



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

# POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Instituto de Biología

Agregaciones de verano e invierno en  
*Sceloporus mucronatus*:  
¿termorregulación o sociabilidad?

# TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
(BIOLOGIA AMBIENTAL)

P R E S E N T A

EDWARD ROBERTO VALENCIA LIMÓN

DIRECTOR DE TESIS: DR. FAUSTO ROBERTO MÉNDEZ DE LA CRUZ

MÉXICO, D.F.

NOVIEMBRE 2008



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## AGRADECIMIENTOS

AL POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, POR SU APOYO PARA REALIZAR MIS ESTUDIOS DE POSGRADO Y DARMÉ UNA FORMACION ACADÉMICA DE EXCELENCIA.

AL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CONACYT) POR LA BECA PARA REALIZAR MIS ESTUDIOS DE POSGRADO.

AL PROYECTO PAPIIT NUMERO IN224208 POR EL APOYO ECONOMICO PARA EL DESARROLLO DEL PRESENTE TRABAJO

## COMITÉ TUTORAL

Dr. Fausto R. Méndez de la Cruz

Dr. Andrés García Aguayo

Dr. David Valenzuela Galván

DEDICATORIA

*A mis padres Marcial Valencia de la Fuente y Clara Limón Cruz*

*A mis hermanos, Ricardo, Selene, Wendy y José*

*A mis sobrinos, Arely, Diego, Fernando, Manuel y Mavi*

*A mis amigos de toda la vida, Luis Castillo, Daniel Santana y Víctor Navarro*

*A Adriana Orozco Salgado por haber llegado a mi vida*

A todos ellos con todo mi amor

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Fausto Méndez de la Cruz por darme la oportunidad de trabajar bajo su tutoría, por todo su apoyo y sobre todo por su amistad.

Al Dr. Isaías Salgado, Dr. Andrés García Aguayo, Dr. Fausto Méndez de la Cruz, Dr. David Valenzuela Galván y Dr. Jaime Zúñiga Vega por los comentarios realizados al presente trabajo.

A la M. en C. Angela Ortega León por apoyarme en el desarrollo del trabajo, por sus comentarios y por su amistad.

Al M. en C. Rubén Castro Franco y a la Biol. Guadalupe Bustos Zagal por su apoyo, cariño y valiosa amistad.

A mis amigos del posgrado: Emma, Elia, Rafael Martínez, Francisco Botello, Margotzarith, Susana, Gabriela, Cinthya y Esmeralda, por los buenos momentos que pasamos juntos durante la carrera y porque de cada uno de ellos he aprendido algo.

A mis amigos de la Universidad de Morelos: Jorge Chávez, Luis Gerardo, Yazmín Viveros, Lucía Huerta, Giovanni Ríos, Ingrid, Verónica, Brenda, Hector Manuel, Liliána, Carlos Huidobro, Samuel Aréchaga, Tania Chávez, Ever y Adriana Orozco, quienes durante este tiempo me han alentado a seguir y hemos pasado grandes momentos.

Un agradecimiento especial para Emma Villaseñor y Elia Salazar quienes además de brindarme su valiosa amistad se tomaron el tiempo de leer y realizar comentarios al escrito, gracias de todo corazón.

Finalmente agradezco a Adriana Orozco Salgado todo su apoyo y cariño en esta etapa de mi vida, por darme la fuerza y ganas que necesitaba. Gracias de todo corazón por la oportunidad de estar a tu lado, te quiero mucho.

## INDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVO	3
OBJETIVOS PARTICULARES	3
HIPOTESIS	3
ESPECIE DE ESTUDIO	5
AREA DE ESTUDIO	6
CAPITULO 1. CARACTERISTICAS MICROAMBIENTALES Y MORFOLOGICAS ASOCIADAS A LAS GRIETAS	7
METODO	8
RESULTADOS	9
VERANO	9
CARACTERISTICAS MICROAMBIENTALES DE LAS GRIETAS DURANTE EL DIA	10
CARACTERISTICAS MICROAMBIENTALES DE LAS GRIETAS DURANTE LA NOCHE	11
CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS ASOCIADAS A LAS GRIETAS	13
INVIERNO	13
CARACTERISTICAS MICROAMBIENTALES DE LAS GRIETAS DURANTE EL DIA	14
CARACTERISTICAS MICROAMBIENTALES DE LAS GRIETAS DURANTE LA NOCHE	16
CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS ASOCIADAS A LAS GRIETAS	19
DISCUSION	20
CONCLUSION	22
CAPITULO 2. AGREGACIONES DENTRO DE LAS GRIETAS	23
TRABAJO DE CAMPO	25
RESULTADOS	26
AGREGACIONES DE VERANO	26
AGREGACIONES DE INVIERNO	27
DISCUSION	29
CONCLUSION	32
CONCLUSION GENERAL	33
LITERATURA CITADA	34

## **Resumen**

Estudí la conducta de agregación de *Sceloporus mucronatus* en una población del Valle de la Cantimplora, Ajusco, D.F. México. Durante el verano las lagartijas se agregan en grietas orientadas al Oeste, formando grupos de un macho y de dos hasta seis hembras. El factor térmico como promotor de la formación de las agregaciones no es evidente y la estructura de las agregaciones apoya su origen en la sociabilidad (reproducción). Durante el invierno las agregaciones ocurren en grietas orientadas al Sur, lo cual favorece mayor temperatura y menor humedad en su interior, estos factores protegen a las lagartijas de las temperaturas congelantes que se presentan en la noche, con lo que el factor térmico de las grietas seleccionadas como promotor de las agregaciones es claro; así mismo, las agregaciones formadas no tienen una proporción sexual definida e incluyen a más de un macho adulto, lo cual evidencia la pérdida de la conducta agonística.

## **Abstract**

I studied the aggregation behavior of *Sceloporus mucronatus* in a population of the Valle de la Cantimplora, Ajusco, D.F. Mexico. During the summer the lizards aggregation occurred in West oriented crevices, forming groups of one male and from two to six females. The thermal factor as a promoter of aggregations is not evident and given its structure supports the origin on the sociability (reproduction). During the winter the aggregations occurred in South oriented crevices, which favors higher temperatures and lower moisture inside of the crevices, these factors protect the lizards from freezing at night, then is clear that the thermal environment in selected crevices determine the aggregations; also, the formed aggregations do not have a defined sexual proportion and include more than one adult male, as an evidence of the lost of agonistic behavior.

## Introducción

Los estudios sobre aspectos conductuales de esta especie y en general para los reptiles son aún escasos, en comparación con grupos como aves, mamíferos, peces e insectos que han recibido mucha mayor atención. Durante los últimos años el conocimiento de la conducta animal ha cobrado importancia en el desarrollo de estrategias de conservación, al aportar información sobre sistemas reproductores, conducta y fisiología reproductora, dispersión de organismos, interacción depredador-presa, efectos del cambio climático global, requerimientos específicos de hábitat, costos y beneficios en las preferencias de hábitat, entre los más importantes (Sutherland, 1998).

Aunque se conoce bien sobre el uso de grietas en esta especie y en otras del género, poco se ha estudiado sobre la función de la conducta saxícola y los factores que determinan la selección del microhabitat. Aunado a lo anterior, se ha reportado la ocurrencia de agregaciones dentro de grietas, y se sugiere que se trata de una función meramente social (Lemos-Espinal *et al.* 1997). Sin embargo, la conducta de agregación puede deberse a factores extrínsecos de los organismos, tales como parches de alimentación y microhábitat que son limitados en disponibilidad (Graves y Duvall 1995).

Tomando en cuenta estos vacíos de información, el presente trabajo tuvo como objetivo estudiar aspectos relacionados con el uso de las grietas y el comportamiento de agregación en una población de la lagartija *Sceloporus mucronatus* que habita en el Valle de la Cantimplora, Ajusco, México. En el primer capítulo se hace una descripción de las características microambientales y morfológicas asociadas a las grietas, y del beneficio térmico que pueden obtener las lagartijas de ellas. En el segundo capítulo se

puso a prueba la hipótesis de sociabilidad, en la que se esperaba un cambio en la estructura de las agregaciones, es decir un cambio estacional en el número de individuos, la edad y sexo de cada agregación.

## **Objetivo**

Determinar la función de las agregaciones invernales y de verano en una población del Valle de la Cantimplora, Ajusco, México.

## **Objetivos particulares**

- Determinar las características micro ambientales y morfológicas asociadas a grietas con y sin agregaciones de lagartijas *Sceloporus mucronatus* en verano e invierno para establecer comparaciones.
- Determinar la conformación de las agregaciones de lagartijas de *Sceloporus mucronatus* en grietas usadas en verano e invierno y definir si alguna de las características micro ambientales y/o morfológicas asociadas a grietas influye en dicha conformación.

## **Hipótesis**

- La conformación de las características micro ambientales y morfológicas asociadas a las grietas determinan su utilización a lo largo del año para la formación de territorios para la reproducción o para el refugio invernal.
- Las agregaciones de verano son mutuamente atractivas a conspecificos, es decir, tienen una función social, de tal manera que las agregaciones estarán conformadas por un macho y varias hembras. Las agregaciones de invierno se deben a factores microambientales por lo que la conformación de las agregaciones será conformada por organismos sin una proporción sexual determinada.

## ESPECIE DE ESTUDIO

*Sceloporus mucronatus* es una lagartija vivípara de tamaño mediano, actividad diurna y hábitos saxícolas (Figura 1). Pertenece a la Familia Phrynosomatidae, grupo torquatus, es endémica de México y se distribuye en zonas templadas desde Veracruz hasta el Estado de México, a lo largo del Eje Neovolcánico Transversal, habitando vegetación que va de bosque de pino a regiones xéricas (Alvares y Huerta, 1973). Ambos sexos alcanzan la madurez sexual a los 63 mm de longitud hocico-cloaca (LHC) y presentan un ciclo reproductor asincrónico (Méndez de la Cruz *et al.*, 1988). Los machos alcanzan la máxima actividad testicular durante el verano, desplegando un comportamiento agonístico intenso. El establecimiento de territorios se presenta durante estos meses y las copulas ocurren también durante este periodo.

Las hembras alcanzan el pico de actividad ovárica durante el otoño, periodo en el cual se lleva cabo también la fertilización. La gestación transcurre durante el invierno y los nacimientos ocurren en primavera (Méndez-de la Cruz *et al.*, 1988; 1994; Villagrán-Santa Cruz *et al.*, 1994).



Figura 1. Macho de *Sceloporus mucronatus*. Foto: Edward R. Valencia Limón

## SITIO DE ESTUDIO

La población de *Sceloporus mucronatus* estudiada habita en el Valle de la Cantimplora, Cerro el Ajusco, México D. F. (19°12'40"N y 99°16'55"O), ubicado a una altitud de 3375 msnm (Figura 2). El área se caracteriza por una topografía ondulada con numerosas rocas basálticas que se presentan en aglomeraciones distribuidas de manera discontinua, muchas de las cuales presentan grietas de forma y tamaño variable. Las rocas sirven a las lagartijas de percha para asolearse y las grietas son utilizadas como refugio. La parcela esta localizada en la ladera sur del cerro con una inclinación pronunciada. La vegetación dominante de la zona es bosque de pino y zacatonal.



Imagen 2. Valle de la Cantimplora, Ajusco, D.F. México.

## **CAPITULO 1. CARACTERÍSTICAS MICROAMBIENTALES Y MORFOLÓGICAS ASOCIADAS A LAS GRIETAS**

La elección de refugios es una decisión crucial para la vida de los animales, y una de las principales funciones de su uso es la evasión de depredadores. Para organismos ectotérmicos no solo la depredación es importante, sino también las características térmicas de los refugios, esto debido, a la dependencia que existe del desempeño fisiológico de los animales con la temperatura (Hertz *et al.*, 1993; Lemos-Espinal *et al.*, 1997 b; Pough *et al.*, 1998).

Para lacertilios, los estudios sobre el uso de refugios se ha enfocado a su descripción (Langkilde *et al.*, 2003) y a evaluar los costos y beneficios que implica su uso (Dawnes y Shine 1998 y Amo, *et al.*, 2007). Sin embargo, estudios sobre las variaciones estacionales en el uso de refugios son escasos y solo se han enfocado a un periodo específico del año, como lo son los sitios de hibernación o agregaciones invernales (Congdon, *et al.*, 1979, Bishop y Echternacht, 2004, Schutz *et al.*, 2007).

Estudios previos en *Sceloporus mucronatus* han reconocido el uso de grietas como refugios (Lemos-Espinal *et al.*, 1997), sin embargo no existe una descripción específica de los refugios. Aunado a esto, se han observado cambios estacionales en el uso de grietas (Ortega-León Angela Comm. Pers.), y se ha pensado que el uso diferencial de éstas puede estar relacionado con las características morfológicas y/o microambientales que exhiben.

## **Método**

El trabajo se realizó en el Valle de la Cantimplora, Ajusco, D.F. México del 10 al 19 de julio del 2006, del 17 al 28 de junio del 2007 para abarcar el periodo de verano y del 10 al 25 de enero del 2007 para el invierno. En la zona se identificaron y marcaron grietas ocupadas y vacías por los individuos de *S. mucronatus*. Para la elección tanto de grietas vacías como ocupadas se utilizaron datos de campo de estudios previos en la misma zona (Ortega-León *et al.*, 2007) complementado con la búsqueda directa.

Cada una de las grietas seleccionadas fue caracterizada microambiental y morfológicamente para establecer comparaciones posteriores de los parámetros considerados en este estudio. Así mismo se llevó a cabo la evaluación térmica de las grietas desde el punto de vista de los requerimientos de las lagartijas, utilizando modelos nulos de un organismo ectotérmico (tubos de cobre). Estos modelos han sido ampliamente utilizados para estudios de ecología térmica de lagartijas y han mostrado ser un método confiable (Hertz *et al.*, 1993 y Vitt y Sartorius 1999).

Los parámetros microambientales considerados para este estudio fueron la temperatura y humedad relativa, los cuales fueron medidos en el interior de las grietas con ayuda de un registrador de datos HOBO™ H8 series, a intervalos de 30 minutos. Los parámetros morfológicos considerados fueron: profundidad, altura, y longitud de la grieta (cm), porcentaje (%) de la grieta rodeado por vegetación tomando un radio de 2 metros, orientación cardinal de la entrada y pendiente (°).

Para la evaluación térmica de las grietas se utilizaron tubos de cobre (modelos nulos) de 20 centímetros de largo, los cuales fueron introducidos en

las grietas. Se registró su temperatura cada 30 minutos con un registrador de datos HOBO™ H8 series. Para poder extrapolar los datos arrojados por los modelos nulos y utilizarlos para comparaciones posteriores, se corroboró el beneficio térmico directo del uso de grietas por parte de las lagartijas, para lo cual se obtuvieron temperaturas corporales de éstas antes de su emergencia y se relacionó con la temperatura presentada en el interior de la grieta.

Para evitar errores al manejar datos extremos en la temperatura y humedad relativa en las comparaciones realizadas entre grietas ocupadas y vacías, se llevó a cabo la distinción entre día y noche. Ambos periodos fueron establecidos con datos de intensidad lumínica, obtenidos con ayuda de un registrador de datos HOBO™ H8 series colocado en la zona de estudio, así mismo, se registró la temperatura y humedad ambiental de la zona.

## Resultados

### Verano

Durante este periodo se dio seguimiento de las características microambientales a un total de 24 grietas de las cuales 12 fueron ocupadas y 12 vacías. El fotoperiodo obtenido para la zona fue de 12 horas, el periodo de día fue considerado de las 08:00 a 20:00 horas y el periodo de noche las horas restantes. La temperatura ambiental durante el día fue de  $10.76 \pm 3.42^{\circ}\text{C}$  y  $7.03 \pm 2.49^{\circ}\text{C}$  durante la noche ( $n = 60$ ). La humedad relativa ambiental durante el día fue de  $91.92 \pm 3.29\%$  y  $93.31 \pm 3.05\%$  durante la noche ( $n = 60$ ).

### Características microambientales de las grietas durante el día

Las grietas ocupadas presentaron temperaturas significativamente mayores ( $11.92 \pm 1.79^{\circ}\text{C}$ ) que las grietas vacías ( $10.39 \pm 1.02^{\circ}\text{C}$ ) ( $t = 2.53$ ,  $P = 0.01$ , Figura 3).

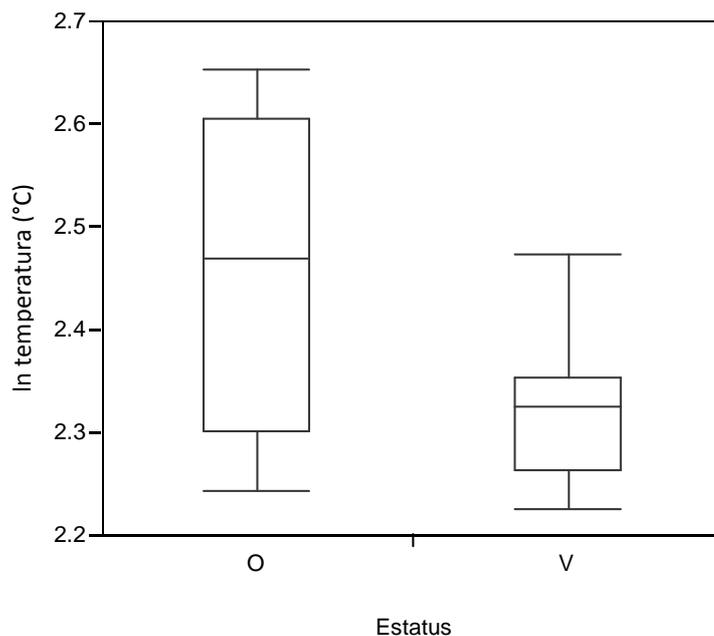
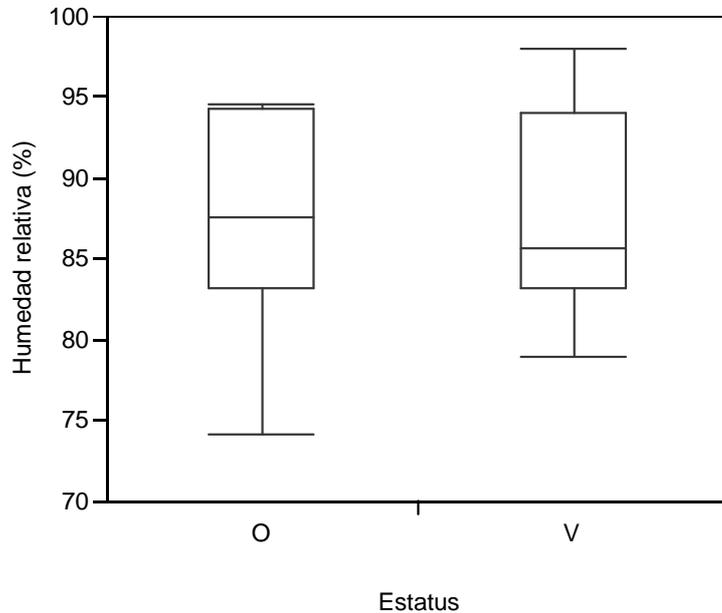


Figura 3. Diagrama de cajas del ln de la temperatura media alcanzada durante el día por estatus de las grietas, donde O =ocupadas y V =vacías.

Entre las grietas ocupadas ( $87.65 \pm 6.6\%$ ) y vacías ( $88.03 \pm 6.44\%$ ) la humedad relativa no mostró diferencias significativas  $t = -0.14$ ,  $P = 0.88$  (Figura 4).



LO Figura 4. Diagrama de cajas de la humedad relativa media alcanzada  $9.92^{\circ}\text{C}$  durante el día por estatus de las grietas, donde O =ocupadas y V =vacías. en las grietas ocupadas y  $9.94 \pm 0.42^{\circ}\text{C}$  en las grietas vacías. Dichas temperaturas no difieren significativamente ( $t = 1.53$ ,  $P = 0.15$ ) (Figura 5).

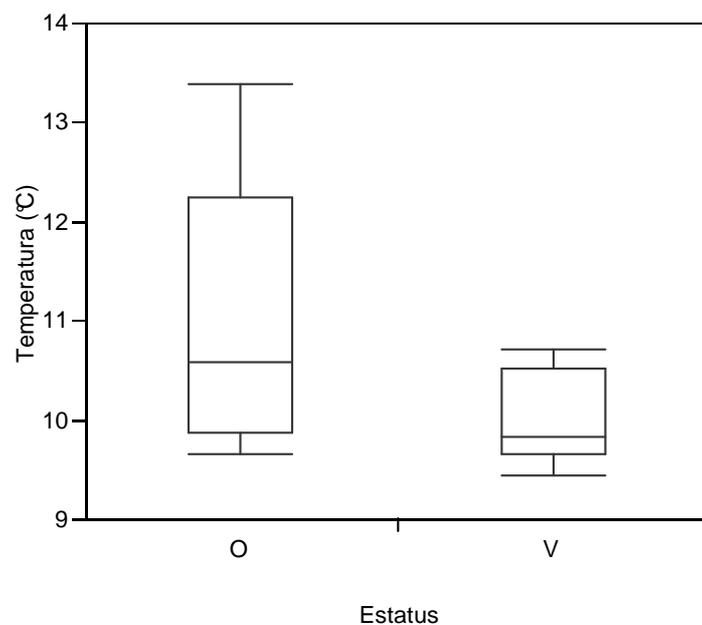


Figura 5. Diagrama de cajas de la temperatura media alcanzada durante el día por los modelos nulos por estatus de las grietas, donde O =ocupadas y V =vacías.

*Características microambientales de las grietas durante la noche.*

La temperatura entre grietas ocupadas ( $9.70 \pm 0.84$  °C) y vacías ( $10.03 \pm 0.56$ °C), no mostró diferencias significativas,  $t = -1.11$ ,  $P = 0.27$  (Figura 6).

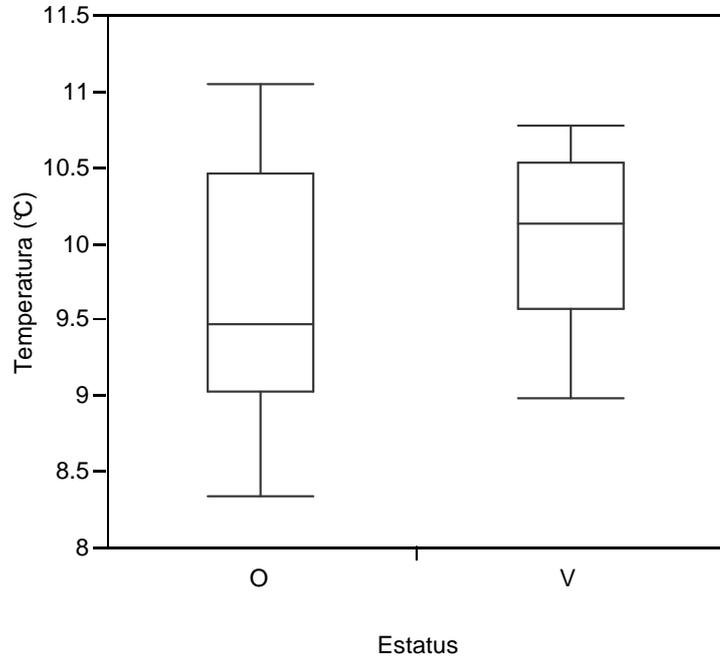


Figura 6. Diagrama de cajas de la temperatura media alcanzada durante la noche por estatus de las grietas, donde O =ocupadas y V =vacías. (88.78  $\pm$  0.49 %) no mostró diferencias significativas,  $t = -0.11$ ,  $P = 0.91$  (Figura 7).

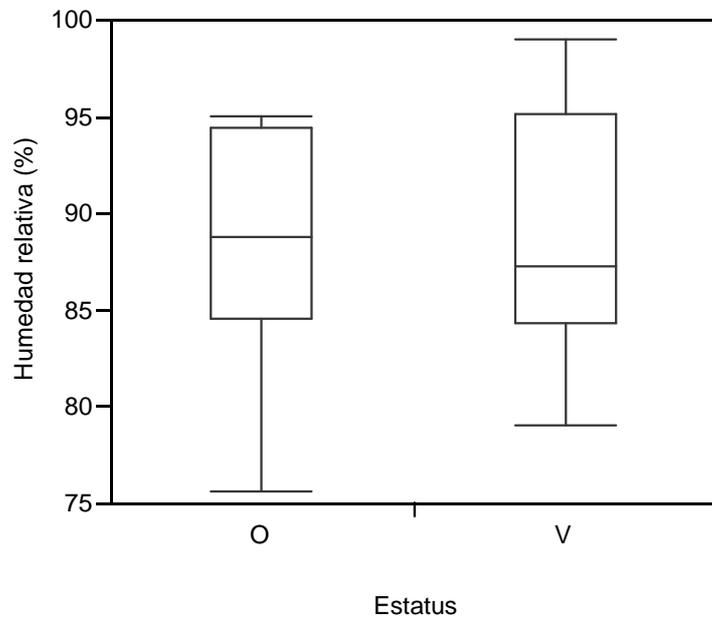


Figura 7. Diagrama de cajas de la humedad relativa media alcanzada durante la noche por estatus de las grietas, donde O =ocupadas y V =vacías.

La temperatura de los modelos nulos no mostró diferencias significativas entre grietas ocupadas ( $9.73 \pm 1.01^{\circ}\text{C}$ ) y vacías ( $9.31 \pm 0.75^{\circ}\text{C}$ ),  $t = 0.91$ ,  $P = 0.37$  (Figura 8).

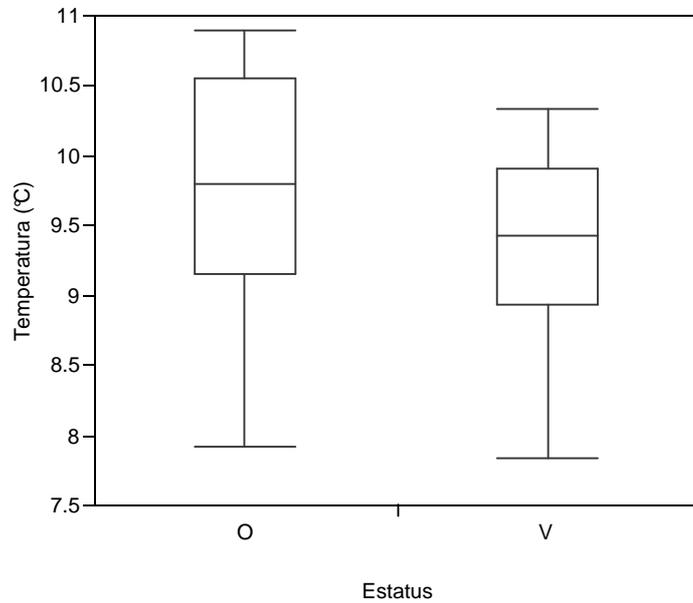


Figura 8. Diagrama de cajas de la temperatura media alcanzada durante la noche por los modelos nulos por estatus de las grietas, donde O =ocupadas y V =vacías.

*Características morfológicas asociadas a las grietas*

Se realizó la comparación de los parámetros altura, largo, profundidad, % vegetación, pendiente y orientación cardinal de un total de 30 grietas de las que 16 fueron ocupadas y 14 vacías. El único parámetro que mostró diferencias significativas fue la orientación cardinal (Tabla 1). Las grietas ocupadas presentan una orientación media circular de  $97.6^{\circ}$  fuerza del vector 0.623. Las grietas vacías presentaron una orientación media circular de  $167.2^{\circ}$  fuerza del vector 0.404, es decir, las grietas ocupadas presentan una orientación cargada al Este y las vacías al Suroeste.

Tabla 1. Comparación de los parámetros morfológicos asociados a las grietas ocupadas y vacías.  
 \* Comparación mediante pruebas no paramétricas; § Datos transformados a raíz cuadrada; ¥ Datos transformados a  $\log_{10}$ .

Parámetro	Ocupadas (Media $\pm$ EE)	Vacías (Media $\pm$ EE)	P
-----------	---------------------------	-------------------------	---

Orientación cardinal (°)	97.6 ± 14.4	167.2 ± 20.54	0.03*
Largo (cm)	79.75 ± 9.72	72.1 ± 10.04	0.58 <sup>‡</sup>
Alto (cm)	2.63 ± 0.21	2.52 ± 0.19	0.69
Profundo (cm)	35.6 ± 6.06	39.98 ± 5.72	0.49 <sup>‡</sup>
Pendiente (°)	54.06 ± 8.16	46.6 ± 8.73	0.52*
% vegetación	43.75 ± 5.46	43.66 ± 5.48	0.97 <sup>§</sup>

### *Invierno*

Se realizó el muestreo invernal del 10 al 25 de enero del 2007. El fotoperiodo fue de 11 horas luz (8:00 a 18:00 hrs) y 13 horas oscuridad (19:00-07:00 hrs). Durante el día la temperatura media ambiental fue 15.23°C ± 9.53°C y de 3.34°C ± 2.23°C durante la noche. La humedad relativa promedio durante el día fue del 43.8% y 60.22% durante la noche.

### *Características microambientales de las grietas durante el día.*

Se identificaron, marcaron y monitorearon un total de 21 grietas, de las cuales 13 fueron ocupadas y 8 vacías. Durante el día, la temperatura promedio del interior de las grietas ocupadas fue mayor que la de las grietas vacías ( $t = 4.47$ ,  $P = 0.004$ ). Las grietas ocupadas presentaron en promedio 13.44°C ± 1.57°C y las vacías 10.44°C ± 1.61°C (Figura 9).

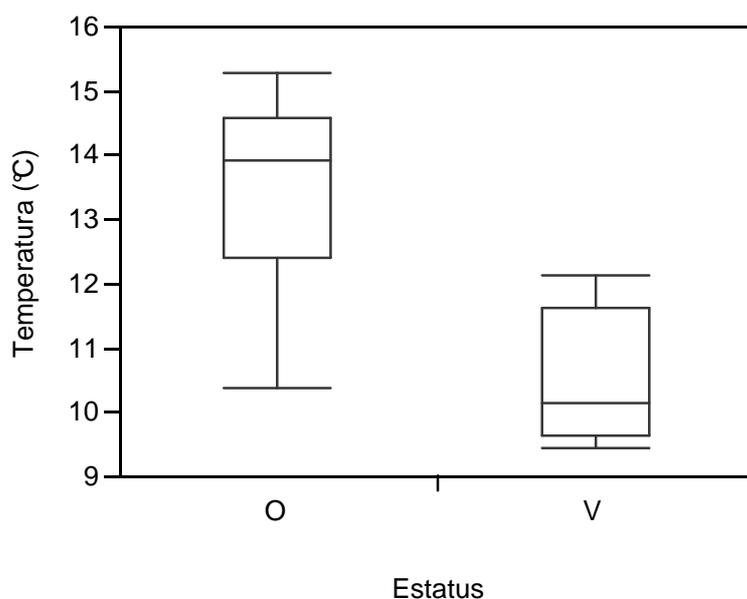


Figura 9. Diagrama de Cajas de la temperatura promedio durante el día por estatus de las grietas, donde O =ocupadas y V =vacías

La humedad relativa durante el día de las grietas ocupadas es menor a la de las grietas vacías ( $t = -2.24$ ,  $P = 0.039$ ). Las grietas ocupadas presentaron 48.69% de humedad, mientras que para las grietas vacías 55.38% (Figura 10).

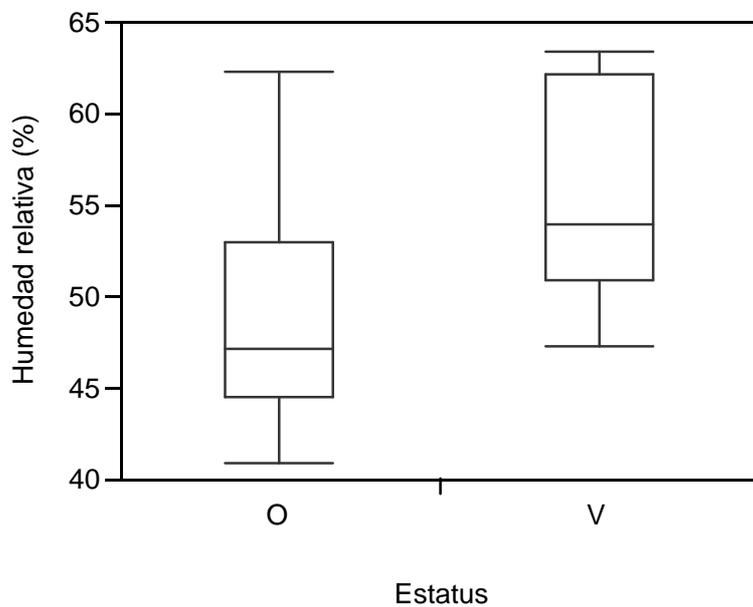


Figura 10. Diagrama de Cajas de la humedad relativa promedio durante el día por estatus de las grietas, donde O =ocupadas y V =vacías

La temperatura de los modelos nulos fue mayor en grietas ocupadas que en grietas vacías ( $t = 3.09$ ,  $P = 0.014$ ). La temperatura promedio en grietas ocupadas es de  $12.59\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.67\text{ }^{\circ}\text{C}$  y de  $10.35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.46\text{ }^{\circ}\text{C}$  en grietas vacías (Figura 11).

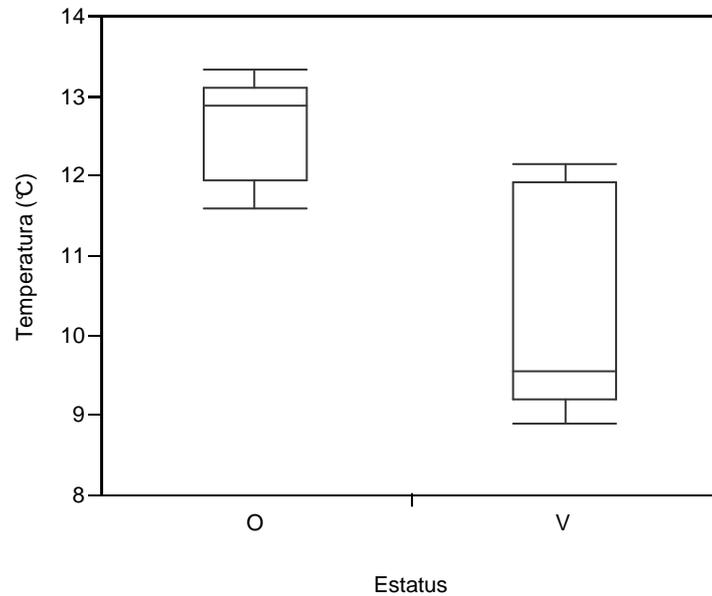


Figura 11. Diagrama de Cajas de la temperatura promedio durante el día de los modelos nulos, por estatus de las grietas, donde O =ocupadas y V =vacías

#### *Características microambientales de las grietas durante la noche*

Durante la noche la temperatura de las grietas ocupadas es mayor a la de las grietas vacías ( $t = 5.61$ ,  $P < 0.0001$ ), presentando una temperatura promedio de  $12\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.17\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $8.27 \pm 2.23\text{ }^{\circ}\text{C}$  respectivamente (Figura 12).

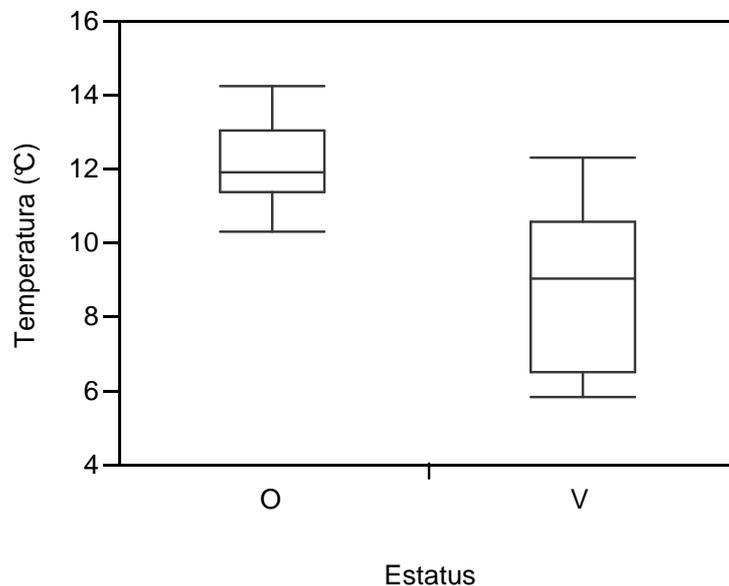


Figura 12. Diagrama de cajas de la temperatura media alcanzada durante la noche en grietas ocupadas (O) y vacías (V).

La humedad relativa durante el periodo nocturno en las grietas ocupadas es menor al de las grietas vacías ( $t = -2.56$ ,  $P = 0.02$ ). Las grietas ocupadas presentaron una humedad relativa promedio de  $48.34 \pm 2.96\%$ , mientras que las grietas vacías presentan en promedio  $60.35 \pm 3.62\%$  (Figura 13).

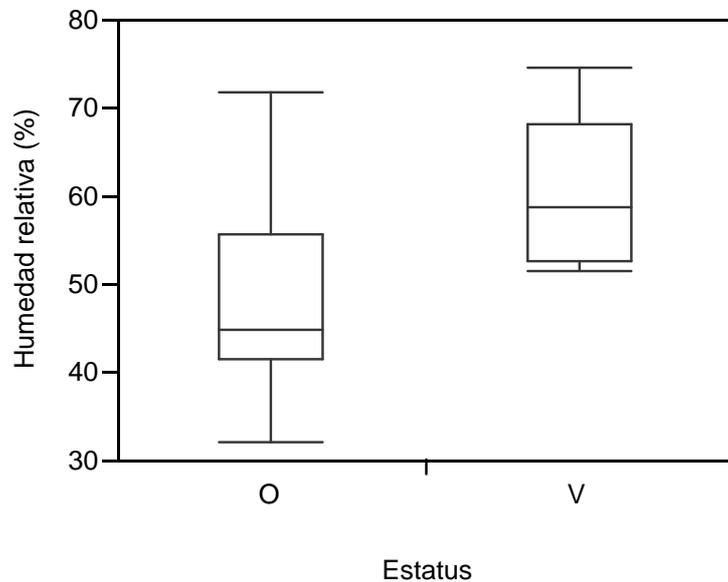


Figura 13. Diagrama de cajas de la temperatura media alcanzada durante la noche en grietas ocupadas (O) y vacías (V).

La temperatura de los modelos nulos mostró diferencias significativas (U de Mann-Whitney,  $x^2 = 4.65$ ,  $P = 0.03$ ) entre grietas. Dentro de grietas ocupadas la temperatura fue de  $10.76 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0.72 \text{ }^\circ\text{C}$  y de  $7.52 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0.65 \text{ }^\circ\text{C}$  en las grietas vacías (Figura 14).

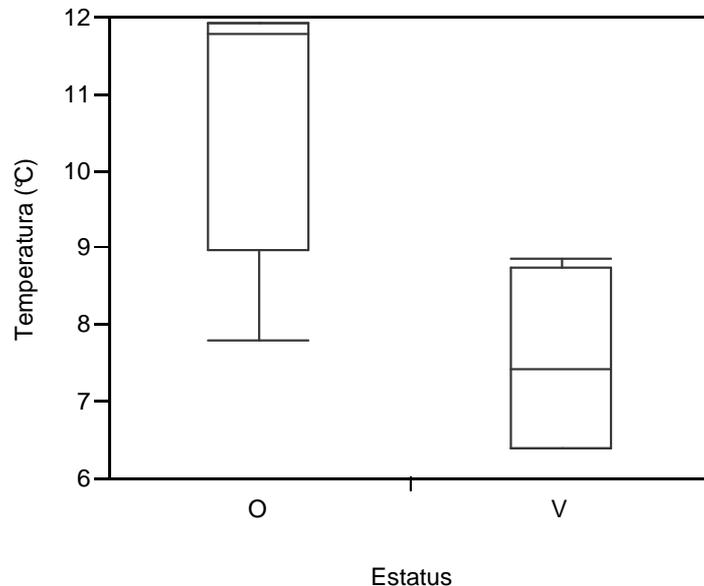


Figura 14. Diagrama de Cajas de la temperatura promedio durante el día de los modelos nulos, por estatus de las grietas, donde O =ocupadas y V =vacías

Durante las primeras horas de luz las lagartijas se asolean (observaciones personales) y su temperatura depende del comportamiento termorregulador y no de la temperatura de las grietas, por lo que los beneficios térmicos de las grietas usadas durante esta época son más importantes durante la noche, periodo durante el que se presentan temperaturas por debajo de los cero grados centígrados.

Durante el invierno, la temperatura dentro de las grietas usadas por las lagartijas es mayor a la temperatura ambiental ( $t = 26.07$ ,  $P < 0.0001$ ), tanto en al día como en la noche, Por su parte, durante el día la humedad relativa de las grietas ocupadas es muy cercana a la humedad del ambiente externo, pero durante la noche la humedad relativa de las grietas ocupadas (48.34%) difiere

significativamente ( $t = -3.64$ ,  $P = 0.003$ ) de la humedad relativa ambiental (60.22%).

Dado que se encontraron diferencias significativas tanto en las temperaturas de las grietas como en los modelos nulos, se corroboró el beneficio térmico directamente en las lagartijas, aplicando un análisis de regresión entre la temperatura de la grieta ( $T_g$ ) y la temperatura corporal ( $T_c$ ) de las lagartijas. El resultado de este análisis permite inferir la temperatura que tendrían las lagartijas si ocuparan grietas vacías. Los datos considerados para el análisis fueron los que se obtuvieron en las primeras horas del día (7:30-9:30 hrs), cuando no había actividad por parte de las lagartijas. La temperatura corporal ( $T_c$ ) de las lagartijas se relacionó fuertemente con la temperatura de las grietas ( $r^2 = 0.86$ ,  $P < 0.0001$ ) (Figura 15).

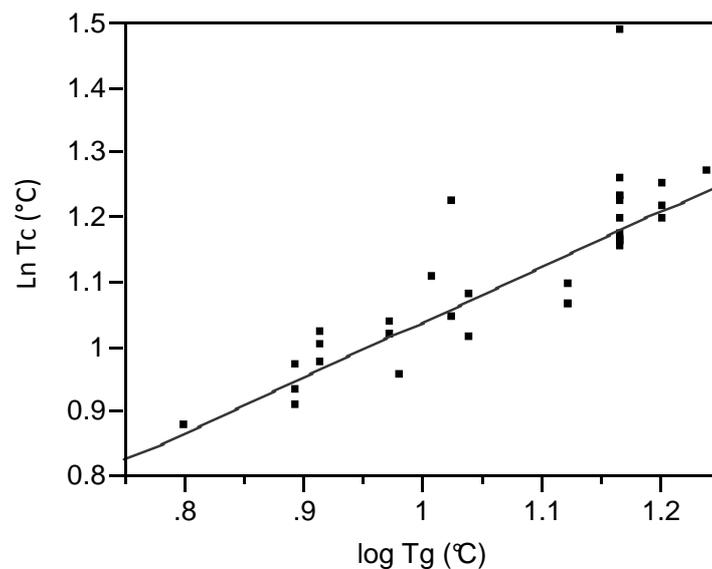


Figura 15. Relación entre la temperatura de la grieta ( $T_g$ ) y la temperatura corporal ( $T_c$ ) de *S. mucronatus*.  $\log T_c$  (°C) =  $0.1841525 + 0.8527739 \log T_g$  (°C)

### *Características morfológicas asociadas a las grietas*

Se realizó la comparación de los parámetros morfológicos de un total de 30 grietas, de las cuales 14 fueron ocupadas y 16 vacías. Solo la orientación cardinal de las grietas mostró diferencias significativas (Tabla 2). Las grietas ocupadas presentan una orientación media circular de 167.9° fuerza del vector 0.525, mientras que las grietas vacías presentaron una orientación media circular de 81.6° fuerza del vector 0.676. Es decir que las grietas ocupadas presentan una orientación cargada al Sur y las grietas vacías al Este.

Tabla 2. Comparación de los parámetros morfológicos asociados a las grietas ocupadas y vacías.

\* Comparación mediante pruebas no paramétricas; § Datos transformados a raíz cuadrada; ¥ Datos transformados a  $\log_{10}$ .

Parámetro	Ocupadas (Media $\pm$ EE)	Vacías (Media $\pm$ EE)	P
Orientación cardinal (°)	160.62 $\pm$ 17.12	85.2 $\pm$ 13.65	0.002*
Largo (cm)	69.46 $\pm$ 7.28	85.78 $\pm$ 12.54	0.3¥
Alto (cm)	2.68 $\pm$ 0.19	2.53 $\pm$ 0.23	0.61
Profundo (cm)	35.48 $\pm$ 1.14	30.27 $\pm$ 1.15	0.38¥
Pendiente (°)	56.5 $\pm$ 7.23	47.14 $\pm$ 9.56	0.5*
% vegetación	43.75 $\pm$ 5.11	46.07 $\pm$ 5.74	0.81§

### **Discusión**

Los estudios sobre descripción de hábitat y su variación estacional son importantes para el entendimiento de aspectos ecológicos como la repartición de recursos, competencia intraespecífica, distribución y abundancia, sin embargo aún son escasos. Para las lagartijas la elección de refugio es aspecto crucial para su sobrevivencia y desempeño en general, la decisión para usar o no un refugio esta basada tanto en aspectos térmicos como de comodidad dada la morfología y conducta de las lagartijas (Adolph, 1990).

En el presente estudio *S. mucronatus* presentó cambio en el uso de los refugios entre verano e invierno. Las grietas ocupadas en las agregaciones de verano están orientadas al Este, punto cardinal por el cual sale el sol. Esta orientación puede estar favoreciendo la conducta termorreguladora de las lagartijas, permitiendo una rápida exposición a los rayos solares durante las primeras horas del día y favoreciendo así una rápida emergencia de las mismas para iniciar actividad (Pough *et al.*, 1998), sin embargo los resultados no aportan evidencia del beneficio térmico directo del uso de esos refugios.

En el invierno las grietas utilizadas por las lagartijas difieren tanto en sus condiciones microambientales como en la orientación cardinal, con respecto a las grietas vacías. Las grietas utilizadas mantienen una mayor temperatura tanto de día como de noche. Durante el periodo de muestreo se observó actividad limitada por parte de las lagartijas (asoleo) durante la mayor parte del día y se registraron temperaturas ambientales muy bajas durante la noche. A partir de esto se puede inferir que el beneficio térmico más evidente del uso de las grietas se da durante la noche, cuando la temperatura llega a estar por debajo de los 0°C. De acuerdo con los resultados, el beneficio de utilizar grietas al parecer radica en que esta conducta les confiere protección contra el

enfriamiento o congelamiento durante este periodo, tal como se ha observado para otras especies de lacertilios (Olaf y Zucker 1999 y Bishop y Echternacht 2004) que buscan refugios térmicamente confortables.

Las grietas usadas durante el invierno presentaron una orientación cardinal cargada hacia el sur. Este mismo patrón de orientación ha sido observado para otras especies con que exhiben agregaciones invernales como *Urosaurus ornatus* (Olaf, E. B. E. y Zucker, N. 1999) y *Anolis carolinensis* (Bishop y Echternacht, 2004). Esta orientación al parecer permite que las grietas tengan una mayor temperatura y menor humedad durante el invierno, y por eso son seleccionadas por las lagartijas. En terrenos inclinados, como es el caso para la población de *S. mucronatus* de este estudio, el ángulo de incidencia de los rayos solares y de la inclinación del terreno provoca un aumento en la temperatura y disminución en la humedad en las grietas con orientación al Sur, mientras que en las grietas que están orientadas al Norte se presenta lo contrario, una menor temperatura y mayor humedad. Este fenómeno se invierte durante el verano debido a que cambia el ángulo de incidencia de los rayos solares, por lo que las grietas orientadas al sur presentan menor temperatura y mayor humedad que las grietas orientadas al Norte.

## **Conclusión**

Existe un cambio en el uso de refugios durante el año, existiendo para cada estación del año distintos factores que determinan su uso.

Durante el verano las lagartijas seleccionan grietas orientadas al Este, lo cual puede estar favoreciendo su conducta termorreguladora.

Dado que durante el verano, no hay diferencias en las condiciones microambientales entre las grietas ocupadas y vacías, las grietas no les confiere beneficio térmico directo a las lagartijas. Probablemente el uso de las mismas esta relacionado con otros factores como puede ser la sociabilidad.

Las grietas ocupadas durante el invierno presentan una orientación cargada al Sur, lo cual genera una mayor temperatura y menos humedad dentro de ellas.

Las grietas proporcionan protección contra las temperaturas congelantes durante la noche, por lo que el beneficio térmico del uso de las grietas es evidente.

## CAPITULO 2 . AGREGACIONES DENTRO DE LAS GRIETAS

Los reptiles parecen tener un sistema social simple, donde los individuos típicamente son solitarios la mayoría del tiempo. Sin embargo, hay registro de agregaciones en taxa de una gran variedad de linajes (Congdon *et al.*, 1979; Graves y Duvall, 1995; Shah *et al.*, 2003; Wone y Beauchamp, 2003 y Chapple y Keogh, 2006).

Dichas agregaciones pueden caer dentro de dos categorías. La primera debida a factores extrínsecos a los animales que son limitados en disponibilidad. Los principales factores reconocidos son los ambientales, tales como parches de alimentación, sitios de ovoposición, gestación, de parto o termorregulación (Graves y Duvall, 1995 y Elfström y Zucker 1999, Radder y Shine 2007). En los casos en los que ocurre este tipo de agregaciones la presencia de conespecíficos puede ser incidental (Fair y Henke 1999 y Schutz *et al.*, 2007), y mientras un comportamiento social puede surgir durante las agregaciones, ésta no es la causa por la cual se llevó a cabo su formación (Carpenter, 1967).

La segunda categoría se da mediante una atracción directa entre conespecíficos. A diferencia de las agregaciones debidas a factores ambientales, la interacción social entre individuos es la causa directa de la agregación y se da cuando los organismos adquieren un beneficio directo de la proximidad con sus conespecíficos (Stamps, 1988, Shah *et al.*, 2003 y Downes y Hoefler, 2004).

Las lagartijas de zonas templadas responden a las condiciones de frío en otoño-invierno de dos formas generales. Algunas especies se agregan en

refugios y se mantienen inactivas hasta primavera, y otras mantienen actividades limitadas durante los meses de frío para calentarse en días favorables. Muchas especies de lagartijas que son activas durante el invierno, se agregan en sitios específicos en el otoño, y algunas que son activas durante el otoño se agregan durante el invierno. El letargo invernal y la reducción asociada de los requerimientos energéticos, son claramente benéficos para las lagartijas que tienen una limitada cantidad de reservas energéticas en forma de grasa para la estación fría (Congdon *et al.*, 1979).

Lemos-Espinal *et al.* (1997), registraron agregaciones de *Sceloporus mucronatus* en verano e invierno en una población de la Sierra del Ajusco, México, atribuyéndolas a una interacción social (apareamiento) más que a una función de termorregulación. Angela Ortega-León (*comunicación personal*) observó agregaciones invernales en la misma localidad, donde las lagartijas se concentran en solo unas cuantas grietas del total disponible en el terreno. Por lo anterior se ha sugerido que la función de las agregaciones invernales es de termorregulación, en contraste con las agregaciones en verano las cuales tendrían una función social (apareamiento).

Se sabe que en general las lagartijas de género *Sceloporus* son altamente territoriales, llegando incluso a combates físicos (Klukowski *et al.*, 2004 y Wade, 2005). La principal consecuencia de la intensa actividad agonística por parte de los machos, es la exclusión de machos subordinados de sus territorios (Langkilde *et al.*, 2005). Dado lo anterior, en *Sceloporus mucronatus* se espera que durante la época reproductora la composición de las agregaciones tenga una estructura típica de la época reproductora, de un macho y una o varias hembras, cumpliendo así una función meramente social

(atracción directa entre conspecíficos). Para las agregaciones invernales lo esperado sería una estructura no definida en cuanto al número de individuos, tallas y sexos, y relacionada quizás con factores ambientales como la temperatura y humedad.

### **Trabajo de Campo**

El trabajo se realizó en el valle de la Cantimplora, Sierra del Ajusco, México, durante verano e invierno. Para el verano el trabajo se realizó en dos años distintos, el primer periodo de trabajo fue del 10 al 19 de julio del 2006 y el segundo del 17 al 28 de junio del 2007. Para la estación invernal se realizó el trabajo de campo del 10 al 25 de enero del 2007. Los periodos de muestreo fueron definidos de acuerdo a la época reproductora de la especie (Méndez-De la Cruz *et al.*, 1988 y 1994; Estrada-Flores *et. al.*, 1990), y a la observación en el cambio de uso de grietas por parte de la lagartija (Angela Ortega-León *comm. Pers.*).

#### *Estructura de las agregaciones*

Se identificaron, marcaron y monitorearon un total de 16 grietas con agregación durante el verano y 13 agregaciones durante el invierno. El periodo de muestreo fue de 07:30 a 16:00 hrs en las fechas mencionadas anteriormente. De cada una de las grietas ocupadas se extrajeron las lagartijas con ayuda de ganchos, lazadas y tablas de madera. Para cada individuo se registró la longitud hocico-cloaca (LHC en mm), el sexo, el peso (g) y la temperatura corporal (°C). Los ejemplares fueron marcados de manera individual mediante ectomización de falanges y con pintura en el dorso para su

identificación a distancia. La estructura de las agregaciones fue descrita con base en la proporción de sexos y tallas de las lagartijas que la componían, tomando esta última como referencia para establecer la diferencia entre clases de edad.

## **Resultados**

### *Agregaciones de verano*

De las 16 agregaciones monitoreadas durante el verano, todas fueron formadas por organismos adultos (LHC > 63mm, Méndez de la Cruz et al, 1988), con una proporción sexual de un macho y 3 hembras en promedio, con un mínimo de una y un máximo de seis hembras (Tabla 3). Solo dos agregaciones estuvieron formadas por más de un macho, sin embargo, se trataba de individuos jóvenes (LHC <63 mm). Todas las agregaciones se mantuvieron estables la mayoría del tiempo de muestreo, incluso presentándose fidelidad entre los dos veranos muestreados, es decir, los machos y hembras que ocuparon una grieta en particular durante el 2006, repitieron el mismo refugio en el siguiente año.

Tabla 3. Numero de hembras y machos por grieta en las agregaciones de verano.

\*Ejemplares jóvenes < 63 mm LHC, § Verano del 2006

Grieta	Hembras	Machos	Total	Grieta	Hembras	Machos	Total
1	1	1	2	10	4	1	5
2	2	1	2	11	4	1	5
3	2	1	3	12	4	1	5
4	2	1	3	13	4	1	5
5	2	1	3	14	5	1	6
6	2	1	3	15	5	1	6
7	3	1	4	16	3	3	6*
8	3	1	4	7 <sup>§</sup>	5	1	6*
9	3	1	4				

#### *Agregaciones de invierno*

En las agregaciones invernales, el número promedio de individuos por agregación fue de  $9 \pm 6.37$ , con un mínimo de 2 y un máximo de 25. La estructura de las agregaciones fue de 4 machos y 5 hembras en promedio. Solo una agregación se registró sin machos durante todo el muestreo, las demás variaron en la cantidad de machos de 1 hasta 9, y de 1 hasta 17 hembras (Tabla 4).

Tabla 4. Tabla del número de hembras y machos por grieta. \* No fue posible sacar a los individuos de la grieta y solo se contaron

Grieta	Machos	Hembras	Total	Grieta	Machos	Hembras	Total
17	-	2	2	12	2	4	8
8	3	2	4	21	2	6	10
1	1	2	4	13	6	4	10
18	*	*	4	22	6	6	12
19	1	3	4	4	5	8	13
20	2	1	5	23	8	9	17
26	2	2	5	24	9	9	18
11	1	7	8	25	8	17	25

Las agregaciones estuvieron conformadas tanto por individuos jóvenes como adultos de ambos sexos, incluyendo organismos desde 50 mm de LHC hasta 103 mm (Figura 15 y 16), manteniéndose con pocos cambios de individuos durante el periodo de muestreo.

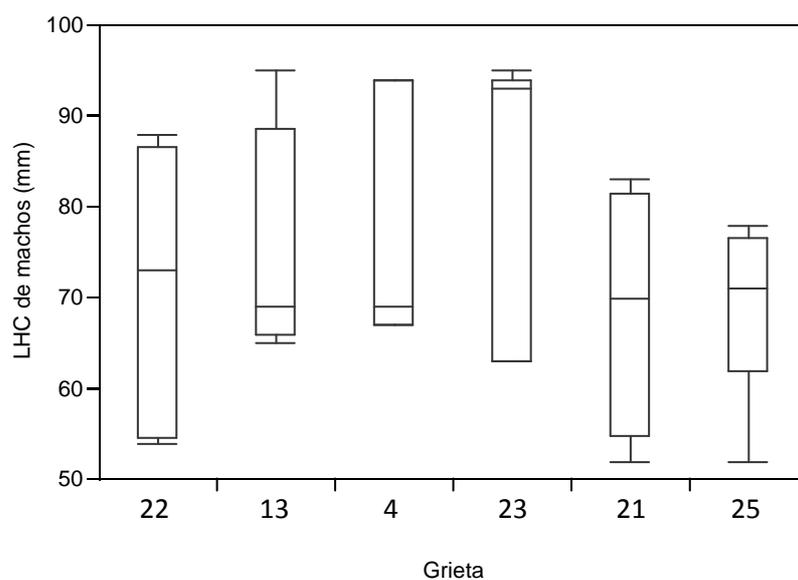


Figura 15. Diagrama de cajas de la LHC de machos por grieta (n ≥ 3)

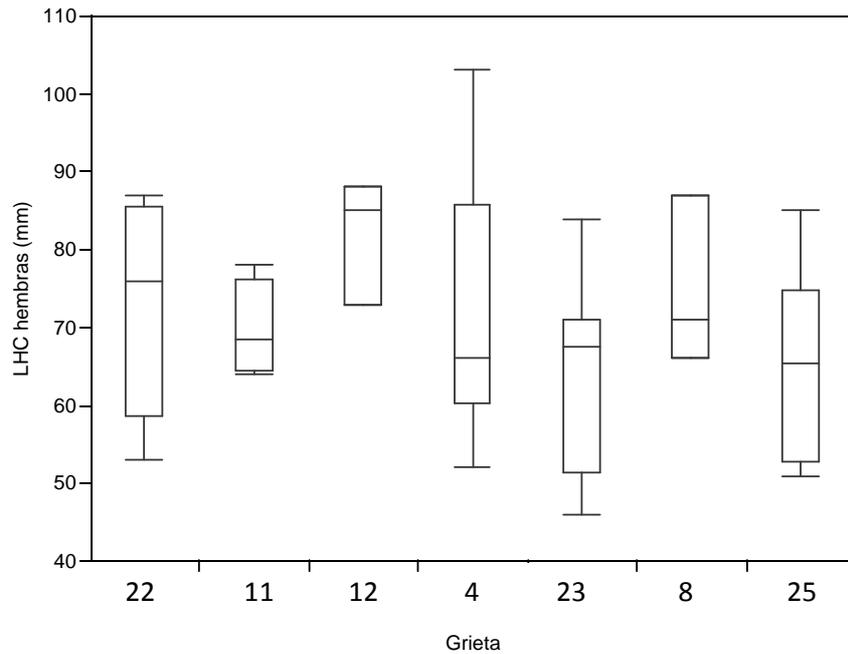


Figura 16. Diagrama de cajas de la LHC de hembras por grieta (n  $\geq$ 3)

## Discusion

Lemos-Espinal *et al* (1997) reportaron agregaciones durante todo el año en una población de *Sceloporus mucronatus* en el Ajusco, Distrito Federal, México. Las agregaciones reportadas son atribuidas a una interacción social y no a factores ambientales tales como la temperatura. En el presente estudio se encontró un cambio en la estructura de las agregaciones entre verano e invierno, lo cual nos sugiere un cambio en su función u origen.

En este estudio, las agregaciones formadas durante el verano presentan una estructura de un macho y varias hembras, estructura típica de las agregaciones sociales con fines reproductivos (Stamps 1988) y que coincide con lo encontrado por Lemos-Espinal *et al.* (1997). *S. mucronatus* de esta población concentra su actividad de apareamientos durante esta época del año cuando los machos alcanzan su máxima actividad testicular (Méndez *et al.*, 1988). La proximidad entre hembras y machos durante este periodo evidentemente está relacionada con la actividad reproductiva y tendría un

evidente beneficio para la adecuación de las lagartijas, lo cual es predicho por la teoría de las agregaciones con fines sociales.

En todas las agregaciones monitoreadas durante el verano no se presentó la ocurrencia de dos machos adultos en una misma grieta. El género *Sceloporus* es reconocido por la evidente territorialidad que presentan los machos, desplegando una gran diversidad de conductas agonísticas e incluso llegando a tener combates físicos (Martins *et. al.*, 1998; Hews y Benard 2001 y Ord *et. al.*, 2002). Durante este estudio también fue posible observar una intensa actividad agonística por parte de los machos adultos en el verano, conducta que impide la ocurrencia de dos machos en un mismo territorio y por lo tanto en una misma grieta.

Para el caso de las agregaciones invernales, estas no presentaron una distribución por edad ni una proporción sexual definida. Es decir que durante este período es posible que cohabiten en una misma grieta tanto organismos jóvenes como adultos de ambos sexos. En *Cordylus cataphractus* (Visagie *et al.*, 2002) las agregaciones de verano e invierno están compuestas de 2 a 6 individuos, llegando a formar grupos de hasta 40 individuos, incluyendo tanto jóvenes como más de un macho por grupo, y dichas agregaciones han sido atribuidas a factores sociales. Sin embargo, las agregaciones presentan una alta tasa de recambio por lo que la ocurrencia de más de dos machos puede ser incidental.

*Cordylus macrofolis* forma agregaciones en plantas durante todo el año y han sido atribuidas a factores ambientales (disponibilidad de plantas). Esta especie forma grupos de 14 individuos en promedio, sin embargo, los grupos tienden a ser más grandes y basados en hembras durante la época

reproductora; y al igual que en *C. cataphractus* los grupos formados son inestables. En *S. mucronatus* a diferencia de las dos especies antes mencionadas, las agregaciones fueron estables, lo cual favorece la formación de núcleos familiares y es una conducta reportada para especies que se agregan en grietas (Greer 1989 y Hutchinson 1993). Dado lo anterior se puede inferir que las agregaciones formadas por las distintas especies de lagartijas tienen distintos orígenes, y están fuertemente influenciados por las características de historia de vida de cada especie.

Dentro de los beneficios obtenidos por la proximidad con conespecíficos en las agregaciones, está la reducción en la tasa de pérdida de calor y humedad, sin embargo, esto se da cuando los individuos entran en contacto unos con otros (Noble y Clausen, 1936 y Saha et. al., 2003 y 2006). De acuerdo con las observaciones hechas durante este estudio, en *S. mucronatus* los individuos dentro de las grietas no permanecen en contacto físico, sino más bien cada quien ocupa un lugar dentro de la grieta, por lo que el factor social en las agregaciones debido al contacto físico al parecer no existe.

Aunque en la zona de estudio existe gran cantidad de grietas y al parecer este no es un recurso limitante (observaciones personales), durante la época invernal las características microambientales de las grietas cambian, con lo cual es muy probable que se reduzca la disponibilidad de refugios térmicamente confortables para las lagartijas. Las grietas que ocupan durante esta época del año les confieren protección contra las bajas temperaturas ambientales que se presentan en la zona y por lo tanto la ocurrencia de las agregaciones en dichas grietas parece deberse a una cuestión de termorregulación, más a que a una función social. Los resultados obtenidos de

los modelos nulos y la fuerte relación que existe entre la temperatura de las grietas y de las lagarijas apoyan nuestra teoría.

## **Conclusión**

Las agregaciones de verano presentan una estructura típica de agregaciones reproductivas, con lo cual la proximidad entre los organismos que la componen, es simplemente el resultado de la competencia sexual por el acceso a parejas.

Las agregaciones invernales no presentan una proporción sexual definida y no hay evidencia de las posibles interacciones sociales entre los individuos (conductas agonísticas, contacto físico entre individuos).

## **Conclusiones Generales**

- Las agregaciones de verano tienen una función social evidente, marcada por la estructura de las agregaciones y por la carencia de diferencias microambientales entre las grietas ocupadas y vacías durante esta estación.
- Las agregaciones invernales tienen una función de termorregulación, donde las lagartijas eligen grietas que las protegen de las temperaturas congelantes del ambiente y no existe interacción entre los individuos que la componen.

## Literatura citada

- Adolph, S. C. 1990. Influence of behavioral thermoregulation on microhabitat use by two *Sceloporus* lizards. *Ecology* 71(2):315-327.
- Alvares T. y Huerta P. 1973. Notas sobre *Sceloporus mucronatus* (Reptilia-Iguanidae) en México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas.*, México. 20:177-184.
- Amo, L.; López, P. y Martín, J. 2007. Refuge use: A conflict between avoid depredation and losing mass in lizards. *Physiology and Behavior* 90:334-343.
- Anguilleta Jr. M. J.; Hill, T. y Robson, M. A. 2002. Is physiological performance optimized by thermoregulatory behavior?: a case study of the eastern fence lizard, *Sceloporus undulatus*. *Journal of the Thermal Biology* 27:199-204.
- Aragón, P.; López, P. y Martín, J. 2001. Seasonal changes in activity and spatial and social relationships of the Iberian rock lizard, *Lacerta monticola*. *Canadian Journal of Zoology* 79(11):1965-1971.
- Bishop, D. C. y Echternacht, A. C. 2004. Emergence behavior and movements of winter-aggregated green anoles (*Anolis Carolinensis*) and the thermal characteristics of their crevices in Tennessee. *Herpetological*, 60(2):168-177.
- Carpenter, C. C. 1967. Aggression and social structure in iguanid lizard. Pp. 87-105 In Milstead, W. W. (Ed.) *Lizard Ecology: A Symposium*. University of Missouri Press, Columbia.

- Chapple D. G y Keogh J. S. 2006. Group structure and stability in Social aggregations of white's skink, *Ergeria whitii*. *Ethology* 112:247-257
- Congdon, J. D.; Ballinger, R. E. y Nagy, K. A. 1979. Energetics, Temperature and Water Relations in Winter Aggregated *Sceloporus Jarrovi* (Sauria: Iguanidae). *Ecology* 60(1):30-35.
- Downes, S. y Hoefer, A. M. 2004. Antidepredatory behavior in lizards: interactions between group size and predation risk. *Animal Behaviour* 67:485-492.
- Downes, S. y Shine, R. 1998. Heat, safety of solitude? Using habitat selection experiments to identify a lizard's priorities. *Animal behaviour* 55(5):1387-1396
- Ellinger, N.; Schlatte, G.; Jerome, N. y Hödl, W. 2001. Habitat use and activity patterns of the neotropical arboreal lizard *Tropidurus (=Uracentron) azureus weneri* (Tropiduridae). *Journal of Herpetology* 35(3):395-402.
- Estrada-Flores, E.; Villagran-Santa Cruz, M.; Méndez-De la Cruz, F. R. y Casas-Andreu, G. 1990. Gonadal changes throughout the reproductive cycle of the viviparous lizard *Sceloporus mucronatus* (Sauria: Iguanidae). *Herpetologica* 46(1):43-50.
- Fair, W. S. y Henke, S. E. 1999. Movements, Home Ranges, and Survival of Texas Horned Lizards (*Phrynosoma cornutum*). *Journal of Herpetology* 33(4):517-525.
- Graves, B. M y Duvall, D. 1995. Aggregation in squamate reptiles associated with gestation, oviposition, and parturition. *Herpetological monographs* 9:102-109.

- Greer, A. E. 1989. *The biology and evolution of Australian lizards*. Surrey Beatty  
Heatwole, H. F. y Taylor, J. 1987. *Ecology of Reptiles*. Surrey Beatty and Sons.  
Australia. 325 Pp.
- Hertz, P. E.; Huey, R. B. y Stevenson, R. D. 1993. Evaluating temperature  
regulation by field-active ectotherms: The fallacy of the inappropriate  
question. *The American Naturalist* 142(5):796-818.
- Hews, D. K. y Benard, M. F. 2001. Negative association between conspicuous  
visual display and chemosensory behavior in two Phrynosomatid lizards.  
*Ethology* 107:839-850.
- Hutchinson, M. N. 1993. Family Scincidae. Pp. 261-279. *In* Fauna Australia,  
Vol. 2A: Amphibia and Reptilia, Glasby, C. J., Ross, G. J. B y Bessley, B.  
L. (eds), Australian Government Publishing Service, Canberra.
- Klukowski, M.; Ackerson B. y Craig E. N. 2004. Testosterone and daily activity  
period in laboratory-Housed montain spiny lizard *Sceloporus jarrovi*.  
*Journal of Herpetology* 38(1):120-124.
- Landkilde T.; Lance, V. A. y Shine, R. 2005. Ecological consequences of  
agonistic interactions in lizards. *Ecology* 86(6):1650-1659.
- Langkilde, T.; O'Connor, D. y Shine, R. 2003. Shelter-site use by five species of  
montane scincid lizards in south-eastern Australia. *Australian Journal of  
Zoology*, 51:175-186.
- Lemos-Espinal, J; Ballinger, R. E.; Sarabia, S. S. y Smith, G. R. 1997 a.  
Aggregation behavior of the lizard *Sceloporus mucronatus mucronatus* in  
Sierra del Ajusco, Mexico. *Herpetological review* 28(3):126-127.

- Lemos-Espinal, J; Ballinger, R. E.; Sarabia, S. S. y Smith, G. R. 1997 b. Thermal ecology of the lizard *Sceloporus mucronatus mucronatus* in Sierra del Ajusco, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 42(3):344-347.
- Martins, E. P; Bissell, A. N. y Morgan, K. K. 1998. Population differences in a lizard communicative display: evidence for rapid change in structure and function. *Animal Behaviour* 56:1113-1119.
- Méndez-De la Cruz, F. R.; Guillete Jr., L. J. Villagrán, S. M. y Casas-Andreu, G. 1988. Reproductive and fat body cycles of the viviparous lizard, *Sceloporus mucronatus* (Sauria: Iguanidae). *Journal of Herpetology* 22(1):1-12.
- Méndez-De la Cruz, F. R.; Villagrán-Santa Cruz, M. y Cuellar, O. 1994. Geographic variation of spermatogenesis in the mexican viviparous lizard *Sceloporus mucronatus*. *Biogeographica* 70(2):59-67.
- Méndez-De la Cruz, F. R.; y Casas-Andreu, G. y Villagrán-Santa Cruz, M. 1992. Variación anual en la alimentación y condición física de *Sceloporus mucronatus* (Sauria: Iguanidae) en la Sierra del Ajusco, Distrito Federal, México. *The Southwestern Naturalist* 37(4)349-355.
- Noble, G. K. y Clausen, H. J. 1936. The aggregation behavior of *Storeria dekayi* and other snakes, whit especial reference to sense organs involved. Department fo Experimetal Biology, American Museum of Natural History 270-316..
- Olaf, E. B. E. y Zucker, N. 1999. Winter aggregation and its relationship to social status in the tree lizard, *Urosaurus ornatus*. *Journal of herpetology* 33(2):240-248.

- Ord, T. J.; Blumstein, D. T. y Evans C. S. 2002. Ecology and signal evolution in lizards. *Biological Journal of the Linnean Society* 77:127-148
- Pianka, E. R. y Vitt, L. J. 2003. Lizards. Windows to the evolution of diversity. University of California press. Londres, Inglaterra. 333 Pp.
- Pinto, A. C. S.; Wiederhecker, H. C. y Colli, G. R. 2005. Sexual dimorphism in the neotropical lizard, *Tropidurus torquatus* (Squamata, Tropiduridae). *Amphibia-Reptilia* 26:127-137.
- Pough, F. H.; Andrews, R. M.; Cadle, J. E., Crump, M. L.; Savitzky, A. H. y Wells, K. D. 1998. Herpetology. Prentice-Hall. USA. 579 pp.
- Radder, R. y Shine, R. 2007. Why do female lizards lay their eggs in communal nests?. *Journal of Animal Ecology* 76:881-887
- Rhen, T. y Crews, D. 2002. Variation in reproductive behaviour within a sex: neural systems and endocrine activation. *Journal of Neuroendocrinology* 14:517-531.
- Saha, B. Hudson, S. y Shine, R. 2006. Social aggregation by thick-tailed geckos (*Nephurus milli*, Gekkonidae): does scat piling play a role?
- Saha, B.; Shine, R.; Hudson, S. y Kearney, M. 2003. Sociality in lizards: why do thick-tailed geckos (*Nephurus milii*) aggregate?. *Behaviour* 140:1039-1052.
- Schutz, L. Stuart-Fox, D. y Whiting, M. J. 2007. Does the lizard *Platysaurus broadleyi* aggregate because of social factors. *Journal of Herpetology* 41(33):354-359.
- Sinervo, B.; Miles, D. B.; Frankino, W. A.; Klukowski, M. y DeNardos, D F. 2000. Testosterona, endurance, and darwinian fitness: Natural and

- sexual selection on the physiological bases of alternative male behaviours in side-blotched lizards. *Hormones and Behavior* 38:222-223.
- Stamps, J. A. 1988. Conspecific attraction and aggregation in territorial species. *The American Naturalist* 131(3):329-347.
- Sutherland, W. L. 1998. The importance of behavioural studies in conservation biology. *Animal Behaviour* 56:801-809
- Stamps, J. A. 1998. Conspecific attraction and aggregation in territorial species. *The American Naturalist*. 131(1):329-347
- Villagrán-Santa Cruz, M.; Méndez-De la Cruz, F. R. y Parra-Gómez, L. 1994. Falta el título. *Revista de Biología Tropical* 42(1/2):289-296.
- Vitt, L. J. y Sartorius, S. S. 1999. Hobos, Tidbits and lizard models: the study of electronic devices in field studies of ectotherm thermoregulation. *Functional Ecology* 13(5):670-674.
- Visagie, L. Mouton, P.N. y Flemming, A. F. 2002. Intergroup-movement in a group-living lizard, *Cordylus cataphractus*, from Africa. *African Journal of Herpetology* 51(1):75-80.
- Wade, J. 2005. Current research on the behavioral neuroendocrinology of reptiles. *Hormones and behavior* 48:451-560.
- Wone, B. y Beauchamp, B. 2003. Movement, home range, and activity patterns of the horned lizard, *Phrynosoma mcallii*. *Journal of Herpetology* 37(4):679-686.