenosaurus grandis* (Squamata: Xenosauridae). Tesis licenciatura. FES-Iztacala. UNAM: 42pp.

Rosen, P. C. 1991. Comparative field study of preferenda in Garter Snakes (Thamnophis). Journal Herpetology. 25(3): 301-312.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, 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 de la Federación. Primera sección.

Sinervo, B., and S. C. Adolph. 1989. Thermal sensitivity of growth rate in hachtling *Sceloporus* lizards. Physiological, behavioral, and genetic 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., and R. E. Ballinger. 1994. Temperature relationships in the high-altitude viviparous lizard. *Sceloporu jarrovi*. American Midland Naturalist. 131: 181-189.

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., J. A. Lemos-Espinal, and R. E. Ballinger. 2000. *Xenosaurus platyceps* King and Thompson. Flathead Knob-scaled Lizard. Catalogue of American Amphibians and Reptiles, 715.1

Smith, G. R., J. A. Lemos-Espinal, and R. E. Ballinger. 2000. *Xenosaurus platyceps* King and Thompson. Flathead Knob-scaled Lizard. Catalogue of American Amphibians and Reptiles, 715.1

Smith, H. M., and J. B. Iverson. 1993. A new species of knob-scaled lizard (Reptilia : Xenosauridae) from México. Bull. Maryland Herp. Soc. 29:51-66.

Stephen, C. A., and W. P. Porter. 1993. Temperature, Activity, and Lizard Life Histories. The American Naturalist. 142(2):273-295.

Trujillo-Cornejo., F. J. 2001. El medio ambiente térmico y la efectividad de la termorregulación en relación con el tipo de paridad de las lagartijas *Sceloporus bichanthalis* y *Sceloporus aeneus*. Tesis Licenciatura. UNAM FES-Iztacala. 192pp.

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.

Woolrich-Piña, G. A. 2002. Ecología térmica de una población de la lagartija *Xenosaurus rectocollaris* Smith & Iverson en un chaparral al NE del Estado de Puebla, México. Tesis Licenciatura. UNAM-FES Iztacala. 35 pp.

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

Zug, G. R. 1993. Herpetology: An introductory biology on amphibians and reptiles. Academic Press, U.S.A. P.246-254.

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