



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

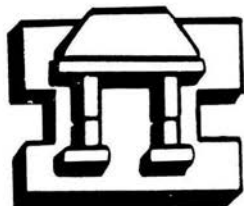
USO DEL ESPACIO Y TIEMPO POR PARTE DE LOS  
LACERTILIOS *Sceloporus grammicus* y *Sceloporus mucronatus*  
EN EL AGROSISTEMA DE SAN JOSE DEGUEDO,  
ESTADO DE MEXICO.

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
B I O L O G O  
P R E S E N T A  
S A U L L O P E Z A L C A I D E

DIRECTOR DE TESIS: M. EN C. RODOLFO GARCIA COLLAZO

LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MEXICO

OCTUBRE 2002



IZTACALA



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.

## **DEDICATORIA**

**A mis padres**

**Felix López Esparza y Silvina Alcaide Quiroz  
Por el respaldo en la consecución de esta meta**

**A la verdad más grande de mi vida, para ti**

**Michelle**

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco de manera muy especial al M. en C. Rodolfo García Collazo por su acertada asesoría, sus valiosos comentarios, su paciencia y su amistad.

A mis revisores la Biol. Amaya González Ruiz, la M. en C. Patricia Ramírez Bastida, el M. en C. Atahualpa De Sucre Medrano y al Dr. Sergio Chazaro Olvera por las aportaciones y comentarios con las que contribuyeron de manera significativa al enriquecimiento del presente trabajo.

A mis queridas Isabel y Claudia por su amistad incondicional, su ayuda, su tiempo y su buen humor, ¡muchas gracias brujas!

Al Dr. Mario Pontón Zuñiga, a Don Raúl Pontón Zuñiga y a su esposa Doña Carmen por la ayuda y la hospitalidad que siempre me brindaron así como por sus consejos.

A toda la comunidad de San José Deguedo por las múltiples facilidades otorgadas y por las atenciones recibidas.

A mis amigos Beatriz Rubio, Alejandro Asiaín, Alejandro Botello, al “Dotor” Felipe, Isaac, Clemente (Chucho), Heidy (Florecita) y Fernando (el Flaco).

A todos mis compañeros y amigos con quienes conviví durante la realización de este trabajo Ana, Paul, Diana, Sergio, Ericka, Sonia y Omar.

Para todos y cada uno ¡Gracias!

## INDICE

|   |    |
|---|----|
| ÍDICE DE CUADROS Y FIGURAS -----                      | I  |
| RESUMEN -----   | II |
| INTRODUCCIÓN -----                                    | 1  |
| ANTECEDENTES -----                                    | 3  |
| DESCRIPCIÓN DE ESPECIES -----                         | 5  |
| OBJETIVOS -----                                       | 7  |
| UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO ----- | 8  |
| MAPA DE LA ZONA DE ESTUDIO -----                      | 9  |
| FISIOGRAFÍA -----                                     | 10 |
| GEOLOGÍA -----  | 10 |
| EDAFOLOGÍA -----                                      | 10 |
| CLIMA -----   | 11 |
| HIDROLOGÍA -----                                      | 11 |
| VEGETACIÓN -----                                      | 11 |
| CLIMOGRAMA -----                                      | 12 |
| USO DEL SUELO -----                                   | 13 |
| MÉTODOS -----   | 14 |
| RESULTADOS -----                                      | 17 |
| DISCUSIÓN -----                                       | 30 |
| CONCLUSIONES -----                                    | 37 |
| LITERATURA CITADA -----                               | 39 |

## ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS.

|   |    |
|---|----|
| Fig. 1. Descripción de <i>Sceloporus grammicus</i> -----  | 5  |
| Fig. 2. Descripción de <i>Sceloporus mucronatus</i> -----   | 6  |
| Fig. 3. Características físicas del área de estudio -----   | 8  |
| Fig. 4. Mapa de la zona de estudio -----  | 9  |
| Fig. 5. Climograma -----  | 12 |
| Fig. 6. Distribución global de <i>S. grammicus</i> -----  | 17 |
| Fig. 7. Distribución global de <i>S. mucronatus</i> . -----   | 18 |
| Fig. 8. Gráficas de actividad diaria estación<br>húmeda (abril - octubre) -----                       | 21 |
| Cuadro 6. Temperaturas de actividad estación<br>seca (noviembre - marzo) -----                        | 23 |
| Fig. 9. Gráficas de actividad estación<br>seca (noviembre - marzo) -----                              | 24 |
| Fig. 10. Gráficas de correlación estación<br>húmeda (abril - octubre) -----                           | 28 |
| Fig. 11. Gráficas de correlación estación<br>seca (noviembre - marzo) -----                           | 29 |
| Cuadro 1. Distribución de <i>S. grammicus</i> por estación -----                                      | 18 |
| Cuadro 2. Distribución de <i>S. mucronatus</i> por estación -----                                     | 19 |
| Cuadro 3. Índice de amplitud de nicho espacio -----   | 19 |
| Cuadro 4. Índice de solapamiento de nicho<br>espacio y tiempo -----                                   | 20 |
| Cuadro 5. Temperaturas de actividad estación<br>húmeda (abril - octubre) -----                        | 20 |
| Cuadro 7. Análisis de correlación de Pearson<br>temperatura corporal / temperatura ambiental -----    | 26 |
| Cuadro 8. Temperaturas corporales promedio -----  | 26 |
| Cuadro 9. Análisis de correlación de Pearson<br>temperatura corporal / temperatura del sustrato ----- | 27 |
| Cuadro 10. Resultados de prueba de "t"<br>entre temperaturas corporales -----                         | 27 |

## RESUMEN

Los recursos son factores y elementos ambientales necesarios para los organismos; que usualmente se agrupan en tres dimensiones: espacio, tiempo y alimento. El reparto de los recursos disponibles difiere entre las especies, y las comunidades de lagartijas nos ofrecen una buena oportunidad para la comprensión de estos procesos por su diversidad y por la gran facilidad de estos organismos para adaptarse a los cambios que puedan generarse en su hábitat. En las comunidades herpetológicas, el espacio al nivel de hábitat y de microhábitat, es la forma más importante de separación, aunque estudios recientes nos muestran que en los lacertilios el reparto de los recursos de tipo trófico es fundamental. De marzo del 2000 a febrero del 2001 se observó la actividad, número de organismos, microhábitat ocupado y sexo de los phrynosomatidos *Sceloporus grammicus* y *S. mucronatus*, registrándose sus temperaturas corporales, las temperaturas del sustrato en el que se les encontró y la temperatura ambiental a la hora en la que se le localizó, con el objetivo de conocer cómo estas dos especies, con algunas características morfológicas y fisiológicas en común, usan y se reparten el espacio y el tiempo en esta comunidad. Se utilizó el índice de solapamiento de nicho de Pianka, y el índice de amplitud de nicho modificado por Levins, así como la influencia de la temperatura ambiental y del microhábitat sobre su preferencia hacia un determinado microhábitat, relacionándolas con su temperatura corporal mediante la aplicación del índice de Pearson. Se encontró que no existe un solapamiento significativo en la utilización del espacio ( $P_{ik} = 0.33$  en la estación húmeda y  $P_{ik} = 0.15$  en la estación seca) y del tiempo ( $P_{ik} = 0.14$  en la estación húmeda y  $P_{ik} = 0.08$  en la estación seca) entre estas dos especies en ninguna de las épocas en que se dividió el año, ya que *S. mucronatus* prefiere la utilización de microhábitats rocosos, en los cuales encuentran numerosas ventajas tales como disponibilidad de presas, sitios para perchar, termorregular, evitar la desecación y refugio contra depredadores; *S. grammicus* por su parte, dadas sus características morfológicas aprovecha de manera oportunista un mayor número de microhábitats pero encuentra también varias ventajas al usar las bardas de roca acomodada. Existe relación entre la temperatura corporal de ambas especies con las temperaturas de los microhábitats ( $r = 0.52$  para *S. grammicus* y  $r = 0.59$  para *S. mucronatus* en la estación húmeda;  $r = 0.45$  para *S. grammicus* y  $r = 0.49$  para *S. mucronatus* en la estación seca) que ocupan y la temperatura ambiental ( $r = 0.36$  para *S. grammicus* y  $r = 0.56$  para *S. mucronatus* en la estación húmeda;  $r = 0.48$  para *S. grammicus* y  $r = 0.45$  para *S. mucronatus* en la estación seca) variando de una estación a otra para ambas especies. Se encontró que las alteraciones al hábitat (bardas de roca acomodada), son aprovechadas de manera constante y satisfactoria por ambas especies. En cuanto al tiempo de actividad, a pesar de observárseles en horarios (actividad diaria) y en tiempos (actividad estacional) similares, esto no significa necesariamente un solapamiento en el uso del tiempo, pues estas especies se encuentran separadas en la dimensión espacial del nicho.

## INTRODUCCIÓN

La palabra recurso, se emplea en un sentido general para designar cualquier cosa necesaria para la supervivencia de un organismo y su reproducción; en pocas palabras los recursos son factores y elementos ambientales que se utilizan directamente por los organismos (Mc Naughton, 1984).

Así tenemos que en la naturaleza los organismos no están solos, se encuentran inmersos en una intrincada trama con numerosas especies, dándose así las interacciones entre estos. En lo que a los animales respecta, las posibles fuentes de estas interacciones son: el agua, los alimentos y el espacio que corresponde a requerimientos específicos de hibernación percha o refugio (Krebs, 1978).

Usualmente la repartición de recursos es estudiada a lo largo de tres dimensiones: espacio (Barbault y Grenot, 1977), tiempo (Barbault *et al.*, 1978; Ortega *et al.*, 1986) y alimento (Barbault *et al.*, 1985). Las diferencias en el hábitat son diferencias en el espacio y estas comprenden escalas relativamente amplias (vegetación), y escalas más finas, es decir diferencias en el uso del microhábitat (sitios de percha). Las diferencias en la alimentación involucran los tamaños de las presas que consumen y en el taxa de estas, las diferencias en el tiempo pueden ser a lo largo del día o estacionales. La repartición del espacio es la forma más común en que se promueve la segregación entre dos especies co-ocurrentes, seguida de la repartición de los recursos alimenticios y de la segregación temporal (Shoener, 1974).

Dos especies o más pueden coexistir en la naturaleza, tal vez a causa de que los recursos que explotan son diferentes o porque explotan los mismos recursos, pero se ven limitadas en algún otro factor por lo que la competencia nunca entra en juego. Estudios comparativos acerca de la utilización y reparto de recursos en comunidades naturales han descrito diferencias ecológicas entre especies con similitudes morfológicas, fisiológicas, reproductivas y de historias de vida, las cuales son desarrolladas para reducir la competencia y facilitar una existencia equilibrada. Estableciéndose mecanismos de coexistencia, los cuales hacen más fácil la convivencia entre las especies porque reducen la intensidad de competencia en respuesta de los organismos competidores a una baja disponibilidad del recurso. Si un recurso es limitado (lo que afecta el crecimiento de una o varias poblaciones negativamente), el uso de este por un mayor número de especies puede traer consecuencias ecológicas importantes como por ejemplo el empleo de distintas estrategias para su aprovechamiento, es decir la utilización diferencial del recurso por las distintas especies que convergen en un espacio y tiempo determinados, así no todas lo usaran exactamente de la misma forma (Dunham, 1980 Krohne, 1998 Mc. Naughton, 1984 y Wiens, 1977).

Las comunidades de lagartijas, en los casos mencionados anteriormente, nos ofrecen una buena oportunidad para la comprensión de los procesos que estructuran el ensamble de las comunidades en la naturaleza. Los principales factores que gobiernan la presencia o ausencia de estos organismos y la abundancia de sus poblaciones son aquellos abióticos, que estarán en función del ambiente físico en que se desarrollan y de su tolerancia fisiológica, en donde los lacertilios por su condición de organismos poiquilotérmicos



presentan un periodo de actividad diaria más restringido que los animales que son capaces de regular su temperatura, y por su naturaleza son más sensibles a cambios extremos de la misma; y los bióticos, en relación con el alimento y con otras especies. Dentro de éstos, para los lacertilios el reparto de los recursos de tipo trófico es fundamental, estando este determinado en primera instancia por el tamaño y taxa de la presa, y por la preferencia de los organismos hacia un determinado hábitat y microhábitat, siendo el tiempo el factor de menor trascendencia para la repartición y uso de los recursos disponibles en el ambiente (Zug 1993).

En estos organismos el ciclo de actividad diaria está regulado por el ambiente en el cual se encuentran cambiando su actividad de acuerdo a las condiciones atmosféricas; las variaciones también pueden darse en función de la edad, sexo, ciclo reproductivo y calidad del hábitat que ocupan. Otra característica en el periodo de actividad diaria de los reptiles, es la irregularidad en los días en que aparece activo un individuo, ya que por lo regular un mismo organismo no está activo todos los días. Este comportamiento está en parte determinado filogenéticamente, y es el reflejo de adaptaciones que fueron adquiridas en el pasado, las cuales se establecieron por capacidades y mecanismos fisiológicos específicos, activados por presiones ambientales. Esto induce al establecimiento de patrones de actividad que pueden ser de tipo unimodal o bimodal; estos patrones nos muestran los efectos directos de la temperatura y de las intensidades de luz sobre los individuos y las poblaciones (Vitt, 1995 y Zug, 1993).

La mayoría de los estudios realizados sobre la utilización de recursos por parte de los lacertilios, se han llevado a cabo en zonas desérticas, siendo escasos para otro tipo de ecosistemas; en este caso resulta particularmente interesante observar las respuestas adaptativas de los lacertilios a condiciones tan distintas como lo son las que se presentan en un ecosistema típico de grandes altitudes como lo son los bosques de encinos, además en este caso las actividades antropogénicas han producido perturbaciones significativas al hábitat, mismas que tal vez representen espacios a los que los lacertilios de esta comunidad hayan tenido que adaptarse.

## ANTECEDENTES

Los trabajos de investigación sobre reparto de recursos entre lacertilios se han realizado desde hace varios años, sobre todo en las zonas desérticas al norte del país; por ejemplo tenemos los cuatro trabajos realizados entre 1975 y 1981 en el desierto de Chihuahua (Reserva de Mapimí). En el primero de estos Creusere y Whitford (1975), describen el reparto del espacio y el tiempo entre los lacertilios *Cnemidophorus tigris*, *C. tessellatus*, *Crotaphitus wislizenni*, *Holbrookia texana*, *Phrynosoma cornutum*, *P. modestum*, *Sceloporus magister* y *Uta stansburiana* en donde se distinguieron patrones de actividad diaria distintos, concluyendo que la separación temporal de la actividad reduce la competencia entre estas especies.

Posteriormente Barbault y colaboradores (1978) y Barbault y Grenot (1977), evaluaron la dieta de siete especies de lacertilios pertenecientes a esta comunidad: *Cnemidophorus scalaris*, *C. tigris*, *C. inornatus*, *Cophosaurus texanus*, *Sceloporus undulatus*, *Uta stansburiana* y *Phrynosoma modestum*, encontrando que la repartición de este recurso está determinado en parte por el empleo de distintas estrategias de forrajeo, así como por la preferencia hacia un microhábitat específico.

Para 1981, Maury analizó el reparto de recursos en el eje trófico entre algunas de las especies ya mencionadas anteriormente (*Cnemidophorus tigris*, *C. tessellatus*, *Crotaphitus wislizenni*, *Holbrookia texana*, *Phrynosoma cornutum*, *P. modestum*, *Sceloporus magister* y *Uta stansburiana*), encontrando que la mayoría de éstas presentan una dieta generalista con la excepción de *P. modestum*. Atribuyéndose la segregación a la de preferencia de distintos microhábitats, así como al diferente tamaño y taxa de las presas consumidas por especie, presentando un solapamiento trófico poco importante.

De forma paralela Barbault y Maury (1981), estudiaron durante tres años la organización ecológica de esta misma comunidad de lacertilios integrada por 11 especies (estando entre las más representativas *Cnemidophorus scalaris*, *C. tigris*, *Sceloporus undulatus* y *Phrynosoma modestum*), encontrándolas divididas en dos grupos, separados por la utilización diferencial del microhábitat (especialización).

En el desierto de El Pinacate en Sonora, Ortega y colaboradores (1986), desarrollaron una serie de trabajos de esta naturaleza. En el primero determinaron como los contrastes térmicos del ambiente, determinaron el reparto del tiempo entre cinco especies de lacertilios (*Uta stansburiana*, *Cnemidophorus tigris*, *Uma notata*, *Callisaurus draconoides*, y *Dipsosaurus dorsalis*), concluyendo que la segregación ecológica entre estas especies potencialmente competitivas, no es posible sobre el eje temporal sino que se da en el espacio.

Ortega y colaboradores (1992), realizaron un análisis más profundo sobre la organización ecológica de la comunidad de lacertilios del desierto del Pinacate tomando en cuenta a otras 12 especies además de las ya referidas; describen sus ciclos de actividad diaria, efectúan análisis de solapamiento de nicho espacio y tiempo así como de la variación temporal de las presas consumidas por las especies con estrategia forrajera pasiva y activa observando que

todas las especies difieren en el uso del espacio a nivel del microhábitat y a partir de este se reparten las presas disponibles.

Ortega y colaboradores (1994), estudiaron la forma en que los lacertilios de esta comunidad se reparten microhábitat, tiempos de actividad diaria, taxa y tamaño de las presas que consumen, entre los cuales se encuentran *Callisaurus draconoides*, *Dipsosaurus dorsalis*, *Uma notata*, *Uta estanburiana* y *Cnemidophorus tigris*, encontrando que la selección de hábitat y microhábitat juegan un papel determinante en la organización de esta comunidad.

El último de los trabajos de Ortega y colaboradores (1995), comparan aspectos tróficos de 11 de las 12 especies de lacertilios presentes en esta comunidad observando que la elección del microhábitat y un desfase en el tiempo de actividad son fundamentales en la repartición del alimento.

Además de los trabajos ya mencionados González-Romero y colaboradores (1989), trabajaron en la misma zona sobre la utilización del hábitat y microhábitat por esta comunidad de lacertilios en dos localidades distintas. Concluyeron que la coexistencia de estas especies es posible debido al uso eficiente del espacio disponible.

Los trabajos registrados en zonas tropicales y templadas no son tan numerosos como los realizados en las zonas desérticas; de éstos se puede mencionar por ejemplo el de Mautz (1976), en Puerto Marquez, Guerrero quien durante tres años observó como *Anolis taylori*, *Phyllodactylus lanei* y *Lepidophyma smithi* utilizan un mismo espacio en un sistema de cavernas, encontrando diferencias en sus patrones de actividad y en la composición de sus dietas.

Altamirano y colaboradores (1990), evaluaron la estructura trófica y espacial de 7 especies de anfibios y once de reptiles en Alvarado, Veracruz a lo largo de un año, encontrando que a pesar de la existencia de un amplio solapamiento en el uso del espacio y dieta entre las especies de la comunidad, puede haber coexistencia gracias a las diferencias de temporalidad.

Por último, en una zona de bosque templado Gutiérrez y Sánchez (1986), realizaron un análisis sobre la repartición de los recursos alimenticios entre los lacertilios *Barisia imbricata*, *Phrynosoma orbiculare*, *Sceloporus grammicus*, *S. aeneus*, *S. torquatus* y *S. scalaris*, pertenecientes a la comunidad asentada en Cahuacán Estado de México; concluyendo que en esta comunidad la coexistencia entre las especies está dada fundamentalmente por la abundancia y la distribución diferencial en el espacio y en el tiempo de las principales presas consumidas en sus dietas.

## DESCRIPCIÓN DE ESPECIES



*Sceloporus grammicus* (Figura 1).

En la comunidad de lacertilios de San José Deguedo son dos especies las más representativas, *Sceloporus grammicus* y *S. mucronatus*. La primera es una lagartija de tamaño mediano con una longitud hocico-cloaca (LHC) de 48.9 mm y un largo de cola (LC) de 57.0 mm, siendo las hembras más grandes (47.7 mm) que los machos (41.9 mm); su cabeza, extremidades y cola son moderadamente largas y estrechas, con escamas en la parte dorsal de la cabeza grandes y ligeramente rugosas, presenta escamas supraoculares en dos hileras. Las escamas dorsales del cuerpo son quilladas, débilmente mucronadas (es decir con espinas salientes) y denticuladas; el número medio de hileras de escamas dorsales en las hembras es de 64.8 y en los machos de 74.2; las escamas abdominales laterales no se diferencian claramente de las dorsales, están fuertemente mucronadas y denticuladas, y se presentan en hileras oblicuas, mientras que las escamas ventrales son un poco más pequeñas que las laterales; los machos tienen escamas postanales agrandadas. La superficie dorsal del cuerpo es de verde obscuro a gris oscuro, notándose unos pequeños dibujos de color negro en forma de ondas; en la superficie ventral de los machos, la región gular, la parte lateral del vientre y la zona preanal son de color amarillo claro, y en la mayor parte de la zona medial se presentan unas manchas de color azul claro. En las hembras el color del vientre en general es azul claro. Vive en áreas cubiertas por asociaciones vegetales de coníferas y encinares y en los ecotonos localizados entre estas, así como en las áreas alteradas de las mismas; se localiza en tocones, y ramas de los árboles vivos y en cercos de piedras. Es una lagartija arborícola aunque no estricta de actividad diurna; se alimenta de coleópteros tanto adultos como en estado larvario, himenópteros y dípteros en estado adulto; su modo de reproducción es vivípara con actividad en otoño, naciendo las crías entre mayo y junio del siguiente año, el tamaño de la camada es de tres a siete crías (Uribe-Peña y colaboradores, 1999).



*Sceloporus mucronatus* (Figura 2). (\*)

Por otro lado, *S. mucronatus*. es una lagartija robusta, relativamente grande, con una longitud hocico-cloaca (LHC) de 78.5 mm y un largo de cola (LC) de 101.5 mm; las hembras son del mismo tamaño (84.0 mm) que los machos (85.0 mm), de color pardo negruzco, con un collar negro bordeado a ambos lados por una línea blanca. En los machos adultos, la región postero-medial del vientre así como la región gular son de color azul oscuro; la bolsa gular y las zonas preanal y ventral de los machos son de color negro; el resto de la superficie ventral es amarillo claro con un tinte azul intenso. Las escamas de la cabeza son lisas, se puede encontrar una bolsa localizada en la parte trasera del oído la cual lleva en la parte lateral escamas fuertemente mucronadas. Las escamas dorsales son doblemente quilladas y moderadamente mucronadas (con puntas salientes), las hileras de escamas dorsales en ambos sexos están formadas por un número medio de 31.4 hileras, con un mínimo de 27 y un máximo de 33; las escamas laterales son similares a las dorsales; los poros femorales van de 11 a 13. Habita en una gran diversidad de ambientes, desde bosques de pino- encino hasta matorrales e isotales, ocupan las partes rocosas, es de actividad diurna, se alimenta principalmente de lepidópteros, himenópteros y coleópteros; es vivípara con actividad reproductiva otoñal, con un periodo de gestación de alrededor de siete meses; la camada es de dos a cinco crías (Uribe-Peña y colaboradores, 1999).

(\*) Fotografía cortesía de Javier Jiménez.

## OBJETIVOS

### Objetivo general:

- Contribuir al conocimiento del reparto de los recursos espacio y tiempo entre los lacertilios *S. grammicus* y *S. mucronatus*, pertenecientes a la comunidad herpetológica asentada en el agrosistema de San José Deguedo, Estado de México.

### Objetivos particulares:

- Describir el uso del recurso espacio (microhábitat), por parte de *S. grammicus* y *S. mucronatus*.
- Describir como *S. grammicus* y *S. mucronatus* utilizan el recurso tiempo, en función de los horarios diarios de actividad preferidos por cada especie, y su variación estacional.
- Conocer y comparar estacionalmente los valores de amplitud de nicho espacial de cada especie.
- Conocer el grado de solapamiento en el uso del recurso espacio y tiempo entre estas dos especies y medir su magnitud y variación estacional.
- Conocer la relación de la temperatura corporal de los organismos con la del microhábitat que ocupan y con la temperatura del aire, como factores que determinen en parte su preferencia por algún microhábitat y horario de actividad.

## UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

San José Deguedo se localiza en el municipio de Soyaniquilpan de Juárez, el cual limita al norte, oeste y sur con el municipio de Jilotepec, y al oeste con el estado de Hidalgo contando con una superficie de 140.77 km<sup>2</sup>; La zona de estudio se ubica al noroeste de la cabecera municipal, a una altura de 2450 msnm; Entre los 20° 4' 37'' y los 20° 5' 45'' de latitud norte y los 99° 33' 5'' y los 99° 34' 24'' de longitud oeste (Fig. 3). Limita al norte con Daxthi y con Santiago Oxtoc, al sur con Palos Altos y San Miguel de la Victoria, al este con La Goleta y Héroes Carranza, y al oeste con San Juan Acazuchitlan. Se encuentra a 36 km de Tepeji del Río; a 20 km de Tula de Allende, y a 102 km de la ciudad de México (CETENAL, 1978 a, S.P.P., 1981).



Figura 3. En la fotografía se pueden observar algunas de las características físicas del área de estudio.

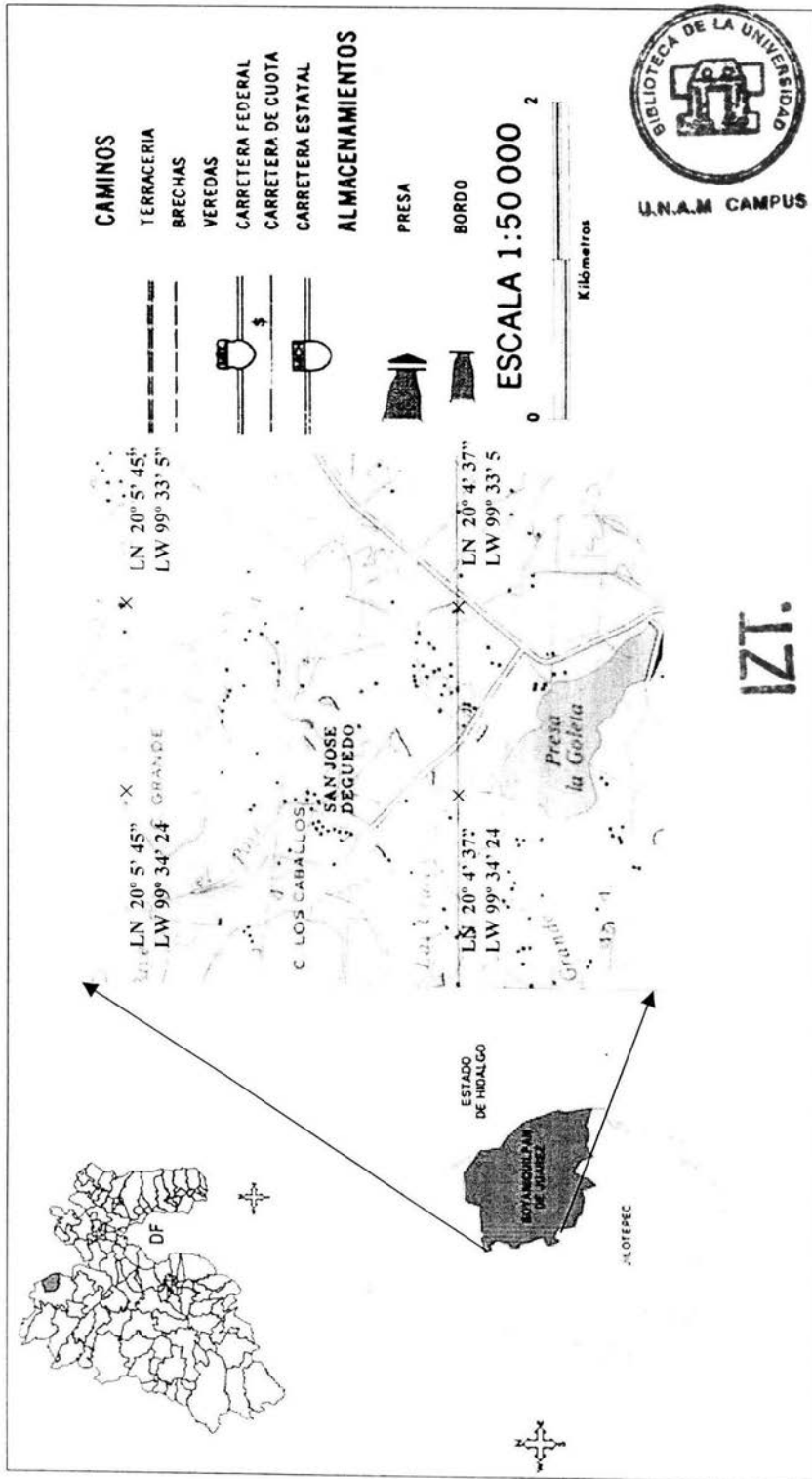


Figura 2. En donde se puede apreciar la ubicación y algunas de las características de la zona de estudio (tomado de CETENAL, 1978).



## **FISIOGRAFÍA**

El Estado de México se encuentra dividido en dos provincias geológicas que son: La del Eje Neovolcánico y la de La Sierra madre del Sur, el sitio de este estudio se localiza en la primera, dentro de la subprovincia de los Llanos y Sierras de Querétaro e Hidalgo. Esta subprovincia esta conformada por llanos más o menos amplios interrumpidos por sierras bajas y dispersas, el relieve presenta lomerios someros formados principalmente por volcanes (cinco dentro de la zona), además de cinco fallas al norte y dos fracturas debidas a la actividad volcánica (S.P.P., 1981d y García 2001).

La subprovincia penetra en tres puntos de la parte norte del Estado de México y cubre 1415.294 km<sup>2</sup> (6.08% de la superficie total de la entidad), los municipios que quedan dentro de ella son: Polotitlan y Soyaniquilpan. Unicamente se presentan en ella cuatro sistemas de topoformas: la sierra de laderas tendidas (es un sistema en que las laderas de las montañas son someras, al menos en algunos de sus lados), los escudovolcanes aislados o en conjunto (son volcanes apartados y de poca altura), la llanura de piso rocoso (que es una llanura de aluviones profundos limitada por una fase dúrica que se encuentra entre los 0.3 a > 1m. de profundidad), y el lomerio de colinas redondeadas (sistema formado por lomas suaves y redondeadas) (S.P.P., 1981d).

En la subprovincia de Llanos y Sierras de Querétaro e Hidalgo, la parte correspondiente al municipio de Soyaniquilpan se distingue por que sus elevaciones están constituidas por dos grupos de cerros; por el este hay tres, el más importante es el de San Agustín. anteriormente conocido con el nombre de Atlica; las otras dos elevaciones se denominan como Vista Hermosa y el Ahorcado, este último se localiza hacia el norte junto con los cerros las Cruces, el histórico cerro de Los caballos y el Paye ubicados en San José Deguedo, a un lado de la presa de la Goleta se encuentra el cerro Colorado o Pelón, hacia el sur se encuentra la Loma (S.P.P.,1981d).

## **GEOLOGÍA**

La litología del Estado de México está constituida por afloramientos de rocas de origen ígneo sedimentario y metamórfico, siendo las rocas ígneas extrusivas las que ocupan la mayor extensión. Dentro de la subprovincia de los llanos y sierras de Querétaro e Hidalgo se encuentran rocas ígneas extrusivas de la era Cenozoica del periodo Cuaternario, predominando el basalto en un 70% de la zona. Brecha volcánica en un 15%. Toba en un 10% y Vítreo en un 5% (CETENAL, 1978 b, S.P.P., 1981 y García 2001).

## **EDAFOLOGÍA**

La diversidad edáfica no es muy grande, sin embargo los suelos son muy fértiles y aptos para la agricultura y ganadería. Así tenemos Fozem háplico y Luvico, Vertisol Pélico, Luvisol crómico, Litosol, Planosol mólico y Cambisol eutricto. Este último se caracteriza por presentar en el subsuelo una capa en la que ya parece más suelo que roca. esto es que en ella se forman terrones y el suelo esta suelto; además puede presentar acumulación de

algunos materiales como arcilla, carbonato de calcio, fierro y manganeso. Todos estos suelos se presentan con asociaciones (CETENAL, 1978 c, S.P.P., 1981).

## CLIMA

En esta pequeña zona, el clima característico es de acuerdo a Köpen modificado por García (1981), es el templado subhúmedo con lluvias en verano C(w2) (w), las cuales llegan a ser de 800 – 1000 mm (Promedio anual), siendo menor del 5% la precipitación invernal (fig. 5) presentándose heladas en la época fría del año (octubre – marzo), con una frecuencia de 40 – 60 días, la temperatura promedio anual va de los 16° -18° C. y de 20°- 22°C (fig. 5) (S.P.P.,1981a).

## HIDROGRAFÍA

La zona pertenece a la región hidrológica del alto Pánuco (número 26), que es una de las más importantes de la República Mexicana, tanto por los volúmenes de sus corrientes superficiales que la sitúan dentro de las más grandes del país, como por su superficie. Esta región hidrológica abarca una gran extensión que comprende toda la parte norte, noreste y noroeste del estado, el más importante río es el Moctezuma con una superficie dentro del estado de 7,933,830 km<sup>2</sup>, es la principal afluente del río Pánuco; teniendo como origen el río San Juan y al río Tula (S.P.P., 1981 b y S.P.P.,1981).

El sistema hidrológico del municipio esta representado por varios arroyos intermitentes, tales como el Salto, el Colorado, el Payé y las Cruces; dos ríos (Tinaja y Chuparrosa); cuatro presas, entre ellas la goleta, ocho manantiales, además hay un gran número de bordos para el almacenamiento del recurso, y tres acueductos para su conducción, Cabe mencionar que el agua pluvial y fluvial desemboca en el estado de Hidalgo, y en pocas ocasiones es aprovechada en el estado de México, por carecerse de una infraestructura adecuada y debido también a los derechos creados por las asociaciones del estado de Hidalgo (S.P.P.,1981 b y c y García 2001).

## VEGETACIÓN

El clima que rige esta subprovincia y las características de los suelos determinan que el tipo de vegetación predominante sea el pastizal natural. El conjunto de esta manera delimitado incluye biocenosis diversas, tanto en su composición florística como en condiciones ecológicas, desarrollándose esta de preferencia en los suelos medianamente profundos de mesetas, fondos de valles y laderas poco inclinadas casi siempre de naturaleza ígnea, dependencia en las actividades humanas y fisonomía (CETENAL, 1978e, S.P.P., 1981e, Rzedowski, 1981).

Los pastizales son particularmente adecuados para la alimentación del ganado bovino y equino, los pastizales se distribuyen altitudinalmente en promedio sobre los 2,485 msnm, tiene forma es amacollada y sus elementos dominantes son: *Bouteloua sp.*, *Muhlenbergia sp.*, *Buchole dactyloides*, *Bouteloua simplex* y *Cinodon sp.* (CETENAL, 1978e, S.P.P., 1981e, Rzedowski, 1981).

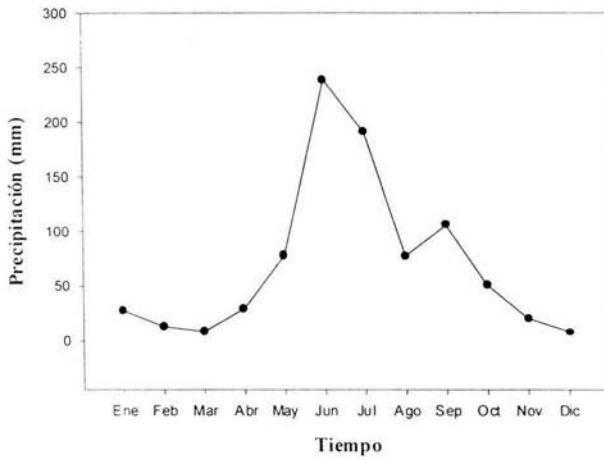
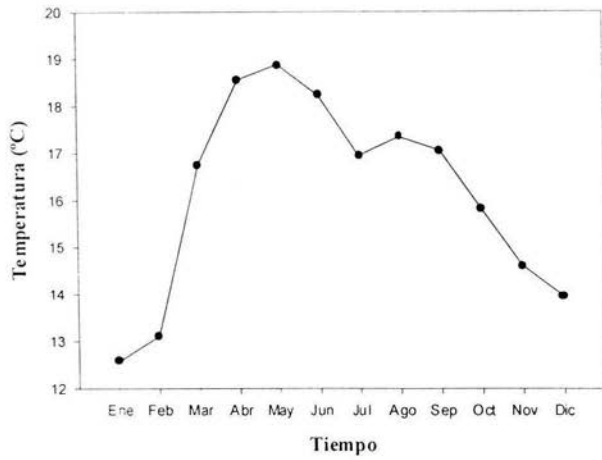


Figura 5. Temperaturas y precipitación promedio mensual para el área de estudio, tomadas en la Estación de Oxtoc Municipio de Jilotepec, coordenadas 20° 04' N y W 99° 30' W a una altitud de 2600 msnm (1981 - 1992).

Además del pasto natural hay pastizal inducido, matorral crasicaule y bosque de encino intercalados los cuales se encuentran en zonas de clima templado, aunque se presenta también en climas semicálidos, semifríos y semisecos. En la zona, el bosque de encinos se constituye por tres estratos: el arbóreo, el arbustivo y el herbáceo en el primero se presentan como elementos dominantes los encinos de la Familia Fagaceae, *Quercus castanea*, *Q. crassipes* y *Q. optusata* y los madroños de la Familia Ericaceae, *Arbutus glandulosa* y *A. xalapensis* que alcanzan de 8 a 15 metros de altura (Información no publicada proporcionada por el Biol. Mario Alberto Rodríguez De la Concha Páez, 2001; Rzedowski, 1981).

El estrato arbustivo contiene especies de las Familias Cactaceae (*Opuntia megacantha* y *O. wendl.*), Agavaceae (*Agave atrovirens*) y Rubiaceae (*Bouardia ternifolia*, *B. longiflora*), entre otras (Información no publicada proporcionada por el Biol. Mario Alberto Rodríguez De la Concha Páez, 2001).

El estrato herbáceo está compuesto por los pastos ya mencionados y por especies de la Familia Compositae, pertenecientes a los géneros: *Naphalium*, *Cosmos*, *Heteroteca*, *Cajetens*, *Bidens*, *Eupatorium*, *Sonchus*, y *Tithonia*. Familia Cruciferae: *Brassica campestris*, *Eruca sativa* y *Chenopodium ambrosioides*, Familia Geraniaceae: *Geranium seemanni*. Familia Asclepiadaceae, *Asclepias*. Familia Convulvaceae *Ipomoea purpurea*, *Dichondra argenta*. Las epifitas de la Familia Lantaceae, *Phirandendron schumanii*, y las de la Familia Bromeliaceae *Trilandsia recurvata*, *T. usneoides*, *T. erubescens* (información no publicada proporcionada por el Biol. Mario Alberto Rodríguez De la Concha Páez, 2001).

También esta el matorral crasicaule, con una distribución promedio de 2,550 msnm, los elementos que dominan en este matorral son el estrato superior constituido por sashi; chasni (*acacia sp.*). El estrato medio: huizache (*Mimosa acanthocarpa*), la retama (*Casia laevigata*), de la Familia Leguminosae. Nopal cuijo (*Opuntia antabrigiensis*), (*Opuntia megacantha*) de la Familia Cactaceae, Maguey (*Agave atrovirens*) de la Fam. Agavaceae Información no publicada proporcionada por el Biol. Mario Alberto Rodríguez De la Concha Páez, 2001, (Rzedowski, 1981). En el estrato inferior los pastos de las generos *Bouteola*, *Gynodon*, *Elusine*, *Eragrostis* e *Hilaria*, pertenecientes a la Familia Graminaceae (Información no publicada proporcionada por el Biol. Mario Alberto Rodríguez De la Concha Páez, 2001).

## USO DEL SUELO

Básicamente para la agricultura de temporal, permanente y de riego de manera limitada a moderada debido a la pobreza en materia orgánica y pH ácido (García, 2001). los suelos requieren inmediato de control de la erosión. Los factores limitrofes para la practica de la agricultura son la erosión y la topografía, el uso pecuario y forestal esta enfocado hacia la utilización moderada de la vida silvestre. Cabe resaltar que el ecosistema natural de esta zona ha sufrido fuertes modificaciones por la explotación hecha por el hombre al introducir especies exóticas tanto de flora como de fauna además de la fragmentación a causa de la delimitación de propiedades (CETENAL, 1978d).

## METODOS

### a) Trabajo de campo:

Se efectuaron salidas mensuales con tres a cuatro días de duración cada una, de marzo del 2000 a febrero del 2001: en las que se realizaron tres recorridos diarios en promedio de las 9:00 hrs a las 17:00 hrs por tres zonas establecidas previamente con la finalidad de abarcar los distintos tipos de asociaciones vegetales representados en esta área: 1) pastizales naturales e inducidos intercalados con encinares y matorrales (2.5 km.). 2) matorrales (3.2 km.). y 3) zonas dedicadas a la agricultura (2.7 km.). Se registro la actividad de las dos especies de lacertilios más abundantes (*Sceloporus grammicus* y *S. mucronatus*), considerando datos tales como número de organismo, especie, sexo, actividad, microhábitat (sustrato) que ocupa encontrando en dos distintos a *S. mucronatus* (Roca acomodada y afloramiento rocoso) y en cinco a *S. grammicus* (encino, hojarasca, maguey, nopal y bardas de roca acomodada) la temperatura del mismo, la temperatura ambiental y la temperatura corporal del organismo que fue registrada con la ayuda de un termómetro digital de lectura rápida ( $\pm 1^{\circ}\text{C}$ .) y además la hora del día en que se le encontró. Solamente durante el primer mes de muestreo se sacrificaron 3 machos y 3 hembras de cada una de las especies mediante desnucamiento y se fijaron con formol al 10% para poder ser transportadas al laboratorio, en donde se verificó su identidad por medio de claves especializadas.

### b) Trabajo en laboratorio:

Se ratificó la identidad de los organismos hasta nivel de especie por medio de las claves para determinar reptiles de Smith y Taylor (1966) y se enlistaron los diferentes tipos de microhábitat utilizados por cada especie.

Se aplicó el índice de solapamiento propuesto por Pianka en 1973, (en Pianka 2000) para determinar la existencia de solapamiento y su grado en el uso del nicho espacio y tiempo, entre los lacertilios mencionados, según el cual:

$$O_{jk} = \frac{\sum (P_{ij})(P_{ik})}{\sum (P_{ij}^2)(P_{ik}^2)}$$

Donde:

$O_{jk}$  = índice de solapamiento de nicho.

$P_{ij}$  = proporción de individuos de la especie i.

$P_{ik}$  = proporción de individuos de la especie k.

Se aplicó además el índice de amplitud de nicho de Simpson modificado por Levins en 1968 (en Altamirano y colaboradores, 1990), con el fin de conocer los valores de amplitud de nicho espacial (especialización a su microhábitat) de cada especie.

$$D_s = \frac{1}{\sum p_i^2} - 1$$

Donde:

$D_s$  = Amplitud de nicho.

$p_i$  = proporción de individuos encontrados por microhábitat.

$N$  = Número de microhábitats ocupados.

Así mismo se utilizó el análisis de correlación de Pearson (Brunning y Kintz 1977), para determinar el grado de relación entre la temperatura ambiental (aire) y del microhábitat (sustrato), con la temperatura corporal de los organismos, según el cual:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n\sum x^2 - (\sum x)^2} \sqrt{n\sum y^2 - (\sum y)^2}}$$

Donde:

$r$  = coeficiente de correlación.

$x$  = temperaturas del ambiente registradas por mes.

$y$  = temperaturas corporal de los organismos colectados mensualmente por especie.

$n$  = número de muestras.

Y para temperatura del sustrato:

$r$  = coeficiente de correlación.

$x$  = temperaturas del sustrato (microhábitat) registradas por mes.

$y$  = temperaturas corporal de los organismos colectados mensualmente por especie.

$n$  = número de muestras.

De acuerdo a la actividad observada para cada especie se construyeron gráficas de líneas por mes en el programa Excel, en donde se puede observar la variación del número de individuos activos de cada una de las especies en el tiempo, de acuerdo a las condiciones de temperatura del aire y del microhábitat: de esta manera se describe el ciclo de actividad para cada especie.

Por último se construyeron gráficas que ilustran la relación entre los datos de temperatura corporal de ambas especies con la temperatura del sustrato que ocupan y la temperatura del medio ambiente (hábitat), con el programa Sigma Stat (statistical software versión 2.0 1997-2000); además con la ayuda de este mismo programa se realizó el estadístico de t de Student, con el fin de conocer la existencia de variaciones significativas entre la temperatura de los organismos de una especie con respecto a la otra y también la variación de la temperatura en ambas especies de una estación del año a la otra.

Los resultados obtenidos serán útiles para comprender más claramente aspectos sobre la biología, ecología y comportamiento de las especies ya mencionadas, además de describir las interacciones entre ellas y con su medio.

## RESULTADOS

Se registraron un total de 401 organismos de ambas especies a lo largo del año de estudio, 215 (53.6%) pertenecientes a la especie *S. grammicus* distribuidos sobre los seis microhábitats disponibles como se ilustra en la figura 6. Durante la estación más húmeda del año (abril/octubre), se encontraron 149 organismos (57.7%) representantes de *S. grammicus*, en tanto que en la época más seca (noviembre/marzo) se contabilizaron 66 organismos pertenecientes a esta especie (53.2%).

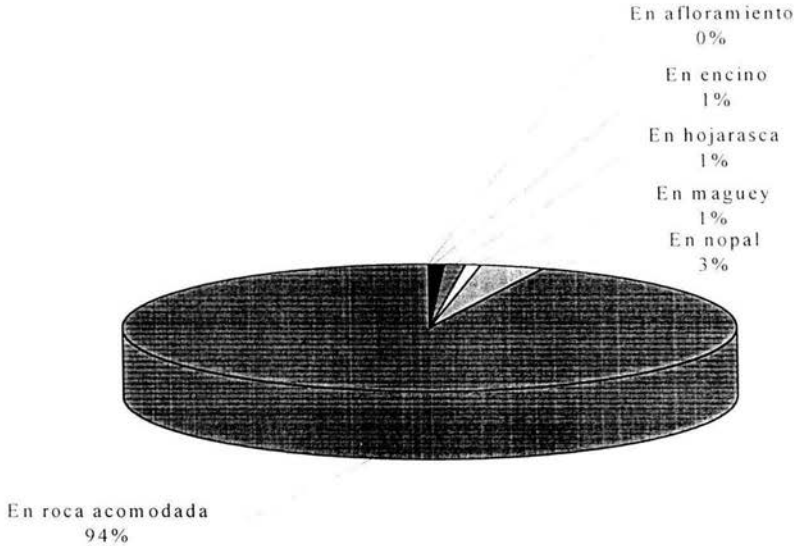


Figura 6. Se puede observar el uso (en porcentaje) de los microhábitats disponibles por *S. grammicus* durante todo el año de estudio.

Durante la estación húmeda se observó a *S. grammicus* ocupando cinco diferentes microhábitats, aunque la mayoría de los organismos se localizaron sobre las bardas de roca acomodada 95.9%; en los microhábitats restantes su presencia fue mucho menor pudiéndose calificar de esporádica; sobre nopal 2.0%, sobre encino, hojarasca y maguey 0.67%, ver cuadro 1.

En lo concerniente a la estación seca del año, *S. grammicus* fue registrado ocupando los mismos cinco microhábitats que en la estación húmeda, disminuyendo su presencia a medida que la temperatura ambiental era más baja, registrándose sobre las bardas de roca acomodada el 89.3% de los organismos pero manteniéndose más o menos en la misma



proporción que en la estación húmeda en los microhábitats restantes: sobre nopal 6.0%, sobre encino, hojarasca y maguey 1.5% (cuadro 1).

| Microhábitat ocupados por <i>S. grammicus</i> . | Estación húmeda  |         | Estación seca    |         |
|---|------------------|---------|------------------|---------|
|   | Nº de individuos | (%)     | Nº de individuos | (%)     |
| Encino  | 1                | (0.67%) | 1                | (1.5%)  |
| Hojarasca                                       | 1                | (0.67%) | 1                | (1.5%)  |
| Maguey  | 1                | (0.67%) | 1                | (1.5%)  |
| Nopal   | 3                | (2.0%)  | 4                | (6.0%)  |
| Roca acomodada                                  | 143              | (95.9%) | 59               | (89.3%) |
| Afloramiento                                    | 0                | (0%)    | 0                | (0%)    |

Cuadro 1. Distribución de *S. grammicus* por microhábitat en los meses de abril a octubre (estación húmeda) y de noviembre a marzo (estación seca).

De los 401 organismos registrados en el año de estudio 186 (43.6%) pertenecen a la especie *S. mucronatus* distribuyéndose en los microhábitats disponibles como se ilustra en la figura 7. En la estación húmeda (abril/octubre) fueron observados 128 organismos (46.2%) y en la estación seca (noviembre/marzo) 58 (46.7%).

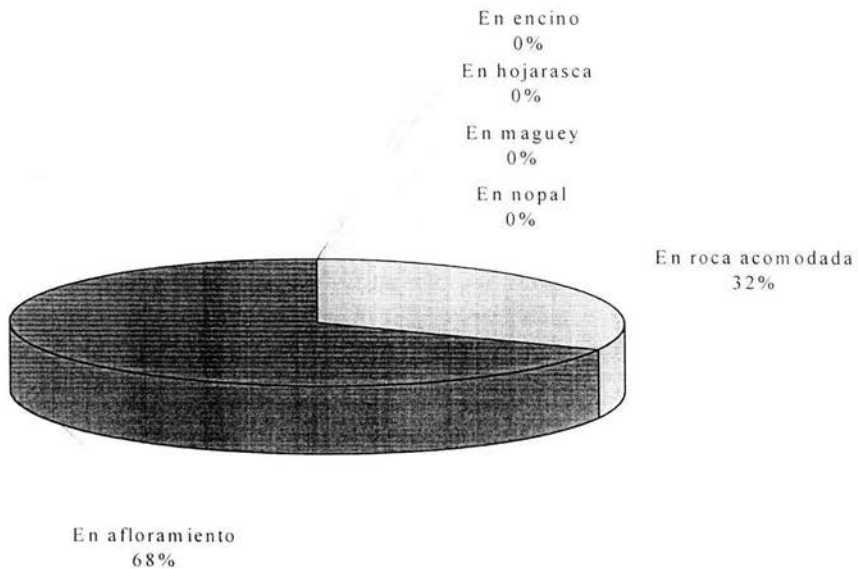


Figura 7. Se puede observar la distribución de *S. mucronatus* por microhábitat durante todo el año de estudio.

En la estación húmeda *S. mucronatus* ocupó solo dos microhábitats, los afloramientos rocosos que presentaron grietas profundas con 60.9% del total de las bardas de roca acomodada con 39.0% (cuadro 2).

Durante la estación seca *S. mucronatus* fue registrado sobre los dos mismos microhábitats en los que se le localizó en la estación húmeda del año, al igual que *S. grammicus* en una menor cantidad, pero con la particularidad de estar más concentrado en los afloramientos rocosos con 84.4% de los organismos encontrados en este sitio, por tan solo 15.5% sobre las bardas de roca acomodada (cuadro 2).

| <b>Microhábitats ocupados por <i>S. mucronatus</i></b> | <b>Estación húmeda</b>      |          | <b>Estación seca</b>        |         |
|--|-----------------------------|----------|-----------------------------|---------|
|  | <b>Nº de individuos (%)</b> |          | <b>Nº de individuos (%)</b> |         |
| Encino   | 0                           | (0%).    | 0                           | (0%)    |
| Hojarasca  | 0                           | (0%).    | 0                           | (0%)    |
| Magüey   | 0                           | (0%).    | 0                           | (0%)    |
| Nopal  | 0                           | (0%).    | 0                           | (0%)    |
| Roca acomodada   | 50                          | (39.0%). | 9                           | (15.5%) |
| Afloramiento   | 78                          | (60.9%). | 49                          | (84.4%) |

Cuadro 2. Distribución de *S. mucronatus* por microhábitat en los meses de abril a octubre (estación húmeda) y de noviembre a marzo (estación seca).

### **Análisis del nicho espacial y temporal**

El resultado del índice de amplitud de nicho de Simpson modificado por Levins (1968), para *S. grammicus* en la estación húmeda fue bajo ( $D_s = 0.01$ ), ya que a pesar de encontrarse en una variedad más amplia de microhábitats, la mayoría de las veces se le puede observar sobre las bardas de roca acomodada.

En el caso de *S. mucronatus* el resultado del análisis de amplitud de nicho espacial también fue bajo aunque mayor que el de *S. grammicus* ( $D_s = 0.18$ ). Para la estación seca el resultado del análisis de amplitud de nicho espacial de *S. grammicus* fue un poco mayor con respecto a la estación húmeda ( $D_s = 0.04$ ); para *S. mucronatus* el resultado del análisis de amplitud de nicho fue más bajo en comparación con la estación húmeda ( $D_s = 0.07$ ) ver cuadro 3.

| <b>Especie</b>       | <b>Estación húmeda</b> | <b>Estación seca</b> |
|----------------------|------------------------|----------------------|
| <i>S. grammicus</i>  | $D_s = 0.01$           | $D_s = 0.04$         |
| <i>S. mucronatus</i> | $D_s = 0.18$           | $D_s = 0.07$         |

Cuadro 3. Se observa la variación del índice de amplitud de nicho espacio de Simpson, a través del tiempo y entre los organismos.

Al aplicarse el índice de solapamiento de nicho espacio propuesto por Pianka a cada uno de los periodos de tiempo comprendidos en este estudio el resultado fue un poco más alto en la estación húmeda ( $O_{jk} = 0.33$ ) que el que se obtuvo en la estación seca ( $O_{jk} = 0.15$ ) ver cuadro 4.

| <b>Estación húmeda</b> | <b>Estación seca</b> |
|------------------------|----------------------|
| Espacio (Ojk = 0.33)   | Espacio (Ojk = 0.15) |
| Tiempo (Ojk = 0.14)    | Tiempo (Ojk = 0.082) |

Cuadro 4. Muestra la variación en el resultado del índice de solapamiento espacial y temporal, entre *S. grammicus* y *S. mucronatus* en dos distintas estaciones.

Los resultados del índice de solapamiento de nicho tiempo de Pianka entre las dos especies, en ambas estaciones fue bajo, estación húmeda (Ojk = 0.14) y en la estación seca (Ojk = 0.082) ver cuadro 4.

#### **Ciclo de actividad (Estación húmeda).**

Con respecto al tiempo de actividad de cada especie se observó la existencia de variaciones de una estación con respecto a la otra. En la estación húmeda, se registró una actividad más intensa por parte de ambas especies, así como un periodo más prolongado (octubre).

Cabe hacer referencia a que ambas especies presentaron recesos en su actividad reanudándola en ocasiones y ocultándose por completo cuando se llegaron a presentar cambios bruscos en las condiciones climáticas. Además se presentaron periodos alternados de actividad y periodos en los que coincidían en un mismo horario, por ejemplo en el mes de abril desde las 10 hrs, y hasta alrededor de 12 hrs; En mayo entre las 12 y 15 hrs; En junio entre las 13 y 14 hrs; en julio (10, 13, y 14 hrs.); Agosto (10,11,12 y 14 hrs.); Septiembre (desde las 10 hasta las 14 hrs.) y octubre (solo a las 12 hrs.) ver figura 8.

La temperatura promedio del aire en que se encontró activo a *S. grammicus* en esta estación fue de 23.4° C, (Ds = 3.4, rango 16.6 - 31.1) y la del sustrato fue 26.4° C, (Ds = 4.8, rango 16.8 - 39.4) ver cuadro 5.

A *S. mucronatus* se le encontró activo a una temperatura del aire promedio de 23.3° C, (Ds = 3.0, rango 16.6 - 29.9) para el sustrato la temperatura de actividad promedio fue de 26.4° C (Ds = 4.5, rango 16.3 - 35.2) ver cuadro 5.

| <b>Especie</b>        | <b>Temperatura del aire (°C)</b> | <b>Temperatura del sustrato(°C)</b> |
|-----------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| <i>S. grammicus.</i>  | X = 23.4 ± 3.4 (16.6 – 31.1)     | X = 26.4 ± 4.8 (16.8 – 39.4)        |
| <i>S. mucronatus.</i> | X = 23.3 ± 3.0 (16.6 – 29.9)     | X = 26.4 ± 4.5 (16.3 – 35.2)        |

Cuadro 5. Temperaturas de actividad estación húmeda (abril - octubre), con media ± desviación estándar (mínima y máxima).

## GRÁFICAS DE ACTIVIDAD DIARIA EN LA ESTACIÓN HÚMEDA

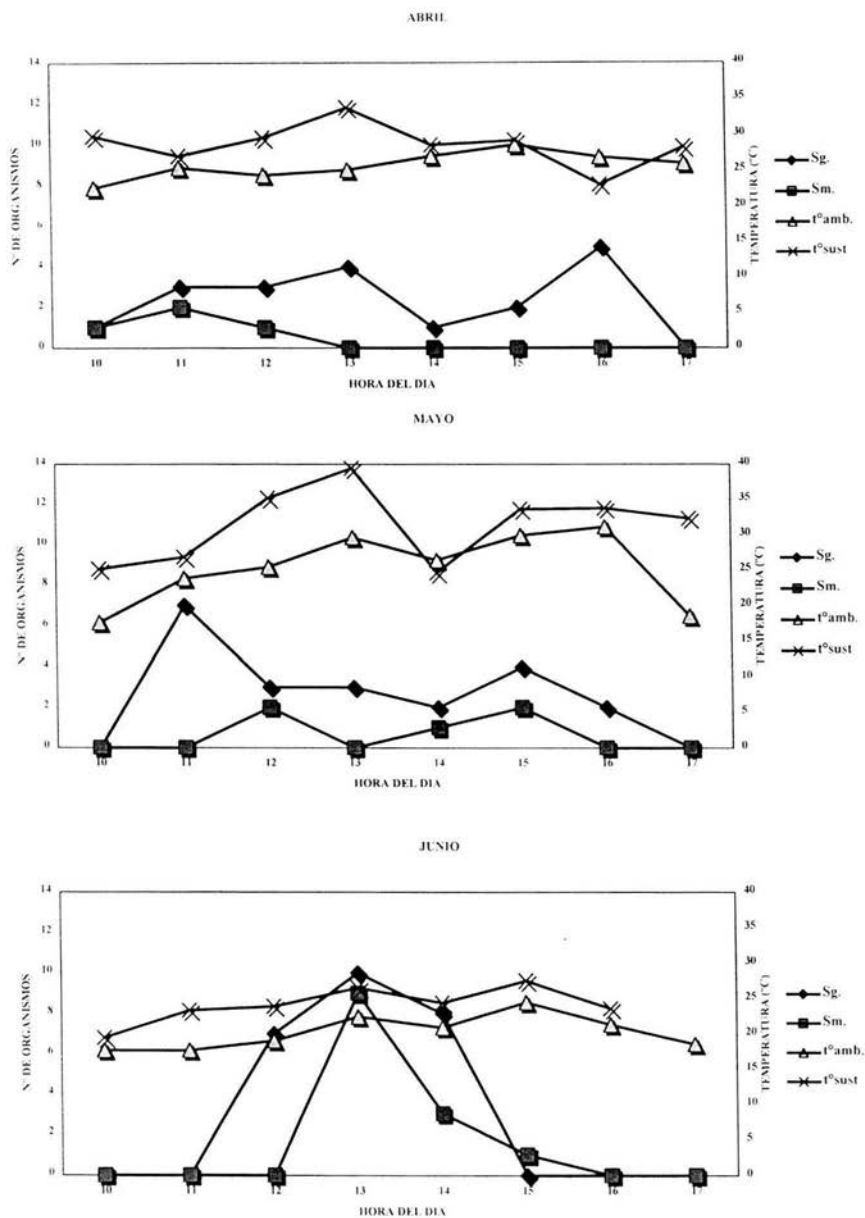
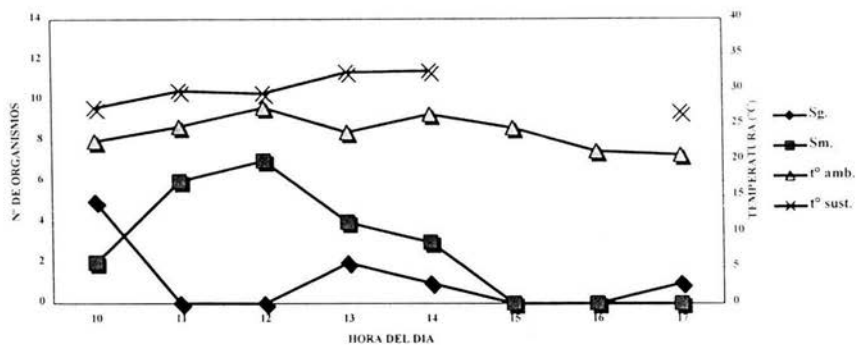
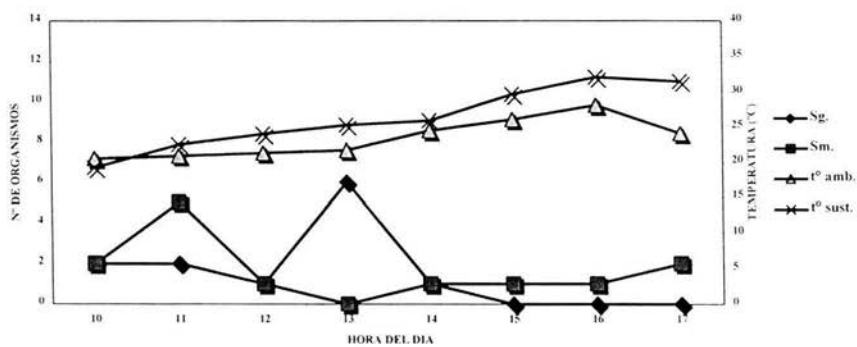


Figura 8. se muestra la actividad de *S. grammicus* (Sg.) y de *S. micronatus* (Sm.) así como la variación de la temperatura del aire (t° amb.) y del microhábitat (t° sust.), en los siete meses más húmedos del año.

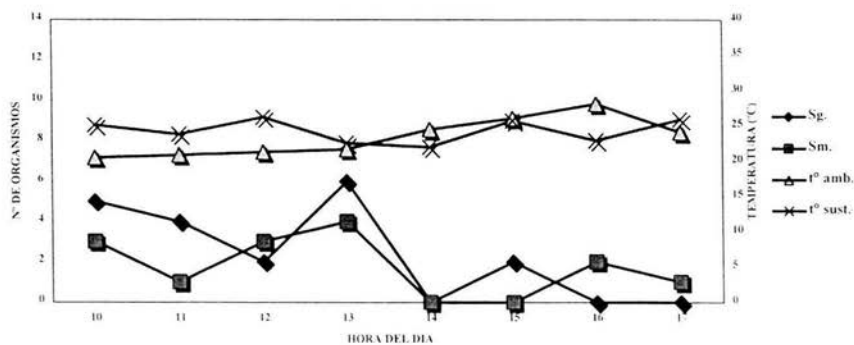
JULIO



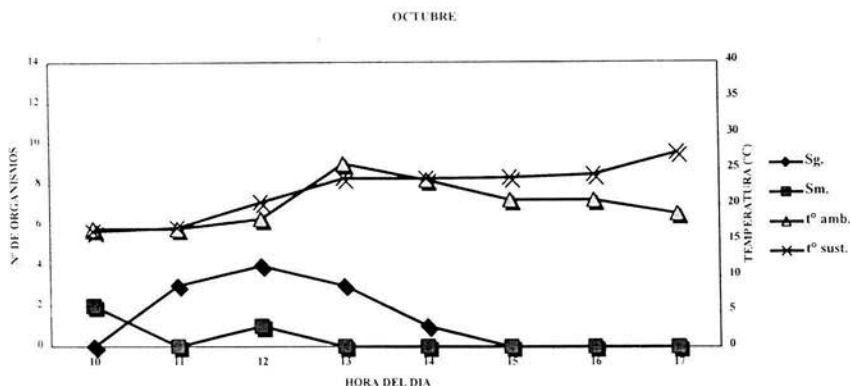
AGOSTO



SEPTIEMBRE



(Continuación de figura 8).



(Continuación de figura 8)

### Estación Seca.

En la estación seca (noviembre/marzo), se observó una disminución en el número de organismos activos para las dos especies, acentuándose esta condición para *S. mucronatus* (figura 9).

En esta estación el periodo de actividad de *S. grammicus* se restringe solo a las mañanas, desde el mes de noviembre en donde la mayoría de los organismos (19) de esta especie se localizaron entre las 10 y las 12 hrs, contra solo 4 después de las 14 hrs. En los meses de diciembre, enero y febrero no se registró actividad de ningún organismo más allá de las 15 hrs, restringiéndose a las mañanas (figura 9), se redujo la cantidad de organismos activos en comparación con la estación húmeda. En el mes de marzo se vuelve a registrar actividad después de las 15 hrs incrementándose también el número de organismos activos.

Las temperaturas de actividad del aire promedio registradas para esta especie en esta estación fueron de 22.2° C, (Ds = 4.0, rango 17.9 - 27.4), para el sustrato la temperatura promedio fue de 27.1° C, (Ds = 4.1, 20.6 - 36.9) ver cuadro 6.

*S. mucronatus* disminuyó drásticamente su actividad a partir del mes de noviembre hasta solo localizarse algunos organismos activos de manera esporádica en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo por las mañanas (figura 9).

La temperatura promedio del aire en la que se registro actividad de organismos fue 21.8° C. (Ds = 1.9, rango 9.1 - 24.2) y la temperatura promedio del sustrato de 27.1° C (Ds = 4.1, rango 23.2 - 36.9) ver cuadro 6.

|                        | Temperatura del aire (°C)    | Temperatura del sustrato (°C) |
|------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| <i>S. grammicus</i> .  | X = 22.2 ± 4.0 (17.9 - 27.4) | X = 27.1 ± 4.1 (20.6 - 36.9)  |
| <i>S. mucronatus</i> . | X = 21.8 ± 1.9 (19.1 - 24.2) | X = 27.1 ± 4.1 (23.2 - 36.9)  |

Cuadro 6. Temperaturas de actividad estación seca (noviembre - marzo), con media ± desviación estándar (mínima y máxima).

## GRAFICAS DE ACTIVIDAD ESTACION SECA

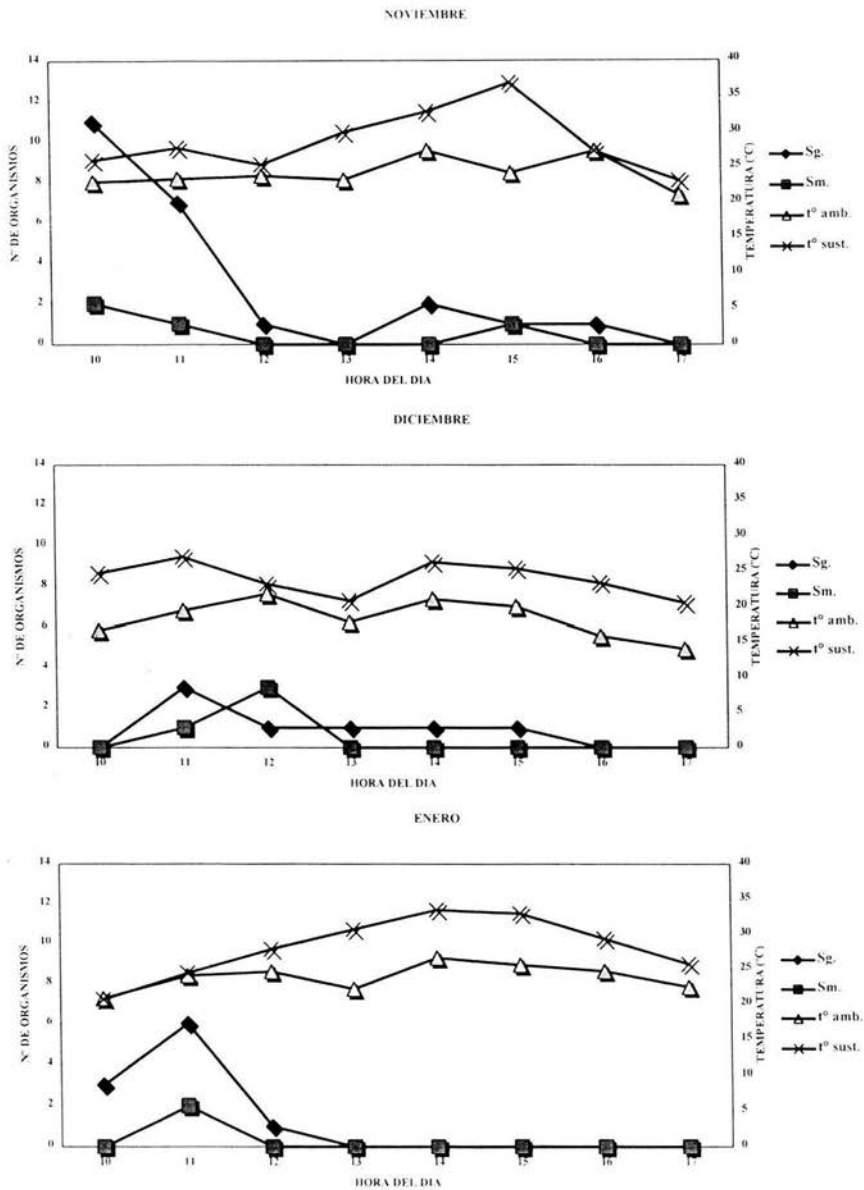
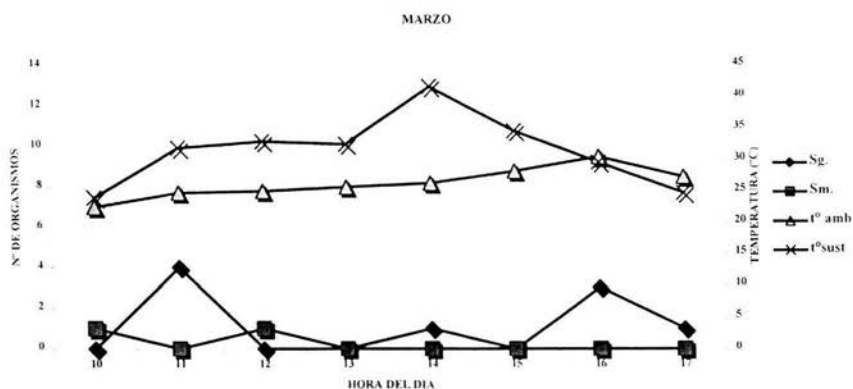
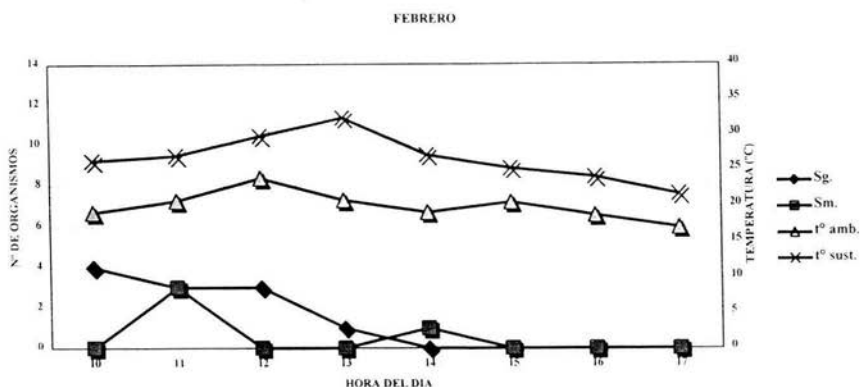


Figura 9. Se observa la actividad de *S. grammicus* (Sg.) y de *S. mucronatus* (Sm.) así como la variación de las temperaturas del aire (t° amb.) y del microhábitat (t° sust.) en los meses más secos del año.



(Continuación figura 9).

### Relación de temperaturas corporales con temperaturas del microhábitat y del aire.

El análisis de Pearson para *S. grammicus* entre la temperatura corporal y la temperatura del aire correspondiente a la estación húmeda resultó ser bajo, pero sin dejar de existir relación entre las dos variables ( $r = 0.36$ ,  $P < 0.05$ ) ver cuadro 7 y figura 10. La temperatura promedio del aire fue de  $21.5^{\circ}\text{C}$  ( $Ds = 3.1^{\circ}\text{C}$ , rango  $16.0^{\circ}\text{C} - 30.1^{\circ}\text{C}$ ), y la temperatura corporal promedio de  $27.1^{\circ}\text{C}$ , ( $Ds = 4.3^{\circ}\text{C}$ , rango  $17.7^{\circ}\text{C} - 35.4^{\circ}\text{C}$ ), dándose un ligero aumento en el resultado del índice de correlación de Pearson entre la temperatura corporal y la temperatura del sustrato ( $r = 0.52$ ,  $P < 0.05$ ) cuadro 7 y figura 10, registrándose para el sustrato una temperatura promedio de  $23.1^{\circ}\text{C}$ , ( $Ds = 2.9^{\circ}\text{C}$ , rango  $17.5^{\circ}\text{C} - 40.8^{\circ}\text{C}$ ).



En la estación seca el índice de correlación entre la temperatura corporal y el aire para *S. grammicus* registró un aumento con respecto a la estación húmeda ( $r = 0.48$ ,  $P < 0.05$ ), cuadro 7 y figura 11, con temperatura del aire promedio de  $21.1^{\circ}\text{C}$ , ( $D_s = 2.4^{\circ}\text{C}$ , rango  $16.0^{\circ}\text{C} - 27.5^{\circ}\text{C}$ ), y un promedio de  $27.5^{\circ}\text{C}$ , ( $D_s = 3.8^{\circ}\text{C}$  rango  $19.1^{\circ}\text{C} - 33.9^{\circ}\text{C}$ ) de temperatura corporal (cuadro 8), el resultado de la correlación para la temperatura corporal y la temperatura del sustrato bajó levemente ( $r = 0.45$ ,  $P < 0.05$ ) (cuadro 9 y figura 11), siendo la temperatura del sustrato de  $23.9^{\circ}\text{C}$ , en promedio ( $D_s = 3.3^{\circ}\text{C}$ , rango  $17.5^{\circ}\text{C} - 32.1^{\circ}\text{C}$ ).

|                      | Estación húmeda        | Estación seca          |
|----------------------|------------------------|------------------------|
| <i>S. grammicus</i>  | $r = 0.36$ $P = 0.039$ | $r = 0.48$ $P = 0.002$ |
| <i>S. mucronatus</i> | $r = 0.56$ $P = 0.024$ | $r = 0.45$ $P = 0.02$  |

Cuadro 7. Resultados del análisis de correlación de Pearson entre temperaturas corporales y temperaturas del aire, con nivel de significancia.

El análisis de correlación de Pearson para *S. mucronatus* correspondiente a la temperatura corporal y la temperatura del aire en la estación húmeda fue más alto ( $r = 0.56$ ,  $P < 0.05$ ) ver cuadro 7 y figura 10, con una temperatura ambiental promedio  $21.8^{\circ}\text{C}$ , ( $D_s = 3.8^{\circ}\text{C}$ , rango  $15.6^{\circ}\text{C} - 32.2^{\circ}\text{C}$ ), así como una temperatura corporal promedio de  $27.3^{\circ}\text{C}$ , ( $D_s = 5.7^{\circ}\text{C}$ , rango  $15.2^{\circ}\text{C} - 37.8^{\circ}\text{C}$ ) cuadro 8, se relaciono a su vez con la temperatura del sustrato (microhábitat) siendo el resultado del análisis de Pearson un poco más alto ( $r = 0.59$ ,  $P < 0.05$ ) cuadro 9 y figura 10, con una temperatura del sustrato promedio de  $24.5^{\circ}\text{C}$ , ( $D_s = 5.9^{\circ}\text{C}$ , rango  $14.0^{\circ}\text{C} - 38.4^{\circ}\text{C}$ ), de acuerdo a la prueba de t realizada, no se encontraron diferencias significativas entre las temperaturas corporales de *S. grammicus* y de *S. mucronatus* para esta estación ( $t = 0.386$ ,  $df = 1, 82$ ,  $P = 0.744$ ), (cuadro 10).

|                        | Estación húmeda                                  | Estación seca                                    |
|------------------------|--|--|
| <i>S. grammicus</i> .  | $X = 27.7^{\circ}\text{C} \pm 4.4$ (35.4 – 17.7) | $X = 27.5^{\circ}\text{C} \pm 3.8$ (33.9 – 19.1) |
| <i>S. mucronatus</i> . | $X = 27.3^{\circ}\text{C} \pm 5.7$ (37.8 – 15.2) | $X = 28.0^{\circ}\text{C} \pm 4.4$ (36.3 – 20.6) |

Cuadro 8. Temperaturas corporales promedio con desviación estándar mínimas y máximas de los organismos a lo largo del año.

En la estación seca el análisis de Pearson para *S. mucronatus* entre la temperatura del aire y la corporal también registró una baja, ( $r = 0.45$ ,  $P < 0.05$ ), ver cuadro 7 y figura 11, con una temperatura promedio del aire de  $23.4^{\circ}\text{C}$ , ( $D_s = 2.8^{\circ}\text{C}$ , rango  $18.5^{\circ}\text{C} - 29.1^{\circ}\text{C}$ ), una temperatura corporal promedio de  $28.0^{\circ}\text{C}$ , ( $D_s = 4.4^{\circ}\text{C}$ , rango  $20.6^{\circ}\text{C} - 36.3^{\circ}\text{C}$ ) ver cuadro 8, que se relaciono a su vez con la temperatura del sustrato ( $r = 0.49$ ,  $P < 0.05$ ) cuadro 9 y figura 11, para la cual se registro un promedio de  $26.8^{\circ}\text{C}$ , ( $D_s = 4.6^{\circ}\text{C}$  rango  $19.9^{\circ}\text{C} - 40.8^{\circ}\text{C}$ ).

Comparando las temperaturas corporales de una especie con la otra en esta estación, según la prueba de t, no se encontraron diferencias, ( $t = -0.451$   $df = 1, 65$   $P = 0.653$ ), tampoco se registraron diferencias significativas entre las temperaturas corporales de *S. grammicus* de la estación húmeda con las de la estación seca ( $t = -0.178$   $df = 1, 73$   $P = 0.859$ ), ni entre las

temperaturas corporales de *S. mucronatus* también de una estación con respecto de la otra ( $t = 0.523$   $df = 1,74$   $P = 0.602$ ), (cuadro 10).

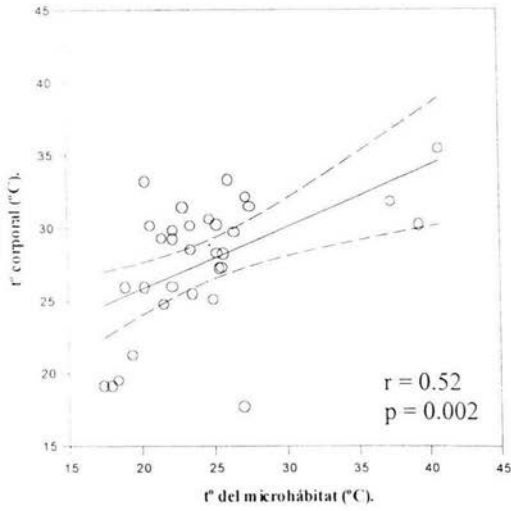
|                      | <b>Estación húmeda</b> | <b>Estación seca</b>   |
|----------------------|------------------------|------------------------|
| <i>S. grammicus</i>  | $r = 0.52$ $P = 0.002$ | $r = 0.45$ $P = 0.003$ |
| <i>S. mucronatus</i> | $r = 0.59$ $P = 0.001$ | $r = 0.49$ $P = 0.012$ |

Cuadro 9. Resultados del análisis de correlación de Pearson entre temperaturas corporales y temperaturas del sustrato, con nivel de significancia.

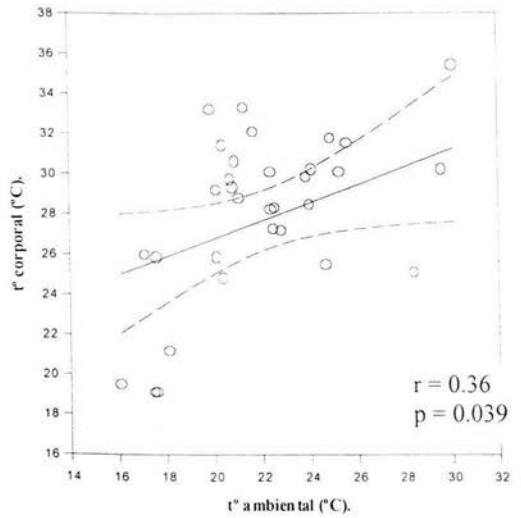
| <b>x vs. y</b>                               | <b>t</b> | <b>df</b> | <b>P</b> |
|--|----------|-----------|----------|
| <i>S. m.</i> t° Corp. h vs. s                | 0.523    | 1, 74     | 0.602    |
| <i>S. g.</i> t° Corp. h vs. s                | -0.178   | 1, 73     | 0.859    |
| Est. h. t° Corp. <i>S.g.</i> vs. <i>S.m.</i> | 0.386    | 1, 82     | 0.744    |
| Est. s. t° Corp. <i>S.g.</i> vs. <i>S.m.</i> | -0.451   | 1, 65     | 0.653    |

Cuadro 10. Se aprecian los resultados de la prueba de "t" para comprobar la existencia de diferencias significativas entre las temperaturas de los organismos entre especies y de una estación del año con respecto de la otra.

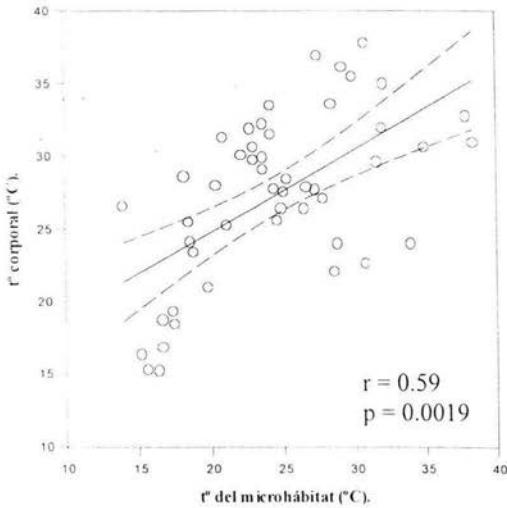
Relación de la  $t^{\circ}$  corporal y la  $t^{\circ}$  del microhábitat para *S. grammicus* en la estación húmeda (abril - octubre).



Relación entre la  $t^{\circ}$  corporal y la  $t^{\circ}$  ambiental para *S. grammicus*, en la estación húmeda (abril - octubre).



Relación entre la  $t^{\circ}$  corporal y la  $t^{\circ}$  del microhábitat para *S. mucronatus* en la estación húmeda (abril - octubre).



Relación entre la  $t^{\circ}$  corporal y la  $t^{\circ}$  ambiental para *S. mucronatus* en la estación húmeda (abril - octubre).

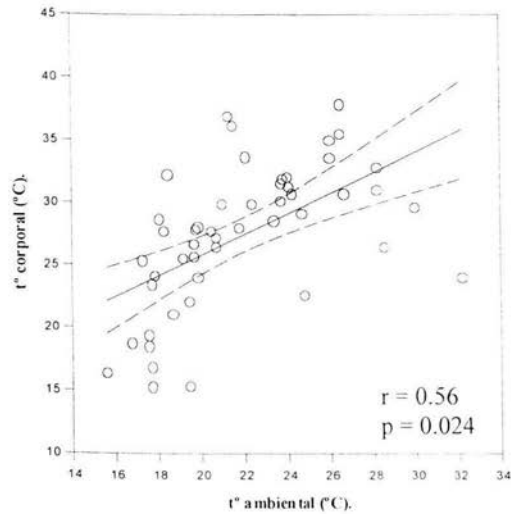
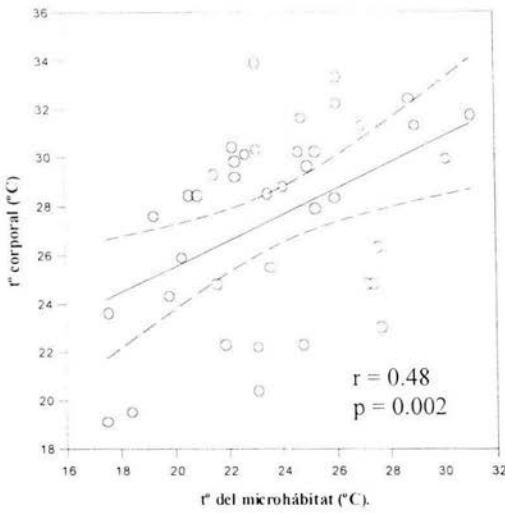
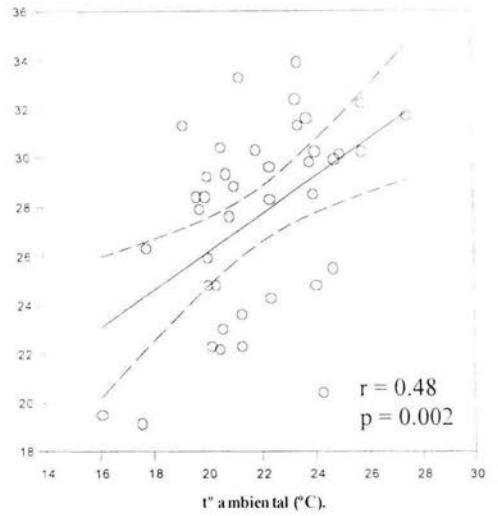


Figura 10. La pendiente en las gráficas (línea continua) muestra la relación entre la  $t^{\circ}$  corporal de *S. grammicus* y de *S. mucronatus* con la temperatura del microhábitat y del aire, las líneas punteadas representan las curvas de confiabilidad en la estación húmeda.

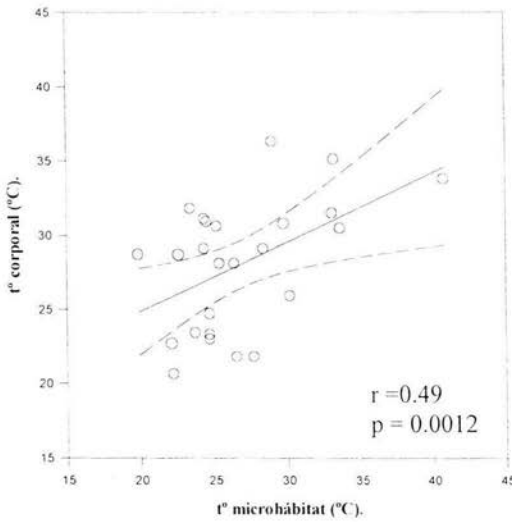
Relación entre la  $t^{\circ}$  corporal y la  $t^{\circ}$  del microhábitat para *S. grammicus*, en la estación seca (noviembre - marzo).



Relación entre la  $t^{\circ}$  corporal y la  $t^{\circ}$  ambiental para *S. grammicus*, en la estación seca (noviembre - marzo).



Relación entre la  $t^{\circ}$  corporal y la  $t^{\circ}$  del microhábitat para *S. mucronatus*, en la estación seca (noviembre - marzo).



Relación entre la  $t^{\circ}$  corporal y la  $t^{\circ}$  ambiental para *S. mucronatus*, en la estación seca (noviembre - marzo).

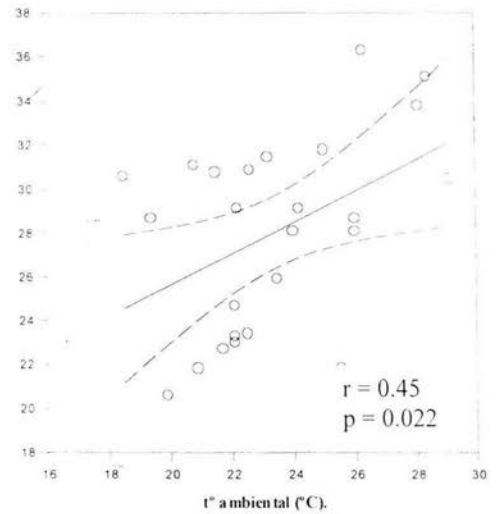


Figura 11. Se observa la relación de la temperatura corporal de *S. grammicus* y de *S. mucronatus* con la temperatura del microhábitat y del aire en la estación seca (línea continua) y curvas de confiabilidad (líneas punteadas).

IZT.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

## DISCUSIÓN

### Distribución y Amplitud de Nicho Espacio y Tiempo.

Las poblaciones de *S. grammicus* y de *S. mucronatus* que se encontraron en esta zona al parecer están bien representadas según lo observado durante este estudio; las dos especies aprovechan las modificaciones a su hábitat (construcción de bardas de roca) ocasionadas por la actividad humana, pues fue en este sitio en donde con mayor frecuencia se les pudo hallar.

En el caso de *S. grammicus* durante la estación húmeda a pesar de haberse observado en cinco microhábitats distintos, la mayor parte de los organismos se encontraron sobre el microhábitat representado por las bardas de roca acomodada, lo que seguramente influyó para que el resultado del análisis de amplitud de nicho espacial fuera bajo; esto puede explicarse por las ventajas (obtención de calor, refugio, alimento, etc.) que esta lagartija encuentra en este sitio, tomando en cuenta sus características morfológicas y sus hábitos, ya que es una lagartija pequeña de cuerpo alargado y estrecho que se distribuye con éxito en áreas de coníferas y encinares, sus poblaciones tienen altas densidades en zonas perturbadas, es además arborícola aunque no estricta, pudiendo ocupar varios tipos de microhábitats (Uribe-Peña *et al.*, 1999), esto presumiblemente a causa de su tamaño que le facilita esconderse para evadir a sus predadores y además evitar la desecación. Tenemos también que en esta zona sobre las bardas de roca acomodada tienen la posibilidad de encontrar los insectos de los que se alimenta.

Para la estación seca del año la presencia de *S. grammicus* se reduce de manera moderada, aunque sin dejar de aparecer en los mismos microhábitats que en la estación húmeda, concentrando sus actividades en la mañana que es el periodo de tiempo en donde probablemente encuentre condiciones de temperatura más favorables tal vez debido a: 1) su pequeña talla que le permite captar calor más rápidamente ya sea de las bardas de roca acomodada o de los microhábitats que reflejan menos intensamente el calor proveniente del sol, como lo son los nopales, magueyes y encinos que lagartijas con una talla corporal mayor, 2) a que según el modelo de costo y beneficio de la termorregulación en lagartijas (Huey y Slatkin, 1976), éstas pueden presentar actividad regular con temperaturas corporales cercanas a sus niveles óptimos en hábitats que representen bajos costos energéticos; este razonamiento puede ser válido también a nivel de microhábitat, pues las bardas de roca acomodada podrían ser considerados como microhábitats de bajos costos, pues al parecer ofrecen buenas condiciones a estas lagartijas para evadir predadores sin emplear demasiado esfuerzo, lo que seguramente favorece una mayor actividad tanto de machos como de hembras, las cuales en esta estación se encuentran preñadas y 3) a la necesidad de recuperar las reservas energéticas empleadas en el apareamiento a través del consumo de los insectos que se encuentren disponibles.

Por su parte *S. mucronatus* también registró un bajo índice de amplitud de nicho espacio durante la estación húmeda, posiblemente debido a la preferencia que parece tener por los microhábitats rocosos, pues como lo describe Uribe - Peña y colaboradores (1999) esta lagartija relativamente grande y robusta se distribuye en áreas que van desde los bosques

templados hasta los matorrales, ocupando afloramientos rocosos con grietas estrechas y profundas la mayor parte del tiempo. En este sitio durante la estación húmeda es común observarla sobre las bardas de roca acomodada en busca de alimento que almacenara e invertirá en actividades relacionadas con su ciclo reproductivo el cual inicia de mediados del verano al otoño según lo descrito por Méndez - De la Cruz y colaboradores (1988).

En la estación seca del año el resultado del análisis de amplitud de nicho para esta especie fue menor que el de la estación húmeda a consecuencia de que se retiran a las grietas de los afloramientos a iniciar un periodo de pausa invernal en sus actividades parecido al que presentan otras especies del género que también habitan a grandes alturas como *S. jarrovi* (Ruby, 1977) y *S. virgatus* (Rose 1981). De esta manera busca condiciones que le permitan ahorrar reservas grasas para soportar la escasez de presas en el invierno y resguardarse de sus predadores en las grietas empleando conductas que dificultan a otros animales como culebras, serpientes, aves o mamíferos medianos extraerlos de sus refugios; tales conductas van desde hinchar sus cuerpos amoldándolos a las paredes de las grietas, hasta bloquear la entrada a estas con sus colas (Cooper *et al.*, 2000), sobre todo las hembras las cuales se encuentran en su periodo de gestación (Méndez- De la Cruz *et al.*, 1988). De modo que la inactividad en este caso les aporta mayores beneficios que el mantenerse activo (Rose, 1981).

Estas dos especies convergen sobre las bardas de roca acomodada en la estación húmeda seguramente porque en estos sitios pueden encontrar en abundancia los insectos que acostumbran consumir, como lo son hormigas, abejas, avispas, y escarabajos (Manjarrez, 1992), y porque las bardas son sitios en donde encuentran muchas posibilidades de cortejarse y aparearse según lo observado en el campo, además de facilitar a las dos especies evadir a sus predadores con mayores posibilidades de éxito tal vez debido a los espacios existentes en su estructura y porque las rocas que componen estas bardas proporcionan calor a las lagartijas por medio de la conducción de este pues por su color oscuro pueden almacenarlo en buena cantidad concordando lo anterior con lo planteado por Manjarrez (1994), en donde explica que la temperatura en los reptiles puede determinar donde y cuando forrajear así como su éxito o su fracaso.

### **Solapamiento de Nicho Espacio y Tiempo.**

En la estación húmeda a causa de las lluvias abundantes y de las más favorables condiciones térmicas del ambiente se puede encontrar una gran abundancia y disponibilidad de alimento para estas lagartijas, concentrándose en puntos localizados (parches), se debe recordar que el uso de algún microhábitat esta influenciado por factores de tipo biótico (Toft, 1995). Varios de estos puntos pueden estar representados por las bardas de roca acomodada que atraen sobre todo a la especie *S. mucronatus* para alimentarse cortejarse y aparearse, pues a mediados del verano tiene lugar el inicio de su periodo reproductivo al igual que el de *S. grammicus* (Ortega, 1986 y Méndez De la Cruz *et al.*, 1988).

Tanto *S. grammicus* como *S. mucronatus* ocupan durante la estación húmeda con bastante frecuencia un mismo microhábitat a un tiempo de actividad similar con un solapamiento en el uso del espacio y del tiempo bajo como puede apreciarse en los resultados de los análisis.

ésto como resultado de la amplia disponibilidad y abundancia del recurso espacio que estos organismos usan.

En la estación seca del año, a medida que las condiciones medioambientales fueron cambiando la proporción del solapamiento entre estas dos especies en el espacio y en el tiempo se vuelve menos importante, como ya se explicó los recursos de tipo trófico son más limitados a causa del cambio en las condiciones ambientales, *S. mucronatus* empieza su periodo de letargo restringiendo fuertemente sus actividades y retirándose hacia las grietas de los afloramientos rocosos; esto obviamente produce que disminuya el grado del solapamiento en el uso del espacio y del tiempo con *S. grammicus*; este comportamiento coincide con el de algunas otra lagartijas como *Holbrookia maculata* y *Sceloporus undulatus* que están separadas en el uso del nicho espacio por la preferencia hacia distintos microhábitats en un sistema de dunas (Hager, 2001).

También coincide en algunos aspectos con el comportamiento de *Urosaurus ornatus* y *Sceloporus merriami*, en el que el primero busca otros microhábitats en donde poder forrajear en los tiempos en los que los insectos que consumen ambas especies son escasos reduciendo de esta manera el solapamiento en el nicho espacio y en el trófico con *S. merriami* (Dunham, 1980 y Huey *et al.*, 1983).

Cuando hay abundancia de presas, como es de esperarse existe un mayor grado de solapamiento en los nichos espacio y tiempo entre *S. grammicus* y *S. mucronatus*, pero este no llega a ser significativo probablemente debido a la abundancia de las bardas de roca acomodada que utilizan los organismos. También podemos observar como emplean estrategias para coexistir aún en condiciones poco propicias buscando tener los menores costos, adaptándose a su entorno en función de sus características fisiológicas y reproductivas (Vitt, 1995), es decir estableciendo una posición o un estatus dentro de la comunidad y ecosistema resultante de sus adaptaciones estructurales, respuestas fisiológicas y comportamiento específico (Odum, 1971), o más simplemente la distribución en el espacio y en el tiempo y la utilización que hacen de estos los organismos (Shoener, 1986).

De este modo tememos que las necesidades energéticas de *S. grammicus* y de *S. mucronatus* determinan en parte que estos se encuentren en un mismo espacio (bardas de roca acomodada) a un tiempo de actividad muy parecido (estación húmeda) provocando un incremento en solapamiento por el uso de estos recursos en esta estación sin ser significativo debido a su gran disponibilidad, a que se tienen tolerancia y que los tamaños de las presas difieren a causa del mismo tamaño de las especies.

### **Ciclo de Actividad y Relación con Temperaturas Corporales, del Microhábitat y del Aire.**

El ciclo de actividad diaria de *S. grammicus* y de *S. mucronatus* sufrió variaciones con el cambio de las condiciones ambientales a lo largo del día y a escala estacional. En la estación húmeda la temperatura corporal de ambos organismos no observó diferencias significativas, ni tampoco las temperaturas promedio en que se les encontró activos tanto del aire como del microhábitat que ocuparon al momento de su localización, lo cual hace pensar que seguramente ambas lagartijas prefieren un intervalo de temperatura corporal

muy parecido, en el que desarrollan mejor sus funciones fisiológicas básicas tales como la digestión, balance hídrico y metabolismo; maximizando así la eficiencia en su velocidad, captura de presas y evasión de predadores tendiendo a mantener sus temperaturas corporales dentro de ese rango específico, no obstante la variación de las temperaturas del aire y del sustrato que influyen directamente la temperatura corporal de estos organismos (Ruben, 1976, Avery, 1982, Grant, 1990, Kingsbury, 1993 y Manjarrez, 1994).

Los periodos de actividad de ambas especies fueron muy parecidos variando a lo largo del día, llegando a presentarse lapsos de tiempo en el que alguna de las dos especies se ausentaba, como *S. mucronatus* cuando la temperatura del aire era superior a los 30° C y la del microhábitat superior a los 35° C. *S. grammicus* fue observado activo en algunas ocasiones aun cuando la temperatura del aire y del microhábitat superaban los límites ya mencionados, aunque lo usual fue que se ocultara en consecuencia de éstas. Tales conductas son empleadas por ambas especies, probablemente para mantenerse dentro de su rango de funcionamiento óptimo de temperatura corporal (Avery, 1982).

Lo anterior es conseguido por estos organismos desplazándose entre los espacios que presentan cobertura vegetal, alternada con espacios soleados como lo es la superficie de las bardas de roca acomodada. Esto coincide con el comportamiento de *S. occidentalis* y *S. undulatus* estudiado por Grover (1996), en donde describe sus tácticas termorregulatorias; la primera se mueve entre las áreas soleadas y las sombras que aportan grandes árboles y arbustos; la segunda se refugia entre las sombras proyectadas por las salientes que presentan algunas rocas, evadiendo así las dos exponerse a las altas temperaturas del aire manteniendo su temperatura corporal óptima. El comportamiento de *S. occidentalis* es más parecido al de *S. grammicus*, que usa con regularidad las bardas de roca acomodada que se encuentran cerca de encinos, magueyes y nopales (microhábitats que también explota) lo cuales proveen de sombra, además de los espacios entre roca y roca que le proporcionan refugio en donde guarecerse de las altas temperaturas del aire y evitar la desecación a causa de estas, evadir predadores y además le ofrece la posibilidad de captar calor por conducción o por radiación directa del sol.

*S. mucronatus* en cambio presenta un comportamiento más parecido al de *S. undulatus*; las dos son lagartijas que por lo común se encuentran sobre rocas, en parte debido a que estas absorben la energía solar buena parte del día guardando el calor necesario para que lagartijas con una mayor talla corporal puedan calentarse más rápidamente al entrar en contacto directo con las rocas; en estos espacios también les es posible captar el calor proveniente de la radiación solar (Bauwens, *et al.* 1990).

Así las características físicas del área de estudio permiten a *S. mucronatus* desplazarse de los afloramientos rocosos a las bardas de roca acomodada, sitio en el que prefiere perchar durante la estación húmeda para alimentarse y aparearse debido a las ventajas que el uso de este microhábitat le representa como el evadir a predadores escondiéndose entre los espacios existentes entre las rocas que componen las bardas, conseguir presas más fácilmente y mantener su temperatura corporal en niveles óptimos.

El comportamiento que ha sido descrito para las dos especies concuerda con los resultados de los análisis de correlación de Pearson entre su temperatura corporal, la temperatura del



aire y la del microhábitat, mostrando una relación significativa entre estas, aunque no perfecta, lo que indica que ambos organismos captan el calor de fuentes diversas (aire y microhábitat) y que esta circunstancia, combinada con el inicio de su ciclo reproductivo y la necesidad de alimentarse, pueden determinar su presencia en algún tipo de microhábitat ya que una temperatura corporal óptima es fundamental para desarrollar correctamente sus funciones fisiológicas. Seguramente la actividad diaria de las dos especies en la estación húmeda es promovida entre otros factores, por la abundancia de los insectos que constituyen su dieta propiciada a su vez por las precipitaciones de estos meses. Estos insectos serán almacenados en forma de cuerpos grasos necesarios para poder efectuar sus funciones reproductivas que tiene lugar a principios del verano y hasta noviembre para *S. mucronatus* (Ortega, 1986), o incluso hasta diciembre para *S. grammicus* (Méndez- De la Cruz, *es al.* 1988).

En la estación seca sí se observaron variaciones en los respectivos ciclos de actividad diaria, *S. grammicus* registró periodos más constantes y con un mayor número de individuos activos, por ejemplo en el mes de noviembre fueron observadas un buen número de lagartijas de esta especie activas, pero la mayoría por la mañana, en respuesta, tal vez a que en este mes todavía tienen actividad reproductiva, como lo son el cortejo y su consecuente apareamiento (Ortega y Barbault, 1984).

En los siguientes meses disminuyó el número de individuos activos para esta especie, pero sin dejar de presentarse por las mañanas sobre todo las hembras, probablemente debido a que a estas horas las condiciones ambientales son más adecuadas para esta especie que en el resto del día, esta actividad matutina quizá se deba también a que buena parte de sus reservas grasas se invirtieron en sus procesos reproductivos y se tiene la necesidad de recuperarlos mediante el consumo de presas (Ortega, 1986). Además del gasto energético que implica el desplazarse de un lugar a otro y evadir predadores, de esta forma la energía de que dispone decrece, razón por la que le es necesario sostener periodos de actividad ocasionales, con la finalidad de conseguir alimentos que le restituyan la energía invertida en todos estos procesos, pues en el caso de las hembras es muy importante recuperar esta energía para el desarrollo de sus embriones, pues se encuentra en su periodo de gestación (Ortega y Barbault, 1984), no obstante que las condiciones ambientales se tornen adversas de un momento a otro (lluvia, nubes, corrientes de aire frío, etc.), pues esta lagartija ha desarrollado una fuerte resistencia a las bajas temperaturas, tolerando hasta  $-3^{\circ}\text{C}$  en las faldas del volcán Iztaccihuatl, estado de México (Lemos-Espinal y Ballinger, 1992).

El pequeño tamaño de *S. grammicus* también le proporciona la ventaja de poder captar el calor que necesita de diversas fuentes en un corto periodo de tiempo, como lo muestra haber encontrado relación entre la temperatura corporal de esta lagartija y la temperatura del microhábitat que ocupa en la estación seca, la cuál es menor que la registrada en la estación húmeda, pero sin dejar de existir una relación entre estas dos variables; influyendo de manera importante la temperatura del microhábitat sobre la temperatura corporal de este organismo, encontrándose además un ligero aumento en la relación entre su temperatura corporal y la temperatura ambiental con respecto a la estación húmeda, confirmando de esta manera lo anteriormente expuesto con respecto a que las características morfológicas de esta lagartija le permiten diversificar las opciones para obtener calor, ya sea por medio de la conducción de éste (rocas), o por la radiación directa del sol: esta característica también le

permite pasar desapercibida a los depredadores, y ocultarse de éstos entre los espacios existentes entre roca y roca en el caso de las bardas, o entre las fibras de las pencas secas de los nopales y magueyes y entre las fisuras en la corteza de los encinos.

Por su parte *S. mucronatus* permaneció durante la estación seca la mayor parte del tiempo dentro de las grietas en los afloramientos, siendo su actividad sobre las bardas muy escasa. a consecuencia de que estos organismos entran a un periodo de letargo invernal característico de las especies del grupo *torquatus* que habitan en zonas templadas, es decir presentan poca actividad a causa de los riesgos que corren al tener actividad son mayores que los beneficios que pueden obtener de esta, ya que debido a la ausencia de lluvias baja la disponibilidad de presas, y su búsqueda representa un gran gasto de energía, de esta manera el tener actividad representaría un incremento en la posibilidad de ser depredado y una pérdida importante de reservas grasas inherentes a la actividad como desplazarse para forrajear y evadir predadores, estas lagartijas ahorran una gran cantidad de energía al permanecer inactivas como lo demuestra un estudio realizado con *S. virgatus*, en donde se comprobó que con el gasto energético de un solo día de actividad puede sobrevivir seis días inactiva o con una actividad limitada (Rose, 1981), influyendo también en esto que las hembras se encuentran grávidas, estado que repercute en su velocidad de escape, haciéndolas más vulnerables a ser depredadas (Schwarzkoft en Vitt y Pianka, 1994).

Sin embargo se encontró que el promedio de su temperatura corporal no disminuye como podría pensarse debido a las condiciones ambientales características de esta estación y a su letargo, sino que mantuvo una temperatura similar a la temperatura de la estación húmeda, sin existir diferencias significativas entre ambas, además tenemos que el resultado de la prueba de Pearson entre la temperatura corporal de esta lagartija y la temperatura ambiental bajó, pero sin dejar de existir relación; también se observó una baja en la correlación entre la temperatura corporal de esta lagartija con la temperatura del microhábitat que ocupa, lo primero es obvio pues al permanecer por periodos de tiempo más prolongados en las grietas de los afloramientos rocosos tienen menor oportunidad de poder captar el calor proveniente del sol. El segundo dato podría parecer un tanto extraño ya que *S. mucronatus* mantiene una temperatura corporal en promedio similar a la registrada en la estación húmeda, mientras que con la temperatura del microhábitat se reduce sin dejar de estar relacionadas estas dos variables; esto puede explicarse por una parte porque ya no ocupa con regularidad la superficie de las bardas de roca acomodada y que la temperatura de éstas varía con respecto a la del interior de las grietas en las que se oculta, tomando muy posiblemente el calor necesario por medio de breves contactos con la superficie (conducción), de los afloramientos rocosos mediante desplazamientos cortos en cuanto al tiempo y limitados en cuanto a distancia (Elfström y Zucker, 1999), o tomándola del interior mismo de las grietas.

Este comportamiento en *S. mucronatus* es similar al de *U. ornatus* también en el invierno (Elfström y Zucker, 1999), coincidiendo en que al tomar el calor mediante desplazamientos cortos a la superficie de sus refugios (grietas), por breves periodos de tiempo, consigue conservar su temperatura corporal en un rango óptimo para ellos. En el caso de las hembras, posiblemente esta actividad limitada les permite invertir la energía ahorrada en el desarrollo de sus embriones aunque se ha mencionado que las altas temperaturas corporales pueden perjudicar su desarrollo (Van Damme *et al.* 1986; Andrews, 1994; y Mathies y Andrews, 1997 en Andrews, *et al.* 1999), al parecer por los promedios de temperatura

corporal para cada especie obtenidos en el campo durante este estudio posiblemente la temperatura corporal en estado de preñez similar a la temperatura corporal en estado de no-gravidez en el caso de *S. grammicus* y *S. mucronatus* pudiera no tener efectos adversos en el desarrollo embrionario.

Tenemos además que para las lagartijas de género *Sceloporus* que habitan en las zonas boscosas altas, la reproducción y el periodo de gestación es de tipo otoñal (Méndez- De la Cruz, *et al.* 1988; Guillette, 1993 y Feria *et al.*; 2001), y esto propicia en parte la baja actividad por lo que toca a las hembras, pues esta como ya se mencionó incrementaría los costos energéticos en detrimento del desarrollo de los embriones, trayendo como consecuencia un posible retardo del parto (Ruby, 1977), lo cual implica una menor oportunidad para aprovechar los beneficios de la estación húmeda afectando sus probabilidades de sobrevivencia y de llegar a la madurez sexual en el periodo reproductivo inmediato.

## CONCLUSIONES

1. *Sceloporus grammicus* explota en ambas estaciones los microhábitats disponibles de manera oportunista, aprovechando las bardas de roca acomodada y consiguiendo grandes beneficios de otros microhábitats que ocupa con regularidad, aunque en menor medida.
2. *S. mucronatus*, prefiere los microhábitats de tipo rocoso, ya que obtiene de estos las condiciones y ventajas que le permiten desarrollar adecuadamente sus funciones tanto fisiológicas como reproductivas con costos mínimos en lo relativo a gasto energético y predación.
3. Las alteraciones al hábitat causadas por la actividad humana (bardas de roca acomodada), representan sitios propicios para el desarrollo de las actividades de ambas especies, ya que son lugares abundantes que ofrecen buenas condiciones para termorregular, alimentarse, reproducirse y protegerse.
4. Existe un bajo solapamiento entre *S. grammicus* y *S. mucronatus* en el uso de los recursos espacio y tiempo en la estación húmeda y en la estación seca.
5. *S. mucronatus* propicia que el índice de solapamiento de nicho espacio se incremente levemente en la estación húmeda al desplazarse hacia las bardas de roca acomodada, para alimentarse, almacenar cuerpos grasos y reproducirse.
6. Al comenzar la estación seca, el índice de solapamiento de nicho tiempo se reduce, pues *S. mucronatus* se retira a las grietas de los afloramiento rocosos, minimizando su actividad, a causa del cambio en las condiciones ambientales, la escasez de presas y el periodo de gestación de las hembras.
7. *S. grammicus* presenta actividad durante todo el año sobre varios microhábitats, gracias a su menor tamaño, lo que le permite absorber calor más rápidamente y de diversas fuentes además le facilita poder evadir más fácilmente a depredadores.
8. El que los horarios de actividad sean parecidos en la estación húmeda no es importante debido a que estas lagartijas están separadas por el uso del espacio el cual además es abundante.
9. Durante la estación húmeda, tanto *S. grammicus* como *S. mucronatus* obtienen la mayor parte del calor necesario para desarrollar sus funciones fisiológicas de las bardas de roca acomodada por medio de la conducción de este, y en una menor medida de la radiación directa del sol (aire).

10. En la estación seca *S. grammicus* sigue obteniendo el calor de las mismas fuentes que en la estación húmeda.
11. *S. mucronatus* lo obtiene principalmente de la superficie de las grietas que ocupa complementándolo por medio de la radiación directa del sol, en las ocasiones en que se desplaza a la superficie de los afloramientos y del interior de las grietas de estos que ocupa.
12. La mayor resistencia a las bajas temperaturas, la talla reducida y el más prolongado periodo reproductivo de *S. grammicus* hacen que tenga periodos de actividad regulares en la estación seca.

## LITERATURA CITADA

- Altamirano, A.T., R.R.M. Vidal, C. R. García y D.M., Ferriz 1990. Análisis del nicho trófico y espacial de algunas especies de anfibios y reptiles de Alvarado Veracruz. Revista de Zoología ENEP Iztacala UNAM (2): 3-13.
- Andrews R.M. 1994. Activity and Thermal Biology of the Sand-Swimming Skink *Neoseps reynoldsi*: Diel and Seasonal Patterns. Copeia pp. 91-99.
- Andrews R. M., F. Méndez-De La Cruz, M. Villagrán-Santa Cruz y F. Rodríguez-Romero 1999. Field and Select Body Temperatures of the lizards *Sceloporus aeneus* and *Sceloporus bicanthalis*. Journal of Herpetology, 33 (1): pp. 93-100.
- Avery R.A., 1982. The Role of Thermoregulation in a Lizard Biology: Predatory Efficiency in a Temperate Diurnal Basker. Behav. Ecol. Sociobiol. 11: pp.261-267.
- Barbault R. et C. Grenot, 1977. Richesse spécifique et organisation spatiale du peuplement de lézards de Bolsón de Mapimí (desert de Chihuahua, Mexique). C.R. Acad. SC. Paris 284 (22): 2281-2283.
- , Grenot C. et Z. Uribe, 1978. Le partage des ressources alimentaires entre les especes de lézards du desert de Mapimí (Mexique). LA TERRE ET LA VIE, (32): 135-150.
- , R. and M.E. Maury, 1981. Ecological organization of a Chihuahuan desert lizard community. Oecologica (Berl). (51): 335-342.
- , R., A. Ortega and M.E. Maury, 1985. Food partitioning and community organization in a mountain lizard guild of Northern Mexico Oecologica (Berl). (65): 550-554.
- Bauwens D., A.M. Castilla, V.D. Raoul and R.F. Verheyen 1990. Field Body Temperatures and Thermoregulatory Behavior of the High Altitude lizard, *Lacerta bedriagae*. Journal of Herpetology, 24 (1): pp. 88-91.
- Brunning J. L., and B. Kintz 1977. Computational Handbook Statistics, 2nd. Ed. Scott Foresman and Co., Glensview Illinois, 338 pp.
- CETENAL. 1978 a. Carta topográfica 1: 50,000 Tula de Allende.
- b. Carta geológica 1: 50,000 Tula de Allende.
- c. Carta edafológica 1: 50,000 Tula de Allende.
- d. Carta de uso potencial 1: 50,000 Tula de Allende.

----- e. Carta de uso del suelo y vegetación 1: 50,000 Tula de Allende.

Creusure F.M. & W.G. Whitford, 1975. Temporal and Spatial Resource Repartition in a Chihuahuan Desert Lizard Community. Dep. Of biology, New Mexico State University. pp 121-127.

Cooper W. Jr., J.H. Van Wik, J.A. Lemos-Espinal, M. A Paulisen. And M. Flowers 2000. Lizard Antipredatory Behaviors Preventing Extraction From Crevices. *Herpetologica* 3: pp. 394-401.

Dunham A.E., 1980. Realized Niche Overlap, Resource Abundance and Intensity of Interspecific Competition. In Huey R.B., E.R. Pianka. And T.W Shoener, (eds), 1983. *Lizard Ecology, Studies of a Model Organism*, Harvard University Press, Cambridge Massachusetts, and London England, pp. 261-287.

Elfström E. O. And N. Zucker, 1999. Winter Aggregation and its Relationship to Social Status in the Tree Lizard, *Urosaurus ornatus*. *Journal of Herpetology* 33 (2): pp. 240-248.

Feria O. M., A. Nieto-Montes De Oca and I. H. Salgado-Ugarte 2001. Diet and Reproductive Biology of the Viviparous Lizard *Sceloporus torquatus torquatus* (Esquamata: Phrynosomatidae). *Journal of Herpetology* 35 (1): pp. 104- 112.

García E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koopen 4ª. Edición. Edit. EGM. México. 220 pp.

García J.S., 2001. Diagnostico Ambiental de la Comunidad de San José Deguedo, Estado de México, en Busca de Alternativas de Aprovechamiento de los Recursos Naturales. Tesis de Licenciatura, FES Iztacala, UNAM, México.

Grant B.W., 1990 Trade-offs in Activity Time and Physiological Performance for Thermoregulating Desert Lizards, *Sceloporus merriami*. *Ecology* 71: pp. 2323-2333.

González- Romero, A., A. Ortega and R. Barbault 1989. Habitat partitioning and spatial organization in a lizard community of the Sonoran Desert. México. *Amphibia-Reptilia*, 10 pp.1-11.

Grover M. C., 1996. Microhabitat Use and Thermal Ecology of Two Narrowly Simpatryc *Sceloporus* (Phrynosomatidae) Lizards. *Journal of Herpetology* 30 (2): pp. 152-160.

Guillette Jr. L.J. and F. R. Méndez-De La Cruz. 1993. The Reproductive Cycle of the viviparous Mexican Lizard *Sceloporus torquatus*. *Journal of Herpetology* 22 (2): pp. 168-174.

- Gutiérrez M.G. y T.R Sánchez. 1986. Repartición de los recursos alimenticios en la comunidad de lacertilios de Cahuacán, Edo. de México. Tesis de licenciatura. ENEP Iztacala, UNAM, México.
- Hager S. B., 2001. Microhabitat Use and Activity Patterns of *Holbrookia maculata* and *Sceloporus undulatus* at White Sands National Monument, New Mexico. *Journal of Herpetology* 35 (2): pp. 326-330.
- Huey R, B., E.R. Pianka and T. W. Shoener 1983. Lizard Ecology. Studies of a model organism. Harvard, University Press, Cambridge Massachusetts, and London England pp. 233-239.
- Huey R, B. and Slatkin M., 1976. Cost and benefits of lizard thermoregulation. *The Quarterly Review of Biology* 51 (3): pp. 363-384.
- Kingsbury A. B., 1993. Thermoregulatory Set Points of the Eurythermic Lizard *Elgaria multicarinata*. *Journal of Herpetology* 27 (3): pp. 241-247.
- Krebs C.J., 1978. Ecología, Estudio de la Distribución y Abundancia, Harla. México D.F., pp 230 y 620.
- Krohne R. T., 1998. General Ecology, Wadsworth Publishing Company, Belmont, California, pp. 343-344 y 361.
- Lemos-Espinal J. A. and R. Ballinger, 1992. Observations on the Tolerance to Freezing by the Lizard, *Sceloporus grammicus*, from Iztaccihuatl Volcano, Mexico.
- Levins R., 1968. Evolution in changing environments. Monographs in population biology. Pp 2: 1-20
- Mathies T. and R. M. Andrews 1997, Influence of pregnancy on the Thermal Biology of the Lizard, *Sceloporus Jarrovi*: Why do Pregnant Females exhibit low body temperatures? *Funct. Ecol.* 11: pp. 498-507.
- Maury M.E., 1981. Food partition of lizard communities at the Bolsón de Mapimí (México), pp119-141. IN BARBAULT R. AND HALFTER G. (EDS), ECOLOGY OF THE CHIHUAHUAN DESERT, MEXICO.
- Mautz W.J., 1976. Use of Cave Resources by Lizard Community, Section of Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca, New York 14853, pp.129-134.
- Mc. Naughton S.J., 1984. Ecología General, edit. Omega, Barcelona, España. pp.31, 216 y 398-399.
- Manjarrez J. 1992. Dieta Durante el Verano Un Una población de la Lagartija *Sceloporus torquatus torquatus*. *Bol. Soc. Herpetol. Mex* 4 (1): pp. 4-9.



- Manjarrez J. 1994. Limitación Térmica de la Actividad en Algunos Anuros y Reptiles Como una Estrategia Ecológica. *Cienci Ergo Sum* 1 (1): pp. 78-82.
- Méndez-De La Cruz F.R., L.J Guillette Jr., M. Villagrán-Santa Cruz and G. Casas-Andreu 1988. Reproductive and fat Body Cycles of the Viviparous Lizard, *Sceloporus mucronatus* (Sauria: Iguanidae). *Journal of Herpetology* 22 (1): pp. 1-12.
- Odum E. 1972. *Ecología*, tercera edición. Ed. Interamericana, México D. F. Pp 259-264.
- Ortega A., A. González-Romero et R. Barbault 1986. Rythmes journaliers d'activité et partage des ressources dans une communauté de lézards du désert de Sonora (Mexique). *REV. ECOL. (TERRE ET VIE)*. (41): pp. 355-367.
- Ortega A., 1986. Fat Body in a Montane Population of *Sceloporus grammicus*. *Journal of Herpetology* 20 (1). pp.104-108.
- Ortega A. and R Barbault 1984. Reproductive Cycle in the Mesquite Lizard *Sceloporus grammicus*. *Journal of Herpetology* 18 (2): pp. 168-175.
- Ortega A., González-Romero and R. Barbault 1992. The ecological organization or highly diverse desert lizard community in México. Pp. 207-239. In V. Sokolov, G Halffter and A. Ortega (eds). *Vertebrate ecology in arid zones of México and Asia*. MAB-Instituto de Ecología, A.C.- CIBNOR. Pp. 205.
- Ortega A., A. González-Romero and R. Barbault 1994. Structure and functioning of a desert lizard community at El Pinacate, Sonora, México. Part II. *The Herptile*, Vol 20 (2): 68-79.
- Ortega A., A. González-Romero and R Barbault. 1995. Food analysis and resource partitioning in a lizard guild of the Sonoran Desert, México. *Journal of arid Environments*, 29: 367-382.
- Pianka E. R., 1973. The structure of lizard communities, *Annu Rev. Ecol. Syst.* 4: pp. 53-74.
- Pianka E.R., 2000. *Evolutionary Ecology Sixth Edition*, Addison Wesley Educational Publishers, San Francisco California, pp. 238-239.
- Rose B. 1981. Factors Affecting Activity in *Sceloporus virgatus*. *Ecology* 62 (3): pp. 706-716.
- Ruben J. A. 1976. Reduced Nocturnal Heat Loss Associated With Ground Litter Burrowing by the California Red- Sided Garter Snake *Thamnophis sdirtalis infernalis*. *Herpetologica* 32 (3): pp. 323-325.

Ruby D. E. 1977. Winter Activity In Yarrow's Spiny Lizard, *Sceloporus jarrovi*. *Herpetologica* 33: pp. 322-333.

Rzedowski J., 1981. Vegetación de México. Edit. Limusa, México 215 – 235 pp.

Síntesis Geográfica del Estado de México, 1981. S.P.P. Coordinación General de los Servicios Generales de Estadística Geografía e Informática. México D.F. 13 – 48 pp.

Shoener T. W., 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science* (185): 27-39 pp.

Shoener T.W. 1986. In Kikkawa J. And Anderson D.J., (Eds). *Resource Partition*, Blackwell Scientific Publications, Melbourne, pp. 91-126.

Smith H., and E. Taylor, 1966. *Herpetology of México Annotated Checklist and Keys to the Amphibians and Reptiles*. Erick Lundberg. Asthom, Maryland, USA, pp 121-123.

S.P.P., 1981 a. Carta Estatal de fenómenos Climatológicos, 1:500,000.

----- b. Carta Estatal Hidrológica Superficial, 1:500,000.

----- c. Carta Estatal Hidrológica subterránea, 1:500,000.

----- d. Carta Estatal de Regionalización Fisiográfica, 1.500,000.

----- e. Carta Estatal de Vegetación y Uso Actual, 1:500,000.

Toft C. .A., 1985. Resource partitioning in amphibians and reptiles. *Copeia* 1985: pp. 1-21.

Uribe-Peña Z., A. Ramirez-Bautista y G. Casas-Adreu, 1999. Anfibios y Reptiles de las Serranías de Distrito Federal, México. Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Cuadernos (32): pp 46 – 51.

Van Damme R., D. Bauwens and R.F. Verheyen. 1986. Select Body Temperatures in the Lizard *Lacerta vivipara*: Variation Within and Between populations. *J.Thermal Biol.* 11: 219-222.

Vitt L. J. 1995. The Ecology of Tropical Lizards in the Caatinga (of Northeast Brazil), Occasional Papers of the Oklahoma, Norman, Oklahoma. (1): 1-29.

Vitt L. J. and E. R. Pianka 1994. *Lizard Ecology Historical and Experimental perspectives*, by Princeton University Press. United States of America. Pp 7-29.

Wiens J.A., 1977, On competition and variable environments. *Amer. Sci.* (65): 59-597

Zug G.R., 1993. *Herpetology and Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*, Academic Press, San Diego California, pp 230-309.