



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

ECOLOGÍA REPRODUCTIVA DE DOS
POBLACIONES DE LA LAGARTIJA VIVÍPARA
Sceloporus jarrovi
(SQUAMATA:PHRYNOSOMATIDAE) EN EL
MUNICIPIO DE GUADALCAZAR S.L.P

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

B I Ó L O G O
P R E S E N T A

OMAR RAMOS FLORES

DIRECTOR DE TESIS: DR. AURELIO RAMÍREZ BAUTISTA



IZTACALA

2003



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

A ti Omar, mi hijo, mi motorcito quien
siempre me impulsa a seguir adelante

Gracias

A mi padre, Rafael Ramos
del Lourdes
sin tu apoyo esto no hubiera
por creer en mis
sido posible

A mi madre, Ma
Flores gracias
decisiones

A mi esposa Eli (Tolo) por ayudarme a descubrir
el enorme gusto que siento por la herpetología

A mis hermanos César, Carmen y Edgardo
gracias por todas sus enseñanzas con la
diaria convivencia



Lo que no se tampoco creo saberlo

Platón

Es mejor debatir una cuestión sin resolverla,
que resolver una cuestión sin debatirla

José Joubert

El silencio es el ruido más fuerte,
quizá el más fuerte de los ruidos

Miles Davis



AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Aurelio Ramírez Bautista, por todas sus enseñanzas, el apoyo y la oportunidad de realizar el presente trabajo, su confianza pero ante todo por su amistad.

A Elizabeth Ramírez, Ricardo Torres, Xochitl Hernández, Jorge Romero y César Ramos por su apoyo durante el desarrollo del trabajo de campo en las diferentes etapas y condiciones del mismo.

A todas las personas que habitan en Las Lagunas y El Oro por su hospitalidad, preocupación y atenciones mientras nos encontramos ahí.

Al M. en C. Rafael Colín (Botánica), Elizabeth Ramírez y Xochitl Hernández por su apoyo y ayuda desinteresada en uno de los trances más difíciles en el desarrollo del presente trabajo “mi accidente”.

Al Biólogo Felipe Correa Sánchez por su importante ayuda en cuestiones de estadística .

A la Dra. Ma. del Coro Arizmendi Arriaga, Al M. en C. Rodolfo García Collazo y a los Biólogos Felipe Correa Sánchez y Tomás E. Villamar Duque por el tiempo dedicado a la revisión de este trabajo así como sus aportaciones y sugerencias.





INDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
AREADE	
ESTUDIO(Ubicación).....	6
Fisiografía y	
Topografía.....	7
Clima.....	7
Vegetación.....	7
El Oro y Las Lagunas	
.....	8
OBJETIVOS	
.....	10
MÉTODOS (Tamaño de la muestra)	
.....	11
Análisis Reproductivo	
.....	11
Análisis Estadístico	
.....	13
RESULTADOS (LHC a la madurez	
sexual).....	14
Dimorfismo	
sexual.....	15

	Factores
Ambientales.....	37
CONCLUSIONES.....	39
LITERATURA CITADA	40
.....	

RESUMEN

En la actualidad se tiene conocimiento de que existe una variación importante en lo que se refiere al ciclo y las características reproductivas entre poblaciones de la misma especie en diferentes ambientes. En este estudio se presentan las características reproductivas de dos poblaciones de *Sceloporus jarrovi* de una región del desierto Chihuahuense de México de junio de 1999 a mayo del 2000. Las poblaciones se encuentran ubicadas en el Municipio de Guadalcázar, S.L.P, la primera es conocida como Las Lagunas (LL): 2100 m de altitud, 600 mm de precipitación y 23.5°C de temperatura) y la segunda es llamada EL Oro (EO): 1600 m de altitud, 300 mm de precipitación y 25.8°C de temperatura.

La LHC a la que las hembras y machos alcanzan la madurez sexual es muy similar entre poblaciones para LL 49 y 50 mm respectivamente, mientras que para EO 50 y 47 mm respectivamente. Existe dimorfismo sexual ya que los machos son más grandes en LHC ($x=72.46\pm 1.31\text{mm}$) que las hembras ($x=64.62\pm 1.09\text{mm}$) en EO y en LL ($x=64.53\pm 1.12\text{mm}$) para los machos y ($x=61.06\pm 1.10$) en el caso de las hembras.

La actividad reproductiva en ambas poblaciones es otoñal y asincrónica entre sexos, ya que en los machos, la actividad comienza en junio alcanzando su máximo nivel de actividad en octubre y en las hembras comienza en octubre alcanzando su máximo nivel de actividad en el mes de marzo del año siguiente, que es cuando nacen las crías.

El tamaño de la camada estuvo relacionado significativamente con la LHC de las hembras tal y no se encontraron diferencias de este entre poblaciones.

Un análisis de regresión mostró que el ciclo reproductivo está relacionado de manera negativa con el ciclo del hígado y de los cuerpos grasos .

El mismo comportamiento se encontró entre el ciclo reproductivo y los factores ambientales (temperatura y fotoperiodo).

Se encontraron diferencias en la duración de el ciclo reproductivo, en LL donde la precipitación promedio es de 600 mm las crías siguen naciendo hasta el mes de mayo mientras que en EO dejan de nacer en el mes de marzo, aquí la precipitación promedio es de 300 mm anuales.

INTRODUCCIÓN

La reproducción de un organismo, así como algunas de sus características reproductivas (edad y longitud hocico cloaca (LHC) a la madurez sexual, tasa de crecimiento, supervivencia y fecundidad), dan como resultado, lo que hoy se conoce como historias de vida, éstas tratan de explicar cómo un organismo responde a las presiones de selección natural en lo que se refiere a algunas características del ciclo de vida y cómo es que influyen directamente en la supervivencia así como la reproducción de los organismos, y por lo tanto en su adecuación (Stearns, 1992).

Tinkle *et al.* , (1970) realizaron un estudio con varias especies de lagartijas de diferentes familias, de ambientes tropicales estacionales y no estacionales, así como de ambientes templados, encontrando importantes variaciones en las características reproductivas de este grupo. A partir de este estudio, una gran cantidad de investigaciones sobre historias de vida han sido documentadas en reptiles, al mismo tiempo, se han generado numerosos trabajos para probar la hipótesis que estos autores iniciaron.

Dos modos de reproducción son reconocidos de manera general en reptiles, la oviparidad y la viviparidad (Shine, 1983). Se ha encontrado que la primera se encuentra bien representada en la mayoría de especies que habitan en ambientes tropicales (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997; Ramírez-Bautista *et al.* , 2000), en la cual, una parte del desarrollo embrionario (dependiendo de la especie) ocurre dentro del cuerpo de la hembra, y lo completa en el medio externo, donde la hembra pone los huevos; mientras que la mayor parte de las especies que viven en ambientes templados y de montaña, presentan un modo de reproducción vivípara, es decir, que todo el desarrollo embrionario ocurre dentro del cuerpo de la hembra, hasta dar nacimiento a las crías (Ramírez-Bautista *et al.* , 1998).

Las lagartijas disponen de una gran variedad de patrones reproductivos, algunas especies presentan reproducción continua, es decir todo el año, con más de dos eventos de

pocos huevos cada uno, estas especies se conocen como tropicales no estacionales (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997). De manera general, esto se presenta en las especies de talla pequeña, por ejemplo, el grupo de los gekkonidos, tiene dos o tres puestas con dos huevos en cada una, el género *Anolis* pone un solo huevo alternando sus ovarios cada 5 ó 10 días durante la estación reproductiva (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997). Por otra parte, existen algunas especies que tienen una estación reproductiva² restringida con una o dos puestas grandes durante la estación (Tinkle *et al.*, 1970). Esto sucede en especies de talla grande y longevas, como las de los géneros *Ctenosaura* e *Iguana*, a estas se les conoce como tropicales estacionales y tienen una sola puesta de más de 40 huevos por estación reproductiva (Casas-Andreu y Valenzuela, 1984).

Las lagartijas de zonas templadas exhiben diferentes patrones de actividad reproductiva estacional (Fitch, 1970). El patrón más común en estas lagartijas de zonas templadas es en el que los machos y hembras exhiben la gametogénesis durante la primavera, con el subsiguiente cortejo, apareamiento y oviposición, es decir, los machos y las hembras se reproducen durante la primavera y el verano con ciclos sincronizados, este patrón es dominante en las especies que presentan oviparidad (Ortega y Barbault, 1986; Hernández-Ibarra y Ramírez-Bautista, 2002). En contraste, varias especies vivíparas exhiben actividad reproductiva otoñal, con ciclos asincrónicos entre sexos, la gametogénesis, el cortejo y el apareamiento ocurren en el otoño, el desarrollo de las crías durante el invierno, con el nacimiento de las mismas en la primavera siguiente (Goldberg, 1970a; Ballinger, 1973; Guillette, 1983; Ortega y Barbault, 1984). El patrón de actividad cíclica estacional es un importante indicador de la estrategia reproductiva de las especies que se encuentran en ambientes templados.

La variación de las características de historias de vida de las lagartijas que habitan diferentes tipos de ambientes aún no se encuentra bien documentada (Dunham *et al.*, 1988; Tinkle *et al.*, 1993). Se ha visto

que características como el tamaño del cuerpo y del huevo, pueden variar en respuesta al ambiente en que habitan las lagartijas (Dunham, 1982; Tinkle *et al.*, 1993). La variación en el tamaño del huevo, de la camada y de la LHC a la madurez sexual puede ocurrir entre especies y entre poblaciones de la misma especie (Tinkle *et al.*, 1970; Tinkle y Duhnam, 1986; Jones y Ballinger, 1987). Estas variaciones pueden tener bases genéticas y reflejar adaptación evolutiva (Tinkle y Ballinger, 1972; Derickson, 1976).

Las condiciones ambientales como la temperatura, la precipitación y el fotoperiodo determinan la respuesta reproductiva de algunas especies de lagartijas (Marion, 1982; Ferguson *et al.*, 1990). Así las fluctuaciones del ambiente se reflejan en la disponibilidad del alimento para las lagartijas (Tinkle *et al.*, 1993). En años con alta disponibilidad de alimento, las lagartijas crecen o almacenan más energía en forma de cuerpos grasos (Selcer, 1992). En las hembras, los cuerpos grasos se cree que son utilizados para la vitelogénesis y la nutrición en invierno (Hahn y Tinkle, 1965), mientras que en los machos, se piensa que tienen una mayor función en el soporte de la recrudescencia testicular, la preparación del territorio, el desarrollo del cortejo y el apareamiento, así como la nutrición en invierno. Litch (1974) hipotetizó que el incremento de lípidos en los cuerpos grasos durante la estación de secas resulta de una menor asignación a otras actividades, permitiendo conservar una cantidad suficiente de energía para la futura reproducción.

El hígado juega un papel muy importante en la acumulación de lípidos para la estación reproductiva de las lagartijas (Selcer, 1986, 1992). Este órgano se ha considerado como una fuente de energía muy importante en el desarrollo de las gónadas de las hembras. Este está conectado con los ovarios de manera que los lípidos son transferidos a los folículos para su desarrollo (Selcer, 1986, 1992).

Las historias de vida en el género *Sceloporus* son probablemente las mejor estudiadas entre las lagartijas. El género es muy diverso (68

especies), e incluye especies ovíparas y vivíparas que presentan una amplia distribución latitudinal y altitudinal abarcando una gran cantidad de habitats (Benabib, 1994). Así que las especies de este género, son el mejor modelo para realizar trabajos sobre evolución de historias de vida en vertebrados.

En lo que se refiere a *Sceloporus jarrovi*, es una lagartija que pertenece al grupo *torquatus*, cuyos miembros son vivíparos (Smith, 1939). Es una lagartija de talla mediana cuya longitud hocico-cloaca máxima es de 90 mm; su distribución es desde el sur de Arizona, a lo largo de toda la Sierra Madre Occidental, pasando por Nayarit hasta el norte del estado de Hidalgo, México. Estudios sobre la reproducción de esta lagartija (Ballinger, 1979; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002), indican que es también llamada “actividad reproductiva otoñal” similar a otras especies vivíparas del género *Sceloporus* (Guillette,

1982; Fera, 1986; Ballinger, 1973). Se sabe que el tamaño de la camada de esta especie se encuentra en el intervalo de 7 a 13 crías con una media de 10 (Fitch, 1970).

Cabe destacar, que muchos de los datos usados para llegar a este conocimiento están basados en poblaciones de lagartijas de zonas templadas de alta elevación (Guillette, 1982; Guillette y Casas-Andreu, 1981). Pocos estudios sobre este tema existen con especies de lagartijas vivíparas de ambientes semiáridos.

A pesar de que *S. jarrovi* es una de las especies del género *Sceloporus* con el que más se ha trabajado en cuanto a aspectos reproductivos, se tiene poco conocimiento sobre las variaciones en las características de historia de vida a nivel de poblaciones, es por lo que en, el presente trabajo pretende realizar la comparación de las características reproductivas de dos poblaciones en ambientes con características ambientales potencialmente diferentes (temperatura y precipitación), aún cuando estos dos ambientes se encuentran ubicados dentro del mismo Municipio de Guadalcázar. S.L.P

ARÉA DE ESTUDIO

UBICACIÓN

El municipio de Guadalcázar se ubica al noroeste del estado de San Luis Potosí, perteneciente a la zona del altiplano mexicano. Las coordenadas geográficas en las que se sitúa son: latitud norte 22° 30' a 23° 14', longitud oeste 99° 30' a 100° 14'. Limita al norte con el estado de Nuevo León; al sur con Cerritos; al oeste con Villa de Guadalupe y Villa de la Paz; al oeste con el estado de Tamaulipas y Ciudad del Maíz.

Cuenta con una superficie de 4,244.3 kilómetros cuadrados y su división política está compuesta por 82 comunidades, destacando las Negritas, Pozos de Santa Ana, Santo Domingo, Buena Vista y Guadalcázar (Secretaría de Gobernación y Gobierno del estado de San Luis Potosí, 1988).

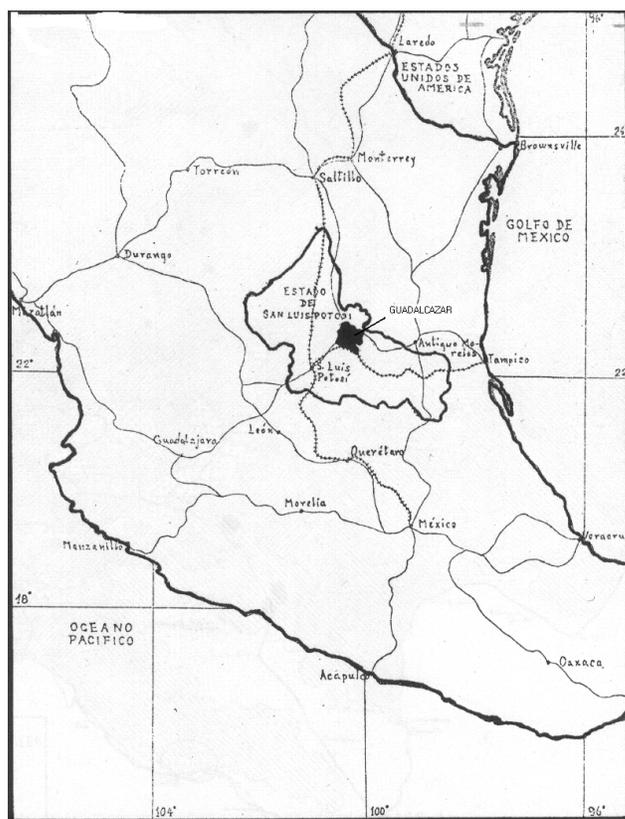


Fig.1. Ubicación del Municipio de Guadalcázar S.L.P.

FISIOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

6

Dentro de este municipio se encuentran varias serranías, que son: la Sierra La Trinidad al suroeste, y en la parte central, en dirección noroeste están la Sierra El Mezquite, Sierra La Cuchilla Atravesada, Sierra Las Narices, Sierra La Peña, Sierra la Cruz, además de que en el extremo noreste se encuentra el Picacho La Víbora. Todas estas formaciones montañosas hacen que la topografía en el municipio varíe de los 1000 a los 1770 m sobre el nivel del mar, llegando en algunas partes a más de 2000 m, como en el Cerro Las Lagunas que tiene una altitud de 2230 m (dentro de la Sierra La Trinidad); estos macizos montañosos separan el altiplano de las llanuras que forman la cuenca del Río Verde (Secretaría de Gobernación y Gobierno del estado de San Luis Potosí, 1988).

CLIMA

El clima general de la región es de tipo BSh (seco semicálido; INEGI, 1998), con la variante de los semiáridos templados BS1h (x'), BS1k (x') y BS1hw, árido semicálido BSohw y muy árido semicálido. La temperatura media anual es de 23.9°C con un rango de 17.4°C a 28.2°C (García, 1981). Otros autores mencionan que la temperatura puede variar de 7 a 18.1°C (Secretaría de Gobernación y Gobierno del estado de San Luis Potosí, 1988). La precipitación anual oscila de 22.4 a 497.7 mm, con un promedio anual de 330.3 mm (INEGI, 1998).

VEGETACIÓN

La variación de altitudes y climas produce varios cambios en los microambientes, presentándose una variación en los tipos de vegetación, que va desde los desérticos como matorral xerófilo micrófilo, matorral

xerófilo rosetófilo, mezquital, matorral submontano y chaparral; hasta los templados como pastizal, bosque de encino o *Quercus* y bosque de *Juniperus* (Rzedowski, 1978).

EL ORO Y LAS LAGUNAS

Las localidades donde se realizó este trabajo fueron en “El Oro” y “Las Lagunas”, ambas se encuentran localizadas en la parte sur del municipio, éstas se encuentran separadas una de otra por una distancia aproximada de 35 kilómetros en línea recta.

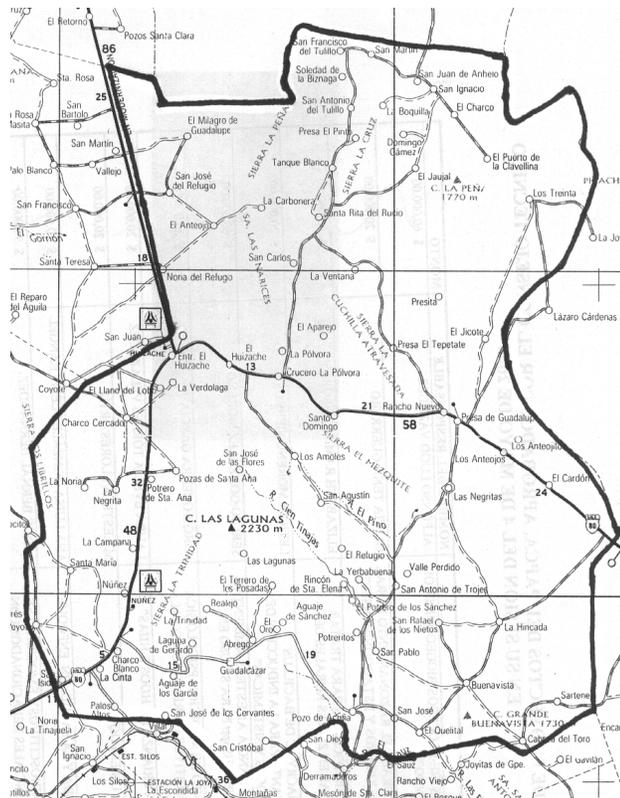


Fig. 2. Ubicación de las localidades de estudio Las Lagunas y El Oro.

La temperatura media anual en “EL Oro” es de 25.8°C (datos personales, tomados al momento de la recolecta de los organismos), se encuentra ubicada a una altitud de 1600 m (Secretaría de Gobernación y Gobierno del estado de San Luis Potosí, 1988), y la precipitación media anual es de 300 mm (Rzedowski, 1956).

Por otra parte, la temperatura media anual en “Las Lagunas” es de 23.5°C (personales), se encuentra a una altitud de 2100 m, ya que se encuentra enclavada en la Sierra “La Trinidad” (Secretaría de Gobernación y Gobierno del estado de San Luis Potosí, 1988); la precipitación media anual en la localidad de “Las Lagunas” es de 600 mm (Rzedowski, 1956). 8 Tanto en “El Oro” como en “Las Lagunas”, la vegetación predominante está compuesta por:

1) Bosque de encino (Be) o de *Quercus* (Rzedowski, 1978), Holm oak forest; (Morafka, 1977). En este tipo de vegetación predominan los árboles de 8 a 15 m de altura. Es la zona con mayores requerimientos hídricos, ya que la podemos encontrar sobre calizas, margas o granito, hasta altitudes poco más de los 2000 m. Las especies dominantes en el área de estudio son *Quercus polymorpha*, *Q. laeta*, *Q. hartegii*, *Q. furfuraceae* y *Q. rugulosa* (Rzedowski, 1956, 1978).

2) Pastizal (p), (Rzedowski, 1978), anteriormente denominado zacatal (Rzedowski, 1956) o grassland (Morafka, 1977). En este tipo de vegetación predominan las gramíneas, las cuales se encuentran sobre un suelo generalmente oscuro profundo. Los vestigios de vegetación nativa indican que las llanuras podían haber contenido gramíneas como vegetación dominante, entre ellas algunas de los géneros *Muhlenbergia*, *Stipa*, *Bromus*, *Agrotis*, *Panicum* (Rzedowski, 1956; 1978).

3) Chaparral (Chap), se caracteriza por presentar arbustos del género *Quercus* como vegetación dominante, los cuales se encuentran en terrenos inclinados, suelos someros de textura gruesa y pedregosa (Rzedowski, 1956, 1978; Morafka, 1977).

OBJETIVO GENERAL

ESTABLECER LAS CARACTERÍSTICAS DE LA ECOLOGÍA REPRODUCTIVA EN DOS POBLACIONES DE LA LAGARTIJA *SCELOPORUS JARROVII* EN EL MUNICIPIO DE GUADALCAZAR S.L.P.

OBJETIVOS PARTICULARES

- 1) Determinar si existe dimorfismo sexual entre machos y hembras de *Sceloporus jarrovi* en dos localidades del Municipio de Guadalcázar S. L. P.
- 2) Establecer el ciclo reproductivo de las hembras y de los machos de *Sceloporus jarrovi* en ambas poblaciones del Desierto Chihuahuense.
- 3) Conocer el tamaño de la camada y saber si éste es una función de la longitud hocico cloaca (LHC) de las hembras de ambas poblaciones
- 4) Conocer el ciclo de los cuerpos grasos e hígado, así como la relación que tienen éstos, con las características reproductivas de las hembras y de los machos de las dos poblaciones.
- 5) Determinar si los factores ambientales (temperatura, precipitación y fotoperiodo), influyen en la actividad y características reproductivas de las hembras y de los machos de las dos poblaciones.
- 6) Realizar un análisis comparativo entre las dos poblaciones, tomando en consideración las características reproductivas de ambos sexos.

MÉTODOS

TAMAÑO DE LA MUESTRA

Los datos acerca de las características reproductivas, se obtuvieron tras la recolecta bimestral de organismos de *S. jarrovi* durante un año, a partir de junio de 1999 a mayo del 2000, dentro del Municipio de Guadalcázar, San Luis Potosí, México, en las poblaciones de El Oro (EO) y Las Lagunas (LL). La recolecta de los ejemplares, se llevó a cabo de manera manual y con la ayuda de bandas de goma (ligas). El tamaño mensual de la muestra fue de 6 a 8 organismos hembras y machos adultos, con una longitud hocico-cloaca (LHC mm) que indicara que son sexualmente maduros (Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997). El total de individuos que se recolectaron fue de 204: para cada una de las poblaciones, 89 en LL (47 hembras: 42 machos) y 115 en EO (51 hembras: 64 machos). Todos los organismos fueron sacrificados y fijados con formol al 10%, lavados con agua corriente (en movimiento) para posteriormente ser colocados en alcohol al 70%. A cada espécimen al momento de ser capturados se le tomo el peso (g) con apoyo de una pesola ($\pm 0.1g$), de diferente capacidad 10, 20 y 50g, al mismo tiempo se determinó el sexo de los organismos.

ANÁLISIS REPRODUCTIVO

- 1) De los organismos fijados se tomaron las siguientes medidas: Longitud hocico cloaca (LHC), longitud de la cabeza (LC), ancho de la cabeza (AC), longitud del fémur(LF) y longitud de la tibia (LT). Con estas medidas y tras agruparlas por sexos se realizaron pruebas, para tratar de determinar si es que existe dimorfismo sexual. Las pruebas que se utilizaron fueron: Una prueba de correlación de Pearson para saber si existía relación, de las medidas morfométricas con la LHC de los organismos, como esta resultado positiva y significativa se trabajo con logaritmos para eliminar el efecto de la LHC sobre dichas medidas. Posteriormente se realizó una prueba de

Mann-Whitney para observar las diferencias entre hembras y machos.

Se determino la LHC a la madurez sexual tanto de hembras como de machos considerando a los organismos más pequeños que se encontraron activos reproductivamente.

2) Para conocer la actividad reproductiva de las hembras, se determinaran tres fases de la actividad de los gametos (modificada por Vitt, 1986):

11

Fase 1. - No activos reproductivamente: Presenta folículos no vitelogénicos (FNV) en el ovario, de color blanquecino, lo que indica ausencia de sustancias nutritivas o vitelo.

Fase 2.- En actividad reproductiva: Presenta al menos un folículo vitelogénico (FV) en el ovario, de color amarillento, lo que indica la presencia de sustancias nutritivas o vitelo.

Fase 3.- Activo reproductivamente: Presenta embriones (E), de forma ovoide y regular.

En las hembras se registró el número y pesos (g) de folículos no vitelogénicos (FNV), folículos vitelogénicos (FV) y embriones (E), con el apoyo de una balanza analítica electrónica OHAUS (0.0001 g). El peso de los folículos se utilizó para obtener el ciclo reproductivo, el cual se graficó con los resultados del análisis de varianza(ANOVA) realizado con los residuales de la regresión.

Respecto a los machos, éstos fueron considerados sexualmente maduros, si los testículos presentan una forma alargada y abultada la cual indica que existe una gran producción de esperma, además, se consideró el estado en que se encontró el epidídimo, si se encontraba altamente circunvolucionado y engrosado se consideraron a los organismos como reproductivamente activos (Goldberg y Lowe, 1966). Con el peso total de los testículos se elaboró el ciclo reproductivo de los machos, similar al método usado para las hembras. En ambos casos

previamente se realizó una prueba de correlación de Pearson para saber si existió relación con la longitud hocico cloaca.

3) Durante la realización del análisis reproductivo se determinó el tamaño de la camada mediante el conteo de embriones que presentó cada hembra en el útero, para definir si existe relación entre ésta (variable dependiente) y la LHC (variable independiente) de las hembras, se realizó una correlación de Pearson.

4) Para conocer el ciclo de los cuerpos grasos e hígado, éstos se pesaron con el apoyo de una balanza analítica OHAUS (0.0001 g) y se correlacionaron con el ciclo gonádico de ambos sexos (Correlación de Pearson), esto con la finalidad de saber si éstos influyen en la actividad gonádica de las hembras y machos.

12

5) Para conocer si el ciclo reproductivo de las hembras y de los machos se relacionan con la temperatura y fotoperiodo, se aplicaron pruebas Correlación de Pearson, con estas variables (factores ambientales) y la actividad gonádica de ambos sexos. Los datos de temperatura fueron tomados personalmente durante el trabajo de campo, y los datos del fotoperiodo fueron tomados de la literatura, y los datos de precipitación se tomaron los promedios anuales (Rzedowski, 1956), ya que no existen datos mensuales registrados para las dos poblaciones donde se realizó el presente trabajo.

6) Se realizaron comparaciones cuantitativas y cualitativas de algunas de las características reproductivas de hembras y machos entre las dos poblaciones.

ANALISIS ESTADÍSTICO

Todos los registros obtenidos en el estudio se almacenaron en una base de datos en una hoja de cálculo Excel y se procesaron en un paquete estadístico StatView IV (Abacus Concepts, 1992).

Se realizaron pruebas de normalidad para dar un manejo adecuado a todos los datos, además antes de llevar a cabo las pruebas entre las variables se evaluó si existió relación de la LHC con las variables dependientes por medio de una correlación de Pearson solicitando los residuales de la regresión, cuando ésta fue positiva y significativa se trabajo con éstos para eliminar este efecto, de no ser así se trabajo con los logaritmos de cada una de las variables.

Se utilizaron técnicas paramétricas y no-paramétricas de dispersión (correlación de variables, regresión lineal simple, prueba de “Mann Whitney” y ANOVA). Todos los promedios fueron representados como $x \pm EE$ (error estándar), el grado de significancia que se considero fue de $P < 0.05$

RESULTADOS

LONGITUD HOCICO CLOACA A LA MADUREZ SEXUAL

La LHC de las lagartijas sexualmente maduras que se utilizaron para el presente estudio se encontró en un intervalo de 47-92 mm.

De manera particular, en lo que se refiere a las dos localidades en las cuales se llevo cabo este trabajo, en “El Oro” (EO) y “La Lagunas” (LL), los machos considerados sexualmente maduros se encuentran en un intervalo de 47-92 mm ($x = 72.46 \pm 1.31$ mm, $n = 62$) y de 50-80 mm ($x = 64.53 \pm 1.21$ mm, $n = 43$), respectivamente.

En lo referente a las hembras consideradas sexualmente maduras, las pertenecientes a la población de (EO) se encuentran en un intervalo de 50-79 mm ($x = 64.62 \pm 1.09$ mm, $n = 51$), mientras que, las pertenecientes a la población de (LL) se encuentran en un intervalo de 49-78 mm ($x = 61.06 \pm 1.10$ mm, $n = 49$; Fig.1).

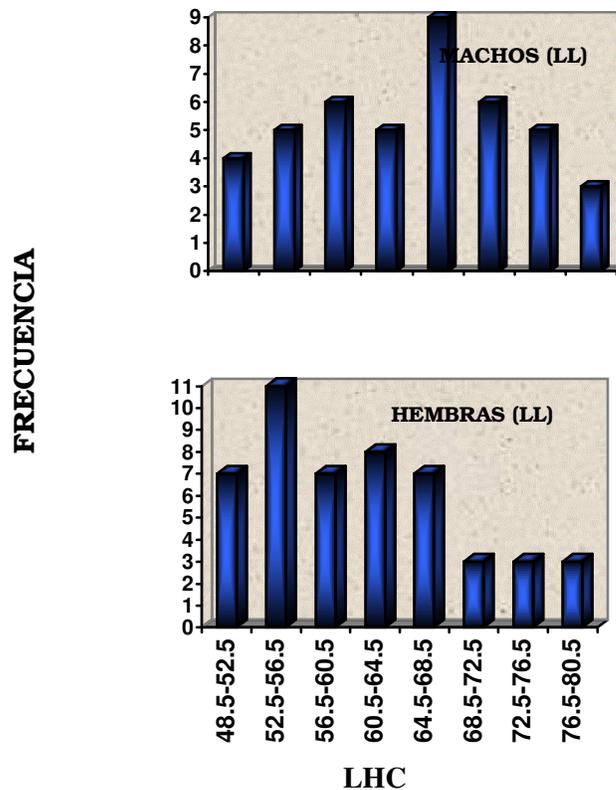


Fig.3 Distribución de la talla (LHC mm) de machos y hembras de *S. jarrovi* sexualmente maduros de LL

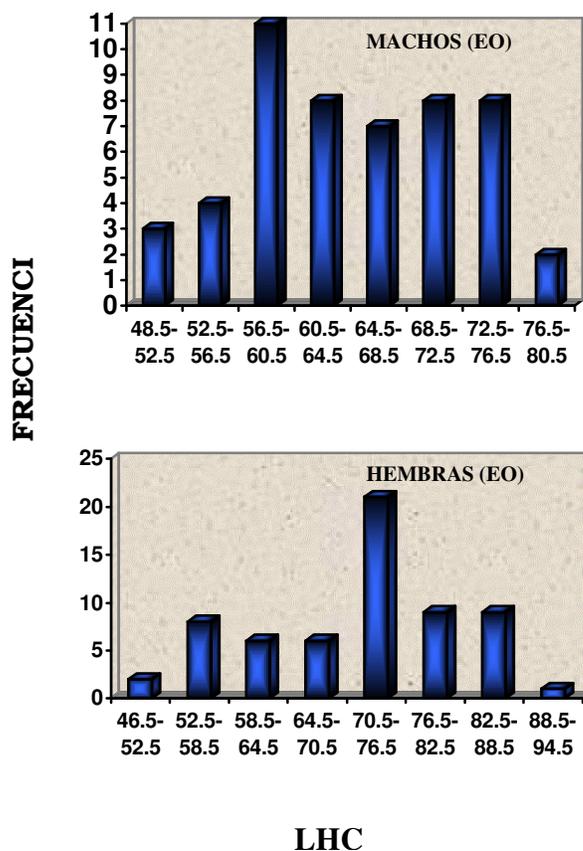


Fig. 4 Distribución de la talla (LHC mm) de hembras y machos de *S. jarrovi* sexualmente maduros de EO

DIMORFISMO SEXUAL

Localidad El Oro

Se encontró que si existe dimorfismo sexual, ya que los machos son significativamente más grandes en lo que se refiere a LHC ($x = 72.46 \pm 1.31$ mm) que las hembras ($x = 64.62 \pm 1.09$ mm; Mann Whitney prueba-*U*, $Z = -4.2$, $P < 0.05$).

Tras eliminar el efecto que la LHC tiene sobre el resto de las medidas morfométricas (LC, AC, LF, LT), los machos también resultaron ser más grandes en: LC ($x = 16.30 \pm 0.26$ mm), que las hembras ($x = 14.19 \pm 0.22$ mm; Mann Whitney prueba-*U*, $Z = -4.4$, $P < 0.05$). En lo que se refiere al AC, LF,

y LT, no se encontraron diferencias significativas que indiquen el mismo comportamiento (Cuadro 1).

Localidad Las Lagunas

Los machos resultaron ser significativamente más grandes en lo que a LHC se refiere ($x = 64.53 \pm 1.21$ mm) que las hembras ($x = 61.06 \pm 1.10$ mm; Mann Whitney prueba U , $Z = -2.10$, $P < 0.05$), por lo cual, se determinó que si existe dimorfismo sexual.

Una vez eliminado el efecto de la LHC, los machos resultaron ser significativamente más grandes en LC ($x = 15.01 \pm 0.23$ mm y LT ($x = 12.13 \pm 0.23$ mm) que las hembras ($x = 13.73 \pm 0.22$ mm; Mann Whitney prueba- U , $Z = -2.42$, $P < 0.05$; $x = 11.08 \pm 0.16$ mm; Mann Whitney prueba- U , $Z = -2.30$, $P < 0.05$, respectivamente), mientras que con AC y LF no se encontraron diferencias significativas entre ambos sexos (Cuadro1).

Característica mm	Población	Prueba	<i>P</i>	Hembras <i>x</i> ±1ES	Machos <i>x</i> ±1EE
LHC	LL	Z = -2.10	*	61.06 1.10	64.53 1.21
	EO	Z = -4.11	*	64.62 1.09	72.46 1.31
LC	LL	Z = -2.42	*	13.73 0.22	15.01 0.23
	EO	Z = -4.40	*	14.19 0.22	16.30 0.26
AC	LL	Z = -1.78	n.s.	10.71 0.20	11.90 0.38
	EO	Z = -1.50	n.s.	11.09 0.20	12.63 0.26
LF	LL	Z = -0.07	n.s.	10.87 1.73	9.50 0.18
	EO	Z = -0.92	n.s.	9.39 0.19	10.40 0.19
LT	LL	Z = -2.30	*	11.08 0.16	12.13 0.23
	EO	Z = -0.83	n.s.	11.87 0.17	13.13 0.23

Cuadro 1. Estadística descriptiva de las características morfométricas; LHC (longitud hocico cloaca, Lcab (longitud cabeza), Acab (ancho cabeza), LF (longitud fémur) y LT (longitud tibia), * ($P < 0.05$), n.s. (no-significativo), \bar{x} (valores medios), ± 1 EE (error estándar).

CICLO REPRODUCTIVO

HEMBRAS

En las 49 hembras sexualmente maduras pertenecientes a Las Lagunas, se transformo el peso folicular en \log_{10} , al igual que la LHC y se

les aplico una prueba de correlación pidiendo los residuales, ya que este resultado significativo entonces se trabajo con los residuales de la regresión. El análisis de varianza realizado con los residuales de la regresión mostró cambios significativos en el peso folicular ($F_{6,42} = 6.94$, $P < 0.05$), este valor comenzó a incrementarse a partir del mes de octubre ($x = 0.13 \pm 0.03$ gr), alcanzando su máximo nivel de actividad en el mes de marzo del año siguiente ($x = 1.64 \pm 0.64$ gr) comenzando a disminuir de manera gradual a partir del mes de mayo ($x = 0.45 \pm 0.42$ gr; Fig. 3).

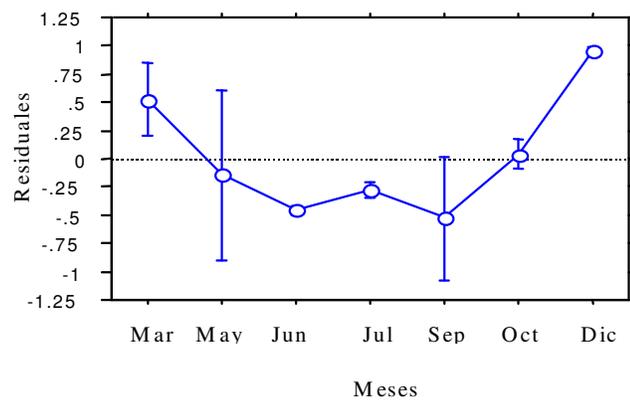


Fig. 5 Ciclo reproductivo de las hembras de *Sceloporus jarrovi* en la localidad de Las Lagunas basado en los residuales de los promedios mensuales del peso folicular.

Cabe señalar que en el mes de octubre se encontraron las primeras 7 (50%) hembras con FV y en diciembre de las 7 hembras recolectadas, 4

(57%) presentaron FV y 3 (43%) presentaron embriones (EMB). En lo que respecta al mes de marzo, resultó ser el mes de mayor actividad folicular, de las 7 hembras recolectadas, 1(15%) presentó FV, mientras que el resto, 6 (85%) presentaron EMB (Fig. 4).

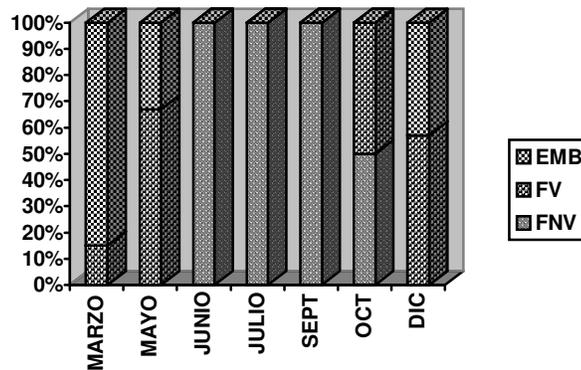


Fig. 6 Cambios estacionales en la frecuencia de la clase de foliculos de las hembras de *Sceloporus jarrovi* de la localidad de Las Lagunas.

No se encontró una correlación estadísticamente significativa entre el ciclo reproductivo y la temperatura ambiental ($r^2 = 0.21$, $F_{1,45} = 0.96$, $P = 0.33$) y tampoco con el fotoperiodo ($r^2 = 0.24$, $F_{1,5} = 1.65$, $P = 0.25$), aunque la tendencia para ambas pruebas fue inversa o negativa, esto se refiere a que existe una relación en la cual a medida de que hubo un aumento en el peso de las gónadas la temperatura descendió y el fotoperiodo se volvió más breve.

En lo que se refiere a las 51 hembras sexualmente maduras de la localidad de El Oro al igual que en la localidad anterior, se transformó el peso folicular a \log_{10} , así como la LHC y se aplicó una prueba de correlación pidiendo los residuales, ya que ésta resultó significativa entonces se trabajo con los residuales de la regresión. El análisis de₁₈

varianza realizado con los residuales de la regresión mostró cambios significativos en el peso de los folículos entre los meses ($F_{6,44} = 7.54, P < 0.05$). El peso folicular comenzó a incrementarse en el mes de octubre ($x = 1.09 \pm 0.70$), alcanzando su máximo nivel de actividad folicular en el mes de marzo del año siguiente ($x = 1.14 \pm 0.75$), descendiendo drásticamente en el mes de mayo ($x = 0.02 \pm 0.005$; Fig. 5).

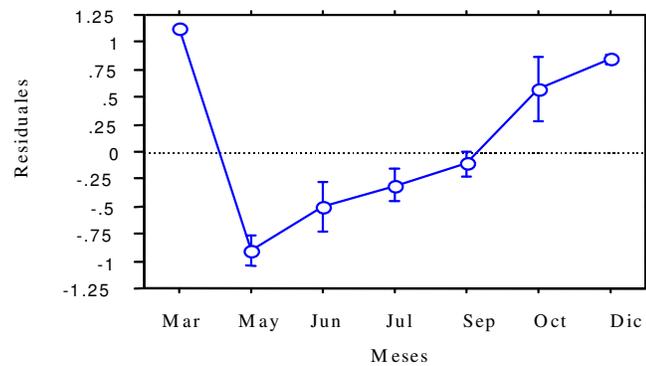


Fig. 7. Ciclo reproductivo de las hembras de *Sceloporus jarrovi* basado en los residuales de los promedios mensuales del peso folicular de la localidad El Oro.

Es conveniente mencionar que en el mes de octubre se encontraron las primeras 4 hembras (100%) con FV, en el mes de diciembre, de 5 hembras, 4 (80%) presentaron FV, mientras que 1(20%) mostró EMB, mientras que, el mes con mayor actividad folicular marzo 1(33.3%) contenía FV y 2 (66.7%) presentaron EMB (Fig. 6).

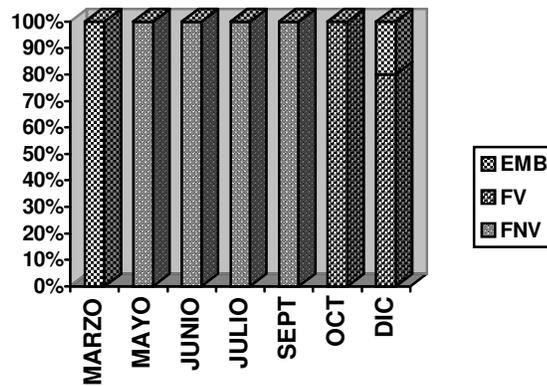


Fig. 8 Cambios estacionales en la frecuencia de la clase de folículos de las hembras de *Sceloporus jarrovi* para la localidad de El Oro

No se encontró una correlación estadísticamente significativa entre el ciclo reproductivo de las hembras en EO y la temperatura ambiental ($r^2=0.17$, $F_{1, 47} = 0.80$, $P = 0.37$), de manera diferente ocurrió con el fotoperiodo ($r^2 = 0.69$, $F_{1, 5} = 11.52$, $P = 0.019$), ya que en este caso la relación si fue significativa. En lo que se refiere a ambas relaciones éstas fueron inversas o negativas, es decir existió una relación en la cual a medida que la temperatura disminuyó y el fotoperiodo disminuyó, el peso de las gónadas se incrementó.

MACHOS

Se analizaron 42 machos sexualmente maduros pertenecientes a la localidad de Las Lagunas, en esta muestra, el peso testicular se transformo en \log_{10} al igual que la LHC y se aplicó una prueba de correlación pidiendo los residuales, ésta no resultó significativa por lo cual se trabajó con los logaritmos del peso testicular y la LHC. Tras el análisis de varianza se observaron cambios significativos en el peso testicular entre los meses ($F_{6,30} = 20.44$, $P < 0.05$). Este aumento se hizo evidente de manera considerable desde el mes de julio ($x = 0.03 \pm 0.007\text{gr.}$) hasta el mes de septiembre ($x = 0.10 \pm 0.01\text{gr.}$), alcanzando el nivel de actividad más alto en el mes de octubre ($x = 0.13 \pm 0.01\text{gr.}$; Fig. 7).

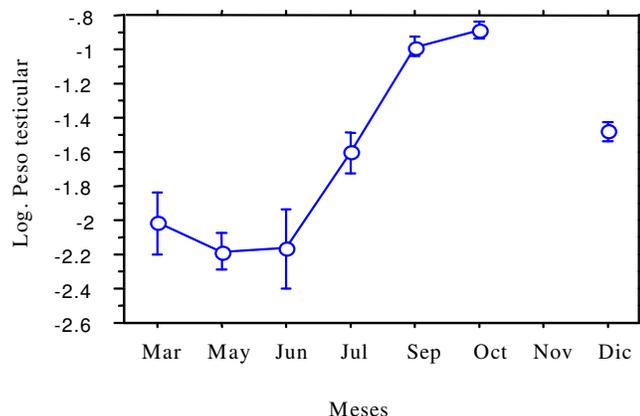


Fig. 9. Ciclo reproductivo de las machos de *Sceloporus jarrovi* de la localidad de Las Lagunas con base a los residuales de los promedios mensuales del peso testicular.

No se encontró relación significativa entre el ciclo reproductivo de los machos y la temperatura ambiental ($r^2 = 0.049$, $F_{1, 39} = 2.02$, $P = 0.16$) y tampoco con el fotoperiodo ($r^2 = 0.14$, $F_{1, 5} = 0.82$, $P = 0.40$), en ambos casos esta relación fue inversa o negativa, es decir a medida que la temperatura disminuyó y el fotoperiodo se hizo más breve, el peso testicular aumentó.

En la muestra de 64 machos sexualmente maduros pertenecientes a la localidad de El Oro, se transformó el peso testicular y la LHC en \log_{10} y se aplicó una prueba de correlación pidiendo los residuales debido a que esta no resultó significativa se decidió trabajar con los logaritmos. El análisis de varianza mostró cambios significativos en el peso testicular entre los meses ($F_{7,54} = 10.37$, $P < 0.05$). El aumento del peso testicular comenzó en el mes de junio ($x = 0.02 \pm 0.006$ gr.) extendiéndose hasta el mes de septiembre ($x = 0.15 \pm 0.03$ gr.), alcanzando su nivel más alto de actividad gonádica en el mes de octubre ($x = 0.20 \pm 0.03$ gr. Fig. 8).

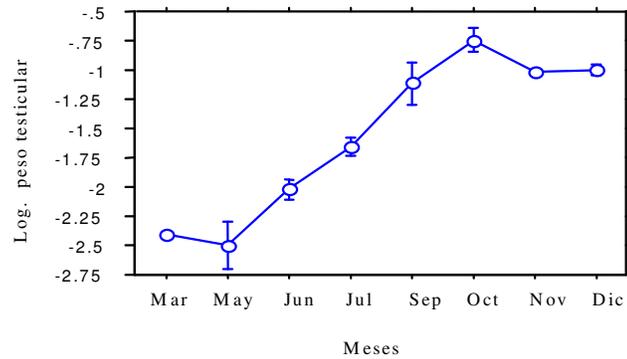


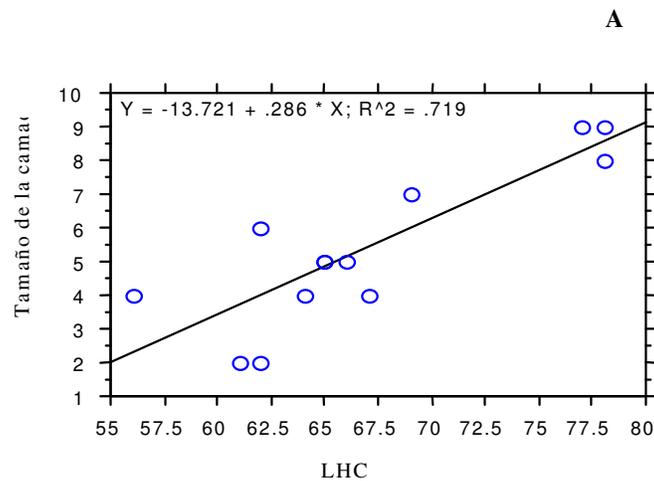
Fig. 10. Ciclo reproductivo de las machos de *Sceloporus jarrovi* de la localidad de El Oro con base a los logaritmos de los promedios mensuales del peso testicular.

Se encontró que no existe una relación estadísticamente significativa entre el ciclo reproductivo y la temperatura ambiental ($r^2=0.01$, $F_{1, 62}=0.68$, $P = 0.41$), de igual forma ocurrió con el fotoperiodo ($r^2=0.30$, $F_{1, 6}=2.67$, $P =0.15$), ambas relaciones resultaron ser inversas o negativas, es decir a medida que la temperatura descendió y el fotoperiodo se hizo más breve, el peso de las gónadas aumentó.

TAMAÑO DE LA CAMADA

Se encontró que el tamaño de la camada de las hembras para la localidad LL fue de 5.35 ± 0.59 , mientras que para EO fue de 5.66 ± 0.71 , no encontrando diferencias significativas entre las dos poblaciones (Mann Whitney U prueba, $Z = -0.41$, $P > 0.05$).

Asimismo, se encontró relación estadísticamente significativa entre el tamaño de la camada y la LHC de la hembra de ambas poblaciones ($r^2 = 0.71$, $F_{1,12} = 30.65$, $P < 0.05$; $r = 0.94$, $F_{1,4} = 30.80$, $P < 0.005$) para LL y EO respectivamente (Fig. 9).



B

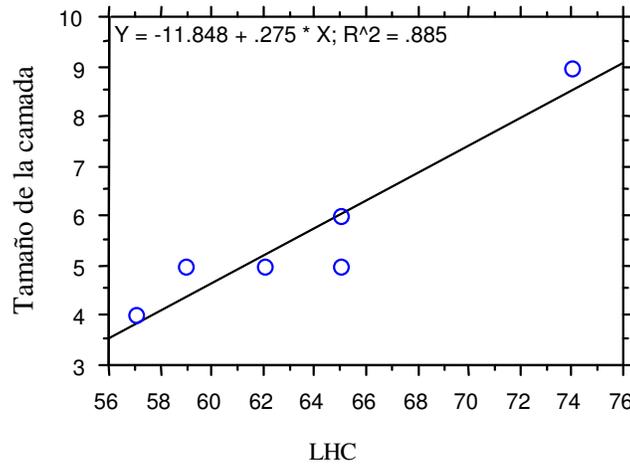


Fig.11. Relación del tamaño de la camada con la LHC (mm)de *Sceloporus jarrovi* para las localidades de Las Lagunas (A) y El Oro (B).

23

CICLO DEL HÍGADO

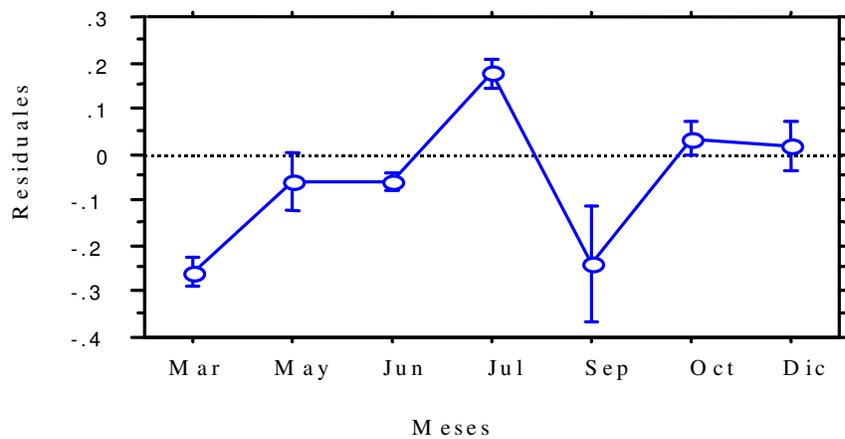
El peso del hígado de las hembras y de los machos de las dos poblaciones, se transformo en \log_{10} , al igual que la LHC y se les aplico una prueba de correlación pidiendo los residuales, como ésta resultó significativa se trabajó con los residuales de la regresión.

HEMBRAS

El análisis de varianza realizado con los residuales de la regresión de los promedios mensuales del peso del hígado muestra que existen cambios significativos entre los meses en ambas localidades, para LL ($F_{6,42} = 9.95$, $P < 0.05$) y para EO ($F_{6,44} = 5.11$, $P < 0.05$), haciéndose evidente un incremento considerable en ambas poblaciones durante el mes de junio ($x = 0.206 \pm 0.02$; $x = 0.355 \pm 0.05$), alcanzando su máximo nivel de actividad

en el mes de diciembre para LL ($x = 0.365 \pm 0.04$) y para EO ($x = 0.481 \pm 0.07$; Fig. 10)

A



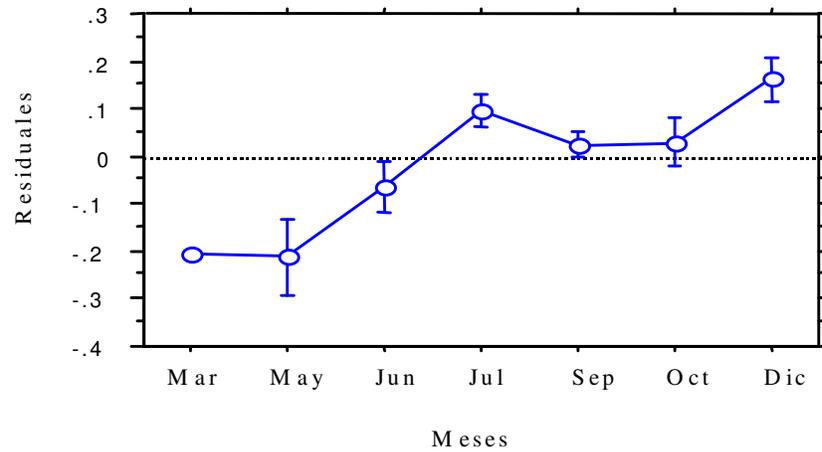


Fig. 12. Ciclo de los residuales del hígado de las hembras de *Sceloporus jarrovi* en Las Lagunas (A) y El Oro (B) basado en los promedios mensuales del peso de este órgano.

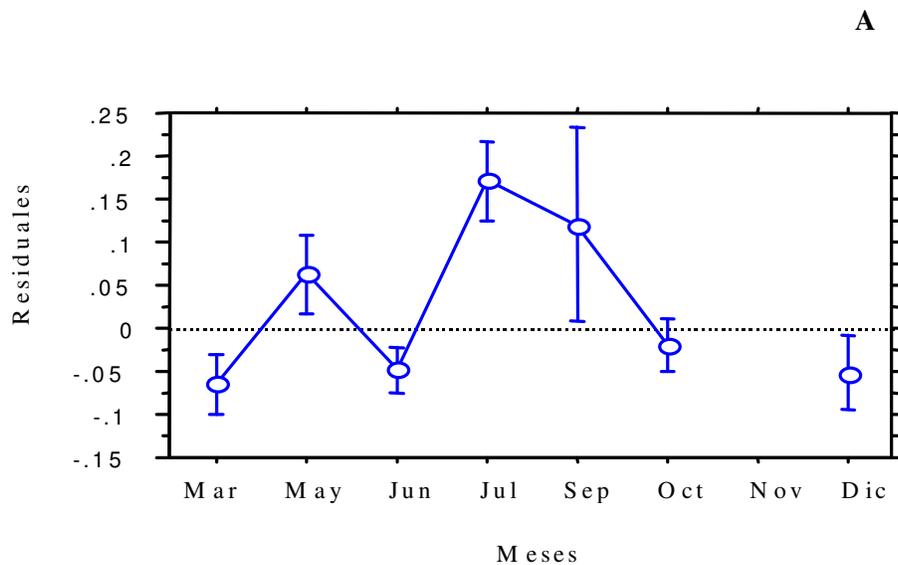
Cabe mencionar que en LL el ciclo del hígado se relacionó negativa y significativamente con el ciclo reproductivo ($r^2=0.162$, $F_{1,47} = 9.06$, $P < 0.05$) pero no para EO ($r^2 = 0.061$, $F_{1,49} = 3.15$, $P < 0.05$), es decir, en medida que el peso folicular aumentó el peso del hígado se redujo.

MACHOS

De acuerdo con el análisis de varianza realizado con los residuales de la regresión, se encontró que existen diferencias significativas en los promedios mensuales

del peso del hígado, para LL ($F_{6,36} = 2.92$, $P < 0.05$), pero no para la localidad EO ($F_{7,53} = 2.04$, $P > 0.05$), aunque al observar la figura 11, se pueden detectar diferencias entre los meses, por lo cual, se llevo a cabo una prueba de Bonferroni, la cual confirmó la presencia de tales diferencias

En lo referente al ciclo del hígado propiamente, se observa un incremento gradual en el peso de éste hacia el mes de mayo para las localidades LL y EO ($x = 0.276 \pm 0.05$; $x = 0.279 \pm 0.04$, respectivamente), alcanzando el máximo nivel de actividad en el mes de julio ($x = 0.312 \pm 0.06$; $x = 0.487 \pm 0.04$, Fig.11).



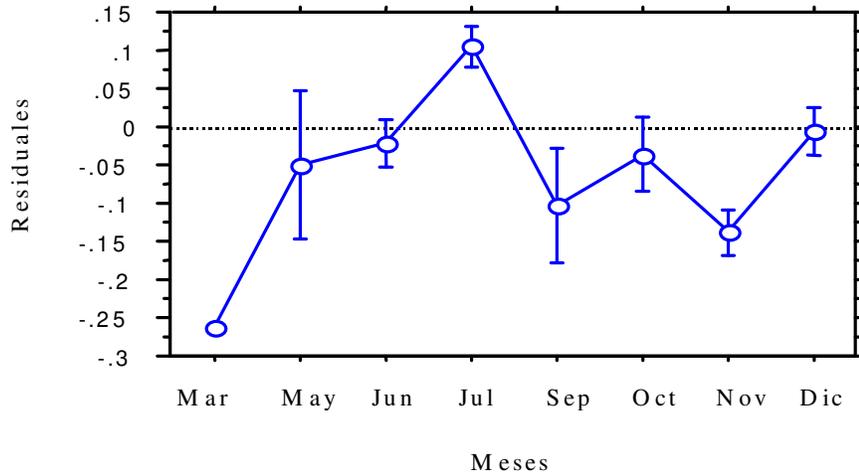
B

Fig. 13. Ciclo de los residuales del hígado de los machos de *Sceloporus jarrovi* para las localidades Las Lagunas (A) y El Oro (B), basado en los promedios mensuales del peso de este órgano.

Es importante señalar que en el caso de los machos, el ciclo del hígado no estuvo correlacionado significativamente con el ciclo reproductivo de las localidades de LL y EO ($r^2 = 0.01$, $F_{1, 40} = 0.40$, $P > 0.05$; $r^2 = 0.01$, $F_{1, 61} = 0.72$, $P > 0.05$, respectivamente) pero en ambos casos esta relación fue negativa, es decir, en la medida que las gónadas aumentaban de peso, el peso del hígado disminuyó.

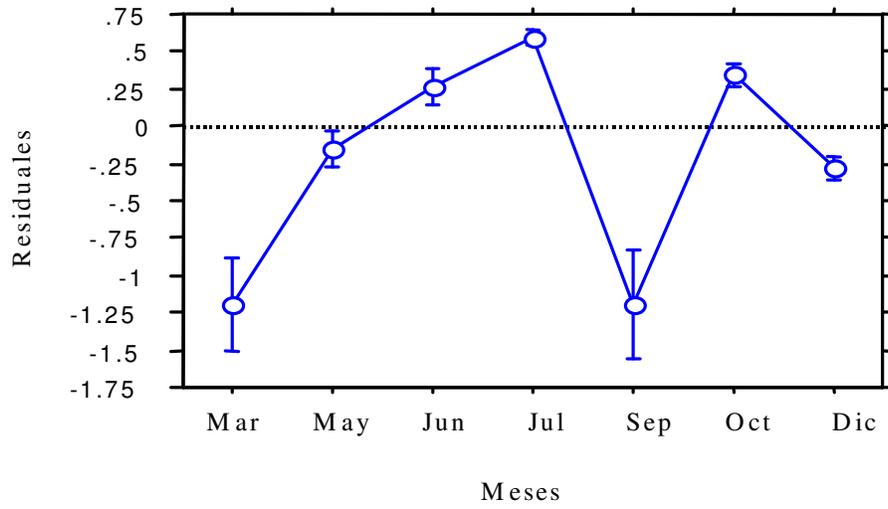
CICLO DE LOS CUERPOS GRASOS

El peso de los cuerpos grasos de las hembras y de los machos de las dos poblaciones, se transformo en \log_{10} , al igual que la LHC y se aplicó una prueba de correlación pidiendo los residuales, como ésta resultó significativa se trabajo con los residuales de la regresión.

HEMBRAS

El análisis de varianza de los residuales de la regresión de los promedios mensuales del peso de los cuerpos grasos muestran que existen cambios significativos entre meses para LL ($F_{6,42} = 18.38, P < 0.05$) y para EO ($F_{6,44} = 5.54, < 0.05$), observándose en el ciclo de ambas poblaciones un incremento constante a partir del mes de mayo ($x = 0.266 \pm 0.08; x = 0.152 \pm 0.04$), hasta alcanzar el nivel máximo de actividad en el mes de julio ($x = 0.670 \pm 0.13; x = 0.950 \pm 0.15$ para LL y EO, respectivamente), el cual se mantiene hasta el mes de octubre y después cae drásticamente entre los meses de diciembre y marzo (Fig. 12).

A



B

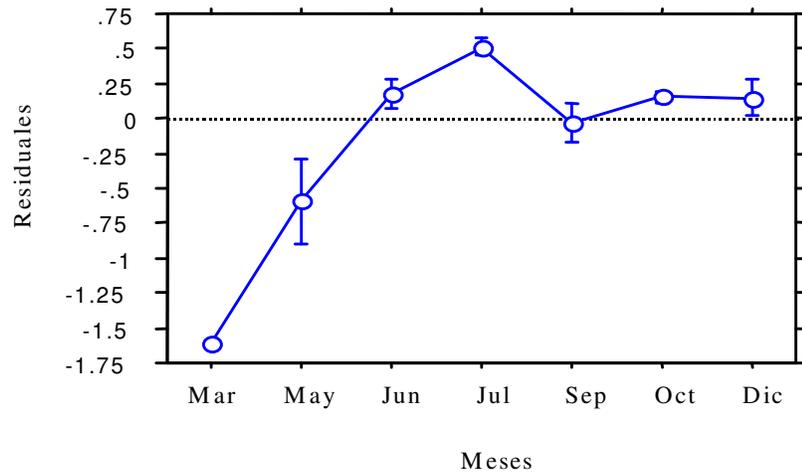


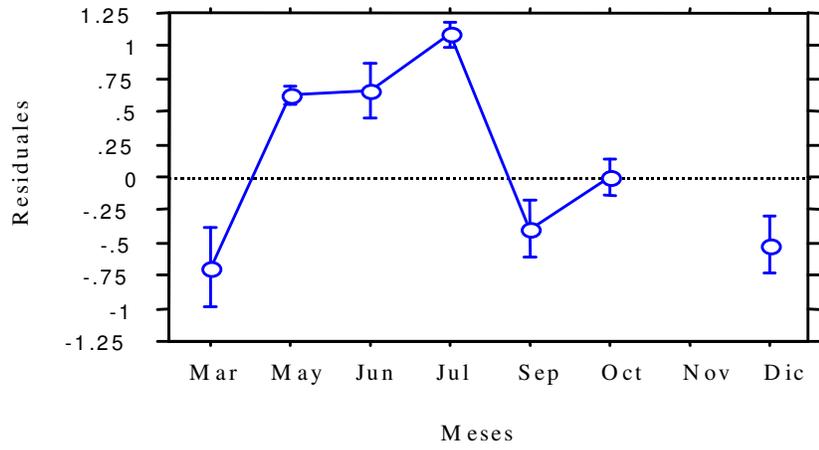
Fig.14. Ciclo de los residuales de los cuerpos grasos de las hembras de *Sceloporus jarrovi* en Las Lagunas (A) y El Oro (B), basado en los promedios mensuales del peso de este órgano.

No se encontró correlación significativa entre la masa de los cuerpos grasos y el ciclo reproductivo en ninguna de las poblaciones, LL ($r^2 = 0.01$, $F_{1,45} = 0.62$, $P > 0.05$), EO ($r^2 = 0.01$, $F_{1,47} = 0.064$, $P > 0.05$). Es importante señalar que ambas fueron negativas, a medida que el peso de los cuerpos grasos disminuyó el peso folicular aumentó.

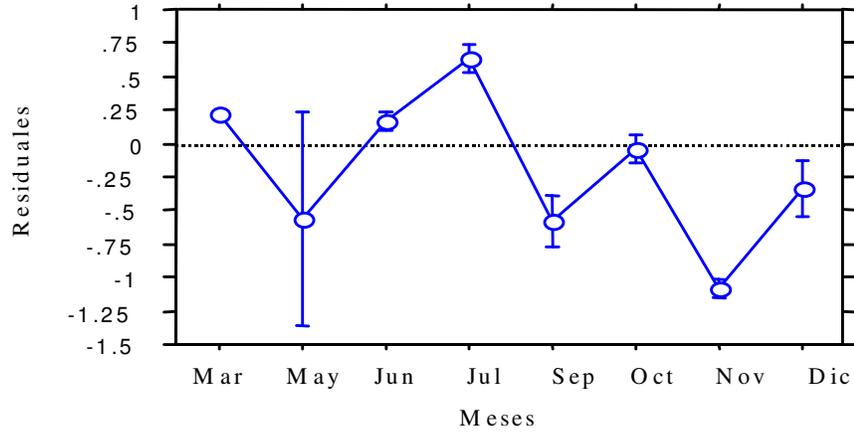
MACHOS

El análisis de varianza realizado con los residuales de la regresión mostró, diferencias significativas entre los promedios mensuales del peso de los cuerpos grasos en la población LL ($F_{6,36} = 12.46$, $P < 0.05$) y en EO ($F_{7,54} = 7.17$, $P < 0.05$); durante el mes de mayo se observó un incremento notable en la masa de los cuerpos grasos ($x = 0.319 \pm 0.18$; $x = 0.275 \pm 0.27$), alcanzando el máximo nivel de la masa de este órgano en el mes de julio ($x = 0.426 \pm 0.15$; $x = 0.840 \pm 0.20$), para LL y EO respectivamente, Fig. 13).

A



B



de Fig.15. Ciclo de los residuales de los cuerpos grasos de los machos *Sceloporus jarrovi* para las localidades Las Lagunas(A) y El Oro(B) basado en los promedios mensuales del peso de este órgano.

No se encontró correlación estadísticamente significativa entre el ciclo de los cuerpos grasos y el ciclo reproductivo en la localidad de LL ($r^2= 0.009$, $F_{1, 40} = 0.39$, $P>0.05$) y para EO ($r^2=0.001$, $F_{1, 62} = 0.09$, $P > 0.05$), aunque se aprecia que si existe una relación negativa ya que a medida que el peso de los cuerpos grasos disminuyó, las gónadas aumentan su peso.

DISCUSIÓN

LHC A LA MADUREZ SEXUAL

Se tiene conocimiento de la variación existente en lo que se refiere a la LHC a la madurez sexual, esta variación se atribuye a una combinación de características filogenéticas, así como a los factores ambientales, ya que ambos afectan el rango de desarrollo y el tiempo requerido para alcanzar la madurez sexual. En general, las especies de madurez temprana alcanzan la madurez sexual a un año de edad o menos y las de madurez tardía hasta el segundo año o después. Este tiempo y por consecuencia la LHC también puede variar entre diferentes poblaciones de una especie (Fitch, 1978).

En *S. jarrovi*, Ballinger (1979) al realizar un estudio entre dos poblaciones a diferentes altitudes, encontró que los organismos pertenecientes a la población que se encuentra a una altitud menor, maduran a la siguiente estación reproductiva, después de que nacen, esto es a la edad de 4 meses y a una LHC promedio de 67mm, mientras que los organismos de la población que se encuentra a una altitud mayor no maduran sino hasta la segunda temporada después del nacimiento, esto es a la edad de 15-16 meses y una LHC promedio de 73mm.

En lo que se refiere a los organismos de LL y EO, éstos alcanzan la madurez sexual a una LHC muy parecida entre ambas poblaciones, esto nos indica que los organismos tienen la capacidad de responder de igual manera ante los factores ambientales en lo que se refiere a la LHC a la madurez sexual pudiendo ser que el ambiente no resulte tan definitivo en este sentido y que ésta sea una respuesta de origen filogenético.

La plasticidad en lo que se refiere a la edad o talla a la madurez puede ser adaptativa en ciertas estrategias de las historias de vida (Wilbur y Collins, 1973). En *S. jarrovi* la “decisión” de invertir energía en el crecimiento o en la reproducción en el primer otoño, es probablemente determinado por algunos factores: (1) el rango de crecimiento, (2) las demandas energéticas de la reproducción, y (3) la necesidad de adecuar las

reservas durante el invierno. Los rangos de crecimiento dependen tanto de la información genética como de la disponibilidad del alimento. La madurez temprana puede ser más exitosa donde las condiciones no son muy favorables, ya que al intervenir más organismos en la reproducción, ésta se vuelve un fenómeno más exitoso, por otra parte, las

demandas energéticas para la reproducción son proporcionales a el tamaño de las hembras, esta energía de alguna forma tiene que ser optimizada, por lo que, en un determinado momento puede ser una estrategia que las hembras y los machos más pequeños se vean involucrados en la reproducción (Ruby, 1977).

DIMORFISMO SEXUAL

Dentro del género *Sceloporus*, las diferencias del tamaño entre sexos han sido evaluadas por algunos autores. En algunas especies, los machos son más grandes que las hembras, mientras que en otras, la relación en el tamaño es inversa (Fitch, 1978); aunque la regla general es que los machos sean más grandes que las hembras.

Los machos de *S. jarrovi* resultaron ser más grandes en ambas poblaciones que las hembras en lo que se refiere a LHC y LC, estas diferencias se relacionan directamente a conflictos por el establecimiento de un territorio, comportamientos agresivos, o por ser causa de selección sexual, ya que el macho más grande tiene ventaja sobre el macho más pequeño una vez que llega la estación reproductiva (Fitch, 1981). Otra ventaja de los machos más grandes es el resultar mas aptos para la reproducción y de esta forma, asegurar una progenie más fuerte (Ruby, 1981).

Además, esta diferencia en la talla se asocia de manera directa como parte de una estrategia reproductiva, es decir este comportamiento se evidencia en especies vivíparas de ambientes templados y con una sola

camada pequeña (Fitch, 1978), siendo exactamente esta la estrategia encontrada en *S. jarrovi* de LL y EO.

CICLO REPRODUCTIVO

Se encontró que el patrón reproductivo de *S. jarrovi* en LL y EO, es el que se conoce como otoñal y asincrónico entre sexos, tal como ocurre con especies que habitan en zonas de alta elevación (*Eumeces lynxe*; Ramírez-Bautista et al, 1998), así como especies del mismo genero pero de diferente grupo como *S. grammicus* (Ortega y Barbault, 1984), en especies del grupo *torquatus* *S. poinsetti* (Ballinger, 1973) y en otras poblaciones de *S. jarrovi* (Ballinger, 1973; Ruby y Dunham, 1984; Ramírez-Bautista ~~et~~ al., 2002), en donde la vitelogénesis se extiende durante parte del verano y otoño, la ovulación ocurre próxima al invierno, y las crías nacen en la primavera del año siguiente.

Entre las principales ventajas de este patrón reproductivo, se considera el hecho de que durante el invierno, el cual de manera regular es muy severo en estos ambientes, los embriones se encuentran protegidos, ya que las hembras tienen la capacidad de regular su temperatura, y mediante este mecanismo, proveen a las crías las condiciones óptimas para su desarrollo (Guillette, 1993), otro aspecto a considerar, es que las hembras preñadas disminuyen su actividad y consecuentemente puede disminuir su habilidad de escape de los depredadores. La preñez durante el invierno minimiza esta desventaja, por último, también se considera la producción de crías durante la primavera cuando los recursos alimenticios son abundantes (Ballinger, 1973; Guillette, 1983; Ramírez- Bautista et al., 1998).

Un aspecto que resulta muy importante en lo que se refiere a este patrón reproductivo es la asincronía que existe entre el ciclo testicular y ovárico, ya que éste nos indica que el apareamiento se lleva a cabo antes de la ovulación, además, esta asincronía sugiere que las hembras y los machos hacen un uso de diferentes condiciones ambientales, lo cual da

como resultado de diferencias en el tiempo de la actividad reproductiva (Guillette y Casas Andreu, 1980; Ramírez-Bautista et al., 1996, 1998). Además, algunos autores mencionan que la asincronía también tiene algunas desventajas aparentes, tales como, la absoluta necesidad de un reservorio de esperma por parte de la hembra (Guillette y Casas-Andreu, 1981; Guillette y Sullivan, 1985). El reservorio de esperma es común en reptiles (Fox, 1977), aunque los mecanismos fisiológicos alrededor de este fenómeno que ocurre en los reptiles son pobremente comprendidos. De igual forma, el control endocrino del desarrollo reproductivo de los reptiles, especialmente la receptividad en hembras ha sido estudiado en varias especies de este grupo, pero el mecanismo asociado con la evolución de la actividad de la cópula durante periodos de inactividad gonádica es prácticamente desconocido (Guillette y Méndez de la Cruz, 1993).

TAMAÑO DE LA CAMADA

35

El número de crías producidas estuvo relacionado con la LHC de las hembras para ambas poblaciones, es decir, el mismo número de crías fue producido por una hembra de una LHC determinada en la población alta que en la población baja, la relación existente

entre la LHC de las hembras y el tamaño de la camada parece ser una característica que comparten las especies vivíparas del género *Sceloporus*, como sucede con *S. torquatus* (Guillette y Méndez de la Cruz, 1993), *S. poinsetti* (Ballinger, 1973), *S. jarrovi* (Ballinger, 1973, 1979; Ruby y Dunham, 1984; Ramírez-Bautista et al., 2002). Esta constante en especies de ambientes de alta elevación pudiera ser una característica derivada de la filogenia del grupo, ya que estas especies pertenecen a la misma raza, el

grupo *torquatus* (Sites et al., 1992). Tanto éstas como otras especies pertenecientes a este grupo, son vivíparas y derivan de un ancestro común originario de las tierras altas de la parte norte y del centro de México (Smith, 1939; Cole, 1978; Sites et al., 1992).

CICLO DEL HÍGADO

El hígado cumple un papel muy importante en la acumulación de lípidos para el desarrollo gonádico durante la estación reproductiva de varias especies de lagartijas, en el caso de *S. jarrovi* de LL y EO, este comportamiento no es diferente, ya que para las hembras y los machos, el ciclo del hígado se comporta de manera inversa al ciclo folicular y testicular, este comportamiento, así como la fisiología propia del hígado, nos muestra que este órgano actúa como sintetizador en la transformación de energía que sirve para el desarrollo de las gónadas (Goldberg, 1970(b)). El hígado es una glándula sintetizadora muy importante, su función principal es el procesamiento de material alimenticio; allí se sintetizan enzimas y proteínas además de modificar la composición de las grasas. Una de las funciones más importantes del hígado es hacer llegar los lípidos en forma de energía (nutrientes) a los folículos de las hembras para el buen desarrollo en el oviducto o el útero (Selcer, 1992).

CICLO DE LOS CUERPOS GRASOS

En las hembras, los cuerpos grasos son utilizados para la³⁶ vitelogénesis, principalmente en el desarrollo adecuado de los huevos o embriones (Ramírez-Bautista, 1998). Los machos utilizan los cuerpos grasos como un medio de soporte para la recrudescencia testicular, también en la obtención de energía para enfrentarse a los adversarios que se acerquen a su territorio, en el proceso del cortejo y apareamiento (Tinkle, 1970). La energía obtenida mediante el forrajeo puede ser también almacenada

para satisfacer cada una de las diferentes demandas asociadas con el mantenimiento del individuo y la especie. Estas demandas están jerarquizadas, teniendo prioridad la termorregulación, el forrajeo, el crecimiento, y la reproducción (Heras Lara y Benitez, 2000).

Así como en otras especies de lagartijas, un alto costo energético de la reproducción en hembras y machos es sugerido por la relación negativa existente entre el desarrollo de las gónadas, y el peso de los cuerpos grasos durante la estación reproductiva en las dos poblaciones de *S. jarrovi* (LL y EO), en el caso de las hembras, los cuerpos grasos se encuentran relacionados con la vitelogénesis, el desarrollo embrionario y el mantenimiento durante el invierno, mientras que en los machos, éstos se ven involucrados en lo que se refiere al establecimiento del territorio, cortejo, apareamiento y mantenimiento durante el invierno, tal y como sucede con otras poblaciones de *S. jarrovi* (Ballinger, 1973, 1979; Ruby y Dunham, 1984; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002)

FACTORES AMBIENTALES

La actividad reproductiva esta influenciada por los factores ambientales de los cuales los más importantes son la temperatura ambiental, el fotoperiodo y la precipitación, además estos influyen fuertemente la actividad reproductiva de otros reptiles (Licht, 1984).

En lo que se refiere a *S. jarrovi*, tanto en LL como en EO, se encontró que el ciclo reproductivo de las hembras y de los machos estuvo relacionado de manera inversa o negativa con la temperatura ambiental y con el fotoperiodo, tal y como sucede con otras especies que muestran reproducción otoñal del género *Sceloporus*: (Guillette y Bearce, 1986,³⁷ Guillette y Méndez de la Cruz, 1993, Ballinger, 1973, Ballinger, 1973 y 1979; Ruby y Dunham, 1984; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002).

Algunos estudios encaminados a conocer directamente el papel de la temperatura y el fotoperiodo como factores que estimulan la actividad

reproductiva, sugieren que el papel principal del fotoperiodo, es regular el tiempo de la recrudescencia testicular (Litch, 1984).

Sceloporus jarrovi es la especie mejor estudiada de las que presentan reproducción otoñal, pero en lo que se refiere al mecanismo o agente causal que estimula la actividad reproductiva no ha sido aún determinado. Ballinger (1973) sugiere que el decremento del fotoperiodo pudiera estimular la actividad gonádica de esta especie.

Por último, la relación que existe entre el ciclo reproductivo y la precipitación en LL y EO se hace evidente en la duración del ciclo reproductivo, el cual se estimó desde que se encontraron los primeros FV hasta el desarrollo embrionario. En lo que se refiere a LL, este periodo comprendió del mes de octubre hasta el mes de mayo, en esta localidad, la precipitación promedio fue de 600 mm anuales, mientras que en EO, el periodo de actividad reproductiva abarca del mes de octubre al mes de marzo, en esta población, la precipitación promedio fue de 300 mm anuales. Esta diferencia en la precipitación puede dar como resultado una disponibilidad del alimento para las lagartijas por un mayor periodo de tiempo, dando una mayor oportunidad a las lagartijas que nacen al final de la estación reproductiva (mayo) en LL de alcanzar una talla que les ayude en el momento de incorporarse directamente a la reproducción. En el caso de los machos para establecer un territorio y aparearse mientras que para las hembras este crecimiento se vea reflejado en una camada más grande ya que como se vio anteriormente existe una correlación positiva entre estos dos factores.

Además de proveer a ambos sexos de todas las edades de la oportunidad para adquirir suficientes reservas para sobrevivir al invierno, ya que estos organismos durante el invierno reducen su actividad al mínimo (forrajeo, asoleo para la termorregulación) debido a que las condiciones ambientales son muy adversas además de tener una disponibilidad muy baja casi nula de alimento (Ruby, 1977)

CONCLUSIONES

- 1) Los machos y las hembras de *Sceloporus jarrovi* de LL y EO sexualmente maduros se encontraron en un intervalo de 47 a 92mm, tanto hembras como machos alcanzaron la madurez sexual a una talla muy parecida, a una LHC de 49 mm las hembras y a los 50 mm los machos en LL. Mientras que en EO las hembras alcanzan la madurez sexual a los 49 mm y los machos a los 47 mm.
- 2) Se encontró que existe dimorfismo sexual en *S. jarrovi* de ambas poblaciones, siendo los machos más grandes en LHC y LC que las hembras.
- 3) El patrón reproductivo de esta especie fue otoñal y asincrónico entre sexos tal y como sucede con otras poblaciones de *S. jarrovi* y con otras especies de este tipo de ambientes.
- 4) El tamaño de la camada fue igual entre poblaciones y sí estuvo relacionado significativamente con la LHC de las hembras
- 5) Tanto el ciclo de los cuerpos grasos como el del hígado estuvieron relacionados de manera inversa o negativa con la actividad reproductiva, lo cual indica que estos dos órganos, intervienen en la actividad reproductiva de *Sceloporus jarrovi* en LL y EO.
- 6) En lo que se refiere a los factores ambientales (temperatura y fotoperiodo) estuvieron relacionados de manera inversa o negativa con el ciclo reproductivo tanto de hembras como de machos de *S. jarrovi*.
- 7) La única diferencia que se encontró en lo que se refiere a las características reproductivas entre poblaciones es lo inherente a la duración de la actividad reproductiva, ya que en LL siguen naciendo crías hasta el mes de mayo, mientras que en EO estas terminan de nacer en el mes de marzo, esto pudiera deberse a la precipitación ya que en LL ésta es de 600mm mientras que en EO ésta es de 300mm anuales, pudiendo dar como consecuencia una mayor disponibilidad

de alimento a su vez siendo ésta una respuesta a algún tipo de presión de selección.

LITERATURA CITADA

- ABACUS CONCEPTS. 1992. Statview IV. Abacus Concepts Inc. Berkeley, California.
- BALLINGER, R. 1973. Comparative demography of two viviparous lizards (*Sceloporus jarrovi* and *S. poinsettii*). *Ecology* 54: 269-283.
- , 1979. Intraspecific variation in demography and life history of the lizard, *Sceloporus jarrovi*, along an altitudinal gradient in southeastern Arizona. *Ecology* 60: 901-909.
- BENABIB, M. 1994. Reproduction and lipid utilization of tropical populations of *Sceloporus variabilis*. *Herpetological Monographs*, 8, 160-180.
- CASAS-ANDREU, G., y G. VALENZUELA-LÓPEZ. 1984. Observaciones sobre los ciclos reproductivos de *Ctenosaura pectinata* e *Iguana iguana* (Reptilia. Iguanidae) en Chamela, Jalisco. *Anales del Instituto de Biología (UNAM) Serie de Zoología* 55(2): 253-261.
- COLE, C. J. 1978. Karyotypes and systematics of the lizards in the *variabilis*, *jalapae*, and, *scalaris* species groups of the genus *Sceloporus*. *American Museum Novitates* 2653: 1-13.
- DERICKSON, W. K. 1976. Ecological and physiological aspects of reproductive strategies in two lizards. *Ecology* 57:445-458.
- DUNHAM, A. E. 1982. Demographic and life-history variation among populations of the iguanid lizard *Urosaurus ornatus*: implications for the study of life-history phenomena in lizards. *Herpetológica* 38:208-211.
- , D.B. MILES, and D.N. RESNICK. 1988. Life history patterns of squamate reptiles. Pages 441-522 In *Biology of the reptilia*. Vol.16, Ecology B. Defense and life history (C. Gans and H. Pough, eds). John Wiley & Sons, New York, USA.
- FERGUSON, G. W., H. L. SNELL, and A. J. LANDWER. 1990. Proximate control of variation of clutch, egg, and body size in a West-Texas population of *Uta stansburiana stegnejeri* (Sauria: Iguanidae). *Herpetologica* 46:227-238.
- FERIA-ORTIZ, M. 1986. Contribución al conocimiento del ciclo de vida de *Sceloporus torquatus torquatus* (Lacertilia, Iguanidae) al sur del Valle de

México. Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Estudios Profesionales-Zaragoza, Universidad Nacional autónoma de México.

FITCH, H. S. 1970. Reproductive cycle in lizards and snakes. Univ. Kansas Museum Natural History, Miscellaneous Publication 52:1-247

-----, 1978. Sexual size differences in the genus *Sceloporus*. University of Kansas Science Bulletin. 51: 441-461.

-----, 1981. Sexual size differences in reptiles. University of Kansas Museum Natural History Miscellaneous Publication. 70: 1-72.

FOX, H. 1977. The urinogenital system in reptiles. In "Biology of the Reptilia" (C; Gans and T.S. Parsons, eds.), Vol. 6. Academic Press, New York.

GARCÍA, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 3rd ed. Instituto de Geografía , Universidad Nacional Autónoma de México, México City, México.

GOLDBERG, S. R. 1970(a). Seasonal ovarian histology of the ovoviviparous iguanid lizard *Sceloporus jarrovi* Cope. Journal of Morphology. 132: 256-276.

GOLDBERG, S. R. 1970(b). Seasonal Weight and Cytological Changes in the Fat Bodies and Liver of the Iguanid Lizard *Sceloporus jarrovi* Cope. Copeia2: 227-232.

-----, AND C. H. LOWE. 1966. The reproductive cycle of the western whiptail lizard (*Cnemidophorus tigris*) in southern Arizona. Journal of Morphology. 118: 543-548.

GUILLETTE, L. J. Jr. 1982. The evolution of viviparity and placentation in the high elevation, Mexican lizard *Sceloporus aeneus*. Herpetologica 38:94-103.

-----, 1983. Notes concerning the reproduction of the montane skink, *Eumeces copei*. Journal of Herpetology 17: 144-148.

-----, 1993. The Evolution of Viviparity. BioScience 43: 742-751.

-----, and G. CASAS-ANDREU. 1980. Fall reproductive activity in the high altitude Mexican lizard, *Sceloporus grammicus microlepidotus*. Journal of Herpetology 14: 143-147.

- , and -----, 1981. Seasonal variation in fat body weights of the Mexican high elevation lizard *Sceloporus grammicus microlepidotus*. *Journal of Herpetology*. 15: 366-371.
- , and D.A. Bearce. 1986. The Reproductive and Fat Body Cycles of the lizard *Sceloporus grammicus disparilis*. *Transactions of the Kansas Academy of Science*. 89: 31-39.
- , and F.R. MÉNDEZ- DE LA CRUZ. 1993. The Reproductive Cycle of the Viviparous Mexican Lizard *Sceloporus torquatus*. *Journal of Herpetology*. 27: 167-174.
- , and W P. SULLIVAN. 1985. Reproductive and fat body cycles of the lizard, *Sceloporus formosus*. *Journal of Herpetology*. 19: 474-480.
- HAHN, W. E., and D. W. TINKLE. 1965. Fat body cycling and experimental evidence for its adaptative significance to ovarian follicle development in the lizard *Uta stansburiana*. *J. Exptl. Zool*. 158: 79-86.
- HERAS LARA, L., y J. L. VILLARREAL BENÍTEZ. 2000. La Historia natural de un ensamblaje de *Anolis* en los Tuxtlas Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. 318. p.
- HERNÁNDEZ, I., X. and A. RAMÍREZ-BAUTISTA. 2002. Reproductive characteristics of the roundtail horned lizard *Phrynosoma modestum* (Phrynosomatidae), from the Chihuahuan Desert of México. *The Southwestern Naturalist*. 47 (1).
- INEGI. 1998. Anuario estadístico del Estado de San Luis Potosí. 532 pp.
- JONES, S.M., and R. E. BALLINGER. 1987. Comparative life-histories of *Holbrookia maculata* and *Sceloporus undulatus* in Western Nebraska. *Ecology* 68:1828-1838.
- LICHT, P. 1974. Response of *Anolis* lizards to food supplementation in nature. *Copeia* 2: 215-220.
- , 1984. Reptiles. In G.E. Lamming (ed.), *Marshall's Physiology of Reproduction*, 4th Ed., Vol. 1: Reproductive Cycles of Vertebrates, pp. 206-282. Churchill Livingstone Edinburgh.

- MARION, K. R. 1982. Reproductive cues for gonadal development in temperate reptiles: temperature and photoperiod effects on the testicular cycle of the lizard *Sceloporus undulatus*. *Herpetologica* 38:26-39.
- MORAFKA, D. J. 1977. A biogeography analysis of the Chihuahuan Desert through its herpetofauna. *Biogeographica* 9: 1-313.
- ORTEGA, A., and R. BARBAULT. 1984. Reproductive cycles in the mesquite lizard, *Sceloporus grammicus*. *Journal of Herpetology* 18: 168-175.
- , and ----- . 1986. Reproductive in the high elevation Mexican lizard *Sceloporus scalaris*. *Journal of Herpetology* 20: 114-116. 42
- RAMÍREZ-BAUTISTA, A. 1995. Demografía y reproducción de la lagartija arborícola *Anolis nebulosus* de la región de Chamela, Jalisco. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México. 160pp.
- , and L.J.VITT. 1997. Reproduction in the lizard *Anolis nebulosus* (Polychrotidae) from the Pacific Coast of Mexico. *Herpetologica*, 53(4).
- , J. GUILLETTE, L. J. Jr. G. GUTIÉRREZ-MAYEN, and Z. URIBE-PEÑA. 1996. Reproductive Biology of the lizard *Eumeces copei* (Lacertilia; Scincidae) from the Eje Neovolcanico, México. *Southwestern Naturalist* 41: 103-110.
- , 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: 18-24
- , C. BALDERAS-VALDIVIA and L.J. VITT. 2000. Reproductive Ecology of the Whiptail Lizard *Cnemidophorus lineatissimus* (Squamata: Teiidae) in a Tropical Dry Forest. *Copeia* 3: 712-722.
- , O. RAMOS-FLORES and SITES, J. W. JR. 2002. Reproductive cycle of the Spiny Lizard *Sceloporus jarrovi* (Sauria: Phrynosomatidae) from North-Central México. *Journal of Herpetology* 2: 225-233.
- RUBY, D. E. 1977. Winter Activity in Yarrow's Spiny Lizard *Sceloporus jarrovi*. *Herpetologica* 33: 322-333.
- RUBY, D. E. 1981. Phenotypic correlates of male reproductive success in the lizard *S. jarrovi*. In R.D. Alexander and D. W. Tinkle (ed), *Natural selection and Social Behaviour*, pp. 96-197. Chiron Press. New York.

- ., and A. Dunham. 1984. A population analysis of the ovoviviparous lizard *Sceloporus jarrovi* in the Piñaleño Mountain of Southeastern Arizona. *Herpetologica*. 40 (4): 425-436.
- RZEDOWSKI, J. 1956. Notas sobre la flora y la vegetación del estado de San Luis Potosí. III. Vegetación de la Región de Guadalcázar. Anuario del Instituto de Biología. México. 27: 169-227.
- . 1978. Vegetación de México. Limusa Wiley, México.
- SELCER, K. W. 1986. Relationship between clutch development and variation in fat body mass and liver mass of female keeled earless lizards, *Holbrookia propingua* (Sauria: Iguanidae). *Southwestern Naturalist*. 31: 9-14. 43
- . 1992. Lipid storage during formation of early and late-season clutches in the gecko *Hemidactylus turcicus*. *Journal of Herpetology*. 26:209-213.
- SECRETARIA DE GOBERNACIÓN Y GOBIERNO DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ. 1988. Los Municipios de San Luis Potosí. Enciclopedia de los Municipios de México. 1ª Edición. pp 97-100.
- SHINE, R. 1983. Reptilian reproductive modes: The oviparity-viviparity continuum. *Herpetologica*, 39(1).
- SITES, J. W., JR., J.W. ARCHIE, C. C. COLE, and O. FLORES VILLELA. 1992. A review of phylogenetic hypotheses for the lizards of the genus *Sceloporus* (Phrynosomatidae); implications for ecological and evolutionary studies. *Bulletin American Museum of Natural History*. 213: 1-110.
- SMITH, H. M. 1939. The Mexican and Central American lizards of the genus *Sceloporus*. *Field Museum Natural History Zoology*. 26: 1-397.
- STEARNS, S. C. 1992. The evolution of life history. Oxford University Press. New York, USA. 249 p.
- TINKLE, D. W., H. M. WILBUR and S. TILLEY. 1970. Evolutionary strategies in lizard reproduction. *Evolution* 24:55-74.
- ., and R. E. BALLINGER. 1972. *Sceloporus undulatus*: A study of the intraespecific comparative demography of a lizard. *Ecology* 53: 570-584.
- ., and A. E. DUNHAM. 1986. Comparative life-histories of two syntopic sceloporine lizards. *Copeia*: 1-20.

-----, A. E. DUNHAM, and J. D. CONGDON. 1993. Life history and demographic variation in the lizard *Sceloporus graciosus*: A long term-study. *Ecology* 74: 2413-2429.

Vitt, L. J. 1986. Reproductive tactics of sympatric Gekkonid lizards with a comment on the evolutionary and ecological consequences of invariant clutch size. *Copeia* 1986: 773-786.

WILBUR, H. W., and J. P. COLLINS. 1973. Ecological aspects of amphibians metamorphosis. *Science* 182: 1805-1814.