



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

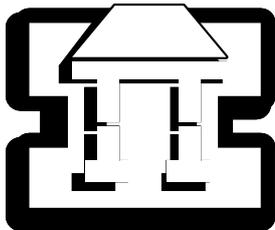
---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA**

**ECOLOGÍA DEL CRECIMIENTO CORPORAL DE  
UNA POBLACIÓN DE *Sceloporus grammicus*  
DEL CERRO DEL AJUSCO, D. F.**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**B I Ó L O G O**  
P R E S E N T A :  
**ORTIZ BAÑOS ISRAEL ALEJANDRO**



**ASESOR:  
M. EN C. FELIPE CORREA SANCHEZ**

**LOS REYES IZTACALA, ESTADO. DE MEXICO**

**2007**



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.**

Este trabajo se lo dedico especialmente a mis padres Ing. Edmundo Ortiz Osorio y Maria de Los Angeles Baños Huerta por darme su cariño y comprensión durante los momentos buenos y malos de mi vida, a mis hermanos Ernesto y Marisol por darme su apoyo en todo momento, a mis sobrinos Zelig y Zoet, Vania y Vanesa a mis tías Maura, Luisa, Mati, Maria, Ofelia, Leticia, Patricia, Maragarita, a mis primos Claudia, David, Paúl, Diana, Karim “hermano” Gisela, Alberto y a todos mis tíos.

Dedico este trabajo a mis abuelitas Aurora y Esperanza que donde quiera que estén siempre van a estar en mi corazón

## **AGRADECIMIENTOS.**

Mi agradecimiento a mi master y sensei M. en C. Felipe Correa Sánchez por haberme dado su apoyo y experiencia durante toda la realización del proyecto tanto en la etapa de campo como en la interpretación de los datos y sobre todo por haberme brindado su amistad, deseo además expresar mi agradecimiento a las siguientes personas.

Al Biol. Ramón Isaac Rojas González por su apoyo en la aplicación de algunos modelos matemáticos y comentarios para el proyecto.

A los Biols. Beatriz Rubio Morales, Tomas Villamar Duque, al M. en C. Rodolfo Garcia Collazo y al Dr. Sergio Chazado Olvera por ser revisores de este trabajo y por sus comentarios y sugerencias.

Al Biol. Raúl Rivera y al MVZ Librado Cordero por darme su amistad y su apoyo.

A mis amigos: Gabriel, Verónica, Minerva, Roberto (Chibevo), Susana, Leti, Diana, Ricardo, Oscar, Roberto, Horacio, Ernesto, Alejandro, Diana, Gaby, Marcos, las niñas, Cesar, Marisela, Luisa, Araceli, Roberto, Ander, Araceli, Israel, Lupita y a toda la banda del Vivario.

## ÍNDICE.

<b>Resumen</b>	<b>5</b>
<b>Introducción</b>	<b>6</b>
<b>Antecedentes</b>	<b>9</b>
<b>Marco teórico</b>	<b>11</b>
<b>Objetivos</b>	<b>14</b>
<b>Área de estudio</b>	<b>15</b>
<b>Mapa del área de estudio</b>	<b>16</b>
<b>Métodos</b>	<b>18</b>
<b>Estadísticos</b>	<b>19</b>
<b>Resultados</b>	<b>21</b>
<b>Discusión</b>	<b>25</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>32</b>
<b>Literatura citada</b>	<b>33</b>

## **RESUMEN.**

El crecimiento corporal es considerado como una característica importante dentro de las estrategias de cualquier organismo por su relación con factores como la temperatura, precipitación, uso de energía para la reproducción, edad, y talla a la madurez. El presente trabajo tiene como objetivos evaluar el crecimiento corporal de la lagartija *Sceloporus grammicus* en un bosque de pinos en el Ajusco, D. F. México; y su posible relación con los siguientes parámetros ambientales: precipitación, temperatura y disponibilidad de alimento. Se realizaron visitas mensuales a la zona de estudio, para capturar las lagartijas se usó una caña de pescar con una asada, posteriormente se les midió la LHC con una regla transparente de plástico y se pesaron con una pesola. Se marcaron a los organismos mediante ectomización de falanges. Los resultados demuestran que existe una correlación negativa entre la tasa de crecimiento y la talla corporal de las lagartijas de forma que los ejemplares más pequeños presentan tasas de crecimiento más altas. Se encontró que el tamaño promedio de las crías al nacer es de 21.5 mm. Por medio del modelo de crecimiento de Von-Bertalanffy que relaciona la talla con la edad, se encontró que la edad promedio a la que estas lagartijas alcanzan la talla a la madurez (50.0 mm) es de 106 días y que el tamaño promedio al que dejan de crecer es de (51.6 mm), alcanzándolo a la edad de 286 días. La tasa de crecimiento promedio en la población fue de 0.448mm/día. Por medio de una correlación múltiple se encontró que aparentemente no existe relación entre la tasa de crecimiento corporal con la temperatura, fotoperíodo, precipitación, y la disponibilidad de alimento.

Palabras clave: Crecimiento corporal, *Sceloporus grammicus*, Talla y edad a la madurez, La Cantimplora.

## INTRODUCCIÓN.

El crecimiento es una de las características de historias de vida importantes y necesarias para la maximización de la adecuación, debido a que puede afectar la talla y edad a la primera reproducción (Stearns, 1992). En los últimos años, el estudio de las historias de vida ha cobrado fuerza y se ha enfocado a la atención de los estudios sobre tendencias poblacionales y evolutivas de una gran cantidad de especies de lacertilios. Sin embargo, los datos que intentan probar las variaciones de las características de historias de vida tales como la supervivencia, la fecundidad, el tamaño y el crecimiento corporal de los individuos en relación con algunos parámetros poblacionales básicos resultan inadecuados e insuficientes por la escasez de estudios de las historias de vida de las diferentes poblaciones comprendidas en una extensa distribución geográfica (Gadsen y Aguirre 1993). Aunque hasta el momento se ha trabajado con varios grupos de lagartijas, preferentemente con el género *Sceloporus*, sigue siendo poco lo que se conoce acerca de las historias de vida de muchos grupos de este género (Dunham y Miles 1985). Por lo que estos estudios permiten desarrollar hipótesis acerca de los factores que influyen en la evolución de las historias de vida (Van Devender 1978).

Los estudios sobre historias de vida en lagartijas se han incrementado considerablemente, debido a que uno de los objetivos de conocer algunos de los atributos de historias de vida es comprender como la selección natural y el medio en que se encuentran va moldeando las características del ciclo de vida de estos organismos, lo que hace que respondan de una manera particular a las condiciones propias del ambiente en el que se desarrollan (Ballinger 1983). Por ejemplo, es lógico pensar que la tasa de

crecimiento puede no ser de forma continua en algunas poblaciones debido posiblemente a que muchas especies que habitan en ambientes estacionales pueden presentar un crecimiento corporal diferencial durante la temporada favorable o desfavorable de cada año (Lemos-Espinal *et al.*, 2003), lo cual por lo general se encuentra estrechamente relacionado con las variables ambientales locales. En este contexto el crecimiento corporal puede ser considerado como una característica importante dentro de la historia de vida de cualquier organismo por su relación con factores como el uso de energía para la reproducción, la edad, la talla a la madurez sexual y la temperatura debido a que pueda afectar la digestión de los alimentos (Lemos-Espinal y Ballinger 1995).

Algunos aspectos del crecimiento corporal pueden estar determinados genéticamente, mientras que otros pueden estar influenciados por el ambiente, por ejemplo en lagartijas se dice que la tasa de crecimiento corporal puede variar entre especies y entre poblaciones de la misma especie, y se ha propuesto que esta variación puede ser debida al sexo, disponibilidad de alimento, precipitación, temperatura ambiental y a la altitud o elevación a la que se encuentran (Andrews 1976; Stamps y Tanaka 1981; Van Devender 1978; Lemos-Espinal 1995). En experimentos con trasplante recíproco, Niewiarowski y Roosenburg 1993 presentaron evidencia de que las diferencias íterpoblacionales en la tasa de crecimiento corporal en la lagartija *Sceloporus undulatus* pueden ser atribuidas a la variabilidad morfológica, plasticidad fenotípica y a la divergencia genética que existe entre las poblaciones de estos organismos.

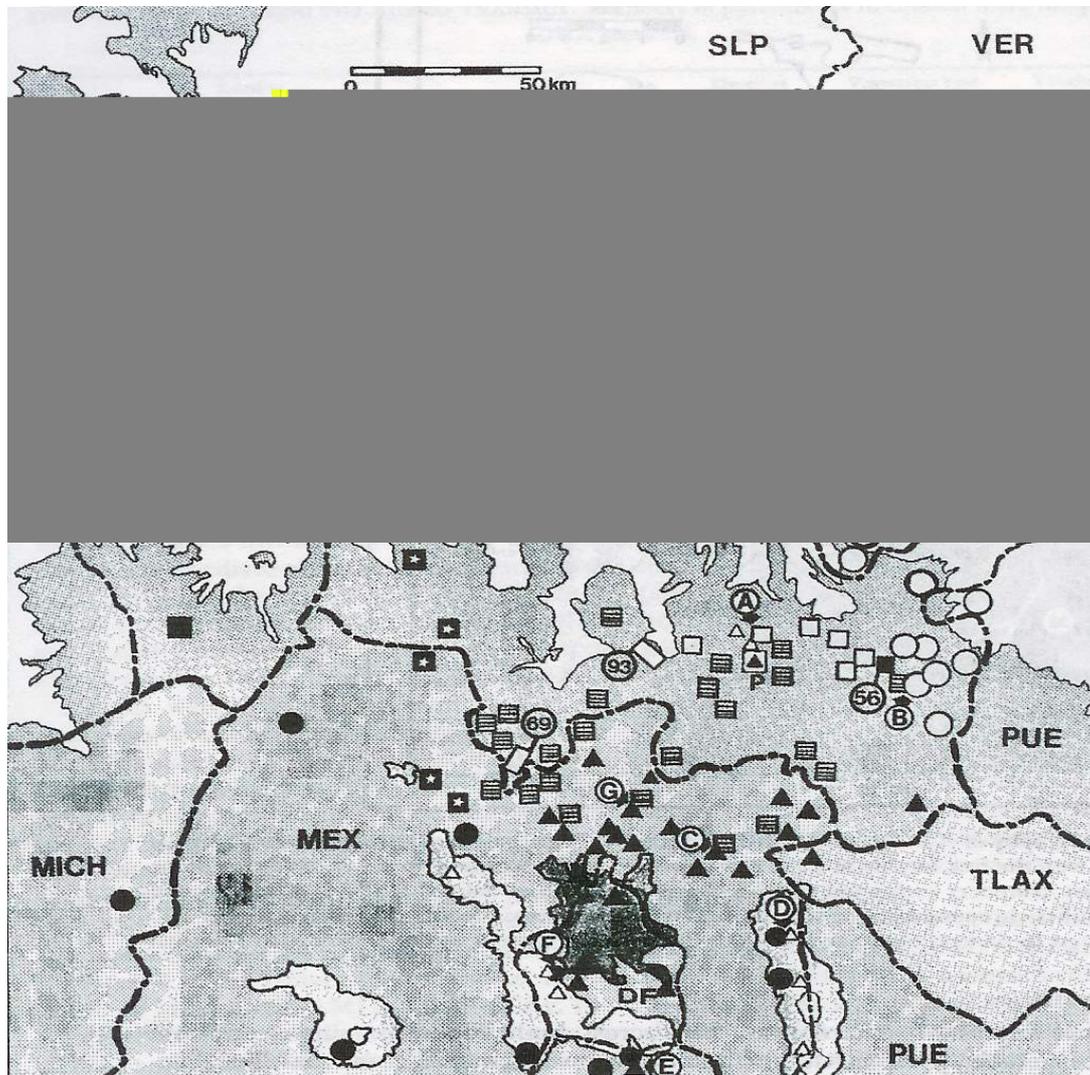
En este sentido al buscar la relación entre la variación de las condiciones ambientales y la variación de las tasas de crecimiento corporal dentro de las poblaciones, se apoya la

idea de que los factores ambientales mencionados anteriormente pueden ser considerados como factores que pueden estar relacionados con la ecología del crecimiento corporal.

## ANTECEDENTES.

*Sceloporus grammicus* es una lagartija vivípara de tamaño mediano (49.3 – 54.0 mm), se distribuye en la parte central de México, desde el Istmo de Tehuantepec hasta al Sur de Texas en altitudes bajas como en el Valle de Río Grande del sur de Texas, intermedias como los bosques de pinos, altiplanicie mexicana y en los picos volcánicos de México central, se puede encontrar en altitudes de hasta 3400 msnm. *S. grammicus* vive en asociaciones vegetales como encinares, tocones, árboles caídos, grietas y sobre rocas. Su alimentación consiste principalmente de artrópodos, el tamaño de la camada va de tres a siete crías ( Lara 1983; Sites *et al.*, 1987; Uribe-Peña *et al.*, 1999).

Estudios de DNA de estas lagartijas, revelan que el complejo *grammicus* presenta de seis a siete distintas razas cromosómicas ó citotipos.( Sites *et al.*; 1987), entre las cuales se pueden mencionar a la raza estándar, F6, F5, F6+5, FM1, FM2. Estas están distribuidas en los estados de Oaxaca, Chihuahua, Michoacán, Morelos, Toluca, D. F., y Estado de México (Figura 1). Para el estudio de este trabajo se seleccionó al morfo estándar que se encuentra involucrado en el complejo *grammicus* (Sites *et al.*, 1987). Esta raza se distribuye en varios estados de la Republica (Figura 1). La población estudiada se encuentra localizada en el Valle de la Cantimplora en el cerro del Ajusco México D. F.



**Figura 1.** Presenta el rango de distribución de seis razas cromosómicas del complejo *Grammicus*. Triángulos sólidos = raza estándar, triángulos blancos = raza alta, círculos negros = F6, círculos blancos = FM3, cuadros con la estrella en su interior = FM1, y los cuadros techados = FM2. Los círculos con número indican sitios de razas dudosas. Círculos con letra zonas híbridas (Tomado de Arévalo *et al.*, 1991).

## MARCO TEÓRICO.

El conocimiento sobre las diferentes especies de reptiles se ha incrementado sustancialmente a partir de los trabajos de Tinkle, 1969 y Tinkle *et al.*, (1970), involucrando numerosos estudios sobre las características de historias de vida (conjunto de eventos que ocurren a través del tiempo en una población dada) en las que se implican aspectos como tamaño de la camada, madurez sexual, sobrevivencia (Dunham *et al.*, 1988), y como la variación de las historias de vida se ha visto influenciada por factores ambientales, filogenéticos y ecológicos. Así el estudio de aspectos como el crecimiento, ha permitido entender la influencia de varios factores involucrados directamente como la temperatura (Marion, 1982; Mkinney y Marion, 1985; Porter, 1996), precipitación (Ballinger, 1977 y Benabib, 1994), el fotoperiodo (Girons, 1982) y el alimento disponible (Ballinger, 1977).

En las últimas décadas se han realizado investigaciones para tratar de conocer la variación en las tasas de crecimiento especialmente en gradientes ambientales (variación geográfica dentro de poblaciones o especies), los cuales han recibido una atención mayor en algunos estudios, como el continuo rápido-lento de historias de vida en lagartijas Charnov y Berrigan (1991).

En estudios demográficos poblacionales de lagartijas, las variaciones del crecimiento están fuertemente influenciadas por factores ecológicos próximos (temperatura, precipitación, alimento y fotoperiodo) que pueden acelerar o disminuir las tasas de crecimiento (Tinkle, 1972; Tinkle y Dunham, 1986), así como la densidad poblacional y depredación (Ferguson, 1980).

En trabajos realizados con la lagartija *Anolis aeneus*, se ha observado que existe una relación entre la disponibilidad de agua y de alimento con el crecimiento corporal. En la época en que escasean los recursos el crecimiento se ve reducido hasta un 67%, y cuando ambos factores no escasean el crecimiento aumenta hasta un 85% (Stamps y Tanaka, 1981).

Gadsen y Aguirre (1993) en un estudio con una población de hembras de *Sceloporus undulatus* durante cuatro años en la Reserva de la Biosfera de Mapimi, encontraron que estas hembras requirieron de un año para alcanzar su madurez sexual y que pueden llegar a vivir hasta tres años en donde las crías nacen a finales de Junio a una talla de 31mm. Así mismo, Gadsen *et al* (2001) estudiaron la tasa de crecimiento corporal en dos especies de lagartija, *Uma inornata* y *Uma notata*, encontrando que las hembras requirieron de siete meses para alcanzar la madurez sexual y los machos hasta diez meses.

En dos poblaciones de *Sceloporus grammicus* localizadas a altitudes diferentes Lemos-Espinal y Ballinger (1995), encontraron que la tasa de crecimiento está en función de factores como la cantidad de agua y disponibilidad de alimento, además hallaron que no había diferencias significativas entre una y otra población.

Lemos-Espinal *et al* (2003), encontraron que en la lagartija *Xenosaurus newmanorum* la tasa de crecimiento corporal puede cambiar en relación con la época del año, siendo más alta en la época húmeda. Además encontraron que las tasas de crecimiento corporal entre machos y hembras no fueron estadísticamente diferentes, atribuyendo lo anterior a que posiblemente los machos aprovechen de forma diferente los recursos, ya sea canalizando mayor energía a la reproducción que al crecimiento respecto a las hembras.

Estudios realizados sobre la dinámica y la composición de las poblaciones de *Uma parapygas* en la reserva de la biosfera de Mapimi, Durango, han demostrado mediante la evaluación de varios parámetros, entre los cuales se encuentra la tasa de crecimiento corporal, que los machos crecen en promedio 0.12 mm/día y las hembras 0.11 mm/día, siendo las tasas de crecimiento mayores en edades tempranas (Castañeda *et al.*, 2003).

## **OBJETIVO GENERAL.**

-Analizar la ecología del crecimiento corporal de una población de *Sceloporus grammicus* en el Valle de La Cantimplora, Cerro del Ajusco, México, D.F.

## **OBJETIVOS PARTICULARES.**

1.-Evaluar la tasa de crecimiento corporal diaria de hembras y machos de *Sceloporus grammicus*.

2.-Comparar el crecimiento corporal entre machos y hembras.

3.-Utilizar el modelo de crecimiento de Von-Bertalanffy para establecer la talla y la edad de los machos y hembras a la madures.

4.-Comparar la tasa de crecimiento en la época de lluvias con respecto a la de secas.

5.-Evaluar el grado de correlación del crecimiento corporal con las variables ambientales de temperatura, precipitación, disponibilidad de alimento y el fotoperíodo.

## ÁREA DE ESTUDIO.

El Valle de La Cantimplora se encuentra situado en el Cerro del Ajusco, al sur de la Ciudad de México entre  $99^{\circ} 19' 19''$  longitud oeste y los  $19^{\circ} 11' 2''$  latitud norte a una altitud de 3090 msnm, (Figura 2). ([www.delegaciontlalpan.gob.mx](http://www.delegaciontlalpan.gob.mx) 2001)

El clima se subdivide en una zona templada con verano fresco y largo con lluvias en la misma estación comprende áreas que fluctúan entre los 2800 y 3500 msnm. Una zona templada con lluvias en verano frío y corto en el cual son frecuentes las nevadas invernales. La precipitación mas alta se da en los meses de junio, julio y agosto; la mas baja de octubre a marzo. Observándose temperaturas elevadas en los meses de abril a junio (Figura 3). ([www.delegaciontlalpan.gob.mx](http://www.delegaciontlalpan.gob.mx), 2001)

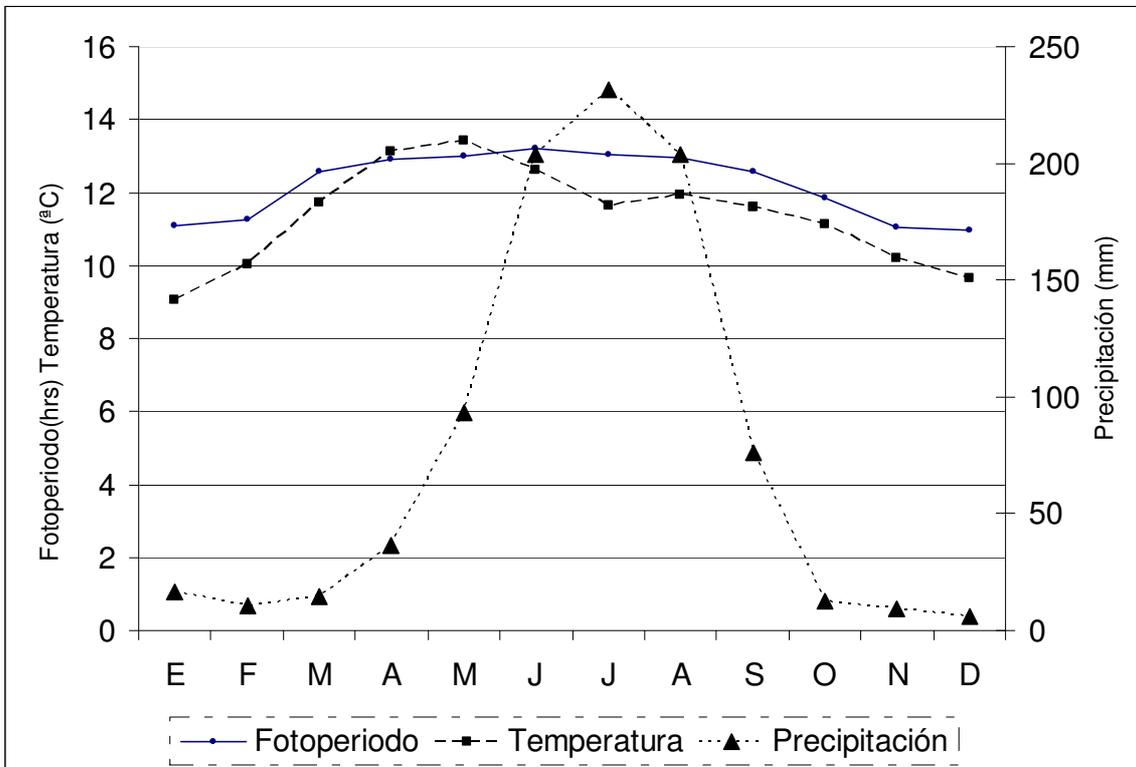
El tipo de vegetación corresponde al de bosque mixto de diferentes pinos (*Pinus hartwegi*, *Pinus montezumae* y *Abies religiosa*), zacatonal (*Mullebergia macruora*) y la fauna que se observa: conejos (*Oryctolagus* sp), ardillas (*Sciurus* sp), sacatuche ó teporingo (*Romerolagus diazi*), mapaches (*Procyon loctor*), serpiente de cascabel (*Crotalus triseriatus*) y lagartijas (*Sceloporus aneus*, *S. bicanthalis*, *S. mucronatus*) (Badillo, 1985).

El tipo de suelo presenta variaciones del color y textura de un lugar a otro, los hay de color café y texturas livianas derivadas de las andesitas, siendo las más frías de octubre a , otros son de color negro muy oscuro originados a partir de cenizas volcánicas, estos últimos se

localizan en altitudes por arriba de los 3000 msnm, suelos someros en donde la roca madre aflora y es rico en materia orgánica (Badillo, 1985)



**Figura 2.** Zona de estudio



**Figura 3.** Climograma de la zona de estudio, La Cantimplora, México, D.F. (los datos que se muestran en la figura son el promedio de 27 años de temperatura y precipitación proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (CNA).

## **MÉTODOS.**

Se realizaron visitas mensuales a la zona de estudio durante 12 meses en el periodo de Septiembre de 2003 a Marzo de 2005 , la cual comprendió un cuadrante de 4000m<sup>2</sup>. El área fue delimitada mediante la colocación de listones de color naranja con una separación de 15 m alrededor de la parcela. Para la captura de las lagartijas que se encontraron sobre troncos, tocones y rocas poco accesibles se utilizo una caña de pescar con una asada en la punta y los demás se capturaron con la mano.

Para poder diferenciarlos, se usó la técnica de marcado mediante la ectomización de falanges. Para cada lagartija capturada se registraron los siguientes datos: fecha, longitud hocico-cloaca (LHC mm), la cual se midió con una regla transparente (0.1mm). El peso corporal se obtuvo con la ayuda de una pesola (0.1g)

El sexo fue determinado por medio de la presencia o ausencia de escamas preanales y poros femorales, debido a que estas características solo las presentan los machos. En hembras se observó presencia o ausencia de embriones por medio de palpación en el vientre detectando de esta forma a las hembras preñadas. Las hembras gestantes se transportaron al laboratorio (Vivario), manteniéndolas en el área de cuarentena en encierros de plástico con periódico como sustrato con recipientes para agua y alimento (gusanos de seda), hasta el momento del nacimiento de las crías. Lo anterior con la intención de conocer la talla y el peso de las crías al nacer. Posteriormente las lagartijas y crías fueron liberadas en la zona de recolecta. La disponibilidad de alimento en el ambiente

se evaluó mediante la colocación de trampas adhesivas de 10cm x 10cm al azar con una distancia de 2 a 3m entre cada trampa. A los artrópodos colectados mediante este método, se les midió el volumen al punto más cercano mediante la utilización de una probeta volumétrica de 10 ml. Lo anterior con la intención de ver si se correlaciona el volumen de insectos por mes con la tasa de crecimiento.

Los datos climáticos y meteorológicos (precipitación y temperatura) fueron proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (CNA). Los del fotoperíodo se obtuvieron del Astronomical Almanac 1984. (Figura 3).

## **ESTADÍSTICOS.**

Para conocer la tasa de crecimiento (TC) de cada lagartija, se tomaron los datos de la primera y segunda recaptura del mismo organismo, quedando la ecuación como sigue:

$$TC = (LHC_1 - LHC_0) / \text{Número de días.}$$

Donde:

TC = Tasa de crecimiento.

$LHC_1$  = talla final.

$LHC_0$  = talla inicial.

Con esto se determinó la tasa de crecimiento mensual y por día, utilizando la ecuación referida en Lemos (2000) y Lemos, *et al*, (2005).

Con los datos anteriores, se realizó una correlación de Pearson para observar la relación de la tasa de crecimiento respecto a la talla.

Se utilizó el modelo de Von-Bertalanffy (1957) para conocer la talla y la edad a la que las lagartijas alcanzan la madurez sexual.

$(LHC = LHC \max (1 - ke^{-bt});$  donde:

LHC = Longitud hocico cloaca

LHC max = Longitud hocico cloaca máxima o asíntota alcanzada

Lo = Talla mínima al nacer

ke =  $K \cdot 2.718281$  (constante)

k =  $Lo / L$  infinita

L = talla a la que las lagartijas dejan de crecer ( $L = a/b$ )

a = Tasa inicial de crecimiento (corte al eje de las y's)

b=Pendiente de la recta

t= Tiempo

La base de datos se trabajo en Excel 2003.

Se aplicó un Análisis de Covarianza (ANCOVA) utilizando a la LHC como covariable, para conocer si existían diferencias significativas de la tasa de crecimiento entre hembras y machos sexualmente maduros.

Se comparó la tasa de crecimiento durante la época seca (octubre a marzo) y la de lluvias (mayo a septiembre), mediante una prueba Man-Whitney de suma de rangos. Para conocer la relación de la tasa de crecimiento con las variables ambientales (precipitación, disponibilidad de alimento, temperatura y fotoperiodo), se aplicaron correlaciones producto-momento de Pearson.

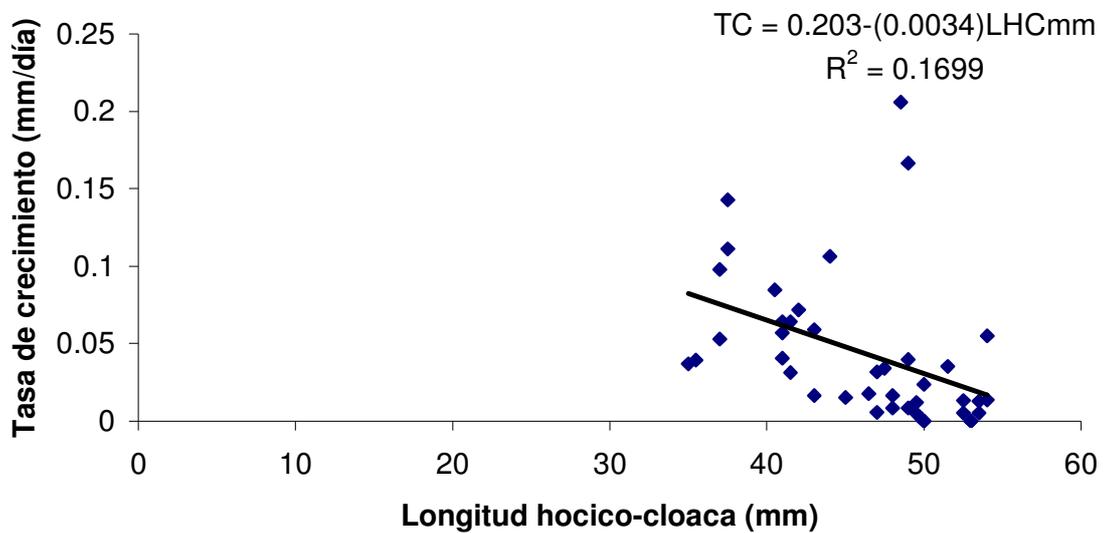
## RESULTADOS.

La LHC promedio de la población de hembras (n = 13) y machos (n = 15) sexualmente maduras de lagartijas de *Sceloporus grammicus* de este estudio fue de  $50.214 \pm 0.49$  mm (n = 28), no existiendo diferencias significativas en la LHC entre ambos sexos,  $t = -1.054$ , g.l. = 26,  $P = 0.301$ ).

La tasa de crecimiento teórico de las crías de *S. grammicus* al nacer, fue de 0.203 mm/día, la cual disminuye a una velocidad de 0.0034 mm/día conforme el organismo va creciendo (Grafica 4).

La tasa de crecimiento promedio medida para los organismos recién nacidos fue de  $0.0801 \pm 0.01$  mm/día, que es mas alta a la de los adultos que ya han alcanzado la asintota, en los cuales se les registró una tasa de crecimiento promedio de  $0.0104 \pm 1.67$  mm/día, lo que indica que ya casi no crecen a una LHC media de  $53.33 \pm 0.27$  mm (Figura 4).

Para la evaluación de la tasa de crecimiento, se tomaron en cuenta a 41 recapturas de lagartijas de todas las clases de edad, sin distinción de género. Así, la tasa de crecimiento promedio para la población en general fue de  $0.048 \pm 0.007$  mm/día (intervalos: 0.0049 a 0.205 mm/día; N = 41. La TC mensual fue de 1.44 mm.



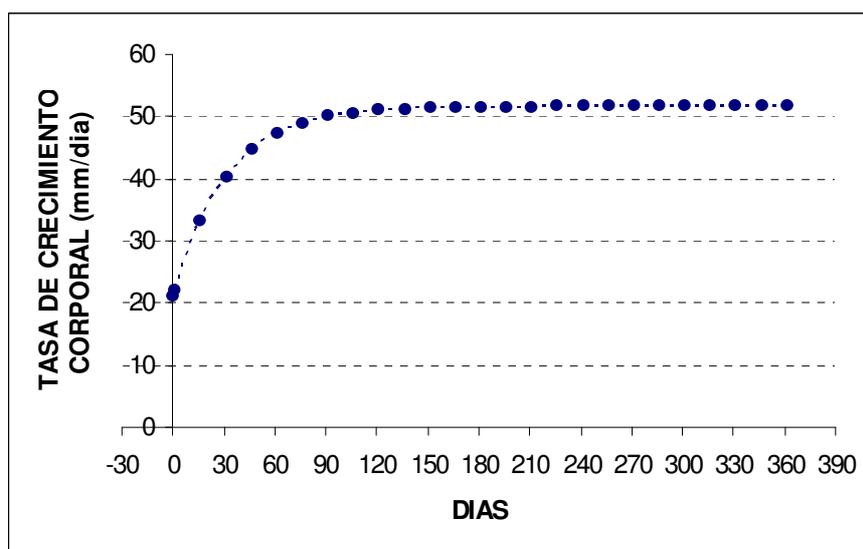
**Figura 4.** Grafico que muestra la relación de la tasa de crecimiento promedio por día con la LHC en la población de *Sceloporus grammicus*.

El índice de correlación de Pearson reveló una relación negativa y significativa ( $R^2 = -0.412$ ,  $P = 0.007$ ,  $N = 41$ ) entre las tasas de crecimiento y la talla corporal de las lagartijas *Sceloporus grammicus*, de forma que los ejemplares de talla menor exhiben tasas mayores de crecimiento (Figura 4).

El análisis de covarianza no mostró diferencias estadísticamente significativas ( $R^2 = 0.086$ ,  $P = 0.247$ .) entre las tasas de crecimiento de hembras y machos de la población. Al no existir diferencias entre las TC de hembras y machos los datos se procesaron en conjunto para el análisis en la ecuación de Von Bertalanffy.

De acuerdo al modelo de crecimiento de Von-Bertalanffy; que relaciona la talla con la edad, se observó que la edad promedio a la que las lagartijas de esta población alcanzan la talla a la madurez (50mm) es de 106 días y el tamaño promedio al cual dejan de crecer es de  $51.6 \pm 1$  mm, que alcanzan a la edad de 286 días donde la curva se vuelve una asíntota (Figura 5).

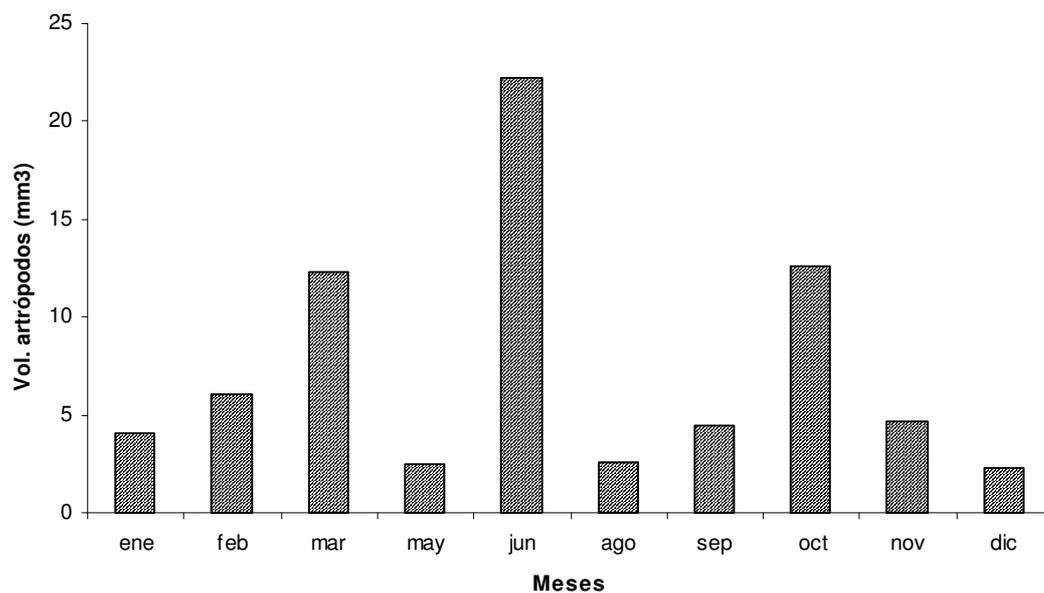
De dos partos que se obtuvieron, el tamaño de las crías al nacer (n=6) de las hembras que se mantuvieron en el laboratorio fue de 21mm (Intervalo 20-22mm).



**Figura 5.** Gráfico de crecimiento de Von-Bertalanffy que muestra la relación entre la talla y la edad a la madurez sexual en *S. grammicus* de la Cantimplora.

La prueba de Man-Whitney, no mostró diferencias estadísticamente significativas en la tasa de crecimiento entre la época de secas (n = 10) respecto a la de lluvias (n = 7);  $T = 79.000$ ,  $n_p = 7$ ,  $n_g = 10$ ),  $P = 0.13$ .

Respecto a la disponibilidad de alimento presente en la zona de estudio, en la figura 6, se muestra el volumen (mm) obtenido por mes de los artrópodos colectados en las trampas adhesivas.



**Figura. 6.** Muestra el volumen (mm<sup>3</sup>) de la disponibilidad de artrópodos por mes en la zona de estudio.

La correlación de Pearson no mostró relación de la TC con las variables ambientales analizadas (temperatura;  $R^2 = 0.02$ ,  $P = 0.31$ ,  $N = 41$ ; fotoperíodo;  $R^2 = 0.03$ ,  $P = 0.27$ ,  $N = 41$ ; precipitación;  $R^2 = 0.003$ ,  $P = 0.72$ ,  $N = 41$ ), ni con la disponibilidad de alimento,  $R^2 = 0.01$ ,  $P > 0.05$ ,  $N = 29$ .

## DISCUSIÓN.

La diferencia en las tasas de crecimiento (mayor en crías) en esta población, sugiere que la asignación de recursos energéticos obtenidos puede ser canalizados a un rápido crecimiento, contrario a las lagartijas que han alcanzado una asíntota (talla adulta) en donde el crecimiento se ve disminuido, lo que puede estar indicando que la asignación de energía pueda ser dirigida a la reproducción (Lewis, 1986), renovación somática y a la competencia por los recursos (Ramírez-Bautista, 1995; Gotthard, 2001; Lemos-Espinal *et al.*, 2003).

En el presente estudio, el crecimiento disminuyó conforme el organismo aumenta de tamaño, siendo igual en machos y hembras. Lo que coincide con lo observado en varias especies de *Sceloporus* (Ortega-Rubio *et al.*, 1999), en *Uma parapygas*, en la que se observó que la tasa diaria de crecimiento corporal fue mayor en las crías que en adultos, tasa que disminuye gradualmente conforme aumenta la edad (Castañeda-Gaytan *et al.*, 2003; Gadsen *et al.*, 2001).

El crecimiento corporal de lagartijas puede estar influenciado por el tipo de ambiente térmico (Niewiarowski y Roosenburg 1993), pudiendo ser menor en sitios templados respecto a tropicales (Benabib, 1994). En *Sceloporus undulatus*, se observa una tasa de crecimiento más acelerada en etapas juveniles (0.32-.35mm/día) respecto a los adultos, la cual es mayor a los datos de la TC de la presente población  $0.080\pm 0.01$  mm/día, lo que puede ser debido a las bajas de temperatura del lugar disminuyendo la tasa metabólica y por lo tanto pudiendo tener efecto en la tasa de crecimiento (Ferguson y Brockman 1980;

Lemos-Espinal y Ballinger, 1995). Respecto a lo anterior, es importante mencionar que a grandes altitudes, los factores climáticos pueden ser drásticos y afectar a los organismos que se encuentran en este tipo de ambientes, pudiendo presentar tasas menores de crecimiento (Reuter 1994, Lemos-Espinal 1995).

<b>ESPECIE</b>	<b>T.C. Prom/Día</b>	<b>Población</b>	<b>Cita</b>
<i>Sceloporus virgatus</i>	<b>0.19mm/día</b>	<b>Montañas Chiricahua</b>	<b>Smith (1981)</b>
<i>S. undulatus</i>	<b>0.30-0.34 mm/día</b>	<b>Norte de Missipi</b>	<b>Parker (1994)</b>
<i>S. undulatus</i>	<b>0.035 – 0.9mm/día</b>	<b>Mapimi</b>	<b>Gadsen y Aguirre, (1993)</b>
<i>S. jarrovi</i>	<b>0.20-0.28 mm/día</b>	<b>Volcan Iztaccihuatl</b>	<b>Smith y Ballinger (1995)</b>
<i>S. grammicus</i>	<b>0.098mm/día, 0.99mm/día</b>	<b>Laguna y Paredón</b>	<b>Lemos-Espinal y Ballinger (1995)</b>
<i>S. grammicus</i>	<b>0.390 mm/día</b>	<b>Michilia</b>	<b>Ortega-Rubio et al, (1999)</b>
<i>S. grammicus</i>	<b>0.048±0.007 mm/día</b>	<b>Presente estudio</b>	

**Tabla 1.** Tasa de crecimiento observadas en algunas poblaciones de lagartijas del género *Sceloporus*

Comparando el comportamiento de esta población con otras de la misma especie, se observa que la tasa de crecimiento de 0.048 mm/día de *S. grammicus* de La Cantimplora, fue menor al crecimiento corporal presentado por poblaciones de *S. grammicus* estudiadas

por Lemos-Espinal y Ballinger (1995a) en la Laguna (0.074 a 0.099mm/día) y el Paredón (0.075 a 0.098 mm/día) sitios localizados en el Eje Volcánico Transversal a altitudes que van desde los 3700 a 4400 m. de altitud respectivamente, con temperaturas de 8°C. mas ó menos respecto a las presentadas en esta población. Tambien fue menor que la TC de *S. Grammicus* de La Michilia (0.39mm/día; Ortega-Rubio, 1999), la cual presenta una vegetación de pino-encino, con una temperatura no muy drástica, ya que varia entre los 17 y 20° C., y además la biomasa y diversidad de presas es mucho mas abundante que los artrópodos presentes en La Cantimplora. estos pueden ser algunos de los factores que hagan que las condiciones de ecológicas y biofísicas de esta zona diverjan de las otras poblaciones de *S. grammicus*.

En estudios sobre patrones de crecimiento de *Xenosaurus newmanorum*, se ha encontrado que las tasas de crecimiento pueden variar en función a la temporada húmeda y/o seca, encontrándose un crecimiento mayor en la época húmeda (Smith, Ballinger y Lemos-Espinal 2003). En *Xenosaurus grandis* se ha encontrado que las tasas de crecimiento son mas altas durante la estación húmeda, en la cual los recursos son mas abundantes (Zúñiga-Vega *et al.*, 2005). En lagartijas como *Anolis aneus*, se han realizado estudios acerca de su crecimiento, en los cuales ha observado que en temporadas de secas, cuando los recursos escasean, el crecimiento de las lagartijas juveniles se ve disminuido hasta un 65 % y en temporada de lluvias se incrementa hasta un 85 %. (Stamps y Tanaka 1981). El presente estudio, discrepa de los antecedentes mencionados, debido a que no se encontraron diferencias en la tasa de crecimiento durante el periodo de lluvias y el de secas, lo anterior debido posiblemente a las condiciones de baja temperatura de la zona, la cual se mantiene

en promedio entre los 10.5 a 12.5 °C, lo que puede ocasionar o traer en consecuencia, baja actividad alimentaría de los saurios, y/o que el alimento no presente variaciones importantes a lo largo del año y escasez de recursos en la zona en ambas épocas.

La tasa de crecimiento observada en algunas poblaciones de especies tropicales difiere de forma interesante de las especies de lagartijas de zonas templadas como las vistas anteriormente. Por ejemplo en lagartijas como *Anolis aeneus* se presenta una tasa de crecimiento de 3.8mm/día (Stamps, y Tanaka, 1981); *Sceloporus undulatus* tiene una tasa de crecimiento promedio de 0.09-0.035mm/día (Gadsen y Aguirre, 1993) y *Basiliscus basiliscus* se han observado tasas de crecimiento entre 0.3 y 0.4mm/día para ambos sexos. Lo que sugiere la existencia de mayor cantidad de recursos disponibles así como características propias de este tipo de ambientes tropicales, en donde por ende, las presiones de selección influyen de manera importante en características de historias de vida como la tasa de crecimiento. Similar a lo que ocurre con las disyuntivas r-k, en lo cual la teoría predice que los organismos donde el crecimiento poblacional no está limitado por la densidad poblacional, la selección natural favorecerá características tales como madurez temprana, la producción de muchas crías y se caracterizan por presentar una vida adulta corta “r”. Mientras que en la estrategia “k”, los organismos exhiben un crecimiento poblacional limitado por la densidad poblacional, en el cual la selección natural favorecerá las características contrarias como: la madurez tardía, la producción de pocas crías y presentan una larga vida adulta (Pianka 1970, Boyce 1984).

La tasa de crecimiento entre hembras y machos de *S. grammicus* de La Cantimplora, no mostró diferencias estadísticamente significativas. Este resultado es similar a lo observado en *Urosaurus ornatus* (Tinkle y Dunham, 1983); *Uma parapygas* (Castañeda-Gaytan *et al.*, 2003); *Xenosaurus grandis* (Zúñiga-Vega *et al.*, 2005). Lo que sugiere que posiblemente no exista competencia intraespecífica por el espacio y/o el aprovechamiento de los recursos (Lemos-Espinal y Ballinger 1995). Aunado a otros factores externos próximos como la depredación, competencia, alimento y condiciones fisiológicas y genéticas propias de los organismos (Ramírez-Bautista, 1995; Boleen y Woolley, 1980).

Posiblemente factores como la precipitación, fotoperiodo y temperatura, (Figura 3), están influyendo de manera importante para la regulación y distribución homogénea de los recursos en la zona (Tinkle y Dunham, 1982), lo que estaría contribuyendo a la adecuación de lagartijas de esta población. Por ejemplo, se ha visto en lagartijas con tasas de crecimiento similares, que en ambos sexos están sujetos a las mismas presiones de selección (Reuter, 1994). Aunque para corroborar lo antes mencionado, podría ser necesario realizar estudios demográficos más específicos sobre el aprovechamiento de los recursos por las hembras y machos de estas lagartijas.

Respecto al modelo de crecimiento de Von-Bertalanffy; que relaciona la talla con la edad, mostró que los organismos de esta población alcanzan una talla de 50mm a la madurez en un tiempo de 106 días (tres meses y medio), dándose una asíntota a los 286 días. Estos resultados son cercanos a los obtenidos por Ortega-Rubio *et al* (1999), en una población de *Sceloporus grammicus* de la reserva de Michilia en la que la madurez sexual es alcanzada

en promedio a los 51 mm., a una edad de cinco meses. Van Devender (1978) aplicó el mismo modelo para estudiar la curva de crecimiento en *Basiliscus basiliscus*. Encontrando resultados similares en los cuales las tasas de crecimiento son mayores en las tallas juveniles respecto a las lagartijas de talla adulta. Resultados similares aplicando el modelo, se han observado en lagartijas de la familia *Teiidae* (Lewis, 1986)

Varios estudios han mostrado las relaciones entre la precipitación y la abundancia de los recursos respecto a la variación de las estrategias reproductivas y/o historias de vida en lagartijas de zonas templadas (James 1991; Anderson 1994; Smith & Ballinger 1994a, b; Smith *et al.*, 1995). Estos factores ambientales se han visto involucrados directamente con la fisiología y el desarrollo de lagartijas en ambientes templados, por lo que juegan papeles determinantes en la ecología funcional de un ambiente determinado en poblaciones de lagartijas (Ballinger 1983). El análisis efectuado con las variables de este trabajo (temperatura, precipitación y fotoperíodo y alimentación) con relación a la tasa de crecimiento, no arrojó relación alguna entre las mismas. Aunque esto puede ocurrir (Parker 1994), resultados contrarios se han observado con *Xenosaurus grandis* (Zúñiga-Vega *et al.*, 2005), en donde las tasas de crecimiento se incrementaron durante la época de lluvias, disponibilidad, y la temperatura. Similarmente en la lagartija arborícola *Anolis aneus* y *Xenosaurus newmanorum*, el crecimiento mayor se da en la época de lluvias, en donde ocurre una abundancia del recurso alimento, y otros factores favorables para su crecimiento (Stamps y Tanaka 1981; Lemos-Espinal *et al.*, 2003).

Es indudable que los factores ambientales están ligados al comportamiento y desarrollo de las lagartijas, en el presente trabajo no se observaron correlaciones entre las variables, posiblemente se pueda deber entre otras cosas, a las condiciones locales de la zona, debido que en algunas ocasiones durante los muestreos, las condiciones eran muy drásticas por la caída de aguanieve, lo que pudo haber influido en la actividad tanto de las lagartijas (Ballinger 1977; Vitt *et al.*, 1981; Ramirez-Bautista, 1995, como la actividad de los artrópodos, Situación observada en una población de *S. variabilis* de clima templado en los Tuxtlas, Veracruz. en la que en la época de alta precipitación se observó una disminución tanto de la actividad de lagartijas Así como la abundancia de presas (Benabib, 1994). De tal manera que no existió relación entre la abundancia de presas respecto a la precipitación, lo que podría afectar de alguna manera el crecimiento en lagartijas.

Explicaciones posibles sobre la relación de las variables medidas con la TC, puede ser el tamaño de muestra obtenido, el tiempo en que se recapturaron algunas lagartijas; que en algunos casos excedió de mas de 90 días, lo que pudo ser un factor importante para la relación entre las variables con la TC. El tipo de técnica de muestreo que se utilizó para el caso de la disponibilidad del alimento con la TC no fue la más adecuada; aunque en la figura 6, se aprecia una mayor cantidad de presas durante los meses de marzo, junio y octubre en relación con los meses invernales. Posiblemente con otros estudios demográficos mas específicos, se podría establecer que factores son los que realmente se están viendo involucrados en relacionan con la TC de esta población de lagartija.

## CONCLUSIONES.

-La longitud hocico-cloaca promedio entre las poblaciones de hembras y machos adultos de La Cantimplora no fue significativamente diferente.

-La población de la lagartija *Sceloporus grammicus* que se encuentra en el cerro del Ajusco, presentó una tasa de crecimiento promedio de 0.048 mm/día que es baja con respecto a otras poblaciones de lagartijas, la cual decreció conforme los organismos van creciendo.

-No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la tasa de crecimiento entre machos y hembras

-Con el modelo de crecimiento de Von-Bertalanffy, se pudo corroborar la edad promedio a la que lagartijas alcanzan la talla a la madurez sexual, la cual fue de 51 mm. de LHC y que se alcanza a los 106 días.

-La talla de las crías al nacer para esta población fue de 21 mm. (intervalo 20 – 22mm)

-De lo anterior se puede agregar que la población de *S. grammicus* de La cantimplora presenta un tipo de estrategia de vida de madurez temprana, ya que la puede alcanzar en menos de un año.

## LITERATURA CITADA.

Andrews, R.M. 1976. Growth rate in island and mainland anoline lizard. **Copeia** 454:1-51.

Anderson, M. 1994. Sexual selection. **Princeton University Press**. Princeton, New Jersey, USA.

Arntzen, J.W. 2000. A growth curve for the newt *Triturus cristatus*. **Journal of herpetology**. Vol 34, no 2, pp: 227-232.

Arévalo, E. Casas, G. Davis, S.K. Lara, G. y Sites, J.W. 1993. Parapatric hybridization between chromosome races of the *Sceloporus grammicus* complex (Phrynosomatidae) structure of the Ajusco transec. **Copeia** 2 pp 352- 372.

Arévalo, E.; Porter, A. Gonzáles, A. Mendoza, F. Camarillo, J. and Sites, W. 1991. Population cytogenetics and evolution of the *Sceloporus grammicus* complex in central Mexico. **Herpetological Monographs**. pp 79-115.

Badillo, B. G. 1985. **Árboles y flores del Ajusco**. Instituto de Ecología. pp: 5 – 22.

Benabib, M. 1994. Reproduction and lipid utilization of tropical population of *Sceloporus variabilis*. **Herpetological Monographs**. 8: 160-180.

Boleen CH. H. y Woolley, P.H. 1980. *Sceloporus undullatus*: Comparative life history and regulation of Kansas population. **Ecology** 6(2) pp 313-322

Castañeda, G.G., Gadsen, H., López, C.H. y Estrada, R.J. 2003. Historia de vida de Una Paraphygas (*Sauria: Phrynosomatidae*) en la reserva de la biosfera de Mapimi, Durango. **Acta Zoológica Mexicana** (n.s) 89: 169-184.

Charnov, E.L., Berrigan, D. 1990. Dimensionless number and life history evolution: age of maturity versus adult life span. **Evolutionary Ecology** 4: 273-275

Dunham, A.E. y Miles D.B. 1985. Patterns of covariation in life history traits of *squamate* reptiles: the effect of size and phylogeny reconsidered. **American Nature**. 126: 231-257.

Jiménez-Cruz, E. Aurelio R. B., Jonathon C. M, Miguel L. A., y Adriaán N. M. de O.2005. reproductive cycle of *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae) from Teotihuacán, México. *The Southwestern Naturalist* 50(2):178–187

Ferguson, G.W. and Brockman, T. 1980. Geographic differences of growth rate of *Sceloporus* lizard (sauria iguanidae). **Copeia** 1980: 259-264.

Gadsen, E.H.& Aguirre, L.G. 1993. Historia de vida comparada en una población de *Sceloporus undulatus* (*Sauria iguanidae*) del bolsón de Mapimí. **Boletín de la Sociedad Herpetologica Mexicana**. 5(2): 21-41

Gadsen, E.H., Corrujedo, H.L., Rodríguez, J.L., Méndez, R.U. 2001. Biología poblacional de la lagartija de arena de Coahuila *Uma Exsul* (*Sauria: Phrynosomatidae*): implicaciones para su conservación. **Boletín de la Sociedad Herpetologica Mexicana**. 9(2): 51-56

Guillette, L.J. & Sullivan, P.W. 1985. The reproductive and fat body cycles of the lizard *Sceloporus formus*. **Journal of Herpetology** (19) no 4: 474-480.

Guillette, L.J. & Bearce, A.D. 1980. The reproductive and fat body cycles of the lizard *Sceloporus grammicus disparilis*. **Journal of Herpetology** 14(2): 143-147.

Huey, R.B. and Pianka, R.E. 1983. **Lizard Ecology**. Harvard University press, Cambridge and London England. pp: 169-203; 241-259.

James, C.D. 1991. Growth rays and ages at maturity of sympatric scincid lizards (*Ctenotus*) in Central Australia. **Journal herpetology**. 25: 284-295.

Lara, G.G. 1983. Two new species of the Lizard Genus *Sceloporus* ( *Reptilia, Sauria, Iguanidae*) from the Ajusco and Ocuilan Sierras, México. **Bulletin of the Maryland Herpetological Society**.

Lemos-Espinal, J.A. and Ballinger, R.E. 1995. Ecology of growth of the high altitude lizard *Sceloporus grammicus* on the eastern slope of Iztaccihuatl volcano, Puebla, México. **Transactions of the Nebraska Academy of Sciences**. 22: 77-85.

Lemos-Espinal, J.A., Smith, G.R., Ballinger, R.E. 2003. Variation in growth and demography of a knob-scaled lizard (*Xenosaurus newmanorum*: *Xenosauridae*) from a seasonal tropical environment in Mexico. **Biotropica**. 35(2): 240-249.

Lemos, E.J.L. 2000. Demografía e historia de vida de la lagartija *Xenosaurus newmanorum* en Xilitla, San Luis Potosí. Informe Final del Proyecto R232. 58 pp.

Lemos, E.J.L. Rojas, G.R.I. y Zúñiga, V.J.J. 2005. **Técnicas para el estudio de poblaciones de fauna silvestre**. México. 157 pp.

Lewis, R.A. 1986. Body size and growth in two populations of Puerto Rican ground lizard (*Teiidae*). **Journal herpetology**. Vol 20 #2. pp 190-195

Niewiarowski, P.H., Roosenburg W. 1993. Reciprocal transplant reveals sources of variation in growth rates of lizard *Sceloporus undulatus*. **Ecology**.74(7):1992-2002.

Ortega-Rubio, A., G. Alfiter., R. Barbault., A. Castellanos y F. Salinas. 1999. Growth of *Sceloporus grammicus* in La Michilía Biosphere Reserve, Mexico. **Journal of Herpetology**. Vol. 33. No.1 pp. 123-126.

Parker, W.S. 1994. Demography of the fence lizard, *Sceloporus undulatus*, in northern Mississippi. **Copeia** 1994: 136-152.

Porter C. A. & Sites J. W. 1987. Evolution of *Sceloporus grammicus* complex ( Sauria: Iguanidae ) in central Mexico. **Genetica** 75: 131-144.

Ramirez B.A., Jimenez C.A. and Jonathon, C.M. 2004. Comparative life history for population of the *Sceloporus grammicus* complex ( *Squamata phrynosomatidae*). **Western North American naturalist**. 64 (2). pp 175-183.

Ramirez, B.A. 1995. Demografía y reproducción de la lagartija arborícola *Anolis nebulosus* de la región de Chamela, Jalisco. **Tesis de Doctorado de la Facultad de Ciencias, UNAM**.

Reuter, C.A. 1994. Análisis morfológico y cariotípico de tres poblaciones de *Sceloporus grammicus* (sauria iguanidae) en un gradiente altitudinal de la sierra del Ajusco. **Boletín de la sociedad herpetologica mexicana**. Vol 6(1): 1-5.

Smith, D.C. 1981. Competitive interaction of the striped Plateau lizard (*Sceloporus virgatus*) and the tree lizard (*Urosaurus ornatus*). **Ecology**. 62(3) pp 679-687.

Shine R. and Charnov E.L. 1992. Patterns of survival growth and maturation in snakes and lizards. **The American Naturalist**. Vol. 139. No. 6.

Sites, W.J. 1987. Genetic structure and chromosomal evolution in the *Sceloporus grammicus* complex. National Geographic Research 3(3): 343-362.

Tinkle, W.D. 1972. The dynamics of Utah population of *Sceloporus undulatus*. Herpetologica. Vol, 28 No. 24

Tinkle W. D, Dunham, A.R. 1986. Comparative life histories of two syntotic *Sceloporine* lizards. Copeia. Pp 1-18.

Stamps, S. and Tanaka S. 1981. The influence of food and water on growth rates in a Tropical lizard *Anolis aeneus*. Ecology. 62(1): 33-40.

Uribe-Peña, Z. A., Ramírez-Bautista, y Casas-Andreu, G. 1999. Anfibios y reptiles de las serranías del D. F. México. Cuadernos Instituto de Biología UNAM. (32): 46-51.

Van Devender W.R. 1978. Growth ecology of a tropical lizard, *Basiliscus basiliscus*. Ecology. 59(5): 1031-1038.

www.delegaciontlalpan.gob.mx Gobierno del Distrito Federal 2001