

66



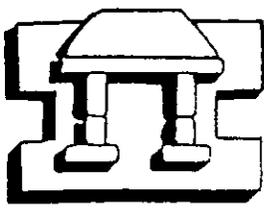
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS IZTACALA

CICLO Y CARACTERISTICAS REPRODUCTIVAS  
DE UNA POBLACION DE LA LAGARTIJA  
*Sceloporus pyrocephalus* (SQUAMATA:  
PHRYNOSOMATIDAE) DE BEJUCOS,  
ESTADO DE MEXICO

TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
B I O L O G O  
P R E S E N T A :  
VICTOR MANUEL OLVERA BECERRIL

DIRECTOR DE TESIS: DR. AURELIO RAMIREZ BAUTISTA



IZTACALA

LOS REYES IZTACALA

2000

RECIBIDA



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

Espero con este trabajo, hacer realidad algunos anhelos de mi **MADRE** quien gracias a su inagotable esperanza, hoy ve los resultados de su enorme esfuerzo.

A mis hijos:

Víctor

Rodrigo Aarón

Claudia

Para Naty

A todos mis hermanos y familiares que me apoyaron de manera económica y moralmente en mi formación profesional

## AGRADECIMIENTOS

La realización de éste trabajo fue posible gracias al apoyo de las siguientes personas.

Al Dr. Aurelio Ramírez Bautista, Director de este trabajo quien durante el desarrollo del mismo, colaboró con valiosos comentarios, consejos, sugerencias y opiniones de manera permanente, gracias a los cuales este proyecto se hizo realidad.

Al Biól. Enrique Godínez Cano, por sus valiosos comentarios y sugerencias durante la investigación, así como por su valioso apoyo bibliográfico.

Al Biól. José Luis Camarillo Rangel, quien me sugirió con que especie trabajar y en que localidad, además por su colaboración y apoyo brindados con los medios de transporte.

A la Dra. Patricia Dávila Aranda, y al personal del laboratorio de Ecología de la U. B. I. P. R. O. (ENEP-I, UNAM), por facilitarme el uso de sus instalaciones.

A los Pasantes de Biología Xochitl Hernández Ibarra y Ricardo Torres Cervantes, por su incondicional y valiosa ayuda en la captura y procesamiento de los datos en la computadora.

A el Biologo Luis Oliver López por compartir el uso de la computadora.

Especialmente a *Boss taurus*, (Biól. Angel Cambrón Ruiz) por su colaboración permanente durante el desarrollo de esta tesis, desde el registro hasta su culminación, gracias "Ox".

## ÍNDICE

1.- Resumen .....	1
2.- Introducción.....	3
3.- Objetivos.....	8
4.- Descripción del área de estudio.....	9
4.1 Localización geográfica.....	9
4.2 Aspectos físico-bióticos.....	9
4.3 Vegetación.....	10
5.- Métodos.....	13
5.1 Tamaño de la muestra.....	13
5.2 Análisis de la reproducción.....	13
6.- Resultados.....	16
6.1 Tamaño del cuerpo y madurez sexual.....	16
6.2 Ciclo reproductivo de los machos.....	16
6.3 Ciclo reproductivo de las hembras.....	17
6.4 Tamaño de la puesta.....	18
7.- Discusión.....	21
8.- Conclusiones.....	32
9.- Literatura citada.....	34

## RESUMEN

El presente estudio contribuye a la descripción del ciclo reproductivo de una población de lagartijas de *Sceloporus pyrocephalus*, de Bejucos, Tejupilco, México.

Se realizaron muestreos mensuales durante el año de 1985 a 1986 y se hicieron análisis macroscópicos de las gónadas de ambos sexos; se estudió el ciclo gonadal y de cuerpos grasos en relación con factores ambientales (fotoperiodo, temperatura y precipitación). Además, se observó el comportamiento de los cuerpos grasos para apreciar su posible relación con los ciclos gonadales. Se estimaron algunas características reproductivas como tamaño del cuerpo y madurez sexual, modalidad reproductiva, ciclo reproductivo de machos y de hembras, y tamaño de la puesta.

Los ciclos reproductivos de ambos sexos de *S. pyrocephalus* son estacionales y están sincronizados. Los machos alcanzaron la madurez sexual a los 61 mm de longitud hocico-cloaca, a la edad de 7 meses con un peso de 5.3 g. Las hembras sexualmente maduras midieron 50 mm de longitud hocico-cloaca, a la edad de 8 meses con un peso de 3.5 g.

Las gónadas de los machos adultos empezaron a incrementarse en tamaño a partir del mes de abril, el máximo tamaño testicular ocurrió entre mayo y agosto, los testículos comenzaron a perder tamaño en septiembre, y alcanzaron el mínimo en enero. El máximo crecimiento testicular estuvo asociado con el incremento del fotoperíodo, la temperatura y la precipitación.

Las hembras presentaron folículos no vitelogénicos todo el año, así mismo presentaron huevos en el oviducto de mayo a agosto. La vitelogénesis, el crecimiento folicular y la producción de huevos estuvieron asociados con el incremento del fotoperíodo y de la precipitación, pero no con el de la temperatura. El tamaño de la puesta estuvo correlacionado positivamente con la longitud hocico-cloaca de la hembra.

## INTRODUCCION

Actualmente, debido al gran interés en el estudio de las características reproductivas, según Ramírez-Bautista y Vitt (1998) el conocimiento de éstas en diferentes especies de reptiles, se ha incrementado considerablemente a partir de los trabajos de Tinkle, 1969 y Tinkle *et al.*, 1970. En numerosos estudios se ha descrito la variación en el tamaño de la camada, madurez sexual y sobrevivencia de los lacertilios (Dunham *et al.*, 1988). La variación en la historia de vida está influenciada por factores ambientales, filogenéticos y ecológicos.

a).- Los factores ambientales como la disponibilidad de alimento, la precipitación y la temperatura; influyen directamente en la reproducción (Ballinger, 1977), tasa de crecimiento (Dunham, 1982), tamaño de la puesta (Ballinger, 1977), frecuencia de la puesta (Dunham, 1982), además de la edad y madurez sexual (Dunham, 1982; Tinkle, 1972). En el mismo orden de ideas, los cambios en las características reproductivas como tamaño del huevo, tamaño de la camada, frecuencia de la camada, madurez sexual, y período reproductivo, son afectadas por la disponibilidad de recursos, precipitación, temperatura y alimento (Ramírez-Bautista *et al.*, 1995).

b).- En cuanto a los factores filogenéticos, en la mayoría de los casos, la variación de las características reproductivas se observa con más frecuencia, entre los niveles taxonómicos superiores, siendo menor la variación dentro de las poblaciones de una misma especie (Ramírez-Bautista *et al.*, 1995). Las diferencias entre las especies sintópicas, congénéricas son menores que las existentes entre las poblaciones de una especie, separadas geográficamente (Ballinger, 1977;

Dunham, 1982). Con estos estudios de historia de vida, se intenta explicar la variación sobre madurez sexual, fecundidad y longevidad entre las poblaciones y dentro de las mismas especies (Ramírez-Bautista *et al.*, 1995).

c).- Entre los factores ecológicos que influyen en las características reproductivas se encuentran el alimento disponible en el ambiente y la selección de hábitat actuando directamente en la masa de la puesta (Ramírez-Bautista y Vitt, 1998), en las especies que cazan por persecución y por acecho (Vitt y Congdon, 1978; Vitt, 1981). En cuanto a los ciclos reproductivos el período de la estación reproductiva también varía entre los reptiles, algunas lagartijas de ambientes tropicales, presentan reproducción continua, asociando la producción más alta de huevos con la precipitación y la disponibilidad de alimento (Ramírez-Bautista, 1995; Guyer, 1988<sup>a</sup>). Las especies tropicales de ambientes estacionales (seco-húmedo), presentan un patrón reproductivo cíclico (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997; Vitt y Goldberg, 1983; Vitt y Blackburn, 1983). En los bosques tropicales del oeste de México el período reproductivo de los lacertilios es estacional, los machos muestran territorialidad para el cortejo, apareamiento y cópula al principio de la época húmeda. En las hembras ocurre el desarrollo de los huevos durante la máxima actividad reproductiva, y el nacimiento de las crías al final de la misma (Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997). De este modo, los ciclos reproductivos están asociados con la precipitación (Ramírez-Bautista, 1995), aunque también están influenciados por la temperatura y el fotoperíodo (Marion, 1982), disponibilidad de alimento (Ballinger, 1977), y la filogenia (Dunham y Miles, 1985; Vitt, 1992).

Las especies de clima templado, por lo general muestran un ciclo reproductivo estacional (Duvall *et al.*, 1982), de esta forma, las que habitan ambientes montañosos presentan una reproducción del tipo otoñal (Ramírez-Bautista *et al.*, 1998), con nacimiento de las crías en la primavera (Guillette, 1982, 1983; Guillette y Bearce, 1986; Guillette y Méndez de la Cruz, 1993).

Por lo anterior, se puede observar que los ciclos reproductivos son afectados por los diferentes factores mencionados, sin importar si se trata de especies de ambientes tropicales o templadas, como ejemplo se citan algunos casos:

*Sceloporus formosus*, tiene un ciclo reproductivo otoñal, la ovulación y la fertilización ocurren en el otoño, y los nacimientos en la primavera del siguiente año. En los machos, el volumen testicular empieza a crecer en el mes de febrero, alcanzando la máxima masa en abril, y la mínima en junio; los cuerpos grasos parecen ser usados para el desarrollo gonadal en ambos sexos (Guillette y Sullivan, 1985). Esta reserva energética es usada por las hembras durante la vitelogénesis y posiblemente para la nutrición en el invierno. Los machos utilizan la mayor parte de sus reservas en el período reproductivo y dejan pocas reservas para nutrirse en el invierno (Guillette y Sullivan, 1985). Los ciclos reproductivos y de los cuerpos grasos de las hembras se correlacionan positivamente con la precipitación, mientras que, el ciclo testicular se correlaciona con la temperatura del ambiente (Guillette y Sullivan, 1985). *Tropidurus torquatus* y *Platynotus semitaeniatus*, son especies brasileñas, las hembras presentaron folículos vitelogénicos durante todo el año, con una mayor actividad reproductiva en la época de secas. Los machos tienen actividad testicular con la mayor masa en la

época seca, y hay una relación inversa entre el ciclo de los cuerpos grasos y la masa gonadal en ambos sexos (Vitt y Goldberg, 1983). Otro ejemplo es *Norops humilis*, que presenta una reproducción continua, sin embargo, existe una ausencia de juveniles del mes de febrero a marzo, indicando que no existen nacimientos continuos de juveniles. Los adultos son más abundantes en la época seca que en la húmeda, al contrario de los reportes previos en esta especie (Guyer, 1986).

En otro orden de ideas, la revisión bibliográfica muestra que los estudios sobre temas reproductivos, relativos a especies de lacertilios habitantes del territorio nacional; a pesar de haberse incrementado en los últimos años, son aun escasos.

La mayor parte de estos se han realizado con especies que viven en la región central del país *Eumeces copei* (Guillette, 1983), *S. aeneus aeneus* y *S. a. bicantalis* (Guillette, 1981), *S. grammicus microlepidotus* (Guillette y Casas-Andreu, 1980, 1981), *S. m. mucronatus* (Méndez y Villagrán, 1983), *S. t. Torquatus* (Gutiérrez *et al.*, 1982), *S. m. megalepidurus* (Godínez, 1985). Y otras en diferentes tipos de ambientes del país *S. grammicus* (Ortega y Barbault 1984), *S. g. disparilis* (Guillette y Bearce, 1983).

Recientemente *Cnemidophorus guttatus* (Hernández, 1991), *Urosaurus b. bicarinatus* (Ramírez-Bautista *et al.*, 1995), *Eumeces copei* (Ramírez-Bautista *et al.*, 1996), *Anolis nebulosus* (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997), *E. linxe* (Ramírez-Bautista *et al.*, 1998), *Urosaurus bicarinatus* (Ramírez-Bautista y Vitt, 1998).

Así el presente estudio sobre la reproducción de *S. pyrocephalus*, pretende incrementar el conocimiento de éste tema en una de las especies que habitan el suroeste del país.

*Sceloporus pyrocephalus*, es una lagartija que pertenece a la familia phrynosomátidae con una longitud hocico-cloaca de aproximadamente 64 mm en los machos y de 54 mm en las hembras (Fitch, 1978). Éste grupo se distribuye principalmente en la región occidental del país; en los Estados de Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Jalisco, Colima, Nayarit, sur de Sonora y suroeste de Chihuahua (Smith, 1939; Fitch, 1978). No obstante (Camarillo, 1983), registra una especie de éste grupo en el Estado de México.

En cuanto a su situación taxonómica, Smith (1939), la incluye en el grupo *pyrocephalus*, bajo el nombre de *S. pyrocephalus*, junto con *S. nelsoni* y *S. gadoviae*; relacionadas entre sí y distinguiéndose de los otros grupos del género *Sceloporus*, por tener la cola comprimida. Ésta característica es un dimorfismo sexual, ya que solamente las hembras presentan la cola ligeramente comprimida.

*Sceloporus pyrocephalus*, como especie se localiza en los estados de Colima, Jalisco, Guerrero Nayarit y Estado de México (Smith, 1939; Camarillo, 1983). Es una especie tropical, terrestre y alcanza la madurez sexual al año de vida (Fitch, 1978), Con respecto a sus hábitos reproductivos, la información es escasa pero se sabe que es ovípara (Fitch, 1978). En Nayarit Davis y Dixon (1961), notaron que la mayoría de las hembras de *S. pyrocephalus*, depositaron sus huevos a mediados de junio, pero Smith en ese mismo año (1961) reportó que las hembras de la misma área contenían huevos el 5 y el 21 de julio, siendo probable la producción de una segunda camada (Citado por Fitch, 1970).

Considerando la escasa información sobre los hábitos reproductivos de *S. pyrocephalus*, es necesario obtener mayor información sobre las características reproductivas de ésta especie de acuerdo a los siguientes:

## **OBJETIVOS:**

### **OBJETIVO GENERAL**

Conocer las características reproductivas de una población de *Sceloporus pyrocephalus* en Bejucos, Tejupilco, México.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1.- Conocer si existe dimorfismo sexual entre hembras y machos de *S. pyrocephalus*.
- 2.- Conocer el ciclo reproductivo de las hembras y de los machos de *S. pyrocephalus*.
- 3.- Determinar si la máxima actividad reproductiva está asociada con los factores ambientales (temperatura, precipitación y fotoperíodo).
- 4.- Conocer si el tamaño de la puesta es una función de la longitud hocico-cloaca de las hembras de *S. pyrocephalus*.

## DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

### a).- Localización geográfica

La población de Bejucos se encuentra localizada al suroeste del Estado de México, pertenece al Municipio de Tejupilco de Hidalgo y está ubicada en el km 147 de la carretera Toluca-Zihuatanejo, siendo además el límite con el Estado de Guerrero. Sus coordenadas geográficas son; 18° 46.5' de latitud Norte y 100° 25.5' de longitud Oeste, con una altitud de 550 msnm (Fig. 1).

### b).- Aspectos físico-bióticos

En el terreno de Bejucos, dominado principalmente por rocas del Terciario con fracturamiento intenso e intemperismo alto, se encuentran rocas sedimentarias en combinaciones de areniscas y conglomerados de aluvión a lo largo del Río Bejucos. El conglomerado esta formado por clásticas de caliza, pedernal y rocas volcánicas (Detenal, 1970).

El clima es Awo(wg) que corresponde al más seco de los cálidos húmedos con lluvias moderadas en verano y un cociente de precipitación menor de 43.2 mm. La temperatura en todos los meses del año es mayor a los 18° C (García, 1973), cerca de la zona de estudio pasa la isoterma media anual de 25° C, y el número de días despejados es de 150 (García, 1973). En el área de estudio existen varios tipos de suelo que son: Feozem, Regasol y Luvisol de diferentes texturas (García, 1973).

El Río más importante de la región es el Río Bejucos, el cual es afluente del Río Cutzamala y éste a su vez del Balsas. Además, en la zona encontramos

---

N 1

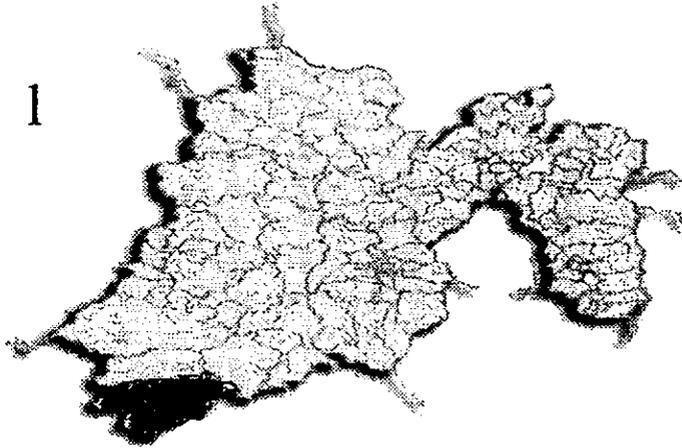


Fig.1.- Localización geográfica del área de estudio,  
Bejucos, Tejupilco, Edo. de México.

---

algunos arroyos como el que baja de la Barranca de los Muñecos, el del Paso del Guayabal y el de las Cascadas de las Cañadas de Nanchititla (García, 1983).

Las montañas más importantes de la región son; las Cañadas de Nanchititla, cuya altura oscila entre los 1300 y 1800 m y se localizan a unos 10 kilómetros al norte de Bejucos, y forman en conjunto una barrera geográfica de gran importancia para la zona. Al disminuir la altura hacia Bejucos, se encuentran algunos cerros pequeños y zonas de lomeríos en los terrenos planos. Los cerros pequeños de los alrededores de Bejucos son: El Limón, El Salto, Las Juntas, La Mesa, El Plan del Puente, Paredes, y los que se encuentran a los lados de la Barranca de los Muñecos. Ésta es la barranca principal de la zona y se localiza al norte del poblado la cual presenta una altitud que oscila entre los 570 y los 900 m, siendo de gran importancia en la zona, ya que provoca la formación de gran cantidad de microclimas favorables para la implantación de ciertos tipos de formas templadas.

### **c).- Vegetación**

Bejucos se encuentra ubicado dentro de la provincia fisiográfica denominada Depresión del Balsas, la cual se localiza entre el Eje Neovolcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur, incluyéndose dentro de ésta, parte de los estados de Jalisco, Michoacán, México, Guerrero, Morelos, Puebla y Oaxaca (Rzedowski, 1981).

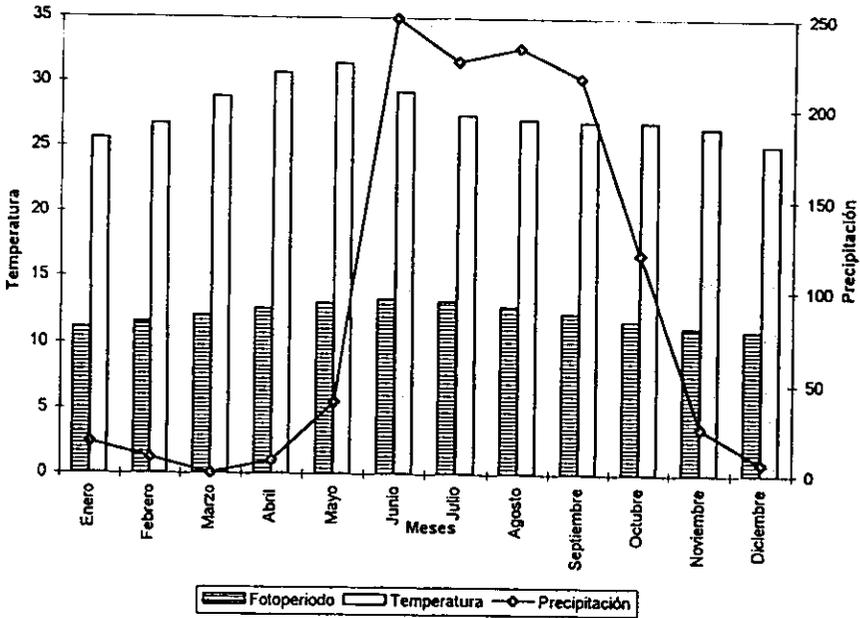
El tipo de vegetación dominante en la zona corresponde a un lugar entre el bosque tropical subcaducifolio y el bosque caducifolio, por lo tanto, pertenece a un bosque tropical caducifolio formado por un grupo de bosques propios de las regiones de clima cálido dominadas por especies arborescentes y arbustivas, que

pierden sus hojas en la época seca del año durante un lapso que oscila generalmente alrededor de seis meses (García, 1983).

El promedio anual de la temperatura, el fotoperíodo, y la precipitación del área de estudio fueron considerados en un período de 10 años y se muestran en la Fig. 2 (García, 1973).

Entre los primeros exploradores de la región, se conocen los trabajos botánicos realizados por Sessé y Mociño quienes visitaron Temascaltepec y Sultepec en 1777 (Citado por García, 1983). Hinton en 1932 hizo varias colectas en Bejucos y en la Cuenca del Balsas, reportando una gran cantidad de especies nuevas (Citado por García, 1983). En los últimos años, han sido los trabajos de la Comisión Botánica Exploradora del Estado de México, los cuales fueron iniciados por Matuda, quien en 1955 recorrió los límites del Estado de México con los de Guerrero y Michoacán, llegando a Bejucos y a varias regiones aledañas (García, 1983) los que han continuado haciendo una gran cantidad de aportaciones nuevas. Dentro de los trabajos de dicha Comisión, se encuentra el trabajo de Tesis realizado por el Biólogo Ignacio García Ruiz quien reporta una lista de la flora de Bejucos con un total de 147 especies incluidas en 43 familias de las cuales tres especies son nuevos registros para el Estado de México y 45 especies para la zona (García, 1983). El autor recorrió un área de aproximadamente 16 kilómetros, haciendo un total de 37 muestreos en dos años y medio y además para facilitar dicho muestreo seleccionó cuatro asociaciones o agrupaciones de acuerdo a la composición florística de cada sitio para relacionar e identificar las plantas dentro de diferentes hábitats:

Fig. 2 Promedio mensual de temperatura, precipitación y fotoperiodo del área de estudio



- 1.- Vegetación a la orilla del Río Bejucos
- 2.- Vegetación de bosques abiertos o lomeríos
- 3.- Vegetación de zonas perturbadas (vegetación secundaria)
- 4.- Vegetación de zonas de barrancas o áreas relativamente protegidas

El autor concluye que la vegetación en el área de estudio es muy rica, ya que el número total de familias y especies encontradas en relación con el área muestreada así lo determinan, y además que la zona presenta mayores afinidades fitogeográficas con la vertiente del pacífico (García, 1983).

Por último, se observa que la cubierta vegetal de la zona presenta un alto grado de perturbación provocada por diversas prácticas agrícolas, la explotación forestal y el sobrepastoreo. Los tipos principales de agricultura son la temporal en las áreas más altas y secas, y algunas permanentes a los lados del Río, y en ambas prácticas se prepara el terreno por el método de rosa-tumba-quema. La madera es utilizada para la construcción, fabricación de objetos de artesanía, muebles y utensilios diversos, así como postes, combustibles y otros (García, 1983). El sobrepastoreo de ganado bovino y caprino en la región es muy intenso, todo esto trae como consecuencia una gran cantidad de desequilibrios climáticos como erosión del suelo escasez de agua, invasión de plagas, extinción de especies animales y vegetales, entre otros.

## MÉTODOS

### TAMAÑO DE LA MUESTRA

Los datos sobre las características reproductivas que aquí se mencionarán sobre la población de *Sceloporus pyrocephalus*, fueron recolectados del mes de marzo de 1985 al mes de febrero de 1986 en la localidad de Bejucos, Tejupilco, Estado de México. El período de recolecta establecido para estos organismos, fue con la finalidad de establecer y conocer el ciclo reproductivo de los machos y de las hembras. El número de la muestra mensual fue  $\geq$  a 5 hembras y el mismo número de machos.

Un total de 126 individuos, 58 hembras y 68 machos fueron recolectados, todos los organismos recolectados fueron sacrificados con cloroformo y se fijaron con formol al 10% (Knudsen, 1966) en el laboratorio donde se realizó el análisis gonádico.

### ANÁLISIS DE LA REPRODUCCIÓN

De las lagartijas fijadas se tomaron los siguientes datos: longitud hocico-cloaca (LHC) en mm, peso en gramos, largo y ancho del testículo derecho, diámetro del huevo oviductal, folículos vitelogénicos y folículos no vitelogénicos, con un calibrador vernier sin dial (0.1 mm). Así también se tomaron los pesos de las gónadas de ambos sexos con la ayuda de una balanza semianalítica digital Sartorius en miligramos (Godínez, 1985).

Las hembras más pequeñas (50 mm) que presentaron folículos vitelogénicos en el ovario, se tomaron como la talla de madurez sexual mínima

de la longitud hocico-cloaca. Los machos fueron considerados sexualmente maduros a los 61 mm y con el epidídimo típicamente activo, lo cual indica el almacenamiento de esperma (Goldberg y Lowe, 1966). Para todos los análisis del ciclo reproductivo y de los cuerpos grasos de las hembras y de los machos, los datos fueron restringidos solamente a las lagartijas sexualmente maduras. Los testículos de los machos y los cuerpos grasos de ambos sexos fueron removidos y pesados con el apoyo de una balanza semianalítica. Se registró el peso de los huevos de cada oviducto, así como el de los folículos vitelogénicos y no vitelogénicos de ambos ovarios, la precisión fue de 0.0001 gramos, considerando el peso de los huevos de ambos oviductos y el peso de los folículos vitelogénicos y no vitelogénicos de los dos ovarios, se calculó la masa gonádica de la hembra. Puesto que la masa (gramos) de la gónada puede variar con el peso (gramos) del cuerpo de la lagartija (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997), primero se realizaron regresiones de la masa de los órganos transformados en  $\log_{10}$  con  $\log_{10}$  del peso de la lagartija de ambos sexos. Para todas las regresiones que fueron significativas, se calcularon los residuales de las relaciones de la masa del órgano contra el peso de la lagartija (aplicando la técnica de los residuales). Se tomaron éstos residuales para describir el órgano y/o ciclos reproductivos de ambos sexos, porque ésta técnica ajusta la variación asociada con cualquier variable extrínseca (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997). Para las regresiones que no fueron significativas como en el caso de los cuerpos grasos, se consideró la masa normal de los órganos para describir los ciclos de los mismos. Se realizaron ANOVA'S sobre la masa de los órganos considerando

a los meses como factores para saber si existen variaciones significativas entre los meses, incluyendo solo aquellos meses con  $\geq 3$  datos.

Para estimar el volumen de las gónadas de hembras y machos se utilizó la fórmula de una esfera

$$V = 4/3 \pi (1/2L) (1/2W)^2$$

Donde:

L es el largo y W es el ancho.

El número de folículos pre-vitelogénicos (blanquesinos y pequeños, menores de 2 mm), vitelogénicos (amarillentos de 4 a 5 mm) y/o huevos (blancos  $>9$  y  $<14$  mm), fueron registrados para cada hembra. El tamaño de la puesta fue determinada mediante el contéo de los huevos en el oviducto y/o los folículos vitelogénicos solamente de las hembras adultas durante la estación reproductiva. (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998) El período de incubación fue estimado tomando en consideración el intervalo entre la fecha en que las hembras tuvieron su primer huevo en el oviducto (de la estación reproductiva) y la fecha en la cual aparecieron las primeras crías en el campo (zona de muestreo).

Las medias son presentadas  $\pm 1$  ES a menos que se indique lo contrario. Los análisis estadísticos son presentados con un programa estadístico Statview versión 4.01 para Macintosh Abacus Concepts, 1992 (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997). Los organismos se encuentran depositados en el Departamento de Biología de la Reproducción de la Unidad de Morfología y Función de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales ENEP-UNAM IZTACALA.

## RESULTADOS

### TAMAÑO DEL CUERPO Y MADUREZ SEXUAL

Los machos sexualmente maduros presentan un rango de longitud hocico-cloaca (LHC) de 61 a 72 mm ( $x = 65.2 \pm 0.652$ ,  $n = 25$ ; Fig. 3) y con un peso que va de 5.3 a 12 g ( $x = 9.11 \pm 0.298$ ,  $n = 25$ ), alcanzando dicha talla reproductiva a la edad de 7 meses después del nacimiento (Fig. 4). Las hembras sexualmente maduras presentan un rango de longitud hocico-cloaca (LHC) de 50 a 60 mm ( $x = 54.0 \pm 0.564$ ,  $n = 30$ ; Fig. 5) y con un peso que va de 3.5 a 6.5 g ( $x = 5.13 \pm 0.147$ ,  $n = 30$ ) a la edad de 8 meses después del nacimiento (Fig. 6). La LHC media mostró diferencias significativas entre los sexos  $t = -13.042$ ,  $p < 0.001$ . Estos datos prueban que los machos son significativamente más grandes que las hembras en la longitud hocico-cloaca (LHC).

### CICLO REPRODUCTIVO DE LOS MACHOS

El ciclo reproductivo anual de los machos se basó en 25 organismos sexualmente maduros. Existe una relación lineal significativa entre la masa testicular y el peso de la lagartija de los machos ( $R = 0.473$ ,  $F_{1,58} = 16.133$ ,  $P < 0.05$ ). ANOVA'S de dos vías sobre los residuales revelaron interacciones significativas entre los meses para la masa de los testículos ( $F_{11,48} = 19.168$ ,  $P < 0.001$ ; Fig. 7). Los incrementos en la masa testicular ocurrieron del mes de abril

al mes de agosto. Los machos iniciaron una conducta territorial y de cortejo a las hembras a partir del mes de abril, Los testículos alcanzaron su masa máxima del mes de mayo al mes de agosto (a principios de la estación húmeda). Un decremento significativo se presentó en la masa de los testículos en el mes de septiembre y la masa testicular más pequeña se observó en enero. Un análisis de regresión lineal probó que no existe relación significativa entre el ciclo de los cuerpos grasos y la masa gonádica ( $R = 0.186$ ,  $F_{1,66} = 2.369$ ,  $P > 0.05$ ; Fig. 8). El período de máximo crecimiento testicular estuvo correlacionado positivamente con el fotoperíodo ( $r = 0.882$ ,  $P < 0.05$ ), con la temperatura ( $r = 0.622$ ,  $P < 0.05$ ), y también con la precipitación ( $r = 0.553$ ,  $P < 0.05$ ).

## **CICLO REPRODUCTIVO DE LAS HEMBRAS**

El ciclo reproductivo de las hembras se basó en 30 organismos sexualmente maduros. Existe una relación linear significativa entre la masa de las gónadas y el peso de la lagartija de las hembras ( $R = 0.786$ ,  $F_{1,51} = 82.402$ ,  $P < 0.001$ ). ANOVA'S de dos vías sobre los residuales revelaron una interacción significativa entre los meses ( $F_{11,41} = 3.909$ ,  $P < 0.05$ ; Fig. 9) para la masa de las gónadas. El promedio de la masa de la gónada de las hembras se mantiene relativamente estable del mes de enero al mes de abril existiendo poca variación en la masa gonadal durante este período. En el mes de mayo se registró un incremento significativo de las gónadas, el cual decreció ligeramente en el mes de junio y se mantuvo en julio, el incremento de las gónadas registrado en mayo, se mantiene hasta el mes de julio y el pico de producción más alto, es decir el

máximo tamaño gonadal se registró en los meses de mayo, junio y julio. Un fuerte decremento en la masa gonádica se observó en el mes de agosto, para alcanzar su valor más bajo en el mes de noviembre. En resumen, la masa de la gónada se incrementó en mayo, cuando empieza la ovulación y se mantiene en los niveles más altos hasta agosto y decrece en septiembre cuando la estación reproductiva termina.

No existió relación lineal significativa entre el ciclo del cuerpo graso y la masa gonádica de la lagartija ( $R = 0.007$ ,  $F_{1,56} = 0.003$ ,  $P > 0.05$ ; Fig. 10).

Las hembras de *S. pyrocephalus* contienen folículos no vitelogénicos todo el año, las hembras con folículos vitelogénicos fueron observadas del mes de mayo al mes de agosto. El pico de actividad reproductiva inició en mayo y terminó en agosto con el nacimiento de las crías. La vitelogénesis y el crecimiento folicular de las hembras de *S. pyrocephalus* estuvo correlacionado positivamente con el fotoperíodo ( $r = 0.758$ ,  $P < 0.05$ ) y con la precipitación ( $r = 0.623$ ,  $P < 0.05$ ), pero no con la temperatura ( $r = 0.358$ ,  $P > 0.05$ ).

## TAMAÑO DE LA PUESTA

El tamaño de la puesta de la población de *S. pyrocephalus* estudiada, se estimó considerando tanto a los folículos vitelogénicos tardíos como a los huevos, para el primer caso (folículos vitelogénicos tardíos contados en 16 hembras), el tamaño medio de la puesta fue de  $5.562 \pm 0.418$  (con un rango de 3 a 10,  $n = 16$ ), mientras que para las hembras que tenían huevos fue de  $6.429 \pm 0.481$

(con un rango de 5 a 9,  $n = 7$ ). Como el promedio de la puesta de ambos grupos (folículos vitelogénicos y huevos) no fue estadísticamente diferente (prueba de Mann-Whitney U,  $z = -1.37$ ,  $P > 0.05$ ), se consideraron ambos grupos, obteniéndose un tamaño de puesta de  $5.82 \pm 0.331$  (con un rango de 3 a 10,  $n = 23$ ), para dicha población representada por un total de 23 hembras. Un análisis de regresión mostró una relación directa entre la longitud hocico-cloaca y el tamaño de la puesta ( $r = 0.528$ ,  $P < 0.05$ ; Fig. 11).

La longitud media de los huevos oviductales fue de  $10.86 \pm 0.672$  mm (7.0 – 11.9,  $n = 7$ ) y el ancho fue de  $6.3 \pm 0.20$  mm (5.5 – 7.0). El volumen de los huevos fue de  $239.76 \pm 15.92$  mm<sup>3</sup> (192.34 – 317.7).

El periodo de incubación de los huevos de *S. pyrocephalus* se estimó a partir de las hembras que presentaron los primeros huevos en el oviducto al inicio de la estación reproductiva (25 de mayo de 1985) y la fecha en que aparecieron las primeras crías en el campo (15 de agosto de 1985). Estos datos indican que el periodo de incubación fue de 82 días.

Tabla 1.- Medias  $\pm$  1ES de las características reproductivas de la población de *Sceloporus pyrocephalus* de Bejucos, México.

Características	Valor
Actividad máxima de los machos	abril - agosto
Actividad máxima de las hembras	mayo - julio
Incubación	mayo - agosto
Tamaño de la puesta	5.8 $\pm$ 0.331(3-10; n = 23)
LHC de los machos adultos (mm)	65.16 $\pm$ 0.652(61-72; n = 25)
LHC de las hembras adultas (mm)	54 $\pm$ 0.564(50-60; n = 30)

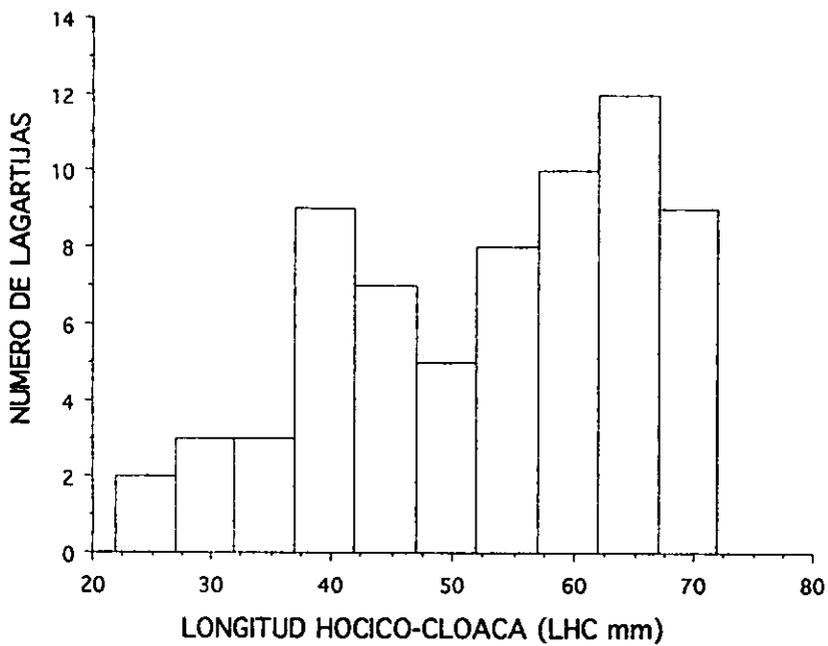


Fig. 3.- Distribución de la longitud hocico-cloaca (LHC) de los machos de S. pyrocephalus.

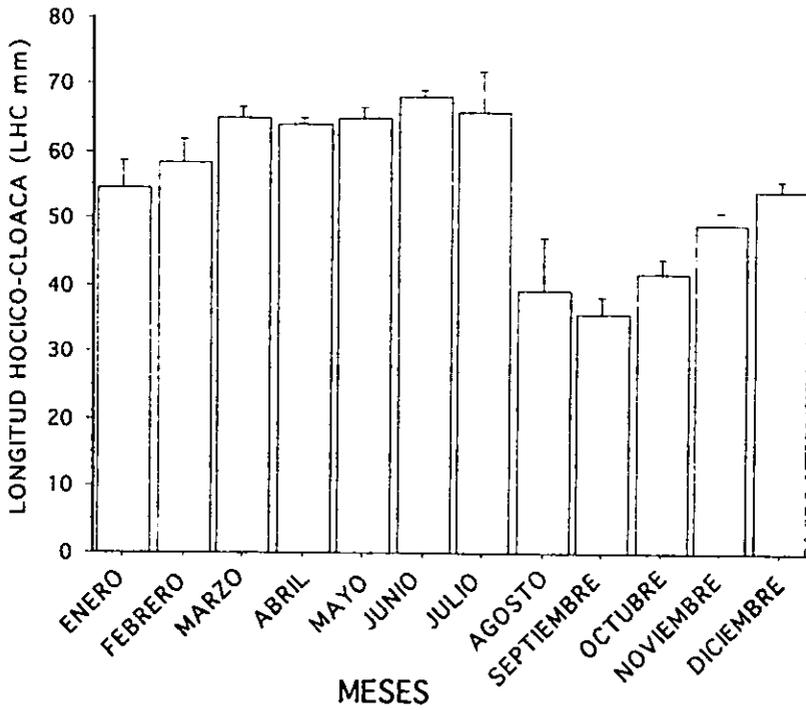


Fig. 4.- Relación entre la longitud hocico-cloaca (LHC) y el tiempo (meses) de los machos de S. pyrocephalus

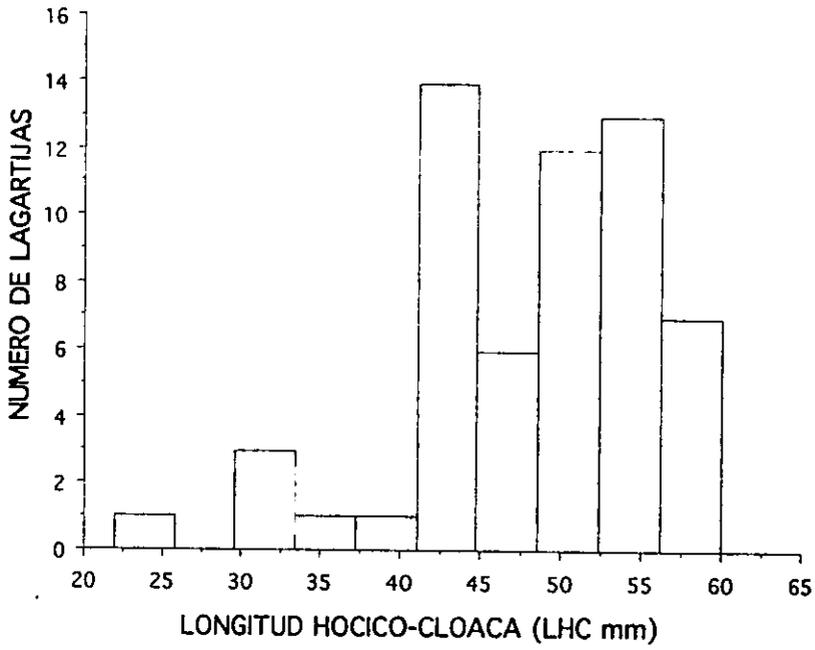


Fig. 5.- Distribución de la longitud hocico-cloaca (LHC) de las hembras de S. pyrocephalus

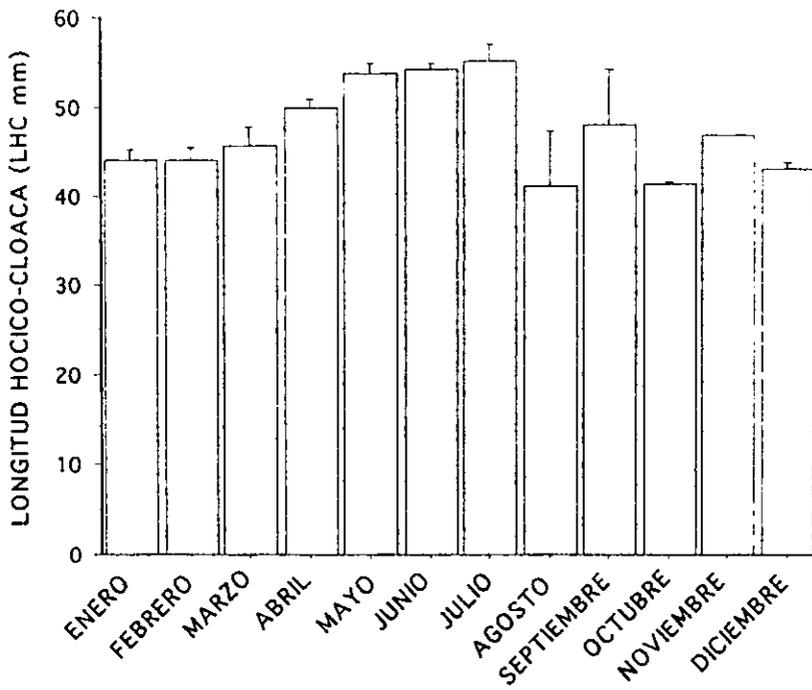


Fig. 6.- Relación entre la longitud hocico-cloaca (LHC) y el tiempo (meses de las hembras de S. pyrocephalus)

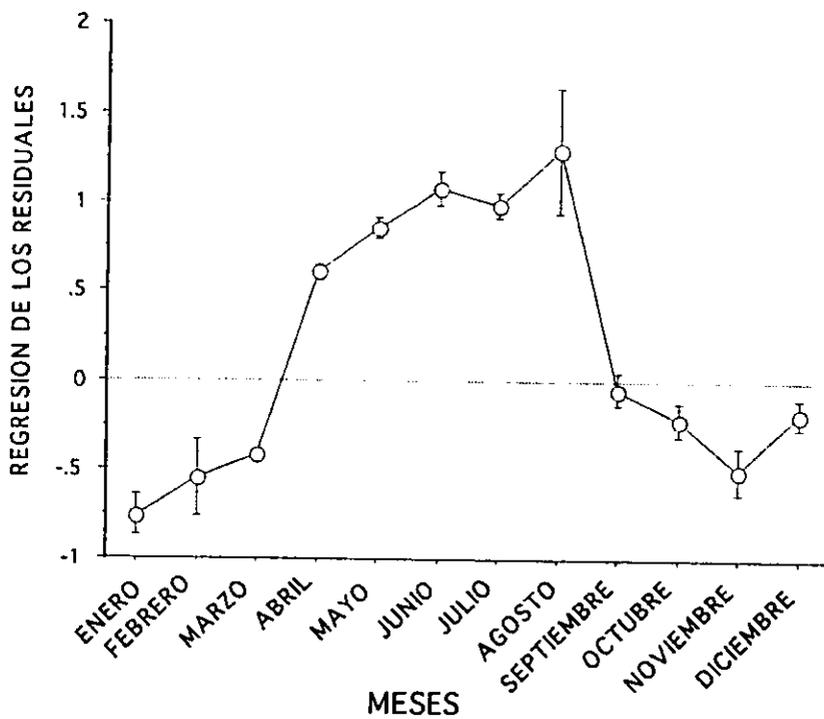


Fig. 7.- Ciclo estacional de la masa testicular de S. pyrocephalus

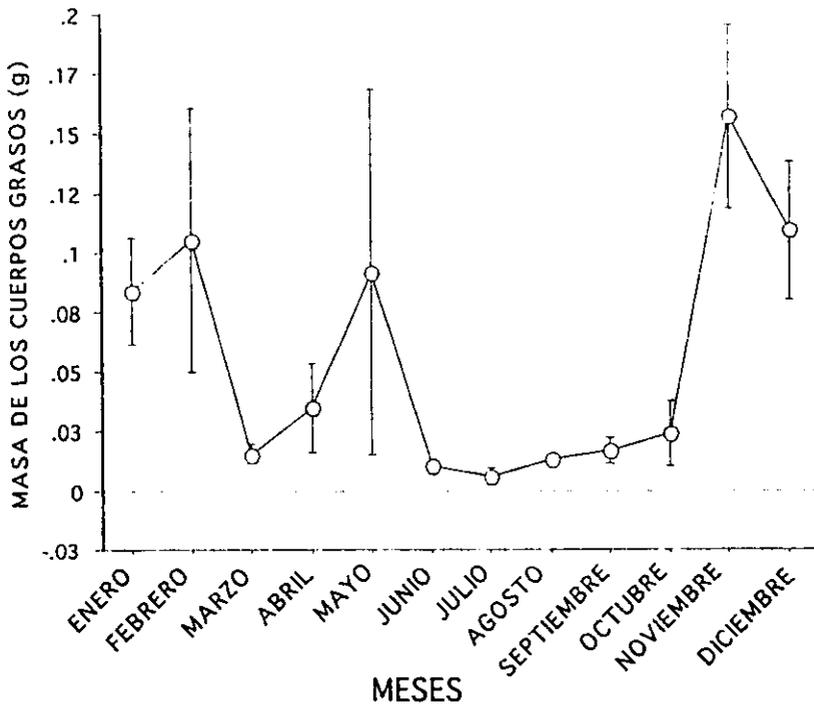


Fig. 8.- Ciclo de los cuerpos grasos de los machos de S. pyrocephalus

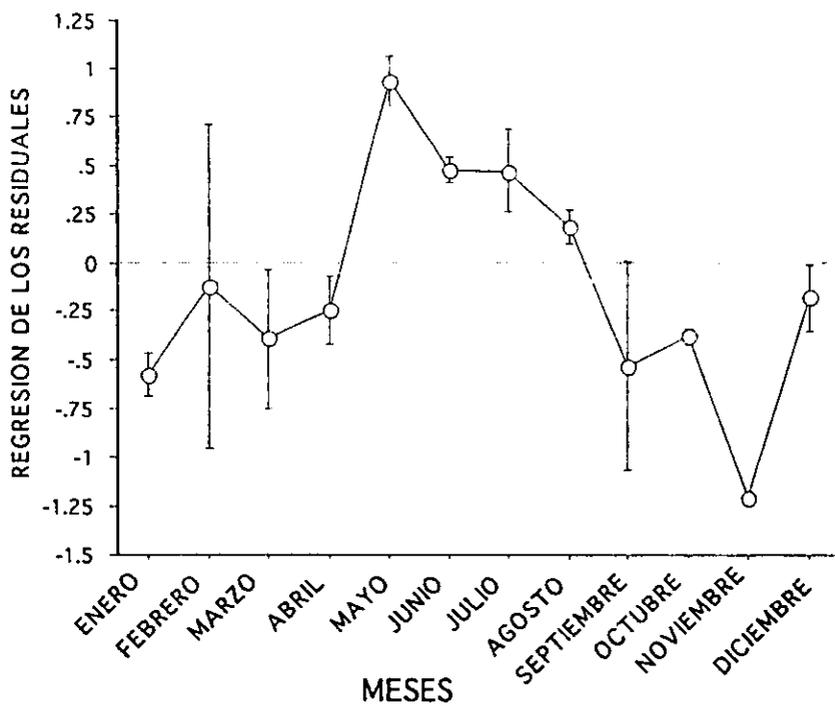


Fig. 9.- Ciclo estacional de la masa folicular de *S. pyrocephalus*

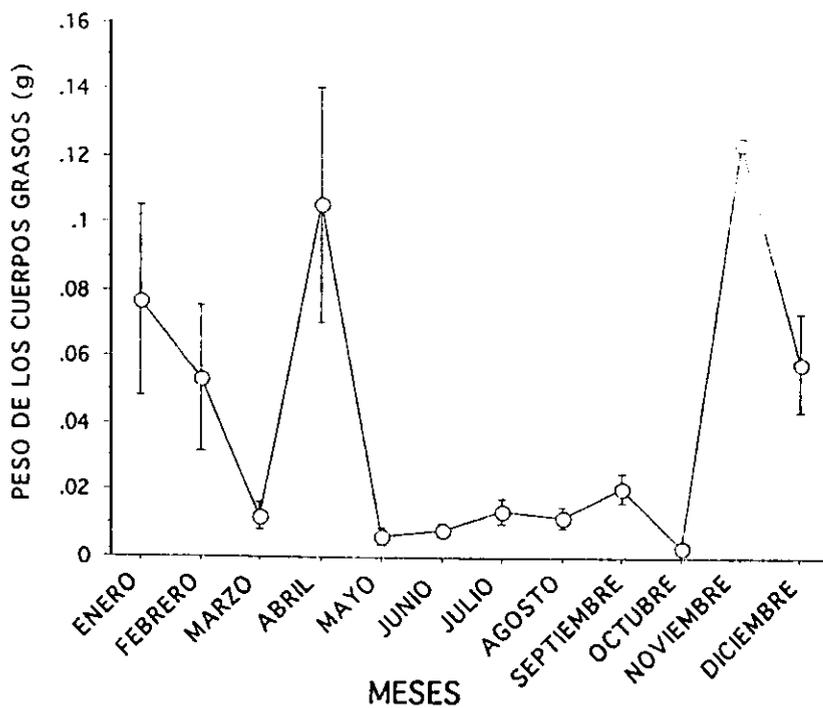


Fig. 10.- Ciclo de los cuerpos grasos de las hembras de S. pyrocephalus

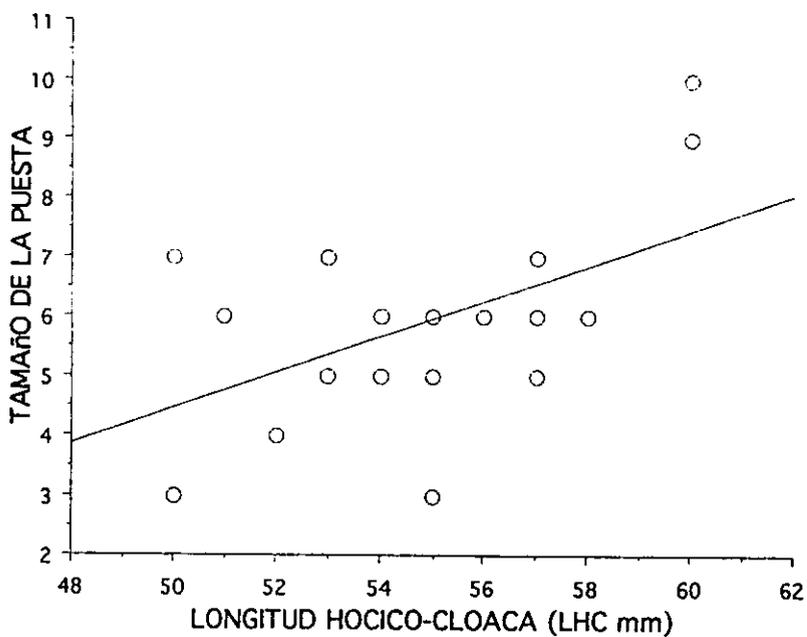


Fig. 11.- Relación del tamaño de la puesta y la longitud hocico-cloaca (LHC) de las hembras de S. pyrocephalus

## DISCUSIÓN

Los machos de *Sceloporus pyrocephalus* alcanzan la madurez sexual a los 7 meses de edad, a los 61 mm de longitud hocico-cloaca, presentando el cuerpo más grande que las hembras, las hembras en cambio, son sexualmente maduras a los 8 meses de nacidas con una longitud de 50 mm. El dimorfismo sexual es común entre los *Sceloporinos* (Fitch, 1978; Cooper y Burns, 1987). Para ésta población estudiada de *S. pyrocephalus*, tal característica la presentan los machos en la longitud hocico-cloaca y la presencia de parches ventrales azulosos, diferenciándose las hembras por presentar la cola comprimida y la coloración roja de la cabeza en la época reproductiva. En cuanto a la diferencia en la longitud hocico-cloaca entre el macho y la hembra, generalmente cuando el macho es más grande que la hembra, se atribuye esto, a una selección sexual que incrementa la habilidad de este para asegurar pareja (Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista *et al.*, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997; Ruby, 1981). En cambio entre las ventajas que las hembras presentan al tener una talla mayor, aun cuando éste no sea el caso, se encuentran la habilidad para producir huevos o crías más grandes (Andrews y Rand, 1974; Fitch, 1976, 1978; Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista *et al.*, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997). En este caso en particular y con base en el análisis anterior, se podría concluir que la diferencia en la longitud hocico-cloaca entre el macho y la hembra de *S. pyrocephalus*, es una característica que utiliza el macho para asegurar pareja durante el período reproductivo, y de esta manera puede llevarse a cabo el apareamiento y por lo tanto el éxito reproductivo.

Por lo que respecta a la coloración distintiva o patrones de coloración entre los animales con visión en color, incluyendo las lagartijas estos señalamientos cromáticos son usados generalmente para realizar funciones sociales de información, identificar a los miembros de la misma especie, del mismo sexo y de la misma condición reproductiva (Fitch, 1978; Cooper y Burns, 1987), además de ayudar en la selección sexual (Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista *et al.*, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997; Ruby, 1981). También se sabe que los modelos de pigmentación afectan la interacción social en algunos Iguánidos, identificando a las hembras sexualmente maduras, aunque en la mayoría de los Iguánidos con dicromatismo sexual es el macho el que presenta los colores más brillantes (Cooper y Vitt, 1986; Cooper *et al.*, 1986, 1987; Cooper y Burns, 1987; Fitch, 1978), aunque esta coloración que presentan los machos es importante en los encuentros sociales y en las relaciones de dominio territorial. Las hembras de *Sceloporus pyrocephalus* son exclusivamente las únicas que presentan la cabeza roja durante la estación reproductiva, podría ser que ésta característica por ser más conspicua durante la reproducción, por lo tanto funciona como selección sexual, donde las hembras con una coloración más llamativa o más intensa durante el período reproductivo, sean las elegidas por los machos para reproducirse, sin embargo, esto solo podrá asegurarse una vez que se realicen estudios más específicos al respecto, ya que como resultado de la consulta bibliográfica, se encontró que existe muy poca información sobre qué mecanismos producen los patrones de coloración o cómo funcionan, ya que estos pueden ser producto de efectos hormonales o químicos (Cooper y Vitt, 1986; Cooper *et al.*, 1986, 1987; Cooper y Burns, 1987), o que sin considerar los colores distintivos de

ambos sexos, los organismos encuentren a su pareja por medio de atrayentes sexuales como la orina, las heces, el contenido cloacal y los productos glandulares exócrinos (Callard *et al.*, 1972; Cooper *et al.*, 1986; Mackiney y Marion, 1985), o bien por medio de una feromona sexual (Garska y Crews, 1981). Se desconoce, cual de estos mecanismos se aplican a *S. pyrocephalus*.

En cuanto al patrón reproductivo machos y hembras de *S. pyrocephalus*, exhiben un patrón de reproducción estacional con una sola temporada reproductiva durante el año, este fenómeno se encuentra ampliamente corroborado para muchas especies de lacertilios (Fitch, 1976; Heatwole, 1976; Rowlands y Weir, 1977; Jones, 1978; Méndez y Villagrán, 1983; Godínez, 1985; Ramírez-Bautista y Vitt, 1998; Ramírez-Bautista *et al.*, 1995). Esto lo confirma la variación de la actividad gonadal mostrada en las gráficas de la masa de las gónadas de ambos sexos.

La reproducción en el macho de *S. pyrocephalus* es cíclica mostrando un pico reproductivo del mes de mayo a agosto, (a principio de la época húmeda). En lo referente a los ciclos reproductivos, se sabe que el período de la estación reproductiva es variable (Ramírez-Bautista y Vitt, 1998), así tenemos que algunas especies de lagartijas de ambientes tropicales, presentan reproducción continua en las que el pico de producción más alto esta asociado con la precipitación y la disponibilidad de alimento (Ballinger, 1977; Dunham, 1982; Guyer, 1988<sup>a</sup>, 1988<sup>b</sup>; Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1998). En ambientes tropicales estacionales (seco-húmedo), generalmente muestran un patrón reproductivo cíclico (Vitt y Blackburn, 1983; Vitt y Goldberg, 1983; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997; Ramírez-Bautista y Vitt, 1998). En los bosques tropicales del oeste de

México, los lacertilios muestran un período reproductivo estacional (Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997). Las especies de clima templado, por lo general muestran un ciclo reproductivo estacional (Duvall *et al.*, 1982). En ambientes montañosos las lagartijas presentan reproducción de tipo otoñal (Ramírez-Bautista *et al.*, 1998). Este tipo de comportamiento, denominado Actividad Reproductiva Otoñal (Guillette y Casas-Andreu, 1980), es común para varias especies habitantes de regiones del país con marcada estacionalidad climática por ejemplo *Eumeces copei* (Guillette, 1983), *Sceloporus aeneus aeneus* y *S. a. bicantalis* (Guillette, 1981), *S. grammicus* (Ortega y Barbault, 1984), *S. g. disparilis* (Guillette y Bearce, 1983), *S. g. microlepidotus* (Guillette y Casas-Andreu, 1980), *S. mucronatus mucronatus* (Méndez y Villagrán, 1983), *S. t. torquatus* (Gutiérrez *et al.*, 1982), *S. megalepidurus megalepidurus* (Godínez, 1985) y nacimiento de las crías en primavera (Guillette, 1982, 1983; Guillette y Bearce, 1986; Guillette y Méndez-de la Cruz, 1993; Ramírez-Bautista *et al.*, 1998).

Por lo anteriormente expuesto, podemos afirmar que los machos de *S. pyrocephalus* por habitar un ambiente tropical con marcada estacionalidad diferenciada en temporada seca y temporada húmeda, presentan un patrón reproductivo cíclico que dicha especie utiliza como estrategia adaptativa, ya que los machos inician conducta territorial y de cortejo a las hembras en el mes de abril, antes de que las hembras ovulen, es decir, en la temporada de escasez de recursos. Ello permite a los individuos aprovechar los recursos durante la época favorable para crecimiento, almacenaje de energía y desarrollo gonádico.

El período de máximo crecimiento testicular de *Sceloporus pyrocephalus*, estuvo correlacionado positivamente con el fotoperíodo, la temperatura y también

con la precipitación. Se sabe que los factores ambientales como la temperatura, el fotoperíodo, la precipitación y la disponibilidad de comida influyen en la estimulación, mantenimiento y regresión gonadal (Licht, 1984; Marion, 1982; Ramírez-Bautista *et al.*, 1995). La temperatura y el fotoperíodo están correlacionados con el tamaño gonadal de los machos (Duvall *et al.*, 1982; Marion, 1982; Ramírez-Bautista *et al.*, 1995). Se sabe que la abundancia de alimento está fuertemente asociada con la precipitación, así como la variación entre la abundancia de recursos y las características de la historia de vida de las especies, guardan una relación muy estrecha (Ballinger, 1977; Dunham, 1978, 1980, 1981, 1982; Ramírez-Bautista *et al.*, 1995). En muchas especies de lagartijas que habitan ambientes tropicales el cortejo, apareo y cópula ocurren a principios de la época de lluvia, la incubación y desarrollo embrionario, durante ésta, y el nacimiento de las crías al final de la misma (Ramírez-Bautista, 1995). De este modo la actividad reproductiva está fuertemente asociada con la precipitación, pero la temperatura y el fotoperíodo, podrían proporcionar las condiciones para estimular la actividad reproductiva (Marion, 1982).

En este caso particular en que el crecimiento testicular de *Sceloporus pyrocephalus* estuvo correlacionado positivamente con el fotoperíodo, temperatura y precipitación, y basándose en que los machos muestran conducta de territorialidad y de cortejo antes de la llegada de las lluvias (abril) y en la observancia en que el incremento en los testículos de los machos comienza con el incremento del fotoperíodo y de la temperatura, antes que la precipitación. Consecuentemente, el fotoperíodo y posiblemente su efecto sobre la temperatura influyen de manera directa en el inicio de la reproducción de los machos de S:

*pyrocephalus*, como lo indica la revisión bibliográfica para otras especies (Licht y Gorman, 1970; Gorman y Licht, 1974; Marion, 1982; Lee *et al.*, 1989; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997; Ramírez-Bautista y Vitt, 1998).

En otro orden de ideas, las actividades reproductivas en los machos de *S. pyrocephalus*, indican un alto costo energético por la relación negativa que existe entre el desarrollo testicular y la masa de los cuerpos grasos, durante la estación reproductiva, las variaciones estacionales observadas en el ciclo de los cuerpos grasos, quizá sea una respuesta a los cambios existentes en la disponibilidad del recurso alimenticio y al destino final de dichos recursos.

Las hembras de *Sceloporus pyrocephalus* también presentan un ciclo reproductivo estacional con un pico máximo de actividad reproductiva en los meses de mayo (fin de la época seca), junio y julio (principio de lluvias), con la mayor producción de huevos en el mismo lapso de tiempo. El período de actividad reproductiva de la hembra empieza en mayo y termina en el mes de agosto, mientras que el del macho inicia en abril y finaliza en agosto. A pesar de que existe un cierto desfasamiento entre los ciclos gonádicos de ambos sexos en *S. pyrocephalus*, este no es tan marcado como el que demuestran Guillette y Casas-Andreu (1980) para *S. grammicus microlepidotus* y Méndez y Villagrán (1983) en *S. m. mucronatus*; por lo que es muy probable que exista cierta sincronía estacional en los eventos reproductivos de machos y hembras.

Si sabemos por las observaciones de campo, que el macho mostró conducta de territorialidad y de cortejo en el mes de abril y la cópula bien pudo ocurrir en el lapso de mayo a junio. Lo anteriormente expuesto nos lleva a considerar como poco probable que en *S. pyrocephalus* ocurra retención de

esperma por parte de la hembra. Este fenómeno de retención se ha demostrado en *S. jarrovi* (Goldberg, 1971) y *S. grammicus microlepidotus* (Guillette y Casas-Andreu, 1980) entre otras especies. Pero para tener mayor seguridad en lo mencionado arriba, se hace necesario realizar estudios de análisis histológicos.

En otro orden de ideas, un alto costo energético fue utilizado en la producción de huevo, coincidiendo con el menor almacenamiento de grasa, indicando que los cuerpos grasos son movilizados para la producción de huevos (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997) esto lo demuestran las variaciones estacionales en los ciclos de los cuerpos grasos presentados en las gráficas, y esto podría deberse a los cambios existentes en la disponibilidad del recurso alimenticio y al destino final de tales reservas (Licht y Gorman, 1970; Marion y Sexton, 1971; Goldberg, 1974; Jameson, 1974; Derickson, 1976; Vitt y Lacher, 1981; Ramírez-Bautista *et al.*, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997; Ramírez-Bautista y Vitt, 1998). Probablemente las hembras hacen un empleo más diversificado de las reservas grasas utilizando parte de la grasa almacenada durante la vitelogénesis y tal vez la otra parte sea usada en el mantenimiento somático, y crecimiento aspectos en el que coinciden múltiples reportes (Derickson, 1976; Fox, 1976; Godínez, 1985), por mencionar algunos. Mientras que para los machos de *S. pyrocephalus*, se plantea la posibilidad de que la reserva grasa se use durante el período de cortejo y apareamiento en una primera fase y para el mantenimiento somático en la fase final como lo reportan para otras especies (Jameson, 1974; Guillette y Casas-Andreu, 1981; Godínez, 1985).

La vitelogénesis y el crecimiento folicular de las hembras de *S. pyrocephalus* de acuerdo a los resultados obtenidos, estuvieron correlacionado

positivamente con el fotoperíodo ( $r=0.758$ ,  $P<0.05$ ) y con la precipitación ( $r=0.623$ ,  $P<0.05$ ), pero no con la temperatura ( $r=0.358$ ,  $P>0.05$ ). Por consiguiente, los factores ambientales influyen de diversas maneras en el ciclo reproductivo de los lacertilios. Por ejemplo en *Urosaurus b. bicarinatus* la actividad reproductiva, el gran tamaño de la puesta, el potencial reproductivo, la tasa de crecimiento de los juveniles y la longitud hocico-cloaca de las hembras adultas pueden estar influenciados por el alto promedio de la precipitación anual (Ramírez-Bautista *et al.*, 1995). Así como por la temperatura y el fotoperíodo (Ramírez-Bautista *et al.*, 1995). Por ejemplo se sabe que la precipitación puede ser el principal factor que influya en las hembras de *U. b. bicarinatus* para el proceso reproductivo (Ramírez-Bautista *et al.*, 1995). Con lo referido anteriormente, se sabe con respecto a la precipitación pluvial, que la escasez de este recurso limita la producción de huevos en organismos que habitan zonas desérticas (Schall, 1978) y en especies tropicales con ciclos reproductivos estacionales, inicia la actividad ovárica y las hembras solamente suelen poner sus huevos en épocas húmedas como sucede en *Cnemidophorus guttatus* (Kennedy, 1968) y *C. Tigris* (Pianka, 1970; Burkholder y Walker, 1973; Hernández, 1991). Además durante la época de lluvias, la cantidad de insectos es alta, influyendo directamente en la dinámica reproductiva de las poblaciones de lacertilios. Ya que el incremento en el crecimiento de la vegetación confirma una gran diversidad y abundancia de insectos herbívoros, los cuales producen una abundante energía a las lagartijas que se alimentan de ellos (Ballinger, 1977, 1979; Dunham, 1982; Martin, 1977; Parker y Pianka, 1975; Hernández, 1991; Ramírez-Bautista *et al.*, 1995). La precipitación permite a las

lagartijas un período apropiado de mantenimiento y crecimiento por el efecto indirecto que produce, ya que al ocurrir ésta, existe un incremento en la población de insectos (Licht, 1971b; Pianka, 1970). Por lo que la precipitación es responsable de los sucesos de la reproducción (Andrews et al., 1983; Ballinger, 1977; Hernández, 1991; Ramírez-Bautista *et al.*, 1995).

Aunque la influencia del fotoperíodo y la temperatura en los ciclos reproductivos esta demostrada, aun no se sabe con exactitud el grado con el que actúan sobre los mismos (a pesar de la gran cantidad de trabajos publicados al respecto). Sin embargo, se sabe que una combinación de los factores antes mencionados parecen iniciar la reproducción en muchos reptiles (Gorman y Licht, 1974), además se conoce que si no existe el tiempo suficiente de exposición a la luz, el ciclo reproductivo sufre un retardo en su activación, aun cuando la temperatura sea la ideal para la especie (Fitch, 1958; Hernández, 1991) en tanto que si el fotoperíodo es el adecuado y la temperatura no lo es, la actividad espermatogénica, androgénica y ovárica son activadas (Goldberg y Lowe, 1966; Christiansen y Ladman, 1971; Burkholder y Walker, 1973; Barbault, 1977; Hernández, 1991).

Para este caso en particular y considerando lo anteriormente expuesto, se plantea la posibilidad de que en el ciclo reproductivo de las hembras de *Sceloporus pyrocephalus*, el factor inicial que dispara la reproducción sea el fotoperíodo, ya que la reproducción en los machos comenzó en abril y las hembras contenían folículos vitelogénicos en mayo, a finales de la época seca. Así mismo se sugiere que la precipitación influye en algunas características reproductivas

como el tamaño de la puesta y el potencial reproductivo, entre otras como señala Ramírez-Bautista *et al.* (1995).

El tamaño de la puesta de la población de *S. pyrocephalus* estudiada, fue determinada a partir de los huevos en el oviducto y de los folículos vitelogénicos contados en 23 hembras, después de aplicar un análisis de regresión ya que existe una relación directa entre el tamaño de la puesta y la longitud hocico-cloaca de la hembra. El tamaño de la puesta responde a una compleja interacción de factores ambientales y a la estrategia adaptativa propia de cada población (Andrews y Sexton, 1981; Godínez, 1985; Ramírez-Bautista y Vitt, 1998). Así como a la abundancia de insectos (Ballinger, 1977; Dunham, 1982; Parker y Pianka, 1975; Ramírez-Bautista *et al.*, 1995). Considerando que el ciclo reproductivo de las hembras estuvo influenciado por el fotoperíodo en un principio, como por la precipitación más tarde, es posible plantear que el tamaño de la puesta en las hembras de *S. pyrocephalus* está en cierta forma relacionada con la precipitación. Aunque es necesario profundizar en este tipo de estudios para poder afirmar lo anterior, ya que como se sabe la disponibilidad de alimento, la precipitación y la temperatura pueden afectar el tamaño de la puesta (Ballinger, 1977; Dunham, 1982; Ramírez-Bautista *et al.*, 1995).

El potencial reproductivo (número de huevos o de crías que una hembra produce durante su vida) de las hembras de *S. pyrocephalus*, fue estimada tanto por la totalidad de folículos no vitelogénicos, como de los vitelogénicos y huevos de cada hembra antes de la oviposición (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997). El número de puestas de las hembras de *S. pyrocephalus* de esta población estudiada, no es posible asegurarlo, si bien es cierto que el periodo reproductivo abarca de el mes

de mayo a el mes de agosto, se podría pensar que estos organismos solamente pueden producir una puesta durante la estación reproductiva, más sin embargo, Smith (1961) considera que es probable una segunda puesta por los datos que se tienen de otra población de *S. pyrocephalus* estudiada (Citado por Fitch, 1970).

Las hembras que nacieron al principio de la estación reproductiva, alcanzarán la madurez sexual más rápidamente que las hembras que logren la madurez sexual posteriormente. Probablemente las primeras pueden conseguir un mayor potencial reproductivo. Esto podría explicarse si suponemos que los individuos que nacieron primero, presentan una talla mayor y alcanzan tanto la talla como la actividad reproductiva antes que aquellos de menor tamaño (Godínez, 1985; Ramírez-Bautista y Vitt, 1998).

En la historia natural de las especies, existen amplias variaciones en sus estrategias cuyos extremos se conocen como selección  $r$  y selección  $k$ . En las lagartijas se presentan ambas estrategias, caracterizándose la  $r$  por una vida corta, alto esfuerzo reproductivo y madurez sexual temprana; mientras que la selección  $k$  presenta una vida larga (más de un año), bajo esfuerzo reproductivo y madurez sexual tardía (Derickson, 1976b; Ramírez-Bautista *et al.*, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1998). Considero que *S. pyrocephalus*, por presentar madurez temprana, expectativa de vida corta y alto esfuerzo reproductivo, presenta como característica determinante en su historia de vida la estrategia de selección  $r$ .

## CONCLUSIONES

*Sceloporus pyrocephalus* exhibe dimorfismo sexual, siendo el macho más grande que la hembra, presentando ésta última coloración roja en la cabeza durante la época reproductiva. Por lo que, se plantea la posibilidad que el dimorfismo sexual sea interpretado como selección sexual, en la que ambos sexos aseguren pareja en la temporada reproductiva, por lo que se reflejará en el éxito reproductivo.

*Sceloporus pyrocephalus* presenta un ciclo reproductor estacional, en el cual a pesar de manifestarse un ligero desfase entre los ciclos reproductivos de ambos sexos, se plantea la posibilidad de que están sincronizados, y que no existe retención de esperma por parte de la hembra.

En cuanto a la modalidad reproductiva de ésta especie, se confirma que *S. pyrocephalus* es ovípara, el número de puestas de esta especie al año, no se puede asegurar con los resultados obtenidos, ya que la bibliografía (Smith, 1961; y Fitch, 1978) señalan que es probable la producción de una segunda puesta. Además, se ha visto que algunas hembras de la misma región presentan folículos vitelogénicos y huevos simultáneamente (Ramírez-Bautista, com. per.)

Los factores ambientales que se relacionan con la variación gonádica de los machos son el fotoperíodo, temperatura y precipitación, los cuales influyen en la actividad reproductiva. Para el caso concreto de las hembras es evidente la influencia que tienen tanto el fotoperíodo como la precipitación en el ciclo

reproductivo de éstas. Por lo que, se sugiere que en el ciclo reproductivo de *S. pyrocephalus*, el fotoperíodo parece ser que es el factor que dispara la reproducción.

Se puede asegurar que existe una relación directa entre la longitud hocicloaca de la hembra y el tamaño de la puesta, por lo que, mientras más grande sea el cuerpo de la hembra, mayor será el potencial reproductivo de la misma.

Los machos y las hembras de *S. pyrocephalus*, alcanzan la madurez sexual a temprana edad, el costo energético que utilizan durante el ciclo reproductivo es bastante alto, y presentan una expectativa de vida corta, por lo que, la historia natural de ésta especie, presenta una estrategia de tipo *r*.

Por lo anteriormente expuesto, es necesario realizar estudios reproductivos tanto en especies de regiones semejantes como regiones con climas distintos, con el objeto de tener un panorama más completo de las características reproductivas exhibidas por ésta lagartija y para las diferentes poblaciones que habitan las distintas regiones del país, y las relaciones que guardan con los factores ambientales.

Teniendo un mayor número de estudios de este tipo con diferentes especies y poblaciones de la misma especie, se pueden ir acumulando patrones reproductivos que apoyen las predicciones de Tinkle et al. (1970).

## LITERATURA CITADA

- Andrews, R. M. , A.S. Rand, and S. Guerrero. 1983. Seasonal and spatial variation in the annual cycle of a tropical lizard. Advances in Herpetology and evolutionary biology. Pp. 441'454. In A. G. Rhodin and K. Miyata (eds.), Festschrift in honor E.E.Williams. Museum of comparative Zoology, Harvard University, Cambridge, Massachusetts.
- Andrews, R. M., and A. S. Rand. 1974. Reproductive effort in anoline lizards. Ecology 55:1317-1327.
- Andrews, R. M., and O. J. Sexton. 1981. Water relations of the eggs of *Anolis auratus* and *Anolis limifrons*. Ecology 62:556-562.
- Ballinger, R. E. 1977. Reproductive strategies: Food availability as a source of proximal variation an a lizard. Ecology 58:628-635.
- Ballinger, R. E. 1979. Intraspecific variation in demography and life history of the lizard. *Sceloporus jarrovi* along an altitudinal gradient in southeastern Arizona. Ecology 60:901-909.
- Barbault, R. 1977. Etude comparative des cycles journaliers d'activite des lézards *Cophosaurus texanus*, *Cnemidophorus tigris* dans le désert de Mapimi (Méxique) Bulletin, Société Zoologique de France Vo. 102:159-168.
- Benabib, M. 1994. Reproduction and lipid utilization of tropical populations of *Sceloporus variabilis*. Herpetol. Monogr. 8:160-180.

- Burkholder, G. L., and Walker, J. M. 1973. Habitat and reproduction of the desert whiptail lizard *Cnemidophorus tigris* baird and girard in south western Idaho at the northern part of its range. *Herpetologica* 29:76-83.
- Ballard, I. P., and cols. 1972. The control of the reptilian gonad. *Amer Zool*, 12:273-287.
- Camarillo, J. L. 1983. New herpetological records from the State of México. *Bull Maryland Herp Soc*, 19:39-46.
- Christiansen, L. J., and Ladman, J. A. 1971. The reproductive morphology of *Cnemidophorus neomexicanus* & *Cnemidophorus inornatus*. Hybrid males. *J. Morph.* 125:367-378.
- Cooper, W. E., and cols. 1986. Female sex pheromone in the lizard *Eumeces laticeps*. *Herpetologica* 42:361-366.
- Cooper, W. E., and cols. 1987. Induction of orange head coloration of courtship and aggression by testosterone in the male broad-headed skink (*Eumeces laticeps*) *J Herpetol*, 21:96-101.
- Cooper, W. E., and Burns, N. 1987. Social significance of ventrolateral coloration in the fence lizard *Sceloporus undulatus*. *Anim. Behav.* 35:526-532.
- Cooper, W. E., and Vitt, L. J. 1986. Lizard pheromones; behavioral responses and adaptation significance in skinks of the genus *Eumeces* and Chemical signs in vertebrates 4:323-348 Plenum Pub.
- Derickson, W. K. 1976. Ecological and physiological aspects of reproductive strategies on two lizards. *Ecology*, 57:445-458.

- Dunham, A. E. 1978. Food availability as a proximate factor in influencing individual growth rates in the iguanid lizard *Sceloporus merriami*. *Ecology* 59:770-778.
- Dunham, A. E. 1981. Populations in a fluctuating environment the comparative population ecology of the iguanid lizards *Sceloporus merriami* and *Urosaurus ornatus* Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology, University of Michigan 158:1-62.
- Dunham, A. E. 1982. Demographic and life-history variation among populations of the iguanid lizard *Urosaurus ornatus*: implications for the study of the life-history phenomena in lizards. *Herpetologica* 38:208-221.
- Dunham, A. E., and D. B. Miles. 1985. Patterns of covariation in life history traits of squamate reptiles: the effects on size and phylogeny reconsidered. *American Naturalist* 126:231-257.
- Dunham, A. E., D. B. Miles, and D. N. Resnick. 1988. Life history patterns in squamate reptiles. *In*: Gans, C., editor. *Biology of the Reptilia*. Volumen 16. Ecology B. Defense and life history. Alan R. Liss, New York. Pp. 441-522.
- Duvall, D., L. J. Guillette, Jr., and R. E. Jones. 1982. Environmental control of reptilian reproductive cycles. Pp. 201-231. *In* C. Gans and F. H. Pough (Eds.), *Biology of the Reptilia*, Vol. 13D. Academic Press, New York.
- Fitch, H. S. 1958. Natural history of the sixlined racerunner (*Cnemidophorus sexlineatus*) *Univ. Kansas, Publ. Mus. Nat. Hist* 11(2):11-62.
- Fitch, H. S. 1970. Reproductive cycles in lizards and snakes. *Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas Misc. Publ.* 52:1-247.

- Fitch, H. S. 1976. Sexual size differences in mainland anoles. Occ. Pap. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas 50:1-21.
- Fitch, H. S. 1978. Sexual size differences in the genus *Sceloporus*. Univ. Kansas Sci. Bull., 51(13):441-461.
- Fox, H. 1976. The urogenital system of reptiles. In: Biology of the Reptilia, vol. 6: Morphologie. Eds C. Gans and T. S. Pearsons. Academic Press, New York. Pp. 1-57.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de Köeppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México, 2ª. Ed. 246 pp.
- García, R. I. 1983. Contribución al conocimiento de los árboles y arbustos de Bejucos, Estado de México. Tesis Biólogo Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM., México.
- Godínez, C. E. 1985. Ciclo reproductivo de *Sceloporus megalepidurus megalepidurus* (Reptilia: Iguanidae), en la parte oriental de Tlaxcala, México. Tesis Biólogo. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM., México. 71 pp.
- Goldberg, S. R. 1971. Reproductive cycle of the ovoviviparus iguanid lizard *Sceloporus jarrovi* Cope. Herpetol., 27:123-132.
- Goldberg, S. R. 1974. Reproduction in mountain and lowland populations of the lizard *Sceloporus occidentalis*. Copeia, 1974:176-182.
- Goldberg, S. R., and C. H. Lowe. 1966. The reproductive cycle of the western whiptail lizard (*Cnemidophorus tigris*) in southern Arizona. Journal of Morphology 118:543-548.

- Gorman, G. C., and P. Licht. 1974. Seasonality in ovarian cycles among tropical *Anolis* lizards. *Ecology* 55:360-369.
- Guillette, L. J. Jr. 1981. Reproductive strategies and the evolution of viviparity in two allopatric populations of the Mexican lizard, *Sceloporus aeneus*. Ph. D. Thesis. Univ. Colorado. 128 pp.
- Guillette, L. J. Jr. 1982. The evolution of viviparity and placentation in the high elevation Mexican lizard *Sceloporus aeneus*. *Herpetologica* 38:94-103.
- Guillette, L. J. Jr. 1983. Notes concerning reproduction of the montane skink, *Eumeces copei*. *J. Herpetol.* 17:144-148.
- Guillette, L. J. Jr., and D. A. Bearce. 1986. Reproductive and fat body cycle in the lizard, *Sceloporus grammicus disparilis*. *Trans. Kansas Acad. Sci.* 89:31-39.
- Guillette, L. J. Jr., and G. Casas-Andreu. 1980. Fall reproductive activity in the high altitude Mexican lizard, *Sceloporus grammicus microlepidotus*. *J. Herpetol.* 14:143-147.
- Guillette, L. J. Jr., and G. Casas-Andreu. 1981. Seasonal variation in fat body weights of Mexican high elevation lizard, *Sceloporus grammicus microlepidotus*. *J. Herpetol.* 15(3):366-371.
- Guillette, L. J. Jr., and F. R. Méndez-De la cruz. 1993. The reproductive cycle of the viviparous Mexican lizard *Sceloporus torquatus*. *J. Herpetol.* 27:168-174.
- Guillette, L. J. Jr., and W. P. Sullivan. 1985. Reproductive and fat body cycle of the lizard *Sceloporus formosus*. *J. Herpetol.* 19:474-480.
- Gutiérrez, M. G., T. R. Sánchez, R. J. Ortiz, L. J. Camarillo y C. F. Méndez. 1982. Aspectos ecológicos básicos de una población de *Sceloporus t. Torquatus*.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Biología de Campo. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala,  
UNAM., México.

- Guyer, C. 1988<sup>a</sup>. Food supplementation in a tropical mainland anole, *Norops humilis*: demographic effects. *Ecology* 69:350-361.
- Guyer, C. 1988<sup>b</sup>. Food supplementation in a tropical mainland anole, *Norops humilis*: effects on individuals. *Ecology* 69:362-369.
- Heatwole, H. 1976. *Reptile Ecology*. Univ. of Queensland Press, Australia. 188pp.
- Hernández, M. C. 1991. Determinación del ciclo reproductivo de la lagartija ovípara *Cnemidophorus guttatus*. En la parte sureste de Alvarado, Ver. Tesis Biólogo Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM., México.
- Jameson, E. W. 1974. Fat and breeding cycles in a montane population of *Sceloporus graciosus*. *J. Herpetol.*, 8(4):311-322.
- Jones, R. E. 1978. Ovarian cycles in nonmammalian vertebrates *In*: The vertebrate ovary; comparative biology and evolution. Ed. R. E. Jones. Plenum Press, New York. Pp. 731-762.
- Jones, S. M., R. E. Ballinger, and W. P. Porter. 1987. Physiological and environmental sources of variation in reproduction: Prairie lizards in a food rich environment. *Oikos* 48:325-335.
- Kennedy, J. P. 1968. Observations on the ecology and behavior of *Cnemidophorus guttatus* and *Cnemidophorus deppei* (Sauria: Teiidae) in southern Veracruz. *J. Herpetology* Vol. 2(3)(4):87-96.
- Knudsen, J. W. 1966. *Biological techniques: collecting, preserving and illustrating plants and animals*. Harper & Row. New York. 525 pp.

- Lee, J. C., D. Clayton, S. Eisenstein, and L. Perez. 1989. The reproductive cycle of *Anolis sagrei* in southern Florida. *Copeia* 1989:930-937.
- Licht, P. 1971b. Regulation of the annual testis cycles by photoperiod and temperature in the lizard *Anolis carolinensis*. *Copeia* 3:496-506.
- Licht, P. 1984. Reptiles. Pp. 206-282. *In*: G. E. Lamming (Ed.), *Marshall's Physiology of Reproduction*, 4<sup>th</sup> ed., Vol. 1. Churchill Livingstone, Edinburgh.
- Licht, P., and G. C. Gorman. 1970. Reproductive and fat cycles in Caribbean *Anolis* lizards. *University of California Publications in Zoology* 95:1-52.
- Mckinney, R. B., and Marion, K. R. 1985. Plasma androgens and their association with the reproductive cycle of the male fence lizard, *Sceloporus undulatus*. *Com Biochem Physiol*, 82<sup>a</sup> 515-519.
- Marion, K. R. 1982. Reproductive cues for gonadal development in temperate reptiles: Temperature and photoperiod effects on the testicular cycles of the lizard *Sceloporus undulatus*. *Herpetologica* 38:26-39.
- Marion, K. R., and O. J. Sexton. 1971. The reproductive cycle of the lizard *Sceloporus malachiticus* in Costa Rica. *Copeia*, 1971:517-526.
- Martin, R. F. 1977. Variation in reproductive productivity of range tree lizards (*Urosaurus ornatus*). *Copeia* 1977:83-92.
- Méndez de la C. F. y M. Villagrán. 1983. Contribución al conocimiento de la ecología y ciclo reproductor de la lagartija vivípara *Sceloporus mucronatus mucronatus*. Tesis Biólogo. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM., México. 81 pp.
- Ortega, A., and R. Barbault. 1984. Reproductive cycles in the mezquite lizard *Sceloporus grammicus*. *J. Herpetol.*, 18(2):168-175.

- Parker, W. S. and E. R. Pianka. 1975. Comparative ecology of populations of the lizard *Uta stansburiana*. *Copeia*. 1975:615-632.
- Pianka, R. E. 1970. Comparative autecology of the lizard *Cnemidophorus tigris* in different parts of its geographic range *Ecology* 51(4):703-720.
- Ramírez-Bautista, A. 1995. Demografía y reproducción de la lagartija arborícola *Anolis nebulosus* de la Región de Chamela, Jalisco. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Ramírez-Bautista, A., Z. Uribe-Peña, and L. J. Guillette Jr. 1995. Reproductive biology of the lizard *Urosaurus bicarinatus bicarinatus* (Reptilia: Phrynosomatidae) from Río Balsas Basín, México. *Herpetologica* 51:24-33.
- Ramírez-Bautista, A., L. J. Guillette Jr., G. Gutiérrez-Mayen, and Z. Uribe-Peña. 1996. Reproductive biology of the lizard *Eumeces copei* (Lacertilia: Scincidae) from the Eje Neovolcánico, México. *Southwest. Natur.* 41:103-110.
- Ramírez-Bautista, A., J. Barba-Torres, and L. J. Vitt. 1998. Reproductive cycle and brood size of *Eumeces lynxe* from Pinal de Amoles, Querétaro, México. *Journal of Herpetology* 32(1):18-24.
- Ramírez-Bautista, A., and L. J. Vitt. 1997. Reproductive ecology of *Anolis nebulosus* (Sauria: Polychrotidae) from the Pacific coast of México. *Herpetologica* 53:423-431.
- Ramírez-Bautista, A. and L. J. Vitt. 1998. Reproductive biology of *Urosaurus bicarinatus* (Sauria: Phrynosomatidae) from a tropical dry forest of México. *The Southwestern Naturalist* 43(3):381-390.

- Rowlands, I. W. And B. J. Weir. 1977. The ovarian cycle in vertebrates. *In: The ovary* Vol. II. Eds. L. Zuckerman and B. J. Weir. Academic Press. New York. Pp. 217-273.
- Ruby, D. E. 1981. Phenotypic correlates of male reproductive success in the lizard, *Sceloporus jarrovi*. Pp. 96-107. *In R. D. Alexander and D. W. Tinkle (Ed.), Natural selection and Social Behavior*. Chiron Press. New York, New York.
- Rzedowski, J. 1981. La vegetación de México. Ed. Limusa. México. 431 pp.
- Schall, J. J. 1978. Reproductive strategies in sympatric whiptail lizard (*Cnemidophorus*): two parthenogenetic and three bisexual species. *Copeia*. No. 1:108-116.
- Smith, H. M. 1939. The mexican and central american lizards of the genus *Sceloporus*. *Zool. Ser. Field Mus. Nat Hist.*, 26:1-395.
- Tinkle, D. W. 1972. The dynamics of a Utah population of *Sceloporus undulatus*. *Herpetologica* 28:351-359.
- Vitt, L. J. 1981. Lizard reproduction: habitat specificity and constraints on relative clutch mass. *American Naturalist* 117:506-514.
- Vitt, L. J. 1992. Diversity of reproduction strategies among Brazilian lizards and snakes: Reproductive biology of South American vertebrates. Springer-Verlag, New York. Pp. 135-149.
- Vitt, L. J., and D. G. Blackburn. 1983. Reproduction in the lizard *Mabuya heathi* (Scincidae): a commentary on viviparity in new world *Mabuya*. *Canadian Journal of Zoology* 61:2798-2806.

- Vitt, L. J., and J. D. Congdon. 1978. Body shape, reproduction effort, and relative clutch mass in lizards: resolution of a paradox. *American Naturalist* 112:595-608.
- Vitt, L. J., and S. R. Goldberg. 1983. Reproductive ecology of two tropical iguanid lizards: *Tropidurus torquatus* and *Platynotus semitaeniatus*. *Copeia* 1983:131-141.
- Vitt, L. J., and T. E. Lacher. 1981. Behavior, habitat, diet and reproduction of the iguanid lizard *Polychrus acutirostris* in the Coatinga of Northeastern Brazil. *Herpetol.*, 37(1):53-63.